

A kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia* L.) szaporodásbiológiai vizsgálata, különös tekintettel az *ex situ* természetvédelmi módszerekre

CZUPPON Bálint¹, ifj. PAPP László², TÓTH Zoltán³ és SZÉPLIGETI Máttyás⁴

^{1,3}Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológiai Intézet, Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék,

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c; ¹biologus.elte@gmail.com

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fűvészkert, 1083 Budapest, Illés u. 25.

⁴Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, 9941 Őriszentpéter, Városszer 57.

Elfogadva: 2019. március 19.

Kulcsszavak: aljzatpreferencia-vizsgálat, csíráztatás, Fekete-tó tőzegláp, magmorfológia, rovar-emésztő növény, vegetatív szaporítás.

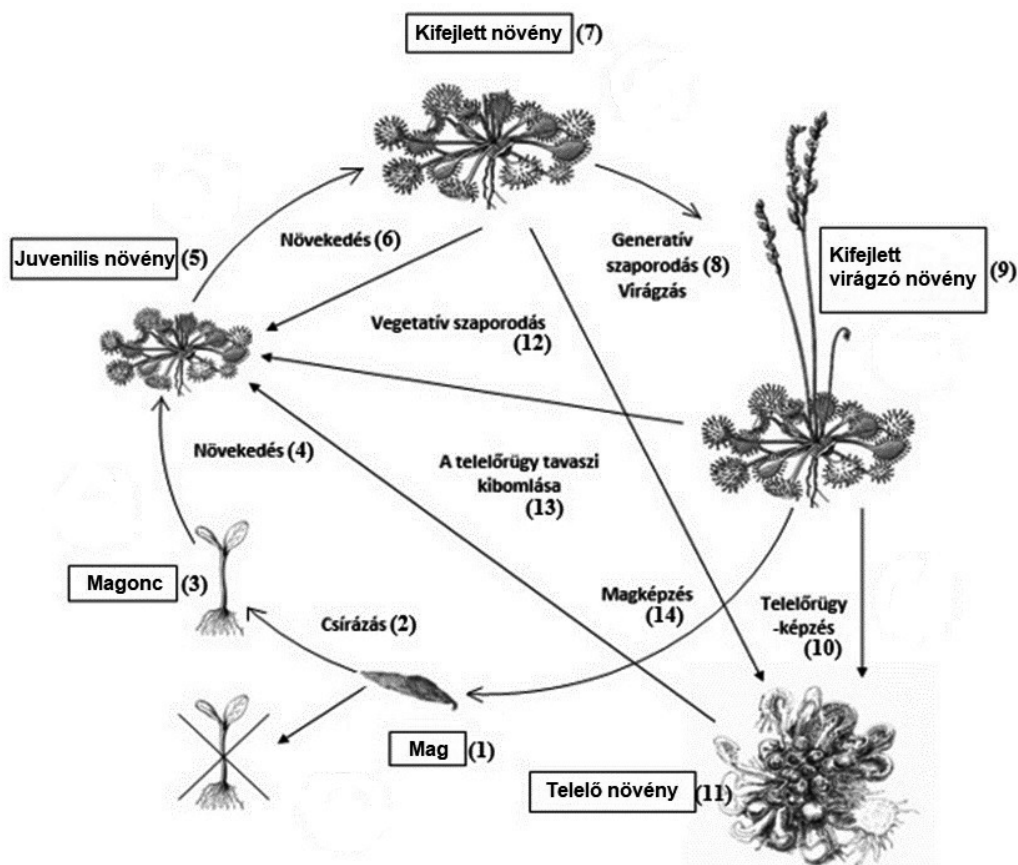
Összefoglalás: A hazánkban jégkorszaki reliktum kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia* L.) állományai jelentősen megfogyatkoztak az utóbbi évtizedekben, a túlélő populációk megóvása egyre nagyobb nehézséget jelent a természetvédelem számára. Kutatásunk célja a rovar-emésztő növény szaporodásbiológiájának megismerése és a faj élőhelyen kívüli, *ex situ* természetvédelmi célú megőrzése az Őrségi Nemzeti Parkkal együttműködve. Egy olyan *ex situ* módszertani ajánlást kívánunk kidolgozni, mellyel a lehető legkisebb ráfordítással, a legeredményesebben szaporítható magról a faj mesterséges környezetben, szükség esetén az adott élőhelyre való visszatelepítéssel. Vizsgálatainkat összesen 11 400 db magon végeztük: az őrségi természetes élőhelyi (Fekete-tó) gyűjtésű magok mellett saját nevelésű, kertészeti állományból (Hollandia) származó növények magjait is bevontuk. Digitális fotóinkon elvégzett pixelszám-alapú méret meghatározással tanulmányoztuk a magok morfológiai jellemzőit. Üvegházi kísérletben teszteltük a csírázás fényigényét, a vernalizáció hatását a csírázásra, különböző aljzatokon a kelés sikerét, továbbá a levéldugványról történő vegetatív szaporítás hatékonyságát. A mag morfológiájára vonatkozó eredményeink mindkét magminta esetében megegyeztek a szakirodalmi adatokkal: a keskeny ellipszoid alakú magok mérete 1,46 mm × 0,21 mm, és a csíkozott maghéj nem tapad szorosan az embrióhoz. A kis méretű (0,20 mm × 0,10 mm) embrió fakó sötétbarna színű, sima felszínű, ellipszoid alakú, és annak felszínén is finom csíkozottság van. Kimutattuk, hogy az eredményes csíráztatás feltétele a megfelelő időtartamú vernalizáció és a magok fényen való hajtatása. A legjobb csírázási eredményt a magok 5 hétig tartó, 0–3 °C-on végzett hidegkezelésével, majd a magvetés fényen történő inkubálásával (25–30 °C-on) értük el. Az aljzatpreferencia-vizsgálatok azt mutatták, hogy a tesztelt 9-féle csíráztatási aljzat közül a kereklevelű harmatfű magjai élő tőzegmohában (*Sphagnum* spp.) csíráznak a legeredményesebben. A növény levéldugványról történő vegetatív szaporítását a magról történő felszaporítás mellett különösen eredményesnek találtuk (közelítően 1,5-szeres utódszám). Levéldugványról rövidebb idő alatt és nagyobb tömegben szaporítható mesterséges környezetben a faj, ellenben a vegetatíván létrehozott egyedek visszatelepítését csak vészmegoldásként javasoljuk az alacsony genetikai diverzitás miatt.

Bevezetés

A rovaremészítő életmódú kereklevelű harmatfűvet (*Drosera rotundifolia*) legelőször Linné írta le 1753-ban. Neve a görög eredetű *Drosera* „napban csillogó” kifejezésből származik, a „*rotundifolia*” pedig a levéllemezek kerek alakjára utal. Nemzetségének leggyakoribb faja, elterjedése cirkumboreális, (tőzeg)lápok és mocsarak lakója. Vékony, szálas gyökerekkel rendelkezik, hajtása kisméretű, gracilis. A levélnyel hosszú, a levéllemez kiszélesedő és kerekded, amelyen ragadós anyagot és emésztőenzimeket termelő nyeles mirigyek találhatók. Az emésztés során a levéllemez a préda köré hajlik a hatékony tápanyagfelszívás érdekében (DARWIN 1875, 1878; LLOYD 1942, SCHULZE 1990). Ősszel a növény levelei telelőrüggyet képeznek, ennek segítségével vészeli át a kedvezőtlen időszakot (CROWDER et al. 1990). A faj életciklusában 6 fő stádium különíthető el (1. ábra): mag, magonc, juvenilis növény, kifejlett növény, virágzó kifejlett növény, továbbá telelőrügy (NORDBAKKEN et al. 2004). A növény füzéres forgóvirágzattal rendelkezik, melyben a hímnős virágok megtermékenyítését (elsősorban önbeporzást) követően sokmagvú toktermés alakul ki. Az önbeporzás mellett az egyedek közti, szél vagy rovar közvetítette keresztbeporzást is megfigyeltek, de jóval ritkábban (MURZA és DAVIS 2003, WOLF et al. 2006, BARANYAI és JOOSTEN 2016). A fekete színű és keskeny ellipszoid alakú magok igen kicsik, hosszuk 1,50–1,70 mm, szélességük pedig 0,20–0,30 mm (BOJNANSKY és FARGASOVÁ 2007, BARANYAI és JOOSTEN 2016). A kis magtömegnek (10–20 μ g) köszönhetően a magok meszsziire juthatnak különböző terjesztési módok (szél, víz, állatok) által (SWALES 1975, CROWDER et al. 1990, ENGELHARDT 1998). A magok eredményes csírázásához előkezelésként hideghatás, majd ezt követően magas fényintenzitás és hőmérséklet szükséges, gombapartner jelenléte nélkül (CROWDER et al. 1990, BASKIN és BASKIN 1998, 2001; BASKIN et al. 2001). A csírázásban fontos indukciós szerepe van a fénynek, ezért a magok csíráképessége rendkívül gyorsan csökken a talaj takarási mélységének növekedésével (CAMPBELL és ROCHEFORT 2003). A faj generatív szaporodásán kívül a természetben is előfordul vegetatív szaporodás, ami a levélnyélen és a levéllemez adaxiális felszínén vagy a virágzati tengelyen megjelenő sarjakkal történik (WEILBRENNER 1974).

Napjainkban számtalan tényező veszélyezteti a kereklevelű harmatfű hosszú távú fennmaradását mind hazai, mind pedig világviszonylatban. A legnagyobb veszélyt továbbra is az élőhelyek megszűnése jelenti tőzegtányászat, illetve a lápok lecsapolása miatt, ezért nagyon fontos a lápok kiemelt védelme és hidrológiai funkcióik tartós biztosítása. A lápok érzékenyen reagálnak a hőmérséklet vagy a csapadékmennyiség változására. A kereklevelű harmatfű kiszáradásra mutatott nagyfokú érzékenysége miatt különösen nagy veszély fenyegeti azokon a területeken, ahol a klímamodellek erőteljes felmelegedést jósolnak (VOJNIC-

ZELIC 2017). A megváltozó klíma olyan növényfajok (főként nagyobb termetű és erőteljes sásfajok) megjelenését is eredményezi, melyek kiszorítják a harmatfűvet eredeti élőhelyéről (NORDBAKKEN et al. 2004, BARANYAI és JOOSTEN 2016). Emellett veszélyeztető tényezőként meg kell említeni azokat az antropogén hatásokat is, amelyek közvetlenül az élőhelyen, vagy közvetve, annak közelében érvényesülnek. Ezek közé tartozik a fakitermelés, az élőhelyi tüzesetek, az útépitések és a levegőszennyezés hatása, az állatállomány által okozott taposási kár, valamint a turizmus. Utóbbi kapcsán a növény kuriózum, „húsevő” habitusából adódóan jelentősek a közvetlen antropogén hatások, mint a fotózás, kiásás, eltulajdonítás, illetve az ezekkel járó taposás (FARKAS 1999, WOLF et al. 2006, SZÉPLIGETI 2014, 2015; BARANYAI és JOOSTEN 2016).



1. ábra. A kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*) életrciklusa és habitusa.
(A www.enciklopedija.hr után módosítva)

Fig. 1. Life cycle and habit of the perennial round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia*). (Modified from www.enciklopedija.hr) (1) seed; (2) germination; (3) seedling; (4,6) growth; (5) juvenile plant; (7) adult plant; (8) generative reproduction, flowering; (9) adult, flowering plant; (10) hibernacula development; (11) wintering plant; (12) vegetative reproduction; (13) awakening from hibernacula in spring; (14) seed maturation.

Természetvédelmi szempontból világviszonylatban és hazánkban is égető probléma a pangóvizés, lápos élőhelyek gyors pusztulása, ami főként antropogén hatásokra vezethető vissza (MOORE 2002). A magyarországi lápok mintegy 97%-a esett áldozatul a 19. és 20. század során az árvízi védekezést szolgáló nagy lecsapolásoknak és folyamatszabályozásoknak. Ezt követően pedig sorra tűntek el lápos élőhelyeink a mezőgazdaságilag hasznosítható területek növelésének reményében (SULYOK és ILONCZAI 2002). Az élőhelyek megszűnésével a kereklevelű harmatfű a következő termőhelyekről, s ezzel az ország jelentős részéről eltűnt: Bátor, Csaroda, Egerbakta, Zalaszántó, Felsőszőlő, Apátistvánfalva, Magyarszombatfa, Gödörháza, Órimagyarósd (BARTHA et al. 2015, SZÉPLIGETI 2015). Hazánkban mai szórványos előfordulását és a perifériális helyzetű, izolált populációk fennmaradását egyrészt a természetvédelem aktív beavatkozásának, másrészt az élőhely természeti adottságainak köszönheti: mezőgazdasági hasznosításra alkalmatlan, illetve a folyószabályozások alól kieső területeken él. Ugyanakkor az izolált állományok hosszú távú fennmaradását veszélyezteti a súlyos beltenyésztettség és az ebből adódó csökkent genetikai diverzitás. Tovább fokozódik az önmegeporzás, a szomszédos tövek közötti rokonsági fok növekedik, a magok csírázási erélye csökken (CHUNG et al. 2013).

A faj a hazai flórában védett jégkorszaki reliktum. Magyarországon jelenleg az Északi-középhegység (Sirok, Kelemér) és az Őrség-Vendvidék (Szőce, Szakonyfalu, Szalafő) tőzegmohás lápjaiban fordul elő (FARKAS 1999, BARTHA et al. 2015, VOJNIC-ZELIC 2017). Az Őrség-Vendvidéken a kereklevelű harmatfűnek természetes állományai csupán a szalafői Fekete-tó és a szőcei láprétek területén maradtak fenn. Ezekben a helyszíneken az Őrségi Nemzeti Park munkatársai az izolált populációk védelme érdekében élőhelyi kezeléseket végeznek. Emellett a Szakonyfalu-közeli Grajka-patak völgyéből a korábban eltűnt állományt visszatelepítették, míg a Sásos-tavon betelepítés útján új állományt hoztak létre (BARTHA 2000, SZÉPLIGETI 2011, 2014, 2015; BARTHA et al. 2015, VOJNIC-ZELIC 2017). A faj sikeres megőrzésének kulcsa a rendszeres élőhelyi kezelések alkalmazása. A legfőbb teendő a növényt érintő kompetíció mérséklése a környező növények visszavágásával, a kereklevelű harmatfű árnyékolásának megszüntetése, mivel az a fényért való küzdelemben más edényesekkel szemben alulmarad (GALAMBOSI et al. 2000, GALAMBOSI 2002, SZÉPLIGETI 2011, 2014, 2015). Emellett különösen fontos a terület vízutánpótlásának biztosítása, így a rétegforrások rendszeres kitisztítása (NORDBAKKEN et al. 2004, SZÉPLIGETI 2014, 2015; VOJNIC-ZELIC 2017).

A Szőce-patak völgyében a 127 hektár területű tőzegmohás átmeneti láprét lágyszárú szintjét egy sásfajok dominálta, teljesen zárt növényzet alkotja. A mohaszint ennek tövében különböző tőzegmoha fajokkal képviselt. Az élőhelyen a kereklevelű harmatfű mind a tőzegmoha párnákban (megnyúlt hajtástengellyel), mind pedig a kezelés hatására felnyílt talajfelszínen (rozettát alkotva) megtalál-

ható. A perifériális helyzetű populáció 2005-ben a kipusztulás szélén állt, de az élőhelyi kezeléseknek köszönhetően – mint amilyen a sásfajok kaszálása, széna lehordása, rétegforrások kitisztítása – 2017-re az egyedszám 569 töre nőtt.

A szalafői Fekete-tó a feltöltődés előrehaladott stádiumában lévő tőzegmohaláp, melyet lombelegyes erdeifenyves erdő övez. A sásfajok dominálta lágy-szárúsztint tövében tőzegmohafajok vannak, a harmatfű egyedeinek többsége pedig kisebb-nagyobb halmokon tőzegmoha és szőrmoha között fejlődik. A 2017-es felmérések alapján 2474 tő található az élőhelyen, így ez a legnagyobb, stabil állomány az Őrségi Nemzeti Park területén.

A Grajka-patak völgyében friss vízellátású, oligotróf élőhelyen, legfőképp sásfajok által uralt növényzet alakult ki. A sásfajok tövében elszórva vannak csak jelen tőzegmohafoltok, amelyeken a kereklevelű harmatfű él. Az élőhelyen az 1990-es évekig még természetes módon előfordult a harmatfű, majd az élőhely záródása miatt eltűnt. 2011-ben, az élőhelyi kezelést követően magvetéssel került sor a visszatelepítésre, melynek során a csíranövények nem csak a tőzegmoha foltokban voltak megfigyelhetők, hanem a nyílt talajfelszínen is. A 2017-es felmérés alapján a kis egyedszámú visszatelepített populáció 86 tőből áll.

2011-ben elkészült a kereklevelű harmatfű fajmegőrzési terve, melyben a Szentgotthárd-Farkasfa közelében található Sásos-tó kiemelt szerepet kapott a faj új, potenciális élőhelyen való megtelepítésében. Az élőhely tőzegmohás ingólap sásfajok uralta gyepszinttel, amelyek közt összefüggő, a vízfelszínen úszó *Sphagnum* szőnyeg található. A szegélyzónában rekettgyeűz (*Salix cinerea* L.) gyökerezik, de a területen jellemzők az erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.) fiatal egyedei is. A betelepítés 2014-ben magvetéssel történt, a 2017-es állományfelmérés-kor 1618 tő került elő (SZÉPLIGETI 2011, 2014, 2015; VOJNIC-ZELIC 2017).

Az eredeti élőhelyen történő védelem mellett, az élőhelyen kívüli (*ex situ*) védelem manapság egyre hangsúlyosabbá válik. Erre akkor van szükség, amikor már nem elegendő a természetes élőhelyükön megvédeni a veszélybe került fajokat, vagy erre már nincs is lehetőség (GALÁNTAI és KERESZTY 1994, ISÉPY et al. 2013). Kiemelendő, hogy sok esetben a két módszer jól kiegészítheti egymást; a mesterséges környezetben szaporított egyedek megfelelő élőhelyi kezelés után visszatelepíthetők az eredeti termőhelyre. Ezért szerencsés esetben az *ex situ* természetvédelmi megközelítés szerepe úgy értékelhető, mint egy eszköz a cél elérésében, nem pedig maga a kívánt cél (BARTHA 2012, ISÉPY et al. 2013).

Jelen kutatásunk célja a kereklevelű harmatfű szaporodásbiológiájának megismerése, és a faj élőhelyen kívüli, *ex situ* természetvédelmi célú megőrzése az Őrségi Nemzeti Parkkal együttműködve. Egy olyan módszertani ajánlást kívánunk kidolgozni, amellyel a legkisebb ráfordítással és a legeredményesebben szaporítható és fenntartható a faj mesterséges környezetben, szükség esetén az adott élőhelyre való visszatelepítéssel. Munkánk során az eredeti élőhelyről (Őrség: Fekete-tó) gyűjtött

kereklevelű harmatfű magokkal végeztünk *ex situ* magvetési és csíráztatási kísérleteket. Ezeket párhuzamos vizsgálatok során összevetettük a kertészeti állományból származó, saját nevelésű növények magjainak csírázásával. Az őrségi magról felnevelt egyedeknek a természetbe való visszatelepítését jövőbeli célként határoztuk meg. A kutatás során az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

1. A két eltérő eredetű (őrségi – kertészeti) kereklevelű harmatfű magjai között tapasztalható-e morfológiai különbség?

2. A begyűjtött magok előkezelés nélkül csíráztathatók, vagy szükséges a szakirodalomban közölt előkezelés elvégzése az eredményes csírázás érdekében?

3. Hogyan befolyásolja a hidegkezelés a magok csírázását, illetve mutatkozik-e eltérés a különböző időtartamú hidegkezelésnek alávetett magvetések csírázási sikerében?

4. Hogyan befolyásolja a fény a magok csírázásának sikerességét? Miként reagálnak a magvetések a fény teljes (100%-os) vagy 50%-os megvonására?

5. Mutatnak-e az elvetett magok aljzatpreferenciát? Mely aljzat bizonyul a legalkalmasabbnak a magok csíráztatásához?

6. Eredményesen szaporítható-e a faj vegetatívan levéldugványokról? Milyen a kereklevelű harmatfű vegetatív szaporításának időigénye és az így létrehozható utódnövények mennyisége?

Anyag és módszer

Munkánk során BASKIN és munkatársai (2001) kutatásainak eredményeit vettük kiindulási alapnak, amelyek az egykor Magyarországon is előforduló hoszszúlevelű harmatfű (*Drosera anglica* L. 1753) csírázásbiológiai vizsgálatára vonatkoznak. Kísérleteinkben a sikeres csíráztatás legfontosabb feltétele a mag nyugalmi állapotának megtörése volt hidegkezeléssel (1–5 °C) különböző időtartamokon (2, 6, 12, 18 hét) keresztül. Ezután a hidegkezelt magvetésnek az optimális csírázási hőmérséklet (15–25 °C) elérését követően szüksége van fényre (12/12 h fény-sötét váltakozással) mint a csírázást megindító hatásra. A kísérleteket évente megismételték, minden évben a természetből begyűjtött magokkal. A csírázási eredményekben évenként némi eltérés mutatkozott, ami megerősítette a csírázási sikeres éves ingadozására vonatkozó megfigyeléseket (ANDERSSON és MILBERG 1998).

Magok eredete, előkészítése

A kísérletekben két, eltérő eredetű kereklevelű harmatfű magtételt vizsgáltuk: az Őrségi Nemzeti Park munkatársai által biztosított, természetből gyűjtött kereklevelű harmatfű magok (Őrség, Fekete-tó; gyűjtve: 2015.10.29.) kerültek összehasonlításra saját nevelésű, kertészeti eredetű anyanövényekről származó

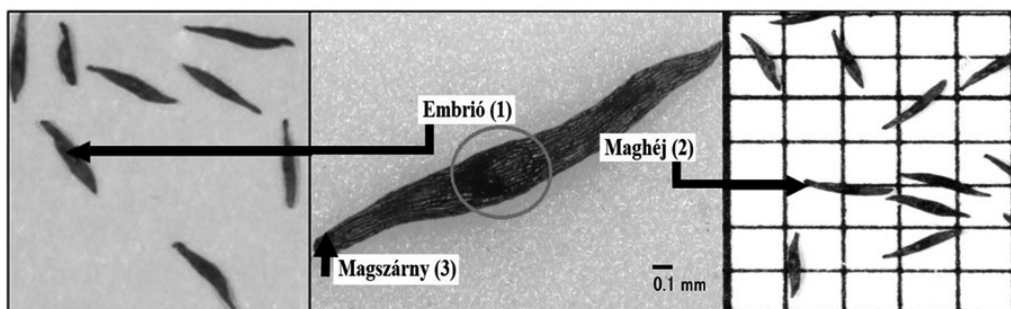
zó magokkal (Kertészeti állomány, Hollandiából származó anyatövek, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fűvészkert, Budapest; gyűjtve: 2015.06.21.).

A saját növények 2014 tavaszán kerültek beszerzésre egy holland, rovar-emésztő növényeket forgalmazó internetes kertészetből (www.arafflora.com), összesen 10 tő. A növények rostos mohatőzegben (Lithuan peat) nevelkedtek, öntözésüket esővízzel végeztük, elhelyezésük fűtetlen üvegházban történt. Az egyedek az első évben nem virágoztak. Az állomány ősszel (szeptember vége – október eleje) hibernákulumot fejlesztett, a növények ilyen formában teleltek át. A telelőrügyből 2015. március végén – április elején hajtottak ki – némiképp előbb, mint a természetben élő példányok, vélhetően az üvegházi tartás miatt. A kertészeti példányok virágzása is korábbra tolódott (május közepe) a hazai állomány virágzási idejéhez (június–augusztus) képest. A növényeknél önbeporzás történhetett, mert a virágok többsége ki sem nyílt. A toktermésekben lévő magok júniusban értek be, egy virágzati száron lévő toktermésekben kb. 300 db mag fejlődött. A kertészeti eredetű növények vegetatíván nem szaporodtak.

A magokat fehér papírlap felett pergettük ki a száraz toktermésekből, majd azokat 100 db-os egységcsomagokra osztottuk. A kis magméret és magtömeg miatt ez a feladat különös körülményt igényelt. 57-57 db 100 magos egységcsomagot állítottunk elő mindkét eredetű magból; így a kísérleteket összesen 11 400 db maggal végeztük el. A magokat tartalmazó feliratozott papírtasakokat az elvegis szobahőmérsékleten, sötétben tároltuk.

Magmorfológia vizsgálatok

A magok vizsgálatát azok fotózásával (2. ábra) kezdtük, annak érdekében, hogy a szakirodalmi adatokkal (BOJNANSKY és FARGASOVÁ 2007, BARANYAI és JOOSTEN 2016) összevethessük azok méretét és felszíni struktúráját. A fotózás-



2. ábra. A kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*) magjai nagy felbontású fotókon. A Szerzők felvételei.

Fig. 2. High-resolution photographs of the round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia*) seeds. Photos by the Authors. (1) embryo; (2) seed coat; (3) seed wing.

hoz Sony 100 mm makroobjektívvel és Sony körvakuval ellátott, állványra szerelt Sony Alpha 100 fényképezőgépet használtunk. A nagy felbontású fotók a már 100 db-os egységcsomagokra osztott magokról készültek, eredet szerinti 3 ismétlésben. Egyes fotókon átfedések miatt néhány mag nem látszott teljes egészében (őrségi minta: összesen 14 db mag, kertészeti minta: 6 db mag); emellett néhány mag léhának bizonyult, azaz a magháj töredezett és sávokban felnyílt (őrségi minta: összesen 4 db mag, kertészeti minta: 7 db mag). Ezeket a magokat a felmérésből kihagytuk. Az értékeléshez minden felvételnél a magok mellé milliméterpapírt helyeztünk. A fotók elemzéséhez az Image-J program pixelalapú méretmeghatározását használtuk fel. A program arra alkalmas, hogy a fotón kijelölt két pont között meghatározza a pixelszámot, melynek ismeretében a fotó szélén lévő milliméterpapírt felhasználva a magvak hossz-, szélesség- és vastagságadatai meghatározhatók.

Magvetési kísérletek, a hidegkezelés hosszának vizsgálata

Ezekben a kísérletekben a hidegkezelés szükségességét vizsgáltuk, továbbá azt, hogy a hidegkezelés hosszának változtatása hogyan befolyásolja a kereklevelű harmatfű magjainak csírázását. A kísérleteket 12-12 db 100 magos egységcsomagon végeztük mind az őrségi, mind pedig a kertészeti eredetű magok esetében: kezelésként 3 ismétlésben vetettünk 100-100 magot. A tesztelt vernalizációs időtartamok az alábbiak voltak: 0 hét, 3 hét, 5 hét. A magok elvetésére és a hidegkezelés megkezdésére az alábbi időpontokban került sor: 0 hétig hidegkezelés – 2016.04.03; 3 hétig hidegkezelés – 2016.03.20; 5 hétig hidegkezelés – 2016.02.28. Minden egyes beállításnál 3 ismétlésben 100-100 db magot vetettünk el, és úgy időzítettünk, hogy azonos időben érjen véget az összes hidegkezelés. Az 5 hétig hidegkezelés esetében 2 sorozat magot vetettünk el annak érdekében, hogy a hűtést követően a fény csírázásra gyakorolt hatását is vizsgálni lehessen. A csíráztatáshoz rostos mohatözeget (Lithuan peat, pH 3,2–4,5) használtunk. Az esővízzel nedvesített tözeget 7×7×7 cm-es műanyag palántázó cserepekbe töltöttük, majd a cserepek felcímkezése után ennek felszínére vetettük el a magokat, cserepenként 100-as egységekben, takarás nélkül. A hidegkezelést hűtőszekrényben, 0–3 °C hőmérsékleten végeztük. A kezelések időtartama alatt a hűtő szárító hatása miatt a magvetéseket időnként tálcából, alulról esővízzel láttuk el. A magvetések a tesztelni kívánt időtartamú hidegkezelés lejártakor üvegházba, napi 10–12 óra közvetlen napsütésben részesülő, világos helyre és 25–30 °C-ra kerültek. Ebben az időszakban a magvetést tartalmazó cserepek alja 2 cm mélyen esővízben állt. Csírázási kritériumnak a sziklevek megjelenését tekintettük, mert a gyököcske nehezen megfigyelhető és kezdetben fejletlen.

Aljzatpreferencia-vizsgálatok

SAGAN és POGORZELEC 2011-ben közölte eredményeit a kereklevelű harmatfű és a közepes harmatfű (*Drosera intermedia* L. 1753) növényegyedeinek aljzatpreferenciájával kapcsolatban. A kísérletben az aljzat hatását felnőtt egyedek biometrikus mérésével és megfigyelésével vizsgálták, melynek során a rostos mohatőzeg bizonyult a legeredményesebb aljzatnak a növények számára (SAGAN és POGORZELEC 2011). Mi azt vizsgáltuk, hogy a kereklevelű harmatfű magok csírázási sikerét hogyan befolyásolják gyakorlati szempontból a rendelkezésünkre álló egyes aljzatok, illetve ezek 1:1 arányú keverékei. Az elvégzett kísérletsorozatban összesen 8-féle aljzat, illetve aljzatkeverék került vizsgálatra. Az egyes aljzatok pH és vezetőképesség-értékeinek meghatározása az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetében történt. Ennek során az egyes aljzatmintákból 50 ml mennyiséget Erlenmeyer lombikba vettünk ki, majd 100 ml desztillált víz hozzáadásával szuszpenziót készítettünk. A mintákat tartalmazó lombikokat 30 percig rázattuk, majd tartalmukat hajtogatott szűrőpapíron átszűrve, a szűrletből végeztük el a méréseket elektromos pH- (VoltCraft PH-100ATC) és vezetőképesség-mérő műszerrel (Stelczer GMBH EC-CO). A rostos mohatőzeg esetében KCl-os feltárást követően a rejtett pH is mérésre került. A felhasznált aljzatokat és azok laboratóriumban meghatározott pH és vezetőképesség értékeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Az aljzatpreferencia-vizsgálatok során felhasznált közegek és keverékek, továbbá azok pH és elektromos vezetőképesség értékei. (Desztillált vizet a mérésekhez szükséges szuszpenziók előállításához használtunk. A felhasznált tőzeg Lithuan peat, rostos mohatőzeg volt.)

Table 1. Substrates and mixtures used in soil preference assays and their pH and electrical conductivity values. (We used distilled water to prepare the suspensions required for the measurements. The peat used in substrate preference assay was Lithuan peat moss.) (1) planting media; (2) distilled water; (3) coconut fiber; (4) peat / peat (KCl extraction); (5) peat – perlite 1:1; (6) peat – silica sand 1:1; (7) peat – acidic sand with Nyírség (Hungary) origin 1:1; (8) acidic sand of Nyírség (Hungary) origin; (9) perlite; (10) commercial living *Sphagnum* sp. moss; (11) silica sand.

Aljzat (1)	pH	EC (μ S)
Desztillált víz (2)	6,82	0
Kókuszrost (3)	6,04	120
Tőzeg / Tőzeg (KCl-os feltárás) (4)	4,62 / 2,85	520 / –
Tőzeg – Perlit 1:1 (5)	5,12	60
Tőzeg – Kvarchomok 1:1 (6)	4,98	60
Tőzeg – Nyírségi savanyú homok 1:1 (7)	4,60	100
Nyírségi savanyú homok (8)	5,20	140
Perlit (9)	6,78	20
Kereskedelmi tőzegmoha, <i>Sphagnum</i> sp. (10)	4,80	60
Kvarchomok (11)	7,35	130

Az aljzattípus hatásának vizsgálatához három ismétlésben, ismétlésenként 100 db magot vetettünk el. A kísérleteket az őrsegi és a kertészeti állományból származó magokon is elvégeztük. Az egyes aljzatokat, illetve a keverékeket a pontos 1:1 m/m arányú összemérést követően esővízzel elegyítettük és összedolgoztuk. Ezt követően az aljzatokat 7×7×7 cm-es felcímkézett műanyag palántázó cserepekbe töltöttük, majd a magok elvetése után a cserepek hűtőszekrénybe (0–3 °C közé) kerültek, egységesen 5 hét időtartamra. A magokat 2016.02.28-án vetettük el (nehéz beszerzése miatt kivétel a kókuszrost közeg: 2016.03.06.). Az 5 hét hidegkezelés lejártakor, a hűtőszekrényből a magvetések 2016.04.03-án (kókuszrost: 2016.04.10.) kerültek üvegházi kihelyezésre, inkubációra.

Fény szerepének vizsgálata a csírázásban

Az 5 hét hidegkezelés lejárta után mageredet szerint 3 ismétlésben 100 db magot tartalmazó magvetést az alábbi kezeléseknél vetettük alá: az első cserepet takarás nélkül hagytuk, a másodikat sűrű szövésű hálóval takartuk, ami a fényt közel 50%-át engedte át, a harmadikat pedig egy műanyag cserépalátéttel teljesen lefedtük, ezáltal a fénytől elzártuk. A sűrű szövésű háló fényáteresztését lux-mérővel (Voltcraft BL-10) mértük. Az üvegházban mért megvilágítottság takarás nélkül 11 260 lux volt, míg a sűrű szövésű háló alatt mért értéke 5780 lux (51,3%) volt.

Statisztikai értékelés

A kísérletek eredményeit kéttényezős varianciaanalízissel (two-way ANOVA) vizsgáltuk, ahol a főhatások a magminta eredete és az adott kísérleti kezelés (hidegkezelés hossza, aljzat típusa, megvilágítottság mértéke) voltak. Az átlagokat Tukey HSD post hoc teszttel hasonlítottuk össze. A kis mintaméret ($n = 3$) miatt a teszt előfeltételeit (normál eloszlású, azonos szórású adatok) nem ellenőriztük, de a szimmetrikus elrendezés miatt (azonos ismétlésszám minden kezelésben) azok nem sérülhettek jelentősen. Az alkalmazott szignifikancia szint $p < 0,05$ volt. Az elemzésre a Microsoft Office 365 programcsomag Excel (verzió: 1812) programjának Analysis ToolPak bővítményét használtuk.

Vegetatív szaporítási kísérletek, a növények elhelyezése

A trópusi égövön élő harmatfűvek többsége vegetatív módon, levéldugványról jól szaporítható (SWALES 1975, D'AMATO 1998, LABAT 2003). Ezt felhasználva, a vegetatív szaporítás eredményességét kívántuk vizsgálni a mérsékelt övi kekrelevelű harmatfű esetében is, azt feltételezve, hogy ezzel az eljárással eredményesebben, rövidebb idő alatt és nagyobb tömegben szaporítható *ex situ* a faj. Ebbe a vizsgálatba az előzőleg magról felnevelt, kizárólagosan őrsegi eredetű harmatfűve-

ket vontuk be, hiszen ennek az állománynak a felszaporítása a kívánt cél az *ex situ* természetvédelmi munka során. A magról nevelt, már üvegházi állományba vont anyanövényekről levéldugványnak való egészséges leveleket vágunk le ollóval a tövéhez minél közelebb, egy növényről maximum 4 levelet. Ezután a levágott leveleket esővízzel átitatott rostos mohatőzegbe (Lithuan peat) szűrtük egészen a levélnyél és a levéllemez csatlakozási pontjáig. Egy cserépbe 15 db levéldugvány került, a kísérletet 3 ismétlésben végeztük, így összesen 45 db dugványon vizsgáltuk a vegetatív szaporítás eredményét. A levéldugványokat tartalmazó cserepek alját 2 cm mélyen esővízbe állítva, üvegházban, napfényes helyen helyeztük el, 2018.06.16-án.

A munkánk során az őrségi eredetű generatív és vegetatív módon szaporított kereklevelű harmatfű egyedeket 2018-ban az Eötvös Loránd Tudományegyetem Fűvészkertjében, fűtetlen üvegházban helyeztük el azzal a céllal, hogy a jövőben propagulumforrásként szolgálhassanak további *ex situ* kísérletek elvégzéséhez. A növényegyedek tárolásában hangsúlyos szerepet kap, hogy az más harmatfű-fajoktól izoláltan történjen a (természetben is lejátszódó) hibridizáció elkerülése érdekében.

Eredmények

Magmorfológia vizsgálatok

A nagy felbontású digitális fotók alapján mind az őrségi, mind a kertészeti eredetű magok keskeny ellipszoid alakúak, a maghéj bő, és nem tapad szorosan az embrióhoz. A fakó sötétbarna színű, sima felszínű, ellipszoid alakú embrió mérete 0,15 mm – 0,20 mm × 0,08 mm – 0,10 mm között változik, annak felszínén nagyon finom csíkozottság figyelhető meg (2. ábra). A magméret változatossága nagyon alacsony. Az őrségi magok átlagos hosszúsága 1,46 mm ($\bar{x} = 1,46 \text{ mm} \pm 0,18 \text{ SD}$, $n = 282$ db), míg ez a kertészeti magok esetében ugyancsak 1,46 mm-nek ($\bar{x} = 1,46 \text{ mm} \pm 0,14 \text{ SD}$, $n = 287$ db) bizonyult. A magok szélességének értékei az őrségi és a kertészeti magminta esetében rendre az alábbiak voltak: 0,21 mm ($\bar{x} = 0,21 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ SD}$, $n = 282$ db) és 0,20 mm ($\bar{x} = 0,20 \text{ mm} \pm 0,04 \text{ SD}$, $n = 287$ db; 2. táblázat). Az eredmények alapján a két csoport között nincs jelentős morfológiai különbség, így az eredmények statisztikai elemzésétől eltekintettünk.

Hidegkezelés hosszának vizsgálata

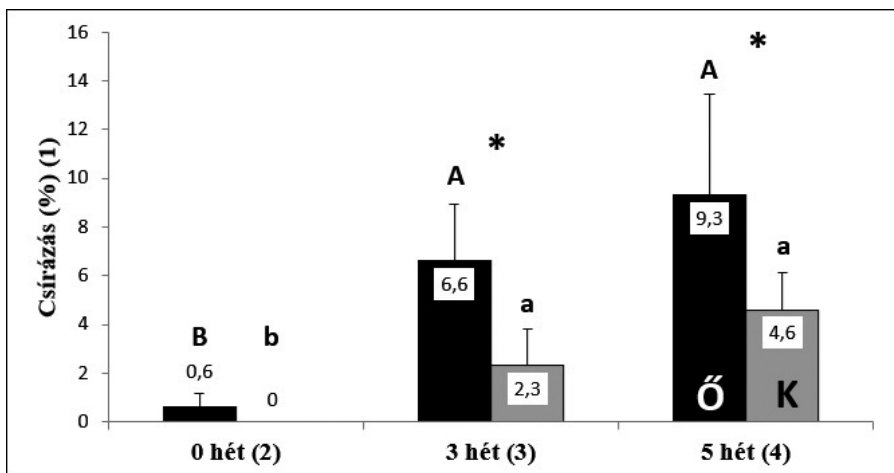
Az első csíranövények 2016.04.15-én jelentek meg (az üvegházi expozíció 13. napján), az adatgyűjtésre 2016.05.08-án került sor (üvegházi expozíció 36. napja). A vizsgálatokban a magok csírázási erélye igen alacsonynak bizonyult, különösen a kertészeti eredetű magminta esetében. Emellett egyes beállításoknál a 3-3 ismétlés közötti szórásértékek is magasak (3. ábra). A kéttényezős varianciaanalízis alap-

2. táblázat. Az őrési és a kertészeti eredetű magminták morfolometriai mérésének eredményei. (n: mintavételi elemszám).

Table 2. Results of seed morphometric measurements on samples from natural population in the Őrség, and of horticultural origin, respectively. (n) sample size, number of seeds; (1) sample; (2) seeds from the Őrség; (3) seeds of horticultural origin; (4) length; (5) width; (6) mean value; (7) minimum value; (8) maximum value; (9) standard deviation (SD).

Minta: (1)	Őrség (2) (n = 282)		Kertészeti (3) (n = 287)	
	Hossz (mm) (4)	Szélesség (mm) (5)	Hossz (mm) (4)	Szélesség (mm) (5)
Átlag (6)	1,46	0,21	1,46	0,20
Min (7)	0,90	0,11	0,99	0,09
Max (8)	1,85	0,38	1,82	0,30
Szórás (9)	0,18	0,05	0,14	0,04

ján szignifikáns hatása van mind a hidegkezelés hosszának ($p = 0,0006$) mind a mag eredetének ($p = 0,0079$); a főhatások interakciója viszont nem szignifikáns ($p = 0,2417$), vagyis a két különböző eredetű magminta hasonlóan reagált a hidegkezelés hosszára. Mind az őrési, mind pedig a kertészeti magok az 5 hét időtartamú



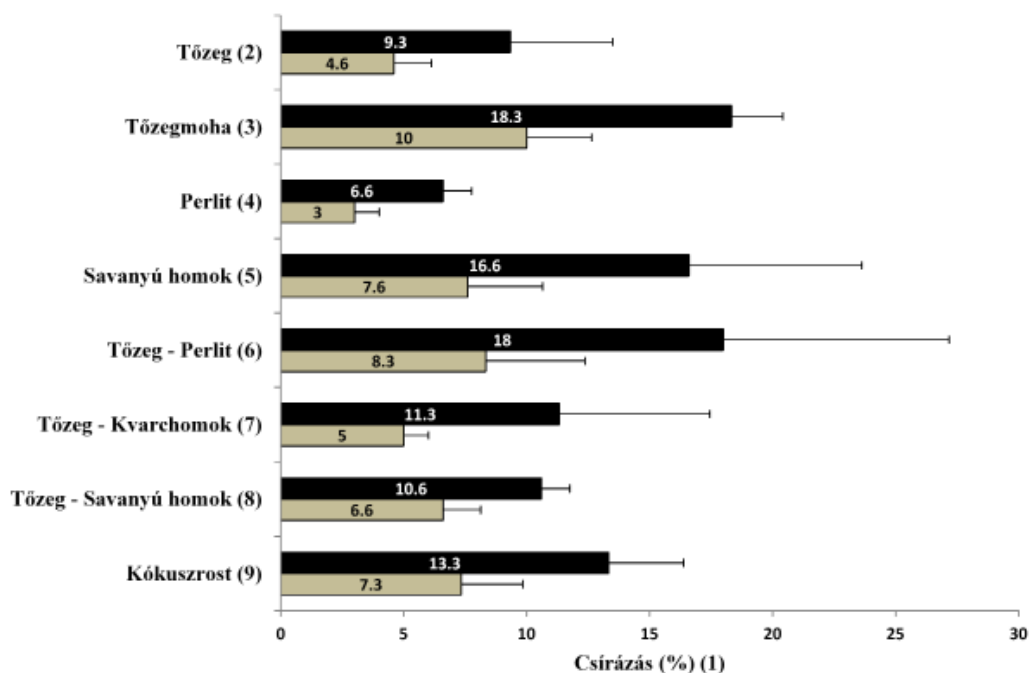
3. ábra. Az őrési (Ő/sötét szín) és a kertészeti (K/világos szín) magok csírázása eltérő hosszúságú hidegkezelés hatására rostos mohatőzegen (Lithuan peat). Szignifikáns különbségek jelzése: Azonos eredetű magoknál az oszlopok felett különböző betű jelzi (nagybetűvel az őrési, kisbetűvel a kertészeti eredetű magoknál). Csillaggal azt jeleztük, amikor adott kezeléssel belül az eltérő eredetű magok csírázása különbözött szignifikánsan.

Fig. 3. Mean and standard deviation of germination percentage of seeds of Őrség (Ő/dark colour) and of horticultural (K/light colour) seeds in response to cold treatments of various duration on peat substrate. (The peat used in cold treatment experiments was Lithuan peat moss.) (1) germination percentage; (2) 0 week treatment; (3) 3 weeks treatment; (4) 5 weeks treatment. Indication of significant differences: in the case of seeds of the same origin the letters above the columns are different (capital letters indicate the seeds of the natural (Őrség) origin, while lowercase letters indicate the seeds of horticultural origin). Asterisk shows significant difference within an experimental treatment for the two seed origin groups.

hidegkezelés hatására csíráztak a legeredményesebben. Ez az őrségi mintánál 100 magból átlagosan 9,3 db ($\bar{x} = 9,3 \pm 4,16$ SD, $n = 3$), a kertészeti magok esetében pedig átlagosan 4,7 db ($\bar{x} = 4,7 \pm 1,53$ SD, $n = 3$) kicsírázott magnak adódott. A hidegkezelés időtartamának csökkenésével a magok csírázási erélyében is csökkenés mutatkozott: a 3 hét hidegkezelte magvetés esetében az őrségi eredetű magok közül átlagosan 6,6 db ($\bar{x} = 6,6 \pm 2,31$ SD, $n = 3$), a kertészeti magminta esetében átlagosan 2,3 db ($\bar{x} = 2,3 \pm 1,53$ SD, $n = 3$) mag csírázott ki. Hidegkezelés nélkül csírázás csak az őrségi mintánál jelentkezett, átlagosan 0,7 db ($\bar{x} = 0,7 \pm 0,58$ SD, $n = 3$) mag. A kertészeti eredetű magok hidegkezelés nélkül egyáltalán nem csíráztak.

Aljzatpreferencia-vizsgálatok

A kereklevelű harmatfű magjai ezekben a kísérletekben is meglehetősen gyengén csíráztak az egyes tesztelt aljzatokon (4. ábra). A magok eredete szig-



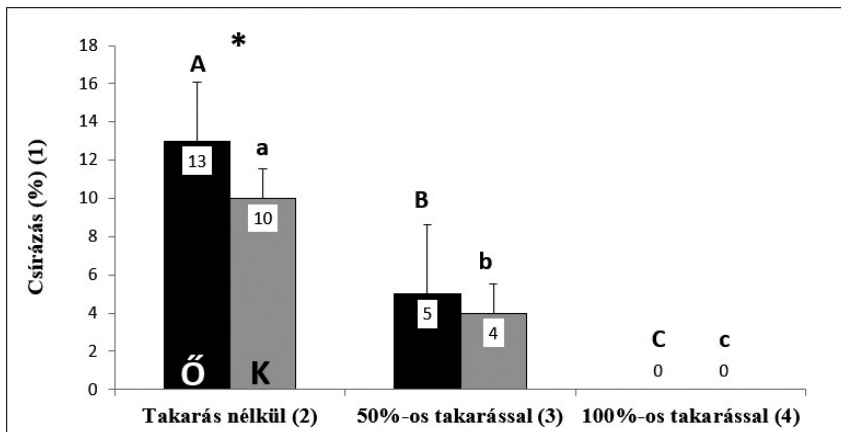
4. ábra. Az őrségi (Ö/sötét szín) és a kertészeti (K/világos szín) magok csírázási százalékának átlagai különböző közegeken, 5 hét időtartamú hidegkezelés alkalmazásával. (A felhasznált tőzeg Lithuan peat, rostos mohatőzeg volt.) A statisztikai tesztek eredményét a 3. ábránál leírtaknak megfelelően jeleztük.

Fig. 4. Mean and standard deviation of germination percentage of seeds of Örség (Ö/dark colour) and of the horticultural (K/light colour) seeds on various substrates with 5 weeks cold treatment. (1) average of germination percentage; (2) peat; (3) living *Sphagnum* moss; (4) perlite; (5) acidic sand of Nyírség (Hungary) origin; (6) peat – perlite; (7) peat – silica sand; (8) peat – acidic sand of Nyírség (Hungary) origin; (9) coconut fibre. (The peat used in substrate preference assay was Lithuan peat moss.) The results of statistical tests are indicated as in Fig. 3.

nifikáns hatással volt a csírázás sikerére: az őrségi eredetű magok csírázása eredményesebbnek adódott a kertészeti magok csírázásához képest ($p < 0,0001$). Emellett a különböző kezelésekben tesztelt aljzatok is szignifikáns hatással voltak a csírázás sikerére ($p = 0,0031$). Ugyanakkor az alacsony csírázási százalékok és a jelentős szórások miatt megalapozott különbségek nem láthatók az egyes tesztelt aljzatok között, ezért a magok aljzatpreferenciáját illetően legfeljebb csak tendenciák vehetők fel. A varianciaanalízisben a főhatások interakciója nem volt szignifikáns ($p = 0,5149$). A faj magjainak számára a legalkalmasabb csíráztatási közegnek az élő tőzegmoha bizonyult, majd ezután a tőzeg-perlit 1:1 arányú keveréke következett. Tőzegmohán az őrségi magmintából átlagosan 18,3 db ($\bar{x} = 18,3 \pm 2,08$ SD, $n = 3$), a kertészetiéből pedig átlagosan 10 db ($\bar{x} = 10,0 \pm 2,65$ SD, $n = 3$) mag csírázott ki. A csíráztatás szempontjából alkalmas aljzatnak bizonyult még a nyírségi (debreceni) eredetű savanyú homok ($\text{pH} = 5,20$), mind önmagában alkalmazva, mind pedig tőzeggel keverve. A legkevésbé alkalmas csíráztatási aljzatnak mindkét magminta esetében az önmagában alkalmazott kertészeti perlit adódott, ezen átlagosan 6,7 db ($\bar{x} = 6,7 \pm 1,16$ SD, $n = 3$) őrségi és 3 db ($\bar{x} = 3,0 \pm 1,00$ SD, $n = 3$) kertészeti mag csírázása volt tapasztalható.

Fény szerepének vizsgálata a csírázásban

A fény csírázásban betöltött szerepét vizsgáló kísérletekben az őrségi és a kertészeti magok hasonló eredménnyel csíráztak (5. ábra). A varianciaanalízis



5. ábra. A fény csírázásbeli szerepének vizsgálati eredményei 5 hét hidegkezelés alkalmazásával rostos mohatőzegen (Lithuan peat). A statisztikai tesztek eredményét a 3. ábránál leírtaknak megfelelően jeleztük.

Fig. 5. Test results of role of light in seed germination under 5 weeks cold treatment on peat substrate. (The peat used in cold treatment experiments was Lithuan peat moss.) (1) germination percentage; (2) without covering; (3) with 50% covering; (4) with 100% covering. The results of statistical tests are indicated as in Fig. 3.

alapján a két eltérő eredetű mintacsoport átlagai között nem adódott szignifikáns különbség ($p = 0,1770$), a magok eredetüktől függetlenül viselkedtek az egyes kezelésekben. A takarás mértékének és a mag eredetének együttese sem volt szignifikáns hatással a magok csírázására nézve ($p = 0,4323$). Ugyanakkor a magvetések takarásának mértéke önmagában szignifikánsan befolyásolta a magok csírázási sikerét ($p < 0,0001$). Abban az esetben, ha a magvetés 100%-os takarásban részesült, akkor csírázás egyáltalán nem volt megfigyelhető. Ha a magvetést részleges, közel 50%-os takarásnak tettük ki, úgy a magok csírázási sikere kevesebb, mint a felére csökkent a takarás nélküli magvetésekhez képest: az őrési magminta esetében átlagosan 5,3 db ($\bar{x} = 5,3 \pm 3,06$ SD, $n = 3$), a kertészeti minta esetében átlagosan 4,3 db ($\bar{x} = 4,3 \pm 1,53$ SD, $n = 3$) mag csírázott ki. Teljes fényen, takarás nélkül volt a legmagasabb a kicsírázott magok száma: az őrési magok közül ekkor átlagosan 13,3 db ($\bar{x} = 13,3 \pm 3,06$ SD, $n = 3$), a kertészeti magok közül pedig átlagosan 10,3 db ($\bar{x} = 10,3 \pm 1,53$ SD, $n = 3$) csírázott ki.

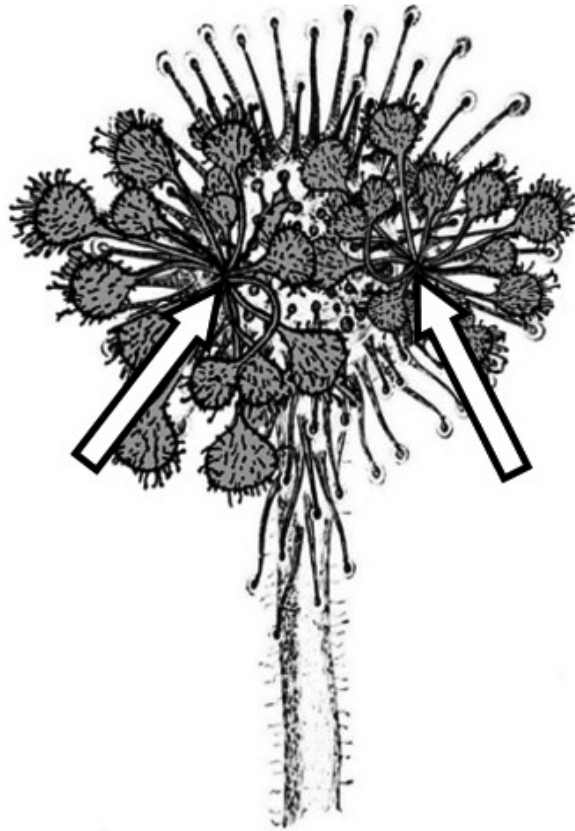
Vegetatív szaporítási kísérletek

A kereklevelű harmatfű vegetatív, levéldugványról történő szaporítása igen eredményesnek bizonyult. A cserepekbe helyezett 15-15 db levéldugványból 17, 22 és 24 db utódnövény fejlődött. Az első növények 1 hónapon belül, 2018.07.12-én jelentek meg a dugványozott levelek levéllemezen. Az összesen 45 db levéldugványt áttekintve, egy levéllemezen 22 esetben 1 db utódnövény fejlődött, de előfordultak olyan levelek is, amelyeken ennél több jelent meg: 14 esetben 2 db utódnövény, illetve 4 esetben 3 db utódnövény (6. ábra). Csupán 4 esetben volt eredménytelen a levéldugványozás, azaz nem eredményezett utódnövényt a vegetatív szaporítás ezen módja. A megfigyelése az 1 db utódnövényt produkáló dugványok esetében az utódok növekedése erőteljesebbnek és gyorsabbnak mutatkozott.

Megvitatás

A magmorfológia-vizsgálat eredményei a szakirodalmi adatokkal (BOJNANSKY és FARGASOVÁ 2007) nagyban megegyeznek, emellett kiderült, hogy az eltérő eredetű magok is teljesen azonos morfológiai jellemvonásokkal rendelkeznek. Az, hogy a maghéj az embrió körül lazán helyezkedik el és mintegy szárnyakat képez, előnyös lehet a kisméretű magok terjesztésében: könnyebben szállítja őket a szél, és állatok kültakarójára is jobban tapadnak (BARANYAI és JOOSTEN 2016). Evolúciós perspektívában a kis méret és csekély tömeg előnyösek lehetnek a faj szaporodásbiológiája szempontjából egy ennyire szélesen, az egész északi féltekén elterjedt faj esetében.

A magméretet tekintve, a mérések összesített átlagai szerint mind az őrségi, mind a kertészeti eredetű magok hosszértékei (1,46 mm) tökéletesen meg-
egyeznek egymással. Emellett a magok szélessége is nagyon hasonló, köztük
csupán minimális, 0,1 mm-es eltérés van (mintaátlagok: 0,21 mm és 0,20 mm).
Ugyanakkor mind az őrségi, mind a kertészeti magok hossz és szélesség adatai
némi-
leg a közölt szakirodalmi értékek (1,50–1,70 mm × 0,20–0,30 mm) alá
esnek. Ennek oka lehet a pixelszám-alapú magméret meghatározásában a kézi kije-
lölésből adódó hiba, vagy pedig az, hogy a magméret a természetben állandó in-
gadozást, évenkénti variabilitást mutathat, hiszen azt számtalan környezeti té-
nyező (pl. a csapadék mennyisége és eloszlása, a hőmérséklet ingadozása) befo-
lyásolhatja (ANDERSSON és MILBERG 1998).



6. ábra. A kereklevelű harmatfű vegetatív szaporítása levéldugványról. Sötét színnel kiemelve lát-
hatók a levéllemezen megjelenő új utódnövények (2 db), rájuk nyíl mutat. (A www.wikimedia.org és
www.plants.usda.gov alapján módosítva).

Fig. 6. The vegetative propagation of the round-leaved sundew by leaf cuttings. The two offsprings
are indicated in dark with an arrow pointing at them. (Modified from www.wikimedia.org and
www.plants.usda.gov).

A csíráztatási kísérletek eredményei nagyban megegyeznek a magyarországi flórában az 1950-es években még megtalálható (SIMON 2000) hosszúlevelű harmatfű (*Drosera anglica*) esetében tapasztaltakkal. BASKIN és munkatársai szerint a hosszúlevelű harmatfű eredményes csíráztatásához hidegkezelés és fény szükséges; a fényen hidegkezelt magok csírázása volt a legeredményesebb, és a 18 hét hidegkezelésben részesített magok közel 95%-os sikerrel csíráztak (BASKIN et al. 2001). Az általunk elvégzett kísérletekben a tapasztalt alacsony csírázási erélyt okozhatta a 2016-os év tavaszának csíráztatás szempontjából meglehetősen kedvezőtlen időjárása: a hőmérséklet erőteljesen ingadozott, és a kísérlet utolsó heteiben a napsütéses órák száma is igen lecsökkent. Ismert, hogy a sok magot produkáló fajoknál általános az alacsony csírázási százalék, de a perifériális helyzetéből adódóan izolált populációknál tapasztalható negatív hatások (genetikai változatosság lecsökkenése, fokozott beltenyésztettség) is megnyilvánulhattak a magok alacsony csírázási erélyében (CHUNG et al. 2013). Ugyanakkor a kereklevelű harmatfű hazai állományainak visszaszorulásában a kedvező élőhelyek záródása mégis nagyobb jelentőségű, mint a magok alacsony csírázási aránya. Az élőhelyek tápanyagban való feldúsulása vagy a klímaváltozás következtében a nagyobb termetű sásfajok területfoglalása negatívan érinti a fajt (SZÉPLIGETI 2014, 2015; BARANYAI és JOOSTEN 2016).

Habár az elvetett magok meglehetősen alacsony százalékban csíráztak, az egyes kezelések között így is megfigyelhetők különbségek.

A hidegkezelés vizsgálatánál az őrségi eredetű magok nagyobb arányban csíráztak, mint a kertészeti magok. Mindkét magminta esetében igazolódott, hogy a magok csírázásához hidegkezelés szükséges, hiszen a kezelésben nem részesült magvetések csírázási részaránya igen alacsony volt, vagy a magok egyáltalán nem csíráztak. Minél hosszabb volt a hidegkezelés, annál eredményesebb volt a magok csírázása. Feltehetőleg ez a magban lévő, csírázásgátló vegyület hidegben történő lebomlásával magyarázható. A természetben a július–augusztus hónapokban beérő magokat a csírázáshoz szükséges hideghatás az adott év telén és a következő évi tavasz elején éri, majd a hőmérséklet emelkedésével a magérést követő évben csíráznak ki (BASKIN et al. 2001, BARANYAI és JOOSTEN 2016).

A talajból a maghéj megduzzadása után különböző ionok, növényi hormonok és egyéb vegyületek kerülhetnek be a magba, ami nagyban módosíthatja vagy akár meg is gátolhatja a csírázást. Ennek alapján feltételezhető, hogy az egyes aljzatok különböző ionos környezetének fontos hatása lehet a folyamatban (SAGAN és PONGORZELEC 2011). Az aljzatpreferencia-vizsgálat során a kapott eredmények az őrségi és a kertészeti eredetű magminta esetében meglehetősen hasonlóak, vagyis a magminta eredete nem befolyásolta számottevően az egyes közegekben való csírázást. Feltehetően azért az élő tőzegmoha (*Sphagnum* sp.) és a tőzeg-perlit keverék bizonyult a legeredményesebb csíráztatási aljzatnak,

mert mindkettő laza szerkezetű és ezáltal jó vízáteresztő képességű. Emellett a *Sphagnum* fajok jellemzően nagy vízmegtartó kapacitással rendelkeznek, továbbá a tőzegmoha párnák savas kémhatásúak (pH: 4,80) és jelentős az antiszeptikus, antibiotikus hatásuk (ANDRUS 1986). Azonban célszerű figyelembe venni, hogy *ex situ* tartásban a növények nevelésére nem alkalmas az élő tőzegmoha, mert gyorsan túlnövi a harmatfű egyedeit (SVENSSON 1995). Éppen ezért a tőzegmohán történő sikeres csíráztatást követően a magoncok más alkalmas közegbe (pl. tőzeg-perlit keverékbe) ültetendők át. Az önmagában alkalmazott kertészeti perlit igen porózus anyag, ellenben vízmegtartó képessége meglehetősen rossz. Ennek köszönhetően könnyen kiszárad, ami miatt ez a legkevésbé alkalmas csíráztatási közeg. A tőzeg-kvarchomok keveréken tapasztalt jó csírázási eredmények azzal magyarázhatók, hogy a kvarchomok közel semleges pH értéke (7,35) miatt nem befolyásolja a közeg kémhatását, viszont a közeget lazábbá teszi, ami előnyös a magok csírázására nézve. Összességében megállapítható, hogy a közegnek igen nagy szerepe van a kereklevelű harmatfű magjainak csírázásában, az egyes közegek jellemző kémiai tulajdonságai, mint a pH vagy az ionos környezet, és fizikai, strukturális jellemzői nagyban befolyásolják a csírázás sikerességét.

A harmatfüvek között általános jelenség, hogy a magvak takarás nélkül, fényen csíráznak (D'AMATO 1998). CAMPBELL és ROCHEFORT 2003-as kutatásaiban arról számolt be, hogy 5 mm-es vetési mélység alkalmazásával a kereklevelű harmatfű magjainak csírázása elmaradt (CAMPBELL és ROCHEFORT 2003). Vizsgálataink esetében is igazolódott a fényigényesség, hiszen sötétben (100%-os takarás mellett) a csírázás eredménytelen volt, és a fény felét átengedő borítás alkalmazása is negatívan befolyásolta a kereklevelű harmatfű magjainak csírázását a nem takart magvetéshez képest. Lehetséges, hogy a kis magméretnek és tömegnek köszönhetően a magok nem jutnak le a talaj mélyebb rétegeibe, így azok a tőzegmoha párnák felső, fényben gazdag részén kezdenek csírázni. Az eredmények alapján a szükséges élőhelyi hideghatás után kulcsfontosságú szerepet tölt be a fény a faj magjainak sikeres csírázásában.

A vegetatív szaporítási kísérletek eredményei alapján a kereklevelű harmatfű igen jól szaporítható levéldugványról. Ezáltal a faj *ex situ* fenntartása sokkal egyszerűbb és gyorsabb, mint a magvetések esetében, hiszen hidegkezelésre sincs szükség. A módszer mellett szól, hogy rövid idő, kb. 1 hónap alatt nagy tömegben szaporítható fel a faj, és szükség esetén az utódnövények az eredeti élőhelyre hamarabb telepíthetők vissza, mint a csíráztatásból származó növények, ahol ez 1 évet vesz igénybe. Emellett, a levéldugványról történő szaporítás során kisebb az utódnövények mortalitása a magvetésekhez képest. Ugyanakkor a kizárólag vegetatívan szaporított példányok visszatelepítését csak vészmegoldásként javasoljuk. Vegetatív szaporítás esetén a szülő és az utód genetikai állománya teljes mértékben megegyezik, hiszen nincs mód az ivaros szaporodásra jellemző re-

kombinációra. Ilyen példányok visszatelepítésével csak tovább fokozódna az izolált populáció vélhetően súlyos beltenyésztettsége, ami az egyedek csökkent alkalmazkodó képességében és fokozott mortalitásában nyilvánulhat meg. A vegetatív szaporítást ezért több, különböző növényegyedről származó levéldugványról kell végezni, és a generatív, csíráztatások általi *ex situ* szaporítási módszer kiegészítéseként célszerű alkalmazni.

Kísérleteink alapján a kereklevelű harmatfű eredményes *ex situ* szaporításában kulcsfontosságú a magvetés legalább 5 hetes időtartamú hidegkezelése. A vetemények hűtőszekrényben történő hidegkezelése mellett a vetés megfelelő időpontjának kiválasztásával történhet meg a magvetések téli, természetes módon történő hidegkezelése. Ehhez a magokat tőzegrre vagy élő tőzegmoha felszínére, takarás nélkül kell elvetni, amire véleményünk szerint a legalkalmasabb hónap a február. Fűtetlen üvegházban vagy a szabadban védett, erős fényintenzitású helyen elhelyezve, a vetemény természetes hidegkezelésben részesül, majd tavasszal a hőmérséklet növekedésével a magok csírázni kezdenek. A juvenilis növényeket a nyár folyamán külön-külön nevelőedényekbe, friss talajba (tőzegbe) célszerű ültetni, ezáltal növekedésük felgyorsul. A kifejlett harmatfüvek életük első évében nem virágoznak, októberben már telelőrügvet képeznek. Ez a késő őszi, nyugalmi szakasz a legalkalmasabb a magról felnevelt harmatfüvek természetbe történő visszatelepítésére. A növény szempontjából ez jár a legkisebb bolygatással, és a virágzóképes kifejlett növény második életévét már a természetes élőhelyen kezdheti meg a csírázásától számított egy év elteltével. Ugyanakkor jelentősen csökkenthető a növény *ex situ* szaporítására szánt idő a levéldugvánnyal történő vegetatív szaporítás adta lehetőség (és annak korlátai) megfontolásával.

A jövőbeli kutatások során célszerű lenne az általunk tesztelt 5 hét hidegkezelésnél hosszabb (BASKIN et al. 2001 alapján akár 18 hét), fényen történő vernalizáció hatását is vizsgálni a harmatfű magok csíráztatása során. Az *ex situ* szaporított egyedek természetes élőhelyre történő visszatelepítését követően nagy szükség lenne a növények felmérésére (mortalitás, morfológia, maghozam), ezáltal becsülve munkánk eredményességét. A magméret-vizsgálatokat indokolt lenne folytatni az élőhelyi és az *ex situ* populációk magméret varianciájának összehasonlításával, amiből akár az *ex situ* populáció esetleges beltenyésztettségéről is információt nyerhetünk. A kutatásokat kiszélesítve, a faj elterjedési területén szegélyi helyzetű őrségi harmatfű populációinkat egy nagy kiterjedésű skandináv populációval is hasznos lenne összevetni, hogy megtudjuk, tapasztalhatók-e különbségek az eredményes csírázashoz szükséges tényezőkben. Mindezen információk birtokában olyan ajánlásokat tehetünk a természetvédelem számára, amivel hozzájárulhatunk a kereklevelű harmatfű még eredményesebb *ex situ* szaporításához és segíthetünk megőrizni az utókor számára eme hazánkban is előforduló botanikai ritkaságot.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóságnak a rendelkezésünkre bocsájtott őrségi kereklevelű harmatfű magmintáért. Az egyes aljzatok és keverékek pH-értékének laboratóriumi meghatározásában dr. Tóth Endre, az MTA ATK Növényvédelmi Intézetének munkatársa volt segítségünkre. Végezetül, de nem utolsósorban köszönettel tartozunk dr. Podani Jánosnak, az ELTE egyetemi tanárának, akinek hasznos tanácsai, útmutatásai az eredmények értékelésében nyújtottak nagy segítséget!

Irodalomjegyzék

- ANDERSSON L., MILBERG P. 1998: Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. *Seed Science Research* 8: 29–38.
<https://doi.org/10.1017/s0960258500003883>
- ANDRUS R. E. 1986: Some aspects of *Sphagnum* ecology. *Canadian Journal of Botany* 64: 416–426.
<https://doi.org/10.1139/b86-057>
- BARANYAI B., JOOSTEN H. 2016: Biology, ecology, use, conservation and cultivation of round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia* L.): a review. *Mires and Peat* 18: 1–28.
- BARTHA D. (szerk.) 2000: A tervezett Őrség–Rába Nemzeti Parkot megalapozó botanikai-zoológiai kutatások I–X. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 767 pp. + 72 térkép.
- BARTHA D. (szerk.) 2012: Természetvédelmi növénytan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 273–278.
- BARTHA D., KIRÁLY G., SCHMIDT D., TIBORCZ V., BARINA Z., CSIKY J., JAKAB G., LESKU B., SCHMOTZER A., VIDÉKI R., VOJTKÓ A., ZÓLYOMI SZ. 2015: Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 329 pp.
- BASKIN C. C., BASKIN J. M. 1998: Seeds – ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, 666 pp.
- BASKIN C., MILBERG P., ANDERSSON L., BASKIN J. M. 2001: Seed dormancy-breaking and germination requirements of *Drosera anglica*, an insectivorous species of the Northern Hemisphere. *Acta Oecologica* 22: 1–8. [https://doi.org/10.1016/s1146-609x\(00\)01093-6](https://doi.org/10.1016/s1146-609x(00)01093-6)
- BOJNANSKY V., FARGASOVÁ A. 2007: Atlas of seeds and fruits of Central and East-European flora, the Carpathian Mountains Region. Springer, 1046 pp.; pp. 243–244.
- CAMPBELL D. R., ROCHEFORT L. 2003: Germination and seedling growth of bog plants in relation to the recolonization of milled peatlands. *Plant Ecology* 169: 71–84.
<https://doi.org/10.1023/a:1026258114901>
- CHUNG M. Y., LÓPEZ-PUJOL J., CHUNG M. G. 2013: Population history of the two carnivorous plants *Drosera peltata* var. *nipponica* and *Drosera rotundifolia* (Droseraceae) in Korea. *American Journal of Botany* 100(11): 2231–2239. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200486>
- CROWDER A. A., PEARSON M. C., GRUBBS P. J., LANGLOIS P. H. 1990: Biological flora of the British Isles. No. 167. *Drosera* L. *Journal of Ecology* 78: 233–267.
- CZENTHE B. 1985: A keleméri Mohostavak cönológia viszonyai. *Botanikai Közlemények* 72: 89–122.
- D'AMATO P. 1998: The Savage Garden: cultivating carnivorous plants. Ten Speed Press, Berkeley, 314 pp.
- DARWIN C. 1875: Insectivorous plants. John Murray, London, 450 pp.
- DARWIN F. 1878: Experiments on the nutrition of *Drosera rotundifolia*. *Journal of the Linnean Society, Botany* 17: 17–32.
- ENGELHARDT T. L. 1998: Pollination ecology of the round-leaved sundew, *Drosera rotundifolia* L. (Droseraceae), in Sequoia National Park, California. PhD dissertation, California State University Fullerton, CA., 124 pp.

- FARKAS S. 1999: Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 416 pp.
- GALAMBOSI B., GALAMBOSI Zs., REPČÁK M. 2000: Growth, yield and secondary metabolite production of *Drosera* species cultivated in peat beds in Finland. *Suo* 51: 47–57.
- GALAMBOSI B. 2002: Elaboration of field growing techniques of *Drosera* species. *Drogenreport* 15(28): 56–58.
- GALÁNTAI M., KERESZTY Z. 1994: A fajok védelme termőhelyükön kívül. A Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Közleményei 54: 26–28.
- ISÉPY I., MIHALIK E., ORLÓCI L., PAPP L., RADVÁNSZKY A., ZSIGMOND V. 2013: Ex-situ növénymegőrzés. Gyűjteményes kertek a növényvilág megőrzéséért. MABOSZ, Budapest, pp. 7–13.
- LABAT Jean-Jacques 2003: Fleischfressende Pflanzen Auswählen und Pflegen. (Selection and maintenance of carnivorous plants). Ulmer, Stuttgart, 96 pp. (in German).
- LLOYD F. E. 1942: The carnivorous plants. *Chronica Botanica*, Waltham, MA., 352 pp.
- MOORE P. D. 2002: The future of cool temperate bogs. *Environmental Conservation* 29: 3–20.
- MURZA G. L., DAVIS a. R. 2003: Comparative flower structure of three species of sundew (*Drosera anglica*, *Drosera linearis*, and *Drosera rotundifolia*) in relation to breeding system. *Canadian Journal of Botany* 81: 1129–1142. <https://doi.org/10.1139/b03-104>
- NORDBAKKEN J. F., RYDGREN K., OAKLAND R. H. 2004: Demography and population dynamics of *Drosera anglica* and *D. rotundifolia*. *Journal of Ecology* 92: 110–121. <https://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2004.00839.x>
- SAGAN K., POGORZELEC M. 2011: Attempt to determine the optimal conditions for culture of endangered plants species of the genus *Drosera*, in terms of their ex situ conservation. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska* 8: 145–150.
- SCHULZE W., SCHULZE E. D. 1990: Insect capture and growth of the insectivorous *Drosera rotundifolia* L. *Oecologia* 82: 427–429. <https://doi.org/10.1007/bf00317494>
- SIMON T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 976 pp.
- SULYOK J., ILONCZAI Z. 2002: Lápok. Nemzeti Ökológiai Hálózat, 3. füzet, Környezetvédelmi Minisztérium Természetvédelmi Hivatala, Budapest, 28 pp.
- SVENSSON B. M. 1995: Competition between *Sphagnum fuscum* and *Drosera rotundifolia*: a case of ecosystem engineering. *Oikos* 74: 205–212. <https://doi.org/10.2307/3545649>
- SWALES D. E. 1975: An unusual habitat for *Drosera rotundifolia* L., its over-wintering state, and vegetative reproduction. *The Canadian Field-Naturalist* 89: 143–147.
- SZÉPLIGETI M. 2011: Megőrzési tervek az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság területén. Prioritás: Kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia* L.). Kézirat, Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, Óriszentpéter, 10 pp.
- SZÉPLIGETI M. 2014: Feljegyzés a kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*) érdekében végzett fajvédelmi tevékenységről. Kézirat, Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, 5 pp.
- SZÉPLIGETI M. 2015: Feljegyzés a kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*) érdekében végzett fajvédelmi tevékenységről. Kézirat, Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, 5 pp.
- VOJNIC-ZELIC D. 2017: A kereklevelű harmatfű gyakorlati természetvédelme az Őrségi Nemzeti Parkban. Szakdolgozat, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növénytani és Természetvédelmi Intézet, 54 pp.
- WEILBRENNER I. 1974: Vegetative Vermehrung und Wuchsstoffhaushalt bei dem Rundblättrigen Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) (Vegetative propagation and growth budget in round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia*)). *Mitteilungen der Pollichia* 21: 46–67. (in German).
- WOLF E., GAGE E., COOPER D. J. 2006: *Drosera rotundifolia* L. (roundleaf sundew): A technical conservation assessment. Prepared for the USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, Species Conservation Project, 57 pp. Available: <http://fsweb.r2.fs.fed.us/rr/scp/plants/dicots/droserarotundifolia.pdf> [2018.09.06.]

Elektronikus melléklet: E1–E4. táblázatok

Electronic supplement: Tables E1–E4.

E1. táblázat. Az őrségi és a kertészeti magminta morfolometriai elemzésének adatai.
Table E1. Morphometric results of seed samples of natural (Őrség) and of horticultural origin.

E2. táblázat. Az őrségi és a kertészeti magok csírázási eredményei rostos mohatőzegen (Lithuan peat), eltérő idejű hidegkezelés hatására.

Table E2. Germination of seeds of natural (Őrség) and of horticultural origin in response to cold treatments of various duration on peat moss (Lithuan peat) substrate.

E3. táblázat. Az őrségi és a kertészeti eredetű magok aljzatpreferencia-vizsgálatának eredményei 5 hét hidegkezelés alkalmazásával.

Table E3. Germination success of seeds of Őrség and of horticultural origin on various substrates, with 5 weeks of cold treatment.

E4 táblázat. A fény csírázásbeli szerepének vizsgálati eredményei 5 hét hidegkezelés alkalmazásával rostos mohatőzegen (Lithuan peat).

Table E4. Test results of role of light in seed germination with 5 weeks of cold treatment, on peat moss (Lithuan peat) substrate.

Reproduction biology of the round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia* L.) with special attention to its *ex situ* conservation

B. CZUPPON¹, L. PAPP JR.², Z. TÓTH³, M. SZÉPLIGETI⁴

^{1,3}Department of Plant Systematics, Ecology and Theoretical Biology
Eötvös Loránd University

H–1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c, Hungary; ¹biologus.elte@gmail.com

²Botanical Garden, Eötvös Loránd University, H–1083 Budapest, Illés u. 25, Hungary

⁴Őrség National Park Directorate, H–9941 Őriszentpéter, Városszer 57, Hungary

Accepted: 19 March 2019

Key words: Fekete-tó peat-bog, insectivorous plant, seed germination, seed morphology, substrate preference assay, vegetative propagation.

The aim of our study is to provide information on the *ex situ* conservation of the insectivorous round-leaved sundew (*Drosera rotundifolia* L. 1753). This glacial relict plant with circumboreal distribution is considered threatened, thereby it is protected in Hungary. Recently, habitat loss and degradation raise serious concerns regarding the survival of the Hungarian populations. We examined the reproduction biology of the species in order to elaborate a more efficient *ex situ* preservation protocol. Altogether, 11,400 seeds were sown in different treatments. The seed samples were obtained from two different sources. Part of the seeds were produced by plants obtained from horticulture (Netherlands), while the other group of seeds was collected from natural habitat in the Órség National Park, SW Hungary. We studied seed morphology quantitatively on high resolution digital photographs by using a pixel-based image analysis program. In a greenhouse experiment, we tested the influence of light, vernalization and different substrates on the success of germination. The efficiency of propagation of the plant from leaf cuttings were also examined. No difference was observed in seed morphology between the two groups with different source of origin. This suggests a high degree of homogeneity of seed traits for the species. Average seed size was 1.46×0.21 mm and the small (0.20 mm \times 0.10 mm), ellipsoidal embryo is pale dark brown in color and it has a smooth surface with delicate stripes on it. Our results confirm that seeds require vernalization for germination. We observed the following tendency: the longer vernalization period the seeds received, the more successful germination could be observed. Maximum vernalization time used here was 5 weeks, but it would be appropriate to examine longer periods of treatment. Our experiment also confirmed that the seeds of this species need light for their germination. The living Sphagnum moss used in horticultural practice proved to be the best substrate for germinating *D. rotundifolia* seeds. Propagation from leaf cuttings was effective, thus maintaining the species *ex situ* is more efficient and faster than reproduction from seed. We consider this method as an emergency solution to reintroduce the plants to natural habitats due to the low genetic diversity.