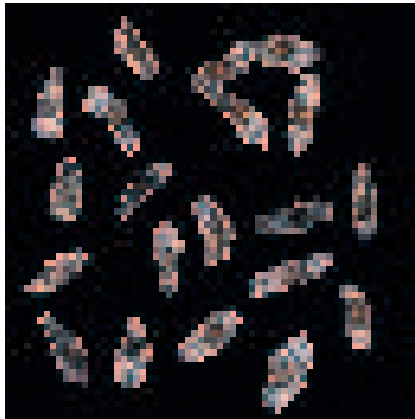


## A megtévesztő megporzású orchideák titka

# Miért olyan sikeresek a csalók?

**A**növények többsége a virágainak megporzását végző állatokat táplálékkal (nektárral vagy virágpórral) jutalmazza. Ugyanakkor a növényvilág evolúciója során legalább 32 családon belül kialakult a



**A kosborfélék magjaiban igen apró embrió található, amelyet léggömbszerűen vesz körül a maghéj**

megporzók megtévesztésének stratégiája. Az eddig ismertté vált több mint 6000 család növényfaj legnagyobb része az orchideák közül kerül ki. Mivel a rovarok igyekeznek elkerülni a csalókat, a megtévesztő fajoknak kevesebb termése képződik, mint a nektártermelőknél. Ugyanakkor megfogalmazódik a kérdés: ha a csaló orchideák szaporodási sikere kisebb a jutalmazóknál, miért olyan elterjedt ez a stratégia a kosborok között? A *Journal of Ecology* című rangos nemzetközi folyóiratban megjelent cikkünkben a család sikerének lehetséges okait vizsgáltuk.

Az orchideákat – más néven kosborokat – a legtöbb ember egzotikus, trópusi erdők fáin élő virágokként képzelel el, pedig valójában szinte az egész világon előfordulnak és nem csak fán lakó fajaik vannak. Hazánkban mintegy 70 talajlakó fajuk él. Változatos módszereket alkalmaznak a megporzó rovarok csalogatására. A más növények által leggyakrabban alkalmazott módszer, miszerint nektárt termelnek a megporzók jutalmazására, körükben is gyakori, azonban a család fajainak körülbelül egyharmada egyáltalán nem termel nektárt, hanem becsapja a megporzókat. A megtévesztés többféleképpen is történhet. Az eu-

rópai fajok esetében leggyakrabban kétféle stratégia fordul elő. A fajok egy része táplálék ígéretével csábít: látványos, színes virágokkal és kellemes illatukkal nektártermelő fajokot utánoznak, de valójában megtakarítják a nektártermelés költségét. A bangó nemzetség fajainak virágai viszont olyan speciálisan módosultak, hogy külalak, illat és tapintás tekintetében a megporzó rovarok nőtényeit utánozzák, így a hím rovarok párosodás reményében keresik fel őket, és eközben elvégzik a megporzást.

A megtévesztő stratégiának – a nektártermelés megtakarítása által jelentett nyilvánvaló előnyein túl – van egy jelentős hátránya: a rovarok hamar megtanulják felismerni a nektárt nem termelő fajokot. Ez a megporzás hatékonyságának csökkenését okozza, ami végső soron abban nyilvánul meg, hogy a virágok kisebb arányban fejlődnek termessé. Európában a nektártermelő fajok virágainak átlagosan több mint 60%-ából fejlődik termés, míg a megtévesztő fajoknál ez a szám átlagosan 30% alatti. Ebből a megfigyelésből arra következtettek a kutatók, hogy a megtévesztő fajok szaporodási sikere kisebb, mint a nektártermelőké. Felmerült tehát a kérdés, hogy ennek ellenére hogyan lehetnek ilyen sikeresek ezek a fajok, és hogyan lehet ilyen elterjedt ez a stratégia? Feltételezhető azonban, hogy ha csak a termésé fejlődött virágok arányát vesszük figyelembe, az nem ad eléggé pontos választ, mert a termésekben képződött magok számát is figyelembe kellene venni. Ez azonban nem is olyan egyszerű feladat. A családnak ugyanis fontos jellegzetessége a rendkívül apró, nagyon könnyű és nagy számban képződő úgynevezett pormag. A magok hosszúsága legfeljebb néhány milliméter, a hazai fajok esetében általában a fél-egy millimétert sem éri el, tömegük pedig mindössze néhány mikrogramm. A magok nemcsak kis méretük miatt ilyen könnyűek, hanem azért is, mert maghéjon belüli térfogatukat 60–98%-ban levegő tölti ki. Nem csoda tehát, ha a kosborok magjai szinte lebegnek a levegőben.

Az apró magvagnak több előnye is van: egyrészt igen hatékonyan terjednek szélel, másrészt előállításuk az anyanövénytől kevés ráfordítást igényel, így igen nagy számban képződhetnek. E szaporodási stratégi-



**Az orchideák érett terméseiből a legkisebb légmögás is magával sodorja a magvakat. Az ibolyás gérbics magjai térfogatának több mint 98%-át levegő tölti ki, és ennek köszönhetően „lebegnek” a levegőben: majdnem 6 másodpercre telik, míg másfél méter magasságból elérik a talajt**

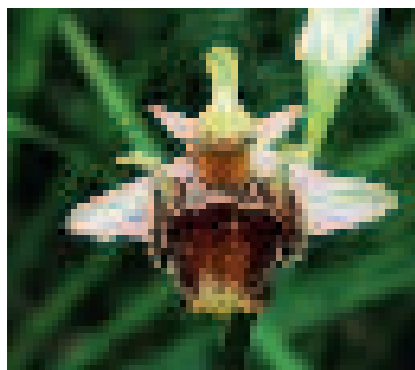
ának azonban hátránya is van, az, hogy a miniatűr magvakban alig van hely a csírázást az egyedfejlődés korai szakaszában tápanyagokkal ellátó táplálószövetnek, emiatt a növény kezdetben önállóan nem életképes, fennmaradásához szüksége van egyes mikorrhiza-gombákra. Az orchideák magjainak tehát rendkívül fontos szerepük van a család sokrétű és rendkívül finoman hangolt, magas fokú specializáltságában.

A növényeknél általános jelenségnek tűnik, hogy a magok száma és tömege között úgynevezett csereviszony áll fenn: a nagyobb magszám kisebb magmérettel jár és fordítva. Egyes növények kevés magot hoznak létre, de így egy-egy magba arányosan sokkal többet tudnak fektetni, mint a sok magot termelők. Az ilyen növényfajok terjedése általában kevésbé hatékony, viszont magjaik igen nagy arányban csíráznak és a belőlük fejlődött csíranövények versenyké-

pessége és túlélési esélye is jobb. Más fajok alig fordítanak forrást egy-egy utódokra, így viszont igen nagy számban képesek őket létrehozni. Ezek kisebb eséllyel csíráznak ki és élnek túl, viszont könnyűségük és számosságuk miatt hatékonyan terjednek. Természetesen a két végpont között szinte végtelen a lehetséges stratégiák száma, az orchideák az egyik szélsőséget jelentik e gradiens mentén.

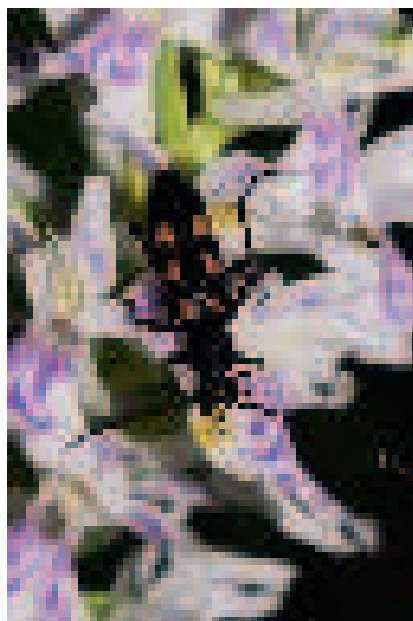
Az orchideák magprodukciója már *Darwint* is foglalkoztatta. Az 1862-ben megjelent, orchideák megporzásával foglalkozó könyvében elsőként közölt adatokat két orchideafaj termésenkénti magszámáról. Darwin egy hosszú, keskeny sávban a lehető legegyszerűbben rendezte el a magokat és egy adott (rövid) szakaszon megszámlálta őket, majd ebből és a sáv teljes hosszúságából következtetett az összes mag számára. Darwinra nagy hatással voltak az adatok, és kiszámolta, hogy ha minden magból növény fejlődne, akkor egyetlen példány unokái elárasztanák a Brit-szigeteket, a dédunokák pedig a Föld szárazföldjeinek jelentős részét „egynemű zöld szőnyeg”-ként borítanák.

Későbbi kutatók egyéb módszereket is közöltek a termésekben képződött magok számának indirekt meghatározására. Az ilyen módszerek nehézségét az jelenti, hogy a magok nagy levegőtartalmuk és kis sűrűségük miatt nem elegyíthetők vízzel. *Proctor* és *Harder* vákuumkamrában kezelték a magokat, hogy kiszorítsák belőlük a levegőt. A magok így alkalmassá váltak a vízben való elkeverésre, és ezzel egy adott térfogatban a magok számának a meghatározására. A magszámra az egy természetben található magok összötegéből is követ-



**A szarvas bangó ivaroszlópából egy felajzott hím méh már elvitte a két pollencsomagot, a bibefelületen viszont rengeteg más virágból származó virágpórt hagyt**

kezteni lehet, ehhez azonban minden egyes termés esetében külön meg kell határozni a magtömeget, másképpen a magtömeg nagy variabilitása miatt ez a módszer nagyon pontatlan eredményt adna. Mindezen mód-



**Az erdei ujjaskosbor virágai nem termelnek nektárt, megporzásukat különböző bogarak végzik, például a foltos virágincér**

szerek kivitelezésének nehézségét jól illusztrálja, hogy frissen közölt tanulmányukat megelőzően csak mindössze 17 európai orchideafaj (a földrészen ismert orchideafajoknak kevesebb, mint 5%-a) magszámáról állt rendelkezésre adat.

Vizsgálataink során arra voltunk kíváncsiak, hogy a megtévesztő fajok kompenzálják-e valamilyen módon az alacsonyabb termésképzési arányukért. Feltételeztük, hogy ez a kompenzáció háromféleképpen történhet: magasabb virágszám, magasabb termésenkénti magszám, illetve nagyobb magméret segítségével. A magasabb virágszám adott termésképzési arány mellett is nagyobb termésszámot eredményez, a magasabb termésenkénti magszám pedig szintén a teljes magprodukció növekedését eredményezheti. A magok méretének növekedése pedig úgy járulhat hozzá a reprodukciós siker növekedéséhez, hogy a nagyobb magok általában jobban csíráznak és erőteljesebb növekedésű, sikeresebb növények fejlődnek belőlük.

Az általunk alkalmazott módszer újszerűsége abban rejlik, hogy víz helyett glicerinen kevertük el a magokat. Az igen nagy viszkozitású glicerinen a magok sokkal lassabban, csak percek elteltével emelkednek a felszínre, így néhány percre a glicerinen és a magok homogén szuszpenzióját lehet kialakítani. Ebből a szuszpenzióból ismert térfogatú cseppeket pipettáztunk ki, majd a cseppekben fénymikroszkóp alatt megállapítottuk a magok mennyiségét, ebből következtünk a magok számára a teljes térfogatban.

Ezen új módszer alkalmazásával 48 hazai orchideafaj összesen 1015 termésében

található magok számát sikerült meghatározunk. A magok termésenkénti száma az egyes fajoknál körülbelül ezer és húszezer között változik, átlagosan 5600 körülnek adódott. Egy virágzó hajtás azonban átlagosan 170 ezernél is több magot teremhet!

Eredményeink alapján nincs számottevő különbség a megtévesztő és a nektártermelő fajok között sem virágszám, sem magméret tekintetében. Statisztikai értelemben jelentős különbséget tapasztaltunk viszont a termésenkénti magszám tekintetében: a megtévesztő fajok egy-egy termésében sokkal több mag képződik, mint a nektártermelőkében. Ennek eredményeként a két stratégiába tartozó növények virágzó hajtásonként hasonló mennyiségű magot teremnek.

A csaló stratégia előnyeiként több tényezőt is számón tartanak. Egyrészt nektártermelés hiányában számottevő energiát spórolnak meg a növények, mivel a nektár igen gazdag többek között különböző cukrokban és aminosavakban. Másrészt a nektár nélküli fajok virágzatán kevesebbet időznek, és kevesebb virágot látogatnak meg a megporzó rovarok, így csökken annak az esélye, hogy ugyanazon növényegyed egy másik virágáról származó pollen termékenyíti meg a virágot. Ez azért fontos, mert így csökken a beltenyésztes és sokkal változatosabb genetikai állományú utódok (magok) képződhetnek. Ezen ismert előnyök a nektártermelő fajokéval azonos hajtásonkénti magszámmal együtt megmagyarázhatják a megtévesztő stratégiát alkalmazó fajok sikerességét és elterjedtségét. †

SONKOLY JUDIT–TÖKÖLYI JÁCINT–  
TÖRÖK PÉTER–MOLNÁR V. ATTILA

*A kutatást az OTKA K108992 számú pályázat és a Nemzeti Tehetség Program támogatta.*

## Irodalom

- Arditti J. & Ghani A.K.A. 2000: *New Phytol.* **145**: 367–421.
- Darwin C.R. 1862: *The various contrivances by which orchids are fertilised by insects.* – J. Murray, London.
- Jersáková J. et al. 2006: *Biol. Rev.* **81**: 219–235.
- Neiland M. R. M. & Wilcock C. C. 1998: – *Amer. J. Bot.* **85**: 1657–1671.
- Proctor H.C. & Harder L.D. 1994: *Can. J. Botany* **72**: 249–255.
- Sonkoly J., Molnár V. A. & Török P. 2014: *Kitaibelia* **19**: 295–330.
- Sonkoly J. et al. 2016: *J. Ecol.* **104**(1): doi 10.1111/1365-2745.12511
- Tremblay R.L. et al. 2005. *Biol. J. Linn. Soc.* **84**: 1–54.