

## Embriófejlődés és magoncok kelése *ex situ* kísérletben az apró vetővirágnál (*Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit.)

PACSAI Bálint<sup>1,2,a\*</sup>, BOGNÁR Emese Anna<sup>2,b</sup>, LÁBADI Vivien<sup>1,2,c</sup>, MÉSZÁROS András<sup>3</sup>,  
BÓDIS Judit<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup>Festetics Doktori Iskola, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, 8360 Keszthely, Deák Ferenc utca 16.

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet, Természetvédelmi Biológiai Tanszék, 8360 Keszthely, Festetics utca 7.;

<sup>a</sup>[bpacsaib@gmail.com](mailto:bpacsaib@gmail.com); <sup>b</sup>[bognar.cili100@gmail.com](mailto:bognar.cili100@gmail.com); <sup>c</sup>[vivilabadi98@gmail.com](mailto:vivilabadi98@gmail.com);  
<sup>d</sup>[bodis.judit.64@gmail.com](mailto:bodis.judit.64@gmail.com)

<sup>3</sup>Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság,  
8229 Csopak, Kossuth u. 16.; [meszarosandras@bfnph.hu](mailto:meszarosandras@bfnph.hu)

Elfogadva: 2024. október 22.

**Kulcsszavak:** Amaryllidaceae, áztatás, dormancia, elaioszóma, ezermagtömeg, szkarifikáció.

**Összefoglalás:** Az apró vetővirág (*Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit., Amaryllidaceae) szárazgyepekben előforduló, többször termő évelő lágy szárú növény. Elterjedési területének nagy részén veszélyeztetett faj, melynek életmenete és reprodukciobiológiája kevéssé tanulmányozott. A 2020 és 2023 között végzett *ex situ* vizsgálat során a faj kelését tanulmányoztuk. Vetési kísérletben kerestük, milyen beavatkozásokkal fokozható a kelés sikere. A magokat részben a természetes körülményeket utánzó módon, részben különböző kezeléseket követően vetettük el. Emellett vizsgáltuk a termésérést követő hónapokban az embrió fejlődésének dinamikáját.

A kísérleteket megelőzően két alkalommal is megállapítottuk az ezermagtömeget, mely az irodalmi adatokkal jól egyezően 5,60 (2021) és 5,84 g-nak (2022) adódott. A vetési kísérletek során mérsékelt csírázási sikert tapasztaltunk: a kelési arány – kezeléstől függően – 0 és 37,5% között változott. A 2020-ban és 2021-ben gyűjtött, 2021 őszén elvetett magok csak közel másfél év elteltével kezdtek kihajtani, míg a 2022-ben, a termésérést követően rögtön elvetett magok egy része már a rákövetkező évben kikelt. A kezelt magok esetében a szkarifikáció jelentősen gyorsította a csírázást, már 10 héttel a vetést követően megjelentek az ilyen magokból származó magoncok. Az egyes kezeléseket összehasonlító kísérletben a termésérést követően azonnal elvetett, kezeletlen magok kelési sikerétől messze elmaradt a négy hónap tárolás után vetett magoké, kezeléstípustól függetlenül.

Az embriófejlődés vizsgálatára beállított kísérletünkben nem tapasztaltuk a magok szkarifikációjának jelentős hatását az embrió növekedésére. Az embriók hossza a vizsgált időszakban (június és október vége között) mindvégig lassan, de közel egyenletes tempóban nőtt (a kezdetben átlagosan 1,21 mm embrióhossza a kísérlet végére 2,08 mm-re nőtt – ez a magok hosszának 48,8, illetve 72,8%-át jelentette). Az időbeli változás üteméből következtetve az embriók még nem érték el a végleges méretüket, és a magok nem kezdtek el kihajtani.

\* Levelező szerző

Az embrióvizsgálat és a kezeléseknek alávetett magok kelési dinamikája alapján a morfofiziológiai magnyugalmi típust tartjuk a legvalószínűbbnek az apró vetővirág esetében. A kísérlet folytatásának fontos eleme lesz a szerzett információkon alapuló, hatékonyabb csíráztatási módszer tervezése és próbája, illetve a magoncok túlélésének, fejlődésének vizsgálata.

**Idézés:** Pacsai B., Bognár E. A., Lábadi V., Mészáros A., Bódis J. 2024: Embriófejlődés és magoncok kelése *ex situ* kísérletben az apró vetővirágnál (*Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit.). Bot. Közlem. 111(2): 147–160. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2024.111.2.147>

## Bevezetés

Ritka, védett és veszélyeztetett fajok esetében különösen fontos a magprodukció és az azt követő sikeres csírázás és kelés az állományok fennmaradásában és genetikai diverzitásuk megőrzésében. Hazánkban több ilyen fajjal végeztek már csírázásbiológiai kísérleteket (KERESZTY és GALÁNTAI 1994, CSONTOS és SIMKÓ 2008, PETI et al. 2017, KOVÁCS et al. 2018).

A többször termő évelő lágyszárú apró vetővirág (*Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit., Amaryllidaceae) elsősorban Dél-Európában, Kis-Ázsiában, illetve Észak-Afrikában szárazgyepekben előforduló, egész elterjedési területén ritka, több országban veszélyeztetett faj (PERUZZI et al. 2008). Magyarországon is védett, természetvédelmi értéke 10.000 Ft. Hazánkban elsősorban löszgyepekben él, a Tiszántúl déli részén és a Dunántúli-középhegység löszös hegy lábain gyakoribb (BARTHA et al. 2015). Számos előfordulása ismert temetőkből (MOLNÁR et al. 2018) és akár városi környezetben is találkozhatunk vele (MOLNÁR et al. 2020). Természetvédelmi jelentőségéhez képest életmenete és szaporodásbiológiája rendkívül alulkutatott. Ennek egyik oka lehet, hogy egyedei nehezen észrevehetők, könnyebben megfigyelhető virágai pedig rövid ideig nyílnak (VUKOVIĆ et al. 2017), ami lényegesen nehezíti populációinak felmérését.

A vetővirág szaporodásbiológiájával kapcsolatos ismeretek hiányosságait folyamatos megfigyelést lehetővé tévő *ex situ* vizsgálatokkal kívánjuk tisztázni (PACSAI et al. 2024). A kísérleti körülmények között tartott növényeken termelt magok lehetőséget biztosítottak arra, hogy a faj csírázásbiológiáját is tanulmányozzuk. A vetési kísérletek tervezésénél abból indultunk ki, hogy a magok a természetben április végén, május elején hullanak ki a tokokból, amit nyáron gyakran hosszú, száraz időszak követ, ami alatt nem lenne előnyös számukra a tömeges csírázás az őszi esőig. Az volt a hipotézisünk, hogy a faj magjai a természetben valószínűleg a tavasz végi, nyár eleji időszakban vagy ősszel hajtanak ki, és a magnyugalmuk feloldásához környezeti hatás(ok)ra is szükség van, amit kísérleti kezelésekkal kiválthatunk.

Kísérleteink célja az volt, hogy meghatározzuk a magok keléséhez szükséges időt és a kelési százalékokat különböző körülmények között. A magnyugalom tí-

pusának megállapítása érdekében a magokat csíráztatás előtt különböző kezelésekknek tettük ki és embrióvizsgálatot is végeztünk.

### Anyag és módszer

2020-ban a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatósággal együttműködésben indult el egy hosszabb távú *ex situ* vizsgálat, melynek keretében az apró vetővirág fenológiai és szaporodásbiológiai tulajdonságait vizsgáltuk. Ennek megvalósítása érdekében a Veszprém Megyei Kormányhivatal a VE-09/KTF/02002-8/2020 ügyiratszámú határozatában engedélyezte a MATE Georgikon Campusa részére az *ex situ* vizsgálatok elvégzését a természetvédelmi előírások betartása mellett. Tihanyban egy közelítőleg 100 000 töves populációból 120 vetővirág egyedet emeltünk ki 2020. április 27-én, amikor a levelek már visszahúzó-dóban voltak. A begyűjtött növényeket a gyűjtés napján a Georgikon Botanikus Kertben az aljukon számos lyukkal ellátott szüretelő ládába úgy ültettük, hogy a ládák alján 5 cm vastagságban 2–3 cm-es mészkő zúzalékból képeztünk réteget, majd erre az eredeti élőhelyük közeléből származó (hasonló összetételű) talajt rétegeztünk 25 cm vastagságban, és ebbe a rétegbe kerültek a hagymák 5 cm mélységben. A ládákat a szabad ég alatt tartottuk az év folyamán, csupán ősszel a csapadék kizárására került följük fedél, mely a csapadékot elvezette, de a fény- és hőmérsékletviszonyokat lényegesen nem befolyásolta. A csapadék kizárása idején a ládákat eltérő mennyiségű vízzel öntöttük, ami egy egyidejű kapcsolódó kísérletünk része volt.

2020 és 2021 májusában 100–100 db magot gyűjtöttünk Tihanyban, s a későbbi kísérletekhez ezekből választottunk ki 80–80 darabot. A magok 25–30, véletlenszerűen kiválasztott tokból származtak, és vetésig ezeket papírzacskóban, szobahőmérsékleten tároltuk. A szüretelő ládákból élő tövek 2022 májusában 35 db olyan toktermést hoztak, melyekből magot tudtunk gyűjteni, összesen 600 db-ot. 2023-ban e ládákból 17 toktermésben 260 magot találtunk.

### Magtömeg-mérések

A Tihanyban 2021-ben gyűjtött (100 db) és az *ex situ* ládákból 2022-ben termelt tokokból származó magokat (azok közül 500 db-ot) használtuk fel. A vetővirág magjához nagy méretű elaioszóma kapcsolódik (1. ábra), amelynek a nedvességtartalma nagyon gyorsan csökken, ezért a magtömegek mérését az összevethetőség érdekében 1–2 nap tárolás után, száraz elaioszómával végeztük. Az *ex situ* ládákból származó magok esetében száraz elaioszómával, majd azok eltávolítása után is megmértük a magok tömegét.



1. ábra. Frissen gyűjtött, elaioszómás *Sternbergia colchiciflora* magok (2022. május. 6.).  
Fig. 1. Freshly collected seeds of *Sternbergia colchiciflora* with elaiosomes (6 May 2022).

### Vetési kísérletek

A vetésekhez is a termőhely közeléből származó talajt használtunk, melyet kb. 20%-nyi kvarchomokkal elegyítettünk a kedvezőbb vízháztartási jellemzők elérése érdekében; majd 20–20 magot helyeztünk mindegyik 15 cm átmérőjű, kerek cserépbe. A magokat kb. 0,5 cm mélyre vetettük, majd talajjal betakarítottuk. Vetés után szabadban, természetes fény- és csapadékviszonyok között tartottuk a cserepeket.

A kísérletes kezelés nélküli vetésekhez 2021. szeptember 1-jén vetettük el a 2020-ban és 2021-ben Tihanyban gyűjtött magokat, négy-négy ismétlésben. Az első csíranövények megjelenésekor, 2023. január 24-étől kezdtük el számolni a megjelenő magoncokat, és 2023. június közepéig figyeltük a növényeket. Naponta feljegyeztük az újonnan előbújt egyedeket.

A magvetés előtti kezeléseik hatásának vizsgálatában az *ex situ* ládákból 2022 májusában képződött termések magjait használtuk fel, ötféle csoportban:

- KV: a természetes magszóródáshoz hasonló időben vetett kontroll. A magvetés 2022. május 9-én történt, és szabad ég alatt, hálóval védve, az időjárási körülményeknek kitéve tartottuk a cserepeket.

- KT: száraz tárolás után vetett kontroll. A magokat száraz helyen, papírzacskóban, szobahőmérsékleten tároltuk a májusi begyűjtéstől a tervezett őszi vetésig.
- AT: száraz tárolás, majd áztatás után vetett magok. Szobahőmérsékleten, papírzacskóban történő tárolás után a magokat az őszi vetés előtt 24 órán át vízben áztattuk.
- ScT: száraz tárolás és szkarifikálás után vetett magok. A magokat papírzacskóban, szobahőmérsékleten tároltuk az őszi vetésig, majd dörzspapírral megsértettük a maghéjukat vetés előtt.
- ScAT: száraz tárolás, szkarifikálás és áztatás után vetett magok. Szobahőmérsékleten, papírzacskóban történő tárolás után az őszi vetés előtt a maghéjat dörzspapírral megsértettük, majd a magokat 24 órán át vízben áztattuk.

Az egyes kezelésekhez tartozó magok 2022. szeptember 7-én szintén 20 magonként kerültek cserepekbe, minden kezelésnél 5 ismétlést használtunk. A megfigyeléseket 2022 novemberétől 2023. június közepéig végeztük napi rendszerességgel.

#### Embriófejlődési vizsgálatok

A magokban található embriók fejlődésének vizsgálatához 2023 májusában a Georgikon Botanikus Kertben *ex situ* tartott 120 kifejlett egyed terméséből gyűjtött magok közül kétszer 120 darabot 1 cm mélységbe nedves homokba helyeztünk el. A homokot desztillált vízzel közelítőleg hetente nedvesítettük, hogy a kiszáradást elkerüljük. A magokat tartalmazó tárolóedényeket szobahőmérsékleten tartottuk 2023. június 12-től október végéig. A kísérleti körülményeket úgy választottuk meg, hogy ha az embrió eléri a teljes fejlettségét, a csírázást is megfigyelhessük. Mivel a faj maghéjának vízre mutatott permeabilitásáról nem találtunk a szakirodalomban információt, a vízfelvételt potenciálisan elősegítő kezelésként 120 magot dörzspapírral szkarifikáltunk a kísérlet kezdetén, a másik 120 magot pedig előzetes kezelés nélkül helyeztük a homokba. Az embriók növekedését nagyjából kéthetente, 10–10 mag elmetszésével és referencia mérték segítségével, fotogrammetrikus úton 0,01 mm pontossággal vizsgáltuk. A képek Panasonic GX-8 kamerával, Panasonic Lumix G Vario 12-60mm f/3.5-5.6 ASPH Power O.I.S. objektívvel és Raynox DCR-250 előtétlencsével, közelítőleg 150-szeres nagyítással készültek, a képeket az ImageJ szoftver 1.53g verziójával dolgoztuk fel. Az eredmények jobb összevethetősége érdekében az embriók abszolút mérete mellett hasonló módon az azokhoz tartozó magok legnagyobb méretét (hosszát) is meghatároztuk, és ehhez az értékhez viszonyítottunk. Az első mérést június 13-án végeztük el, az utolsót október 24-én.

A statisztikai számításokat IBM SPSS Statistics 23.0 szoftverrel végeztük, az embriónövekedési kísérletből származó adatokat kétmintás t-próbákkal vizsgáltuk, a kísérleti kezelések esetében az alacsony elemszám miatt Fisher-féle egzakt próbát alkalmaztunk a különbségek vizsgálatára.

## Eredmények

### Magtömeg adatok

A 2021-ben Tihanyban gyűjtött magok ( $5 \times 20$  db mag) esetében az ezermagtömeget  $5,60 \pm 0,24$  g-nak mértük. A 2022 tavaszán, a ládákból nevelt növényeken képződött toktermésekből származó magok esetében ez az érték  $5,84 \pm 0,37$  g volt ( $5 \times 100$  db magból számolva), tehát a természetes állományban gyűjtött magok magtömegük tekintetében nem különböztek jelentősen az *ex situ* kísérletből származóktól (F-próba:  $p = 0,594$ , kétmintás t-próba:  $p = 0,346$ ). Az utóbbi magokat az elaioszóma eltávolítása után ismét megmértük ugyanabban az elrendezésben ( $5 \times 100$  db), s mérésünk alapján a száraz elaioszóma a magok teljes tömegének átlagosan  $10,2 \pm 3,47\%$ -át tette ki.

### A vetési kísérletek eredményei

A 2020-ban Tihanyban gyűjtött, egy évig szobahőmérsékleten szárazon tárolt, 2021-ben elvetett magok 2022-ben nem keltek ki. Tél végén, 2023. január-februárban jelentek meg az első magoncok, júniusig a magok 37,5%-a kelt ki. A 2021-ben gyűjtött és még azévben elvetett magoknál (1. táblázat) ez az érték alacsonyabb, 23,8% volt. A legtöbb csíranövény egy 2020-ban gyűjtött magokat tartalmazó cserépben kelt ki (60%-os kelés), de volt olyan (2021-ben gyűjtött magokat tartalmazó) cserép is, amelyben egyetlen magonc sem bújott elő.

**1. táblázat.** A szárazon tárolt *Sternbergia colchiciflora* magokkal végzett csíráztatások eredményei 2023-ban.

**Table 1.** Results of germination test with dry-stored *Sternbergia colchiciflora* seeds in 2023. (2): Place and time of collection; (3): Date of sowing; (4): Number of sown seeds (unit); (5): Period of emergence (first and last); (6): Average number of seedlings  $\pm$  SD (min–max); (7): Emergence percentage (%).

Gyűjtési hely, idő (2)	Vetési idő (3)	Összes vetett mag [db] (4)	Kelés időszaka (első – utolsó) (5)	Átlag magoncszám cserepenként $\pm$ szórás (min–max) (6)	Kelési arány [%] (7)
Tihany, 2020.05.	2021. 09.01.	$4 \times 20$	2023.01.24. – 2023.05.17.	$7,5 \pm 4,2$ (3–12)	37,5
Tihany, 2021.05.	2021. 09.01.	$4 \times 20$	2023.02.02. – 2023.05.10.	$4,8 \pm 5,2$ (0–11)	23,8



**2. táblázat.** Kísérleti kezelések *Sternbergia colchiciflora* csíráztatások eredményei. A magok *ex situ* tartásból származnak és 2022-ben kerültek begyűjtésre és elvetésre is. Rövidítések: KV – a természetes magszóródáshoz hasonló időben vetett kontroll; KT – száraz tárolás után vetett kontroll; AT – száraz tárolás, majd áztatás után vetett; ScT – száraz tárolás és szkarifikálás után vetett; ScAT – száraz tárolás, szkarifikálás és áztatás után vetett magok.

**Table 2.** Emergence rates of *Sternbergia colchiciflora* seeds with the experimental treatments applied. KV – Control sown at a time similar to natural seed dispersal; KT – Control sown after dry storage; AT – Sown after dry storage followed by soaking; ScT – Sown after dry storage and scarification; ScAT – Sown after dry storage followed by scarification and soaking. Seeds are from *ex situ* culture and were both collected and sown in 2022. (1): Treatment; (2): Time of sowing; (3): Number of sown seeds; (4): Period of emergence (first and last); (5): Average number of seedlings per pot  $\pm$  SD; (6): Emergence percentage (%).

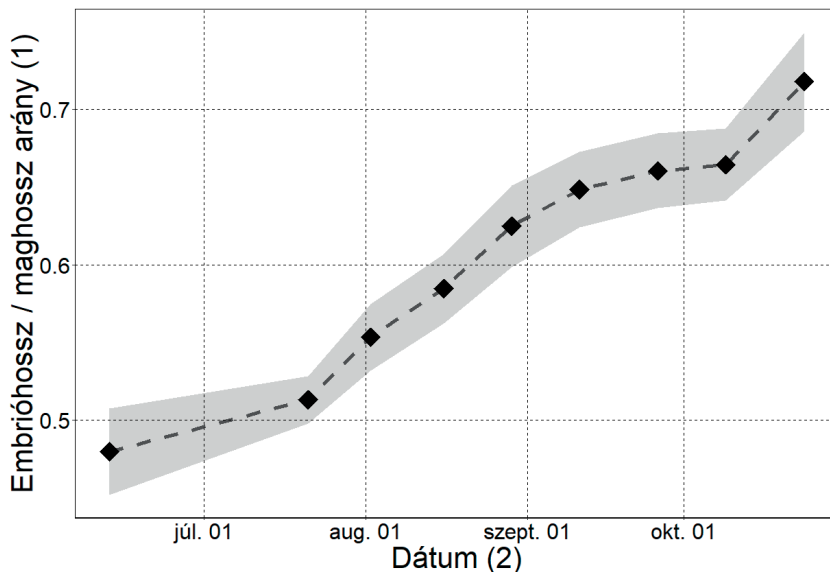
Kezelés (1)	Vetési idő (2)	Vetett magok száma (3)	Kelés időszaka (első – utolsó) (4)	Cserepenkénti átlagos magoncszám $\pm$ szórás (5)	Kelési arány [%] (6)
KV	2022.05.06.	5 $\times$ 20	2023.02.06. – 03.28.	4,2 $\pm$ 0,9	21
KT	2022.09.07.	5 $\times$ 20	2023.01.02.	0,2	1
AT	2022.09.07.	5 $\times$ 20	2023.03.03. – 03.20.	0,6 $\pm$ 0,8	3
ScT	2022.09.07.	5 $\times$ 20	2022.11.29.	0,8 $\pm$ 1,6	4
ScAT	2022.09.07.	5 $\times$ 20	2022.11.15. – 11.29	0,6 $\pm$ 0,5	3
Összes		500	2022.11.15 – 2023.03.28.	1,28 $\pm$ 2,05	6,4

A 2022. szeptemberi vetést követően közel 10 héttel, 2022. november 15-én jelent meg az első magonc az egyik szkarifikált+áztatott (ScAT) magokat tartalmazó cserépben (2. táblázat). Az ezt követő héten már 6 csíranövény volt megfigyelhető, ezek mindegyike szintén szkarifikált magból (ScAT és ScT) származott. 2023. január 2-án észleltük az első olyan magoncot, amely szkarifikálatlan magból fejlődött; ez egy szárazon tárolt, egyéb módon nem kezelt (KT) magokat tartalmazó cserépben volt.

A 2022 májusában és szeptemberében elvetett 500 magból 2023. március végéig összesen 32 csíranövény fejlődött ki (2. táblázat). A kelési arány a természetes magszóródáshoz hasonló időben vetett kontroll (KV) kezelés esetében (21%) szignifikánsan felülmúlta bármelyik másikat, néhány hónapig szárazon tárolt magon végzett kezelés értékét ( $p = 0,002$  és  $0,013$  között, Fisher-féle egzakt teszt), a második legmagasabb arány már csak 4% volt, ezt a száraz tárolás után csak szkarifikált (ScT) magok esetében tapasztaltuk. A száraz tárolást követően áztatott (AT) és a szkarifikált+áztatott (ScAT) magok kelési aránya 3–3% volt. A tavasztól őszi szobahőmérsékleten tárolt, de más kezelésben nem részesült (KT) magoknál mindössze egyetlen magonc bújott elő. A csíranövények megjelenésének üteme a vizsgált időszakban közel egyenletes volt, nem figyeltünk meg kiemelt időszakokat egyik kezeléstípus esetében sem.

## Embriófejlődés

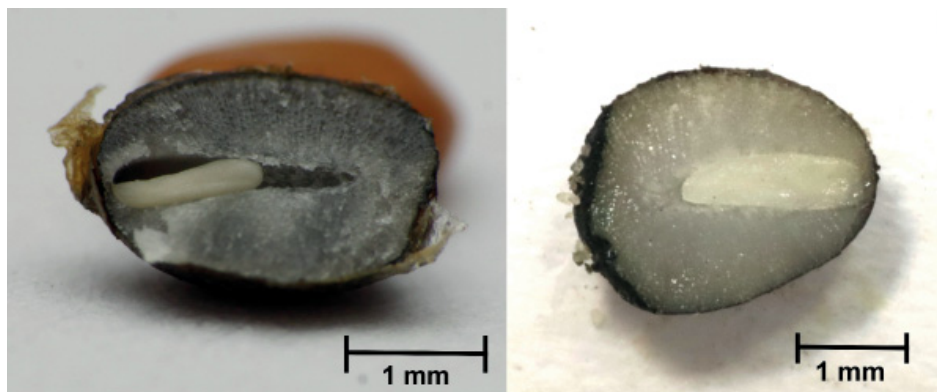
A vizsgálat ideje alatt az embriók hossza lassan növekedett. A kísérlet kezdő időpontjában a kezeletlen csoportban az abszolút méret  $1,19 \pm 0,06$  mm, az embrióhossz/magbóssz arány  $48,0 \pm 3,9\%$ , a szkarifikált csoportban  $1,22 \pm 0,11$  mm, illetve  $49,6 \pm 4,4\%$  volt, az utolsó méréskor pedig a kezeletlen csoportban  $2,01 \pm 0,17$  mm,  $69,8 \pm 3,8\%$ , a szkarifikált csoportban  $2,15 \pm 0,30$  mm,  $75,8 \pm 4,8\%$  volt (átlag  $\pm$  szórás adatok). A kísérlet folyamán a két csoportban az embrióhosszak két köztes időpontot leszámítva (ahol az alacsony mintaszámból következhetnek a különbségek) nem tértek el egymástól szignifikáns mértékben. Mivel a mérési eredmények a szkarifikáció jelentős hatását nem mutatták, ezért a két csoportot összevontan kezeltük, így a növekedés üteme (a magasabb elemszámnak köszönhetően) jobban megfigyelhető (2. ábra). A kezdő és a záró időpont között szignifikáns különbséget tapasztaltunk (kétmintás t-próba,  $p < 0,01$ ): az embriók hossza átlagosan 1,73-szorosára növekedett. Az elmeszett magokban az embrió és az endospermium között kezdetben jól megfigyelhető üreget a kísérlet folyamán az embriók fokozatosan kitöltötték (3. ábra), a csírázásig azonban egyetlen mag sem jutott el a vizsgálat folyamán. Az embrió méretének növekedése a megfigyelési idő alatt közel hasonló ütemben zajlott.



**2. ábra.** Az embrió maghoz viszonyított hosszarányának változása a tokok felnyílásától kezdődően a *Sternbergia colchiciflora* magjaiban (átlagértékek a 95%-os konfidencia-intervallummal,  $n = 20$ ).

**Fig. 2.** Changes in the embryo length/seed length ratio for *Sternbergia colchiciflora* following the opening of seed capsules. (1) Embryo length/seed length ratio, (2) Date. Averages and 95% confidence interval ( $n = 20$ ).





3. ábra. *Sternbergia colchiciflora* magok hosszszelvénye az embriófejlődést nyomon követő kísérlet kezdetén (2023. június 13., balra) és végén (2023. október 24., jobbra).  
Fig. 3. Longitudinal section of *Sternbergia colchiciflora* seeds at the beginning (13 June 2023, left) and at the end (24 October 2023, right) of the embryo development experiment.

### Megvitatás

Az általunk mért, a ládában termelt magokból származó ezermagtömeg adatok ( $5,84 \pm 0,37$  g) az irodalomban és adatbázisokban közölt értékekhez (TÖRÖK et al. 2013: 4,19 g; TÖRŐ-SZIJGYÁRTÓ et al. 2023: 7,85 g, http1: 7,95 g) hasonló, tehát az *ex situ* körülmények között nevelt növények magjainak tömege beleesik a természetes állományokban termelt magok eddig közölt adatainak tartományába. A faj nagymagvúnak számít: a hazai flórára felállított 8 osztályos kategóriarendszerben a 6. magtömeg-osztályba sorolható (CSONTOS 2001, SONKOLY et al. 2017). A növény alacsony termete és nagy magja együtt jelentős hátrányt jelent a magok terjesztése szempontjából (THOMSON et al. 2011), ezért a faj magjain található elaioszóma szerepe különösen felértékelődik mint a magok hangyák általi terjesztését (myrmecochoria) lehetővé tévő képlet (PÉNZES 1934, LENGYEL et al. 2010, MOLNÁR et al. 2018). Eredményeink alapján a vetővirágnál valóban jelentős a ráfordítás az elaioszómák előállításához, hiszen azok száraz állapotban is a magtömeg számottevő részét (10%-át) teszik ki.

A négy hónapi száraz tárolást követően áztatás vagy szkarifikálás nélkül elvetett magok esetében a kelés üteme erősen eltért az egyes évek folyamán: 2022-ben egyetlen csíranövény sem jelent meg a 2021-es vetésből, 2023 januárjával kezdődően a tél és tavasz során azonban a 2021-ben és a 2022-ben elvetett magok egyaránt elkezdtek hajtani. Más hazai geofiton fajok természetes állományaiban is megfigyelhető erős ingadozás a magoncok számának tekintetében (PACSAI et al. 2022), így ez a jelenség természetesnek tekinthető, a kelés szem-

pontjából kritikus hőmérsékleti- és csapadékviszonyokat azonban egyelőre nem sikerült azonosítani. Kísérleteinkben az összes csíranövény november 15. és (a rákövetkező év) május 17. között jelent meg. Eddigi eredményeink szerint a faj elsősorban tavasszal csírázik.

Legkorábban a vetés után nem egészen 10 héttel, novemberben kezdtek kelni egyes szkarifikált magok a 2022-es vetésből. Az általunk tapasztaltnál is gyorsabb, 40–45 nap múlva bekövetkező csírázást is megfigyeltek már a fajnál, a gyűjtést követően azonnal elvetett magokkal (MIKATADZE-PANTSULAIA et al. 2016).

A 2022-ben elvetett magok esetében a szkarifikáció vélhetően gyorsította a kelést, mivel már novemberben hajtottak ki magoncok az így kezelt magokból, míg a szkarifikálatlan magokból legkorábban csak a következő januárban kezdtek előbújni. Eredményesség tekintetében ugyanakkor a termésérést követően, kezelés nélkül elvetett magok kelési arányától (21%) messze elmaradt minden más kezelési típus.

Irodalmi adatok alapján a család többi hazai faja esetében is erősen kezeléstől függőnek bizonyultak a csírázási arányok (*Leucojum aestivum* – PAROLO et al. 2011: 52–93%; ÇIÇEK et al. 2007: 0–73%; *Galanthus nivalis* – NEWTON et al. 2013: 0–82%). A kertészeti szempontból is értékes rokon faj, a *Sternbergia sicula* esetében Petri-csészékben, táptalajra vetett magokkal végzett kísérletek során megfigyelték, hogy a csírázási arány 15 °C-on, sötétben volt a legmagasabb (70%), míg 25 °C-on és világosban a magok nem csíráztak. A legjobb eredményeket akkor kapták, ha a magokat nedves vermikulitban 4 hétig 20 °C-on előkezelték (ANTONIDAKI-GIATROMANOLAKI et al. 2008).

Az embrióvizsgálat szerint az embrió a nyári-őszi hónapok folyamán lassú növekedést mutat. A mérési időszak alatt, június és október vége között, hossza több mint másfélszeresére nőtt, csírázásra azonban nem láttunk példát. Az embriónövekedés folyamata közel állandó ütemű volt, nem lassult az utolsó mérések idején sem, ami alapján feltételezhető, hogy a kísérlet időtartama rövidebb volt, mint ami a teljesen kifejlett embrióméret eléréséhez szükséges lenne. Eredményeink e ritka faj embriófejlődésére új információkkal szolgálnak, munkánk elővizsgálatnak tekinthető, további részletes tanulmányozás szükséges.

Eddigi adataink alapján a vetővirágra a morfofiziológiai megnyugalom jellemző, ami az Amaryllidaceae család többi tagjai között is gyakori típus (NEWTON et al. 2013, BASKIN és BASKIN 2014). Az ilyen típusba tartozó magok esetén terméséréskor az embrió kezdetben még fejletlen, a teljes kialakulásához egy hosszabb, melegebb időszakra van szüksége. Az embrió kifejlődése után a mag még továbbra sem lesz csírázóképes, mivel ezt követően beáll a fiziológiai megnyugalom. Ezt a megnyugalmat valószínűleg egy hosszán tartó hideghatással lehet a legsikeresebben feloldani (BASKIN és BASKIN 2014).

A jövőben a zajló *ex situ* kísérlet folytatása mellett tervezzük az eddigi eredményeink felhasználásával a faj szempontjából optimális csíráztatási protokoll kidolgozását, illetve a csíranövények további fejlődésének monitorozását.

### Köszönetnyilvánítás

Bognár Emese Anna munkáját a kulturális és innovációs minisztérium ÚNKP-23-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. Köszönjük a kézirat bírálóinak és a folyóirat szerkesztőinek kéziratunk javítása érdekében tett erőfeszítéseiket.

### Irodalomjegyzék

- ANTONIDAKI-GIATROMANOLAKI A., ORCHARD J. E., DRAGASSAKI M., VLAHOS J. C. 2008: Propagation of *Sternbergia sicula*, by seed and tissue culture. *Acta Horticulturae* 766: 149–154. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2008.766.18>
- BARTHA D., KIRÁLY G., SCHMIDT D., TIBORCZ V., BARINA Z., CSIKY J., JAKAB G., LESKU B., SCHMOTZER A., VIDÉKI R., VOJTKÓ A., ZÓLYOMI SZ. (szerk.) 2015: Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 330 pp.
- BASKIN C. C., BASKIN J. M. 2014: Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd ed. Academic Press – Elsevier, San Diego, 1600 pp.
- ÇIÇEK E., ASLAN M., TILKI F. 2007: Effect of stratification on germination of *Leucojum aestivum* L. seeds, a valuable ornamental and medicinal plant. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(4): 242–244.
- CSONTOS P. 2001: A természetes magbank kutatásának módszerei. Scientia Kiadó, Budapest, 155 pp.
- CSONTOS P., SIMKÓ H. 2008: A magyar repcsény (*Erysimum odoratum* Ehrh.) csírázásbiológiájának vizsgálata. *Tájékológiai Lapok* 6(3): 247–253.
- KERESZTY Z., GALÁNTAI M. 1994: Hazai védett növényfajok ex-situ konzervációja. *Botanikai Közlemények* 81(2): 141–155.
- KOVÁCS ZS., BARABÁS S., HÖHN M. 2018: Az óriás útifű (*Plantago maxima* Juss. ex Jacq.) csírázásbiológiai vizsgálata. *Botanikai Közlemények* 105(2): 243–252. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2018.105.2.243>
- LENGYEL SZ., GOVE A. D., LATIMER A. M., MAJER J. D., DUNN R. R. 2010: Convergent evolution of seed dispersal by ants, and phylogeny and biogeography in flowering plants: a global survey. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 12(1): 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2009.08.001>
- MIKATADZE-PANTSULAIA T., BARBLISHVILI T., JAPARIDZE E., KIKVIDZE M. 2016: Self-renewal capacity of several species of the genus *Sternbergia* possessing medicinal properties. *Journal of Agricultural Science and Technology* 6: 183–190. <https://doi.org/10.17265/2161-6256/2016.03.005>
- MOLNÁR V. A., MÉSZÁROS A., CSATHÓ A. I., BALOGH G., CSÓSZ S. 2018: Ant species dispersing the seeds of the myrmecochorous *Sternbergia colchiciflora* (Amaryllidaceae). *North-Western Journal of Zoology* 14(2): 265–267.
- MOLNÁR V. A., SIFFER S., MOLNÁR H. A., FEKETE R. 2020: Occurrence of the rare plant *Sternbergia colchiciflora* in an urban environment. *Biologia Futura* 71(1–2): 93–98. <https://doi.org/10.1007/s42977-020-00018-4>

- NEWTON R. J., HAY F. R., ELLIS R. H. 2013: Seed development and maturation in early spring-flowering *Galanthus nivalis* and *Narcissus pseudonarcissus* continues post-shedding with little evidence of maturation *in planta*. *Annals of Botany* 111(5): 945–955.  
<https://doi.org/10.1093/aob/mct051>
- PACSAI B., BOGNÁR E. A., BÓDIS J., LÁBADI V., MÉSZÁROS A., MOLNÁR V. A. 2024: Reprodukciobiológiai vizsgálatok a vetővirág (*Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit.) ex-situ állományában. In: CSECSEKITS A., SOMODI I. (szerk.) XIV. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: Összefoglalók. HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, p. 64.
- PACSAI B., FÜLÖP B., BÓDIS J. 2022: A kakasmandikó (*Erythronium dens-canis* L.) demográfiai kutatásának módszertani megalapozása. *Botanikai Közlemények* 109(2): 201–217.  
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2022.109.2.201>
- PAROLO G., ABELI T., ROSSI G., DOWGIALLO G., MATTHIES D. 2011: Biological flora of Central Europe: *Leucojum aestivum* L. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13(4): 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2011.05.004>
- PERUZZI L., DI BENEDETTO C., AQUARO G., CAPARELLI K. F. 2008: The genus *Sternbergia* Waldst. & Kit. (Amaryllidaceae) in Italy. Contribution to the cytotaxonomical and morpho-anatomical knowledge. *Caryologia* 61(1): 107–113.  
<https://doi.org/10.1080/00087114.2008.10589616>
- PETI E., SCHELLENBERGER J., NÉMETH G., MÁLNÁSI CSIZMADIA G., OLÁH I., TÖRÖK K., CZÓBEL SZ., BAKTAY B. 2017: Presentation of the HUSEED<sup>wild</sup> – a seed weight and germination database of the Pannonian flora – through analysing life forms and social behaviour types. *Applied Ecology and Environmental Research* 15(1): 225–244.  
[https://doi.org/10.15666/aeer/1501\\_225244](https://doi.org/10.15666/aeer/1501_225244)
- PÉNZES A. 1934: Termés-ökológiai megfigyelések. *Botanikai Közlemények* 31(1–2): 28–35.
- SONKOLY J., DEÁK B., VALKÓ O., MOLNÁR V. A., TÓTHMÉRÉSZ B., TÖRÖK P. 2017: Do large-seeded herbs have a small range size? The seed mass–distribution range trade-off hypothesis. *Ecology and Evolution* 7(24): 11204–11212. <https://doi.org/10.1002/ece3.3568>
- THOMSON F. J., MOLES A. T., AULD T. D., KINGSFORD R. T. 2011: Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. *Journal of Ecology* 99(6): 1299–1307. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01867.x>
- TÖRÖK P., MIGLÉCZ T., VALKÓ O., TÓTH K., KELEMEN A., ALBERT Á.-J., 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 Botanica Hungarica* 55(3–4): 429–472.  
<https://doi.org/10.1556/abot.55.2013.3-4.17>
- TÖRÖ-SZIJGYÁRTÓ V., BALOGH N., HENN T., MCINTOSH-BUDAY A., SONKOLY J., TAKÁCS A., KOVACSICS-VÁRI G., DÍAZ CANDO P., MOLNÁR V. A., MATUS G., TELEKI B., SÜVEGES K., LUKÁCS B. A., LOVAS-KISS Á., TÓTHMÉRÉSZ B., TÓTH E., TÓTH K., TÖRÖK P. 2023: New thousand-seed weight dataset for plant species of Central Europe. *Data in Brief* 48: 109081.  
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109081>
- VUKOVIĆ N., ŠEGOTA V., BRANA S. 2017: Data deficient *Sternbergia colchiciflora* Waldst. & Kit. (Amaryllidaceae) in Croatian flora – removing the veil of mist. *Natura Croatica* 26(2): 261–269. <https://doi.org/10.20302/NC.2017.26.20>

#### Világháló hivatkozás

<http1> – Society for Ecological Restoration, International Network for Seed Based Restoration and Royal Botanic Gardens Kew. Seed Information Database (SID). <https://ser-sid.org/> (hozzáférés: 2023.10.12.)

## Embryo development and seedling emergence of *Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit. in an *ex situ* experiment

B. PACSAI<sup>1,2,a\*</sup>, E. A. BOGNÁR<sup>2,b</sup>, V. LÁBADI<sup>1,2,c</sup>, A. MÉSZÁROS<sup>3</sup>, J. BÓDIS<sup>2,d</sup>

<sup>1</sup>Festetics Doctoral School, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Georgikon Campus, 8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16, Hungary

<sup>2</sup>Department of Nature Conservation Biology, Institute for Wildlife Management and Nature Conservation, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, 8360 Keszthely, Festetics u. 7, Hungary; <sup>a</sup>bpacsai@gmail.com; <sup>b</sup>bognar.cili100@gmail.com; <sup>c</sup>vivilabadi98@gmail.com; <sup>d</sup>bodisjudit64@gmail.com

<sup>3</sup>Balaton-felvidéki National Park Directorate, 8229 Csopak, Kossuth u. 16, Hungary; meszarosandras@bfnp.hu

Accepted: 22 October 2024

**Key words:** Amaryllidaceae, dormancy, elaiosome, scarification, soaking, vernalization.

The polycarpic herbaceous perennial *Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit. (Amaryllidaceae) is a dry grassland plant species with endangered status throughout its range. Yet, its life history and reproductive biology are poorly understood. In an *ex situ* experiment conducted between 2020 and 2023, we studied the germination capacity of the species with the aim of selecting the most appropriate treatment to enhance seed emergence. Seeds were sown partly by imitating natural conditions and partly after applying different treatments. In addition, we also monitored the dynamics of embryo development in the months right after seed dispersal.

Thousand seed weight was determined twice before the experiments and was found to be 5.60 (2021) and 5.84 g (2022), in good agreement with literature data. Moderate success was observed in the sowing experiments, with emergence rates ranging from 0 to 37.5% depending on the treatment. For seeds sown after dry storage and with no experimental treatment and kept outside gave different results in different years: seeds collected in 2020 and 2021 and sown in the autumn of 2021 started to emerge only after one and a half years, while seeds sown immediately after ripening in 2022, emerged the following year. For treated seeds, scarification reduced the time needed for emergence. The shortest time until emergence was 10 weeks after sowing (for scarified seeds). Although the emergence rate of seeds

---

\* Corresponding author

sown right after harvesting at maturity and without any treatment was better than any other treatments, the emergence rate was still considerably low.

Our experiment designed to study embryo development showed no significant effect of scarification on embryo growth at this stage of development. Embryo growth was slow but nearly steady (the originally 1.21 mm average embryo length grew to 2.08 mm by the end of the experiment – which was 48,8 and 72,8% of the length of seeds, respectively) during the study period (June – end of October), but none of the seeds did reach the germination stage. Based on the embryo growth test and the emergence rates of seeds subjected to the different treatments, *Sternbergia colchiciflora* most likely has seeds with morphophysiological type of dormancy. Using more suitable methods for germination and examining the survival rate of seedlings are the focal points of the continuation of this experiment.

**Citation:** Pacsai B., Bognár E. A., Lábadi V., Mészáros A., Bódis J. 2024: Embryo development and seedling emergence of *Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit. in an *ex situ* experiment. Bot. Közlem. 111(2): 147–160. (in Hungarian with English abstract)  
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2024.111.2.147>