

SZAKDOLGOZAT

Morzányi Anna

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Kertészeti Technológia Intézet

Kertészmérnök BSc.

***Epipactis bugacensis* reprodukciós sikere a polináció
függvényében**

Belső konzulens: Dr. Neményi András Béla
Tudományos főmunkatárs

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Tájépítészeti,
Településtervezési és Díszkertészeti Intézet,
Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási
Kutatócsoport

Külső konzulens: Dr. Nagy János György
Vezető kutató

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

Készítette: **Morzányi Anna**

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, célkitűzések.....	3.
2. Szakirodalmi áttekintés.....	5.
2.1. Orchideákról általánosan.....	5.
2.1.1. Magyarországon vadonélő orchideák.....	5.
2.2. <i>Epipactis</i> nemzetség.....	6.
2.3. Orchideák megporzása.....	9.
2.3.1. Orchidea megporzási módok.....	9.
2.3.2. <i>Epipactis bugacensis</i> lehetséges beporzói.....	14.
2.4. Orchideák magvai.....	15.
3. Anyag és módszer.....	17.
3.1. A kutatás helyszínei.....	17.
3.1.1. Nyárerdők bemutatása.....	17.
3.1.2. Nyárültetvények és orchideák.....	18.
3.1.3. Bugaci nőszőfű (<i>Epipactis bugacensis</i>) bemutatása.....	19.
3.2. Módszer.....	22.
4. Eredmények és értékelésük.....	26.
4.1. A vizsgálat eredményei.....	26.
4.1.1. Mortalitás a jászfényszarui populációban.....	26.
4.1.2. Magképzési siker.....	27.
4.1.3. Tokképzési siker.....	28.
5. Következtetések.....	30.
6. Összefoglalás.....	32.
7. Köszönetnyilvánítás.....	34.
8. Irodalomjegyzék.....	35.
9. Nyilatkozat.....	38.

1. Bevezetés, célkitűzések

A Föld népessége robbanásszerűen nőtt, jelenleg több, mint 8 milliárd ember él a Földön, ami hatalmas természetvédelmi és környezetvédelmi problémákat okoz. A túlnépesedés szinte az összes környezeti problémáért felelős. Részt vesz környezetszennyezésben, energia- és élelmiszerproblémákat okoz, emellett rengeteg társadalmi és gazdasági problémát vált ki. Negatív hatással van a természetes és természetközeli élőhelyekre, egyre kevesebb műveletlenül hagyott tér (erdő, mező...) áll a természet rendelkezésére. Példának okáért vegyük az erdőirtást, az egyre több művelt mezőgazdasági területet az élelmiszerszükséglet érdekében, vagy a tömördek építkezést (ipar, urbanizáció). Az élőhelyek átalakulása és leromlása, a területvesztés hozzájárul a biodiverzitás csökkenéséhez.

Az ökoszisztémák stabilitásában kulcsszerepet játszik a biodiverzitás. A káros emberi tevékenységek csökkentik az állat- és növényvilág biológiai sokféleségét. A diverzitást leginkább az veszélyezteti, hogy sorra pusztulnak el vagy alakulnak át a természetes élőhelyek. Ilyen veszélytényező lehet a vizes élőhelyek kiszáradása, az erdőirtás, a szántó- és legelőterületek terjeszkedése, a természeti erőforrások kiaknázása és az urbanizáció. (V. Rucek 2020)

Az klímaváltozás jelentős hatást gyakorol az élővilágra. Azok a fajok, amelyek szaporodási rátája alacsony, vagy különlegesebb élőhelyet igényelnek, nehéz helyzetbe kerülhetnek. Ebből a szemszögből az orchideák jelentős klímaindikátorok lehetnek.

Az *Orchideaceae* a virágos növények legnagyobb és egyben legfajgazdagabb családja, ami az összes növény közel 10%-át, körülbelül 880 nemzetséget és 20-30.000 fajt foglal magába. (Chase et al. 2003, 2015; Pillon and Chase, 2007) Ezzel egyidejűleg az *Orchideaceae* az egyik legsebezhetőbb növény család (Pridgeon, 1996; Scotland and Wortley, 2003; Clemente, 2009; Brzosko et al. 2023), mert sok ritka és veszélyeztetett fájának a közelmúltban szignifikánsan csökkent az elterjedési területe és ezzel természetesen az egyedszáma is. (Vojtkó et al. 2015)

Molnár (2015) szerint a talajlakó európai orchideák a trópusi epifiton (fán élő) fajoknál sokkal sebezhetőbbek. A kosborok ismert állományainak több, mint fele számos európai országban – főként az élőhelyek átalakulása és tájhasználat miatt – kihalt. Ehhez nagyban hozzájárul a klímaváltozás. Magyarországon elsősorban olyan fajok kihalásához járult hozzá az

éghajlatváltozás, melyeknek előfordulásának centruma tőlünk északabbra esik és melyek hazánkban hegyvidékeken voltak megtalálhatók.

Egy élőhelyen belül az orchideák eredményessége sok tényezőn múlik, de a legfontosabb tényező a növény reprodukciós sikere. Vojtkó és társai (2015) szerint: „természetvédelmi értékük miatt szaporodási sikerességük vizsgálata napjainkban igen aktuális téma. Bebizonyosodott, hogy a szaporodási sikert az egyéni tulajdonságok, mint a beporzási mód (jutalomadó, nem jutalmazó, autogám), a növény magassága, valamint a közösségi és környezeti jellemzők, például a populáció mérete és az éves csapadék mennyisége előrejelzik.”

Molnár (2009) az új magyar füvészkönyvben (Király 2009) Magyarországról 64 orchidea fajt és alfajt jelez, közöttük az *Epipactis* nemzetséget, mint legnagyobb fajszámú nemzetséget, 14 fajjal és 2 alfajjal. Ismert, hogy a kis areájú, alacsony egyedszámú, benszülött fajok különösen is sérülékenyek (Standovár és Primarck 2001). Igaz ez a fokozottan védett *Epipactis bugacensis*re is, amely veszélyeztetettség közeli, tehát a közel jövőben nagy valószínűséggel a legalább sebezhető kategória kritériumainak fog megfelelni az IUCN vörös listája (<http://www.iucn.org>) szerint.

A növényt obligát önmegporzóként írták le a működésképtelen viscídiuma miatt (Robatsch 1990, Molnár 2011a, Molnár 2019, Molnár és Csábi 2021). Témavezetőm azonban felfigyelt arra, hogy a természetben az idegen megporzás is lehetséges a fajnál, de az orchideáknál szokatlan, eddig publikálatlan módon, ezért az ő- és Dr. Gilián Lilla Diána témavezetésével Molnár Adrián (2019) foglalkozott az *Epipactis bugacensis* lehetséges megporzóival a szakdolgozatában.

Nem ismert, hogy a faj termés- és magképzésében mekkora szerepet játszik az önmegporzás, illetve az idegenmegporzás. Szeretnénk megvizsgálni, hogy a megporzó szervezetek kizárásával lesz e különbség a megporzási sikerben (termésképzésben és a termésenkénti magsűrűségben), a megporzó fajoktól elzárva, illetve azoknak kitett egyedek között.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Orchideákról általánosan

Az *Orchideaceae* a zárvatermők legfajgazdagabb és legváltozatosabb növénycsaládja, mely körülbelül 28.000 leírt fajjal rendelkezik. Az orchideák Darwinra is nagy hatást gyakoroltak, így ír egyik Hookernek címzett levelében: „Soha nem érdekelt egyetlen téma sem jobban az életemben, mint az orchideák.” (Micheneau et al. 2009)

Hazánkban több, mint 60 vadonélő orchidea faj található meg. Szépségük ára, hogy az egyik legnagyobb veszélynek kitett család is egyben. (Gilián 2021)

Rendszertanilag az orchideák a Növények országába (*Plantae*), Zárvatermők törzsébe (*Magnoliophyta*), Egyszikűek osztályába (*Liliopsida*), Spárgavirágúak rendjébe (*Asparagales*) és ezen belül a Kosborfélék családjába (*Orchidaceae*) tartoznak. (Gilián 2021)

Az orchideák évelő, lágyszárú növények. A családba tartozó fajok többsége a trópusok lakója, ahol sziklalakó (lítófiton), fánlakó (epifiton) és talajlakó (terresztris) egyedeik is megtalálhatóak. (Molnár 2011a)

2.1.1. Magyarországon vadonélő orchideák

Az orchidea név hallatán a legtöbb ember eszébe a trópusokon élő epifiton orchideák jutnak. Tulajdonképp az egész világon fellelhetőek és nem csak fán élnek. (Sonkoly et al. 2016) A hazai orchideák - mint az összes mérsékelt övi fajuk - talajlakók. (Molnár 2011a) Magyarországon a legtöbb kosborféle tavasz végén és nyáron virágzik. A virágzás néhány hétig tart, de az ország különböző szegleteiben az azonos fajok virágzásának ideje eltérhet. A virágnylást az adott év időjárása is befolyásolhatja. (Molnár 2011a)

Hazánkban a Kosborfélék családjának három alcsaládja található meg: a *Cypripedioideae* (1 nemzetséggel és 1 fajjal), az *Epidendroideae* (9 nemzetséggel és 30 fajjal) és az *Orchidoideae* (12 nemzetséggel és ezen belül 36 fajjal). (Gilián 2021)

A hazai 67 fajból 3 faj kipusztultnak tekinthető, mivel, több, mint 5 éve nem észlelték az előfordulásukat. (Molnár 2011)

2.2. Az *Epipactis* nemzetség

Az Nőszőfüvek nemzetsége (*Epipactis*) hazánkban a legfajgazdagabb orchidea nemzetség. Taxonjainak azonosítása rengeteg kihívással jár. (Molnár V. 2003) Az újonnan leírt nőszőfű fajok száma az elmúlt szűk ötven évben körülbelül négyszeresére nőtt.

Amikor azonosítjuk a nemzetség fajait, akkor sok vegetatív bélyeg a hasznunkra lehet- ilyen bélyeg lehet például a lomblevelek száma, a lomblevelek alakja, a hajtás tövének színe és az alsó murvalevél mérete- azonban a megkülönböztetés a legsikeresebben az egyes virágalkotó elemek vizsgálata lévén lehetséges. Nagyon fontos megfigyelni a kinyílt virágokon az ivaroszplop (gynostemium) szerkezetét. (Molnár V. 2011)

A Nőszőfű fajok mindegyikének rizómája van. A rizóma lehet vízszintes vagy függőleges. Mint rizómás, erdei fajok, a nőszőfüvek hajtásai már a virágzás előtt 1-2 hónappal megjelennek (április és július között) és a legtöbb faj esetében a levelek még termésérés után is zöldek maradnak. (Molnár 2011b) Leveleik mérete és formája nagyon különböző lehet, a száron szórtan helyezkednek el, szárölelő vállúak, ülők, kerekded-, elliptikus-, ovális- vagy lándzsa alakúak, zöldek vagy lilásak, gyakran markáns erekkel. A felsőbb lomblevelek gyakran a virágokat a hónaljukban hordó murvákba mennek át. A szár lehet szőrözött vagy az autogám fajoknál csupasz, és zöldtől a liláig színezett. (Claessens -Kleynen, 2011)

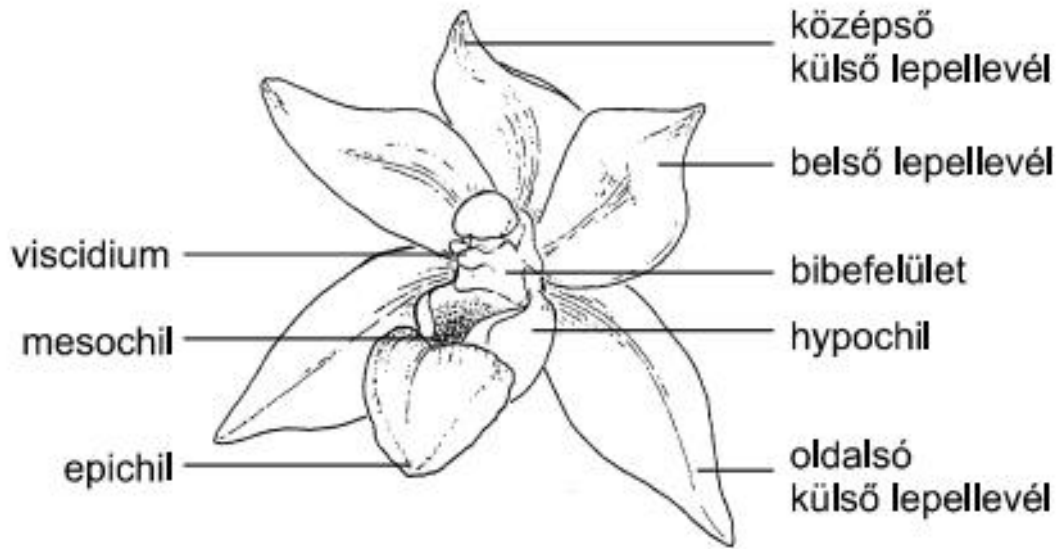
A virágzat egyszerű fűrt, a bimbós állapot kezdetén bókoló, majd az idő múlásával egyre inkább kiegyenesedő. A murvalevelek legalul lomblevélszerűek és hosszuk meghaladhatja a magházét, míg felfelé haladva a legtöbb esetben csökken a méretük. A magház csavart kocsányon helyezkedik el. A virágok mereven elállóak vagy csüngők (Ehlers et al. 2002), lepelleveleik különböző színűek lehetnek, de leginkább zöldesek, illetve barnásak-lilásak. (1. ábra) A külső és belső lepelkör tagjainak alakja szinte azonos, általában a külsők valamivel hosszabbak, mint a belsők és színük világosabb. (Claessens -Kleynen, 2011)



1. ábra: *Epipactis* nemzetség virágainak sokszínűsége (A képen szereplő fajok: *E. pseudopurpurata*, *E. bugacensis*, *E. tallosii*, *E. mecsekensis*, *E. pontica*, *E. voethii* (Forrás: Molnár V. (2011), saját kollázs.)

A mézajak egy apikális (végálló, csúcsi), többé-kevésbé háromszög alakú epichilből (ajakcsúcsból) és egy bazális (alapi) csésze alakú alaprészből, a hypochilből (ajakcsészéből) áll. A hypochil felső pereme az epichil felé - fajtól függően többé- kevésbé – elkeskenyedik, mielőtt átmenne a kiterülő epichilbe. A hypochil epichilbe való átmeneti, többé- kevésbé elkeskenyedő részét mesochilnak nevezzük. (2.ábra) Az epichil lehet ajakdudorokkal (callus) bordázott, színe fajtól és állománytól függően a fehértől a zöldön, sárgán, rózsaszínen és pirosan keresztül a mély vörösesbarnáig nagyon sokféle lehet. A hypochil belseje vörösesbarna színű, benne alul nektár válhat ki. A sarkantyú (calcar) hiányzik. Az ivaroszlop rövid, felálló. (Claessens –Kleynen, 2011)

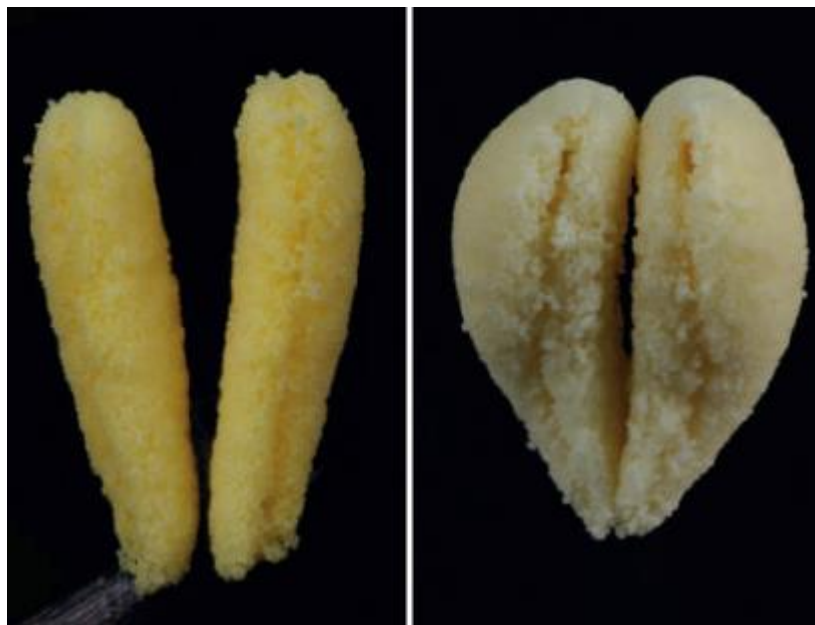
A portok felálló, két hosszúkás, visszástojásdad alakú pollíniumból (3. ábra) áll, mely itt, az *Epipactis* nemzetségben nyél nélküli. A bibefelület (stigma) eredetileg három karéjából a két felsőbe fekszenek bele a pollíniumok, az egyik bibekaréjba az egyik pollínium, a másik bibekaréjba a másik pollínium. A harmadik (alsó) bibekaréj csőröcskévé (rostellum) alakul. A pollíniumokat a bibe oldalán egy hártvány-, a két felső bibébe nőtt pollíniumokat fedő pollenágy, a clinandrium takarja. (Claessens –Kleynen, 2011)



2. ábra: Epipactis- virág főbb alkotórészei

(Forrás: Molnár V. (2003))

A rostellumon található a pici, gömb alakú, fehér ragadós test, amely a pollíniumokhoz kapcsolódik. Ennek segítségével tapadnak a pollencsomagok (pollíniumok) a megporzó testére és a megporzó (rovar) így a két pollíniumot egyszerre viszi el. Az ivaroszlop bal és jobb oldalán két, többé- kevésbé kiemelkedő staminódium – az evolúció során két porzóból (stamen) kialakult mézfejtő- található. (Claessens –Kleynen, 2011)



3. ábra: *Epipactis* fajok (*E. palustris*, *E. purpurata*) virágporcsomagjai (Forrás: Molnár V. (2011a))

Ezek termelhetnek nektárt, vagy színezetük által a virág vonzóbb lehet a megporzók számára. A legtöbb allogám fajban a ragadótest (viscidium) jól fejlett. Az autogám fajokban a ragadótest csökevényes, vagy teljesen hiányzik. (Claessens –Kleynen, 2011)

2.3. Orchideák megporzása

2.3.1. Orchidea megporzási módok

Az Európában vadonélő orchideáknak két főbb megporzási típusa van. Vannak az önmegporzó (autogám) és a rovarmegporzású (allogám) fajok. A rovarmegporzás történhet nektárral való csalogatással, vagy megtévesztéssel: táplálék ígéréssel vagy szexuális úton való megtévesztéssel. (Gilián 2021)

Az autogámia, vagyis önmegporzás alkalmával a bibét az ugyanabban a virágban termelt pollen porozza be. Típusai a kleisztogámia, amikor a virágok nem nyílnak fel és az önmegporzás kizárólagos, valamint a chazmogámia, amely esetben a virágok felnyílnak, tehát itt nem zárhatjuk ki a rovarmegporzást.

Az allogámia kölcsönös megporzást jelent, melynek során a bibére vagy a nyitvatermők magkezdeményére más virágban termelt pollen kerül.

Ennek három típusa van:

1. a geitonogamia, azaz szomszéd megporzás,
2. a xenogamia (idegen megporzás) és
3. a bastardogámia (nem egy fajhoz tartozó két egyed között történő megporzás).

(Nagy J. 2020)

Tudunk olyan fajokokról is, melyeknél a virág oly módon alakult ki, hogy a rovarbeporzást teljesen ellehetetlenítette, így az egyetlen lehetőségük csak az önmegporzás maradt. Ilyen obligát, azaz kizárólagos autogámia pl. az említett kleisztogámia. Több nőszőfű fajra (*Epipactis albensis*, *E. placentina*, *E. muelleri*) is jellemző, hogy a virágon az ivaroszlop redukálódását lehet megfigyelni, ami szintén obligát autogámiához vezet. (Molnár, 2019)

Az önmegporzás előnye, hogy ezek az autogám fajok nem függenek a rovarmegporzástól és beporzókat jelentősen befolyásoló időjárási elemektől. Éppen ezért magas a megtermékenyülésük aránya, utódjaik genetikai variabilitása azonban alacsony marad. A nektárral való csalogatás hátulütője, hogy a magas cukortartalmú jutalom előállításához nagy

energiamennyiségre van szükség, tehát a folyamat sok energiát von el a növénytől, mindez abban nyilvánul meg, hogy kevesebb magot fog tudni termelni a növény. (Molnár, 2019)

Az európai rovarmegporzású kosborfélék eddigi ismereteink alapján képesek az önmegporzásra, ezt a bodzaszagú és széleslevelű ujjakosborral (*Dactylorhiza sambucina*, és *D. majalis*) és a kétlevelű sarkvirággal (*Platanthera bifolia*) végzett Vojtkó és társai (2015) hazai kísérletei is bizonyítják.

Az obligát önmegporzónak gondolt fajoknál is lehetséges nektártermelés, a fakultatív autogám fajoknál pedig előfordulhat, hogy rovar porozza be a növényt. Nektártermelő fajok például a sarkvirágok (*Platanthera*), a bibircsvirágok (*Gymnadenia*), a nőszőfüvek (*Epipactis*) és a füzértekercecsek (*Spiranthes*). (Molnár V. 2011)

Három újabb evolúciós irányvonal kezdett kialakulni a nektártermelést elhagyott fajok közül. „Ezek lehetnek az önmegporzás, a megporzók megtévesztésével és ellenszolgáltatás mellőzésével járó csalogatás, illetve a virágok átalakulása bűvó és alvóhelyekké. Az ellenszolgáltatás nélküli csalogatásnak is több változata alakult ki, ezek a táplálék ígéretével járó, azon belül is a pollentermelő virágok utánzása, a nektártermelő virágok utánzása és a zsákmány utánzása. További változatok a tartálycsapda alkalmazása és a szexuális megtévesztés.”(Molnár 2019) Nagyon sok orchidea használ megtévesztést, a nemzetség körülbelül 10000 faja, hogy vonzza a beporzókat. (James D. Ackerman 1986, Brzosko et al. 2021)

Nem csak az autogámia, de a szomszédmegporzás (geitonogámia) is jelentős szerepet tölt be az orchideák körében. „Ez azt jelenti, hogy a megporzást végző rovar alulról felfelé, virágról virágra halad a növényen, ezzel a virágok “egymást” termékenyítik meg.” (Molnár, 2019)

A hazai orchidea fajok körülbelül harmada, a trópusi orchideáknak pedig körülbelül 5-20%-a autogámiával (is) szaporodik. Egy részük először megvárja a rovarokat, hátha azok elvégzik a beporzást. Ha a megporzás nem történik meg a rovarok által, akkor következik az önmegporzás. Ez a stratégia a fakultatív autogámia.

Az európai orchideafélék körülbelül 11,6%-a termel nektárt, melyet Magyarországon a fakultatív autogám és a rovarmegporzású kosborok virágában fedeztek fel eddig. A fakultatív önmegporzású és rovarmegporzású hazai orchideáink közül mindössze néhány faj termel nektárt: a nőszőfüvek (*Epipactis spp.*), az ibolyás gérbics (*Limodorum abortivum*), a zöldike ujjakosbor (*Dactylorhiza viridis*), kúszó avarvirág (*Goodyera repens*), a bibircsvirágok (*Gymnadenia spp.*), sarkvirágok (*Platanthera spp.*), a füzértekercecsek (*Spiranthes spp.*), a

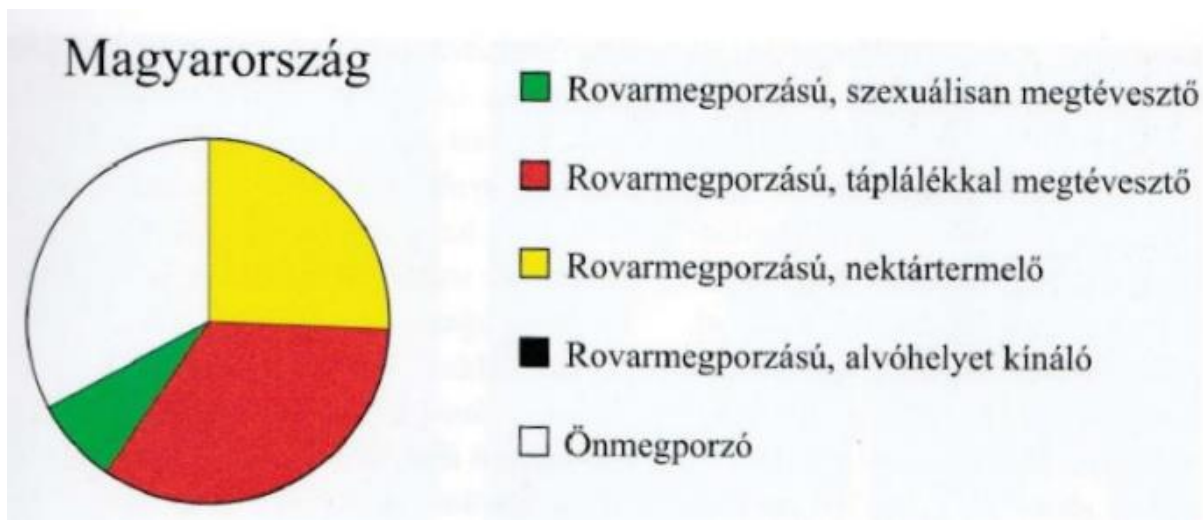
békakontyok (*Neottia spp.*), a lápi hagymaburok (*Liparis loeselii*), a poloskaszagú sisakoskosbor (*Anacamptis coriophora*) és a fiókás tőzegorchidea (*Hammarbya paludosa*). (Molnár 2011a)

„Az őszi orchideák leggyakrabban valószínűleg rovarmegporzással szaporodtak.” (Molnár, 2019) A növényvilág 90%-a támaszkodik a beporzó szervezetre. (Jacquemyn et al. 2015)

Molnár (2011a) szerint a rovarmegporzáson belül a fajok típusa lehet:

1. nektártermelő
2. prédautánzó
3. táplálék ígéretével megtévesztő
4. tartálycsapdával rendelkező
5. szexuális úton megtévesztő

A hazai orchideák megporzási típusonkénti megoszlását a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: A magyarországi orchideafajok megoszlása megporzási típusonként.
(Forrás: Molnár 2011a)

A nektártermelés a rovarbeporzók hívogatására a legbeváltabb módszer. A nektárnak magas a cukortartalma ezért tápláló és a rovarok számára igen vonzó, de szerepet játszik a genetikailag előnytelen szomszédmegporzás valószínűségében. A nektártermelő virágokat rengeteg féle rovar látogatja: bogarak, hártyásszárnyúak, poloskák, kétszárnyúak, lepkék. A virágok

illatának, alakjának, színének és illatának mellett a beporzók még a nektárhoz is alkalmazkodtak. (Molnár 2011a)

Ackerman (1986) szerint az áttérés a megtévesztésre akkor történhet, amikor már az adott növény populációjának mérete képtelen arra, hogy fenntartsa a beporzók érdeklődését, amikor az abortálódás megjelenik (genetikai korlátoknak köszönhetően), vagy amikor az energiatakarékosságot fokozni kell a túléléshez és a hosszútávú szaporodási sikerhez. Ezek a körülmények egyenként és együtt is kifejthetik a hatásukat a beporzási rendszerek evolúciójának eredményeképp.

Az *Orchideaceae* család több mint harmada, körülbelül 10000 faj alkalmaz megtévesztést a megporzáshoz. A megtévesztő orchideáknak kevesebb termése képződik, mivel a rovarok egy idő után rájönnek a „csalásra” és igyekeznek elkerülni a csalókat. „Európában a nektárral csalogató orchideák virágainak átlagosan több mint 60%-ából fejlődik termés, míg a megtévesztő fajoknál ez a szám átlagosan 30% alatt van.” a megtévesztő fajok egy-egy termésében sokkal több mag képződik, mint a nektártermelőkében. (Sonkoly et al. 2016)

Annak ellenére, hogy a megtévesztő beporzási rendszerek elterjedtek az *Orchideaceae*-ben, és valószínűleg óriási a befolyásuk a család fejlődésére, nagyon keveset tudunk róluk. (Ackerman, 1986)

Amellett, hogy nagyon kevés megtévesztő beporzási rendszer lett megfelelően tanulmányozva, azt feltételezhetjük, hogy a megtévesztő beporzás a jutalmazó beporzási rendszerekből fejlődött ki. (Ackerman, 1986)

A táplálékkal megtévesztő orchideák olyan virágokat utánoznak, melyek nektárt termelnek. Az energiát - amit az édes, cukortartalmú nektár termelésére fordítanak, - azonban megspórolják. A megtévesztésre a rovarok igen hamar rájönnek, majd az ilyen virágokat néhány eredménytelen próbálkozás után kerülik. (Molnár és Takács 2016).

A kérdés az, hogy mikor fogja a beporzó jutalom hiánya egy rovarbeporzású orchideában akadályozni a termés- és maghozamot? Ennek a problémának néhány aspektusa egyszerűen tesztelhető a nektárjutalom kísérleti hozzáadásával vagy eltávolításával. Egy populációban a nektár eltávolítása a virágokból a beporzók látogatásának ritkulásával és termés csökkenéssel járhat, kivéve talán a kisebb elszórt populációkban. Darwin (1885) éppen ezt próbálta kideríteni, amikor levágta az *Anacamptis pyramidalis* virág sarkantyúját. Kísérleti terve meglehetősen nyers volt, a minta mérete elenyésző, eredményei pedig kétértelműek voltak.

Darwin állította, hogy a kontrollvirágokat gyakrabban látogatták meg a megporzók, mint a vágott virágokat, azzal érvelt, hogy létezik jutalom, de nem szabad nektár formájában. Habár, az ő adatai nem mutattak jelentősebb különbséget a megvágott és a kontroll virágok megporzásában, a várt eredmény az lett volna, hogy kiderüljön: az *A. pyramidalis* étel megtévesztő-e. Ma már tudjuk, hogy az. (Ackerman, 1986)

Kaliforniában kísérleteztek azzal, hogy nektárt adtak a nektártalan *Calypso bulbosa* sarkantyúiba, ami felborította az ozmotikus egyensúlyt és a virágok elhervadtak. Ebből a vizsgálatból kiderült, hogy fiziológiai korlátai is vannak az ilyen kísérletezéseknek. (Ackerman, 1986)

Az *Epipactis* nemzetségnek hazánkban közel 20 faja lelhető fel. Eddigi publikációk szerint ennek a nemzetségnek is két megporzási típusa van: önmegporzó (autogám) és idegenmegporzású (allogám). (Brys et al. 2015) Az allogám stratégia az erre képes *Epipactis* fajok esetében úgy tűnik, hogy nem kizárólagos, mellette az önbeperzés is bekövetkezhet, mint azt Rewicz és munkatársai (2017) megfigyelték lengyelországi *Epipactis helleborine* populációk vizsgálata során. Az eddigi cikkek alapján tehát a obligát autogám *Epipactis*ok nem igazán ismertek (Rewicz et al. 2017), viszont sok fajt obligát autogámként kezel a szakirodalom (Molnár 2011a, Molnár és Csábi 2021.)

Az obligát autogámként kezelt nőszőfű fajok többségében redukálódtak, módosultak a rovarbeporzáshoz szükséges elemek, vagy az ivaroszlop változott meg, így tudott kialakulni az önmegporzás. A viscidium (ragadótest), ami rögzítené a pollencsomagot a megporzó rovarhoz, vagy csak rövid ideig (fakultatív autogám) vagy egyáltalán nem (obligát autogám) funkcióképes. Az obligát és a fakultatív autogámiában is ugyanúgy jut a virágpor a virágra: a pollíniumokból a pollen felaprózódik és kipereg a portokokból. Ezt segíti a klinandriumok redukálódása. A klinandrium a virágon belül a portokok és a bibe között helyezkedik el. (Molnár 2019)

Az allogám *Epipactis* fajok virágai darázs- és méhvirágok, mivel a nemzetség fő beporzói a társas darazsak. A nőszőfűvek virágzása alkalmazkodik a beporzó rovarok fejlődési sajátosságaihoz. A fajok hajtásai nyáron a nagy aszályban elszáradhatnak, virágaik lehullhatnak, a hajtásokat növényi tetvek tömegei rendszeresen látogatják és kárt tesznek bennük. Ezen tényezők ellenére az *Epipactis*ek virágai ebben az időintervallumban nyílnak, ezzel alkalmazkodva a beporzó rovarukhoz, a társas darazsakhoz. A társas darazsak családja nyár közepére- pont akkorra,

amikor a nőszőfüvek virágai nyílnak- éri el azt a létszámot, amivel már hatékony lehet a megporzásuk. (Molnár 2011b)

2.3.2. *Epipactis bugacensis* lehetséges beporzói

A kosborfajok virágzása időben harmonizál a beporzókkal, emiatt a virágszerkezetük igen diverz, beporzáshoz alkalmazkodott az evolúció során. Ez az összhang a klímaváltozás következtében sérülhet. (Gilián et al. 2019)

A szakirodalmak obligát önmegporzóként írják le az *Epipactis bugacensis*-t, azonban külsős konzulensem, Dr. Nagy János megfigyelte, hogy e növény esetében is beszélhetünk idegenmegporzásról. Molnár Adrián (2019) a szakdolgozatában ezzel a témában foglalkozik, a lentiekben az ő dolgozatát és külső témavezetőm szóbeli közléseit (Nagy ex verbis) vettem alapul, aki szerint néhány esetet kivéve (pl. mérgezés- Ehlers et al. 1997) nehezen elképzelhető, hogy egy nektárral és pollennel teli virágot, mint potenciális szénhidrát- és fehérjeforrást kihasználatlanul hagyjanak a területen élő, ezt fogyasztani képes szervezetek.

A bugaci nőszőfüvön külsős témavezetőm egy méhet észlelt és fényképezett le, amint a virágban található pollíniumokat szétrágta, szétkaparta és a ragacsos pollenszemeket magára kenve távozott onnan. A megfigyelt egyedek több virágot is meglátogattak. A meghatározás család szintig sikerült, az egyed egy karcsúméh (*Halictidae*) volt. Az évek során minden alkalommal azt tapasztaltuk, hogy a *Halictidae* faj(ok) rendszeresen látogatják az *Epipactis bugacensis* virágait.

Molnár Adrián (2019) egy gyötrőszúnyog fajt (*Culicidae*) is megfigyelt a virágon. Ez az egyed a növény Epichilén csak egy ideig tartózkodott, valószínű, hogy fogyasztotta a nektárból.

Emellett egy zengőlégy (*Platycheirus splendidus*) jelenlétét is észlelte, melyekről köztudott, hogy virágpórt és nektárt is fogyasztanak. A megfigyelés során a virágokkal nem érintkezett, de végigvizsgálta azokat, elképzelhető, hogy nektárt keresett. A fajt külsős témavezetőm is gyakran látta a virágok körül.

A Molnár (2019) által megfigyelt negyedik faj egy címeres poloska lárvája volt. A megfigyelés során az egyed csak a növény szárán és virágok tövében volt észlelhető, a virággal nem lépett kapcsolatba.

Molnár Adrián a terepen gyűjtött be fajokat, szakértők segítségével beazonosította. Az egyik egy hangya faj volt (*Themnothorax unifasciatus*). A hangyák nem végeznek hatékony megporzást (nincsenek a testükön olyan szőrök, melyek alkalmasak lennének a pollen szállításra), viszont a megfigyelt hangyaegyedek, mivel teljesen végigjárták a virágot (*mesochil*, *hypochil*, *pollinium*), így könnyen meglehet, hogy a bugaci nőszőfű autogámiájának egyik lehetséges résztvevőjének tekinthetők.

A növényeken sok pók faj volt jelen, de a virágokkal nem kerültek kapcsolatba, ezért őket ki lehet zárni a megporzásból.

A megfigyelt fajokból allogámiát végző potenciális megporzó a karcsúméh faj és a zengóméh faj lehet, melyek az autogámiában és a geitonogámiában is részesek lehetnek. A megfigyelt hangyáknak az autogámiában és esetleg a geitonogámiában lehet szerepük.

2.4. Orchideák magvai

A magyarországi orchideák termésképzésében alsó állású magház vesz részt, amely jellegzetes háromszatú áltoktermés. Az orchideák magjai igen parányak, melyre régi tudományos elnevezésük is utal: „*Microspermae*”, azaz apró magvúak. A magok nagyon könnyűek, hiszen 60-98%-ukat levegő tölti ki. Például az ibolyás gérbics magjai térfogatának több mint 98%-át tölti ki a levegő, és ezért magjai „lebegnek” a levegőben: Másfél méter magasságból körülbelül 6 másodperc alatt érik el a talajt. Könnyedségük és apró mivoltuk, valamint nagy számban való képződésük miatt pormagnak is hívják az orchideák magvait. A magok termésenkénti száma az egyes fajoknál körülbelül ezer és húszezer közé tehető, átlagosan 5600. Egy virágzó hajtáson átlagosan 170 000-nél is több mag képződhet!

A magok hosszúsága legfeljebb néhány milliméter, a hazai fajok esetében általában a fél-egy millimétert sem éri el, tömegük pedig mindössze néhány mikrogramm. (Sonkoly et al. 2016, Gilián 2021)

A kosborfélék R-stratégisták. Az R-stratégista növények gyorsan szaporodnak, nagyszámú utódot létrehozva. Az ilyen típusú növények általában kisméretűek, élettartamuk rövid. Ezzel magyarázható az, hogy az orchideák magjai kis tömegűek, így a széllel könnyen terjednek, illetve, hogy gyorsan beérnek. (Gilián 2021) Előnyük még, hogy az előállításuk anyanövénytől kevés energiát von el, így nagy számban tudnak képződni. (Sonkoly et al. 2016)

A növényeknél általános jelenség, hogy a magok száma és tömege között /úgynevezett csereviszony/ áll fenn: a kevesebb magszám nagyobb magmérettel jár és fordítva. Vannak növények, melyek kevés magot hoznak létre, így egy-egy magba sokkal többet tudnak fektetni, mint azok a növények, amik sok magot termelnek. Ezeknek a növényfajoknak a terjedése általában kevésbé hatékony, magjaik ellenben igen nagy arányban csíráznak és a belőlük fejlődött csíranövények versenyképessége és túlélési esélyei is jobbak. Más fajok alig fordítanak energiát egy-egy utódokra, így viszont igen nagy számban képesek őket létrehozni. Ezen magok csírázási és túlélési esélye igen csekély, viszont mivel könnyűek és sok képződik belőlük, a terjedésük igen hatékony tud lenni. A két végpont közötti stratégiáknak szinte se szeri se száma, az orchideák csak az egyik szélsőséget jelentik e gradiens mentén. (Sonkoly et al. 2016)

Az orchideák családjában minden faj szimbiózisban él gomba fajokkal. Ami hátrányt jelenthet a kosboroknak, hogy magjai parányiak, nem jut hely bennük a táplálósövetnek, így a mag a kezdetben életképtelen. Fennmaradásához szüksége van egyes mikorrhiza gombákra. Megfigyelték, hogy némelyik erdei orchideafajok a fákhoz kapcsolódó ektomikorrhiza gombákkal állnak kapcsolatban, általuk nyerik a szükséges tápanyagaikat. Ez igaz az *Epipactis* fajokra is. A mikorrhiza kapcsolat során a növény sejtjeiben hifahurkok jönnek létre és a csírázás során szerves, illetve szervetlen tápanyagok áramlanak a növénybe a gombából. Néhány vizsgálatot végeztek csupán azzal kapcsolatban, hogy a kapcsolat megmarad-e, ha a növény már kifejlett lesz? Ouanphanivanh (2008) ír a cikkében arról, hogy a mérsékelt égövi orchideák kifejlett állapotában is megmarad a mikorrhiza kapcsolata. (Ouanphanivanh 2008; Sonkoly et al. 2016; Gilián 2021)

3. Anyag és módszer

3.1. A kutatás helyszínei

Kutatásom során a kísérletet Jászfényszarun és Kiskunmajsa-Harkakötöny határában végeztük, a helyszíneken évek óta jelen levő stabil *Epipactis bugacensis* állományban. A kiskunmajsai kutatásomban segítségünkre volt Somogyi István, természetvédelmi örkerület- vezető. Jászfényszarun a kutatás felvételezését 2022. 06. 17. –én kezdtük meg. Az érett tokokat 2022. július 26.-án gyűjtöttem be. Az anyag részben a kutatásom helyszíneit és az általam vizsgált orchideafajt fogom részletesen bemutatni.

3.1.1. Nyárerdők bemutatása

Mindkét vizsgált helyszínen a felvételezés nemes nyarasokban (*Populus x euramericana*) történt. Minden kontinensen fellelhető faj, sok célra felhasználható, mivel faragható és könnyen hajlik, tűzifaként is funkcionál. Fontos növény a környezet védelme szempontjából, mivel gyökerei stabilizálják a talajt, csökkentve az eróziót (például vízpartokon), madaraknak és különböző állatoknak biztosítanak életteret. Mélyre hatoló gyökerei segítenek megőrizni a talaj nedvességtartalmát a vízhiányos területeken.

Jászfényszaru és Harkakötöny is a Holaktikus flórabirodalom, Pannóniai flóratartományának, Alföld (Eupannonicum) flóraidékének a Duna- Tisza köze flórajárásában található, meszes homok alapközetén.

A nemesnyár ültetvény aljnövényzetében sok özönnövényt találtunk, köztük selyemkórót (*Asclepias syriaca*), akácot (*Robinia pseudoacacia*) zöld juhart (*Acer negundo*), és aranyvessző fajokat (*Solidago spp.*). Molnár (2019) a további özönnövényeket találta a területen: bálványfa (*Alianthus altissima*), gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*), tájidegen őszirózsa fajok (*Aster spp.*)

A telepített nemesnyaras (5. ábra) hajdan igen gazdag vegetációjú területen létesült. Fűz- nyár ligetek, mocsarak, láprétek, homokpusztagyeppek és szikesek is megtalálhatóak a térségben. Ezen természetes élőhelyek jó részét mára már felváltották a szántók, erdőültetvények és ipari övezetek.(Molnár 2019)



5. ábra: A jászfényszarui kutatási terület a 97/A erdészeti parcellában található.
(Forrás: <http2>)

3.1.2. Nyárültetvények és orchideák

A nyárfaültetvényekben Európa szerte 26 orchideafajt figyeltek meg. A legelterjedtebb orchideák a rizómás, részben mikoheterotróf *Cephalanthera* és *Epipactis* fajok. A feljegyzések alapján a populációk évtizedeken keresztül fennmaradhatnak és lendületesen növekedhetnek. Egyes esetekben a populációk akár több ezer, illetve több százezer egyed is számlálhatnak. Nagyjából a hét éves ültetvényekben jelenhetnek meg először az orchideák. Arról, hogy a természet, a talajadottságok és a fafajták miként és hogyan befolyásolják a kosborok meglétét az adott helyen, keveset tudunk. Az viszont nagyon valószínű, hogy ebben döntő szerepet játszanak a nyárfák és a kosborok mikorrhiza kapcsolatai, de ezekről is nagyon kevés információ áll rendelkezésünkre. Valamint fenn áll a kérdés, hogy mi lesz az orchidea társulásokkal, ha az ültetvények kivágásra kerülnek. Fenntarthatóak-e így az orchideák populációi hosszabb távon? (Molnár 2022)

3.1.3. A Bugaci nőszőfű (*Epipactis bugacensis*) bemutatása

Az *Epipactis bugacensis* subsp. *bugacensis* alfaj csak Magyarországon, a Duna-Tisza közti homokvidéken fordul elő, síkvidéki elterjedésű faj. Leginkább homoki nyarasokban él, de előfordulhat telepített nyarasokban és tölgyesekben. Mészkedvelő, árnyéktűrő növény. (Molnár V., 2003; Gilián 2021) Virágzó hajtásai 20–50 cm magasak (szélsőséges esetekben 12-77 cm magasak is lehetnek), főként magányosak. (2) 3–4 (6) darab lomblevele lehet elliptikus vagy lándzsás, vége hegyes, szélessége 3,5–5,5 (7) × 2–2,5 cm között van. Az alsó murvalevelek keskenyebbek, lándzsásak, (10) 12– 19 (24) milliméter hosszúak, a virágoknál rövidebbek. Virágzata laza, (2) 5–20 (50) virágból áll. (6. ábra) (Molnár 2011a)

Külső lepelleveleinek színe világoszöld, méretük (7,5) 8–9 (10) × 3–4 mm. A belső lepellevelek zöldefehérek, néha kissé rózsásan futtatottak. Az ajakcsésze (*hypochil*) belül vörösesbarna. (Molnár 2011a)



6. ábra: *Epipactis bugacensis* habitusa.
(Forrás: Forrás: Molnár V. (2003))

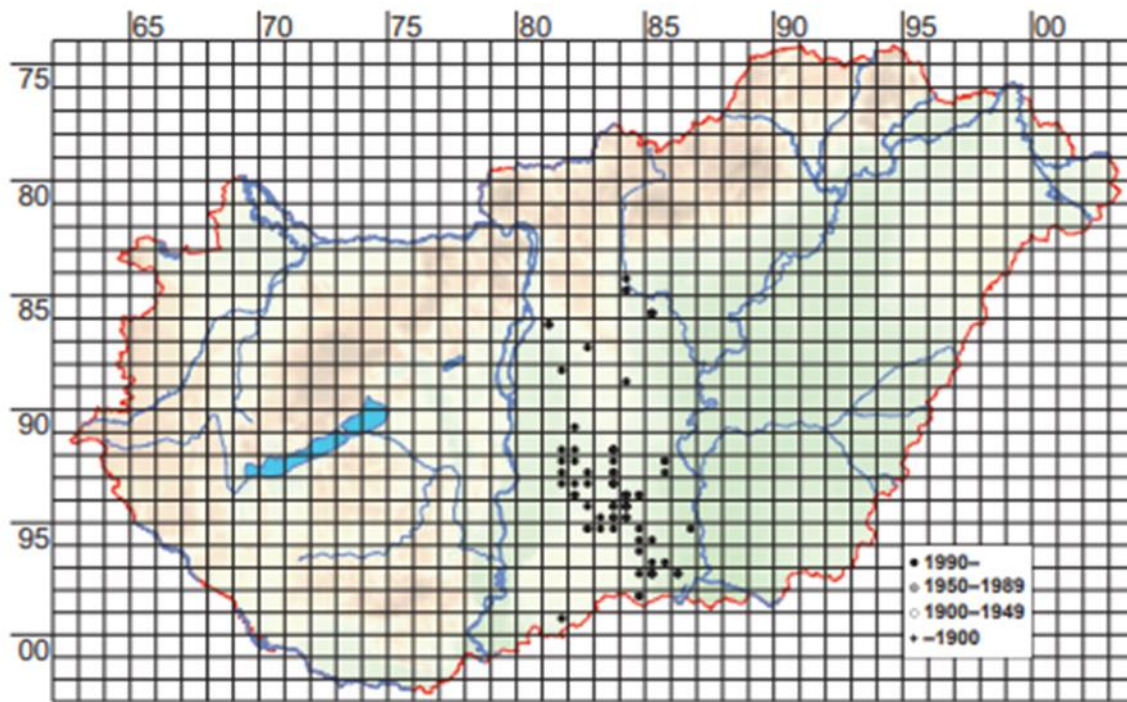
Az ajakvágat (*mesochil*) szűk. (7. ábra) Az ajakcsúcs (*epichil*) széles háromszögletű, 4×4 milliméter, fehérés vagy rózsaszín színű. A ragadótest (*viscidium*) csak rövid ideig funkcióképes, így a növényt obligát önmegporzóként írták le a működésképtelen viscidium miatt és minden fellelhető irodalom is így kezeli. A termés mérete $(5,5) 9\text{--}12,5 (14) \times (3) 5\text{--}7,5 (9)$ milliméter. (Molnár 2011a, Anghelescu et al. 2023)



7. ábra: A *bugaci nőszőfű* virága és virágképletei.
(Forrás: Molnár V. (2011a))

Az *Epipactis bugacensis* egy Bugacról leírt faj, eddigi hazai előfordulásai 8. ábrán láthatóak. Sokáig a Duna-Tisza köze homoki bennszülött fajának feltételezték, később azonban kiderült, hogy a Svájcban, Franciaországban, Németországban és Ausztriában talált, eleinte *Epipactis rhodanensis*-ként leírt növény igen hasonlít a bugaci nőszőfűhöz és nagyon közeli rokonságban állhat vele. A rendelkezésünkre álló adatok alapján síkvidéken elterjedt növényfaj, eddig csak a Duna- Tisza közi homokvidékeken észlelték. (Molnár 2019)

Élőhelyén a talajok pH-ja 7,9-8,1 között alakult. A faj mérsékelten árnyéktűrő. A telepített és a természetközeli erdőket is egyaránt kedveli, leginkább magas talajvízszintű telepített nyárerdőekben fordul elő, de jelenlétét észlelték már tölgyerdőkben, ligeterdőekben, magányos feketefenyő vagy tölgyfa alatt is. (Molnár 2019)



8.ábra: A bugaci nőszőfű hazai elterjedése.
(Forrás: Magyarország orchideáinak atlasza, 2011)

Az *Epipactis* nemzetség legkorábban nyíló faja, hajtásai már április elején megjelennek, virágai június elejétől egészen a hónap végéig pompáznak, ez nyilván függ az adott évről, valamint a termőhely klímájától. (Molnár 2011a)

Virágai önmegporzók (autogámok). Magyarországon végzett vizsgálatok szerint 2 állomány 41 példányának volt 486 virága. Ezekből a virágokból 378 termés fejlődött ki, a virágok 78%-a megtermékenyült. (Molnár 2011a)

Egyes esetekben megfigyelték, hogy néhány egyed egy- egy foltban kisebb csoportot alkot, ezért úgy gondolják, hogy lehetséges a faj vegetatív úton történő szaporodása. (Molnár 2019)

Magyarországon eddig 23 flóratérképezési négyzetben fordult elő. A teljes hazai népesség egyedeinek becsült száma ezres nagyságrendű. (Molnár 2019) Magyarországon fokozottan védett növény, természetvédelmi értéke 250 000 forint.

3.2. Módszer

Nem tudjuk, hogy a faj magképzésében mekkora szerepet játszik az önmegporzás, illetve az idegenmegporzás. Valamikor szétkaparja a méh a polináriumokat, akkor nagy mennyiségben keni a saját testére a pollent, de a növény saját bibéjére is juthat ilyenkor bőven. Szeretnénk megvizsgálni, hogy a megporzó szervezetek kizárása hogyan hat a megporzási sikerre. Lesz e különbség a megporzó fajok elől elzárt és a megporzó fajok számára hozzáférhető egyedek virágaiból történő termésképzési sikerében, illetve a termésenkénti magsűrűségben.

Mintavétel módszerei: Mindkét mintavételi területen a vizsgált növényeket megjelöltünk számozott pálcákkal. Mindkét helyszínen elzártunk a rovaroktól *Epipactis bugacensis* töveket: A Kiskunmajsa- harkakötönyi állományban 12 egyedet, a jászfényszarui állományban pedig 11 egyedet fedtünk le. A letakarást Spar üzletben vehető, 0,2 milliméteres lyukátmérőjű újrahaznosítható frissen tartó zsákokkal végeztük. A letakarás módja: 2 darabb drótot U alakba hajtottunk, az egyik drót felénél csináltunk egy hurkot, leszúrtuk közvetlenül a tő mellé (9. ábra).



9. ábra: Földbe szúrt drótok.

(Forrás: Dr. Nagy János György, 2022. 06. 17.)

A hurokba csatlakoztattuk a másik drótot, erre rá húztuk a hálót, amit alul zsinórral összehúztunk és a mellette levő avart ráhúztuk, hogy alulról ne jusson be semmi és ezzel kizárhassuk a megporzókat (10. ábra). A takarás a bimbók kinyílása előtt, 2022. június 17.-én történt.



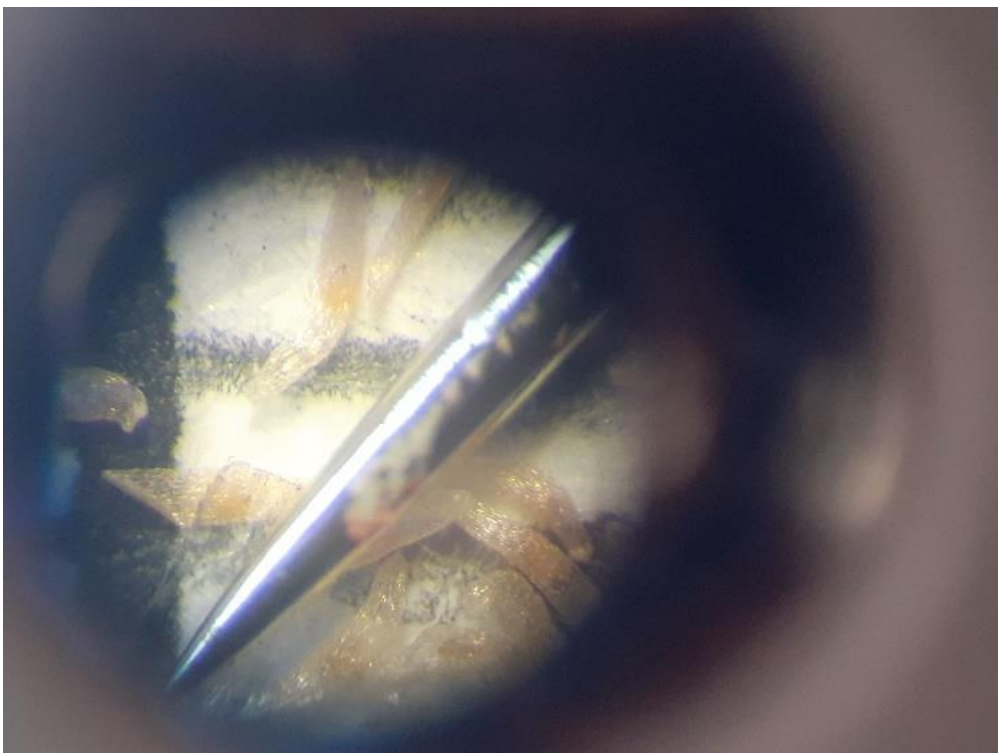
10. ábra: Hálóval lefedett *E. bugacensis* tő.
(Forrás: Dr. Nagy János György, 2022. 06. 17.)

A fedetlen, rovarmegporzóknak kitett növények száma Kiskunmajsán 24-, Jászfényszarun 91 egyedet számlált.

Tövenként minden egyes lefedett és le nem fedett növényen megszámloltunk a bimbókat, nyílás előtt és majd később a belőlük képződött tokokat az elvirágzás után. Így tudtuk később növényenként azonosítani, hogy hány virágból hány darab termés képződött, hány darab- és hányadik toktermés semmisült meg. Ezeket az adatokat is dokumentáltuk. Az érett tokok begyűjtése Jászfényszarun 2022. 07. 26.-án, Kiskunmajsán 2022. 07. 22.-én történt. Feljegyeztük ez alkalommal a hiányzó tokterméseket, illetve azt is, hogy melyik virágból fejlődött és maradt épen a tok. Feljegyeztük, hogy melyik növény pusztult el.

Minden egyes épen maradt töről leszedtünk minimum 2 darab tokot, amennyiben volt annyi ép tok a növényen. Az összes esetben a legalsó (épen maradt) két darab tokot szedtük le. Minden egyes növény, minden egyes tokját külön - számozással megjelölt - borítékokba tettük. (Az azonosítás a borítékon így történt: 1./1., 1./2. ...)

A begyűjtött tokoknak megmértük a hosszát, a szélességét és a vastagságát. A tokokat ellipszoidnak véve kiszámoltuk azok térfogatát és tokonként megszámláltuk a magokat. A magok számolását sztereomikroszkóppal végeztem: Milliméterpapírból kis dobozkát hajtogattam, melyben könnyebben meg tudtam számolni a magokat, a papír beosztásai segítségével. Néhány vonalat a papíron filctollal megerősítettem, hogy segítse a számolásomat és tudjam, hogy hol tartok. A magokat a tokokból a dobozkába szórtam. A magszámolást tű segítségével hajtottam végre. (11. ábra) Nagy óvatossággal tettem ezt, hiszen az orchidea magjai nagyon könnyűek, számolás közben még maszkot is viseltem, nehogy a magkupac a levegőbe röppenjen. Minden adatot a számolás végeztével beírtam egy excel fájlba, helyszínenként külön- külön.



11. ábra: A magszámláló tű, mellette a magokkal.
(Forrás: saját kép)

A magok nagyon parányiak, megszámlálásuk rengeteg időt és energiát emésztett fel, mivel összesen 197 db tok magjait kellett megszámlolni.

Adatfeldolgozás, eredmények ábrázolása: A szignifikáns eltérések megállapítására T próbát végeztem. A mortalitási adatokat random előfordulási teszttel vizsgáltam meg.

Az adatokból a magok számát és termés számot összehasonlítottuk, hogy van e szignifikáns különbség a lefedett és nem le fedett termésenkénti magszám és magsűrűségek között. Azt is megnéztük, hogy van e szignifikáns különbség a lefedett és nem fedett egyedek mortalitása között, csak Jászfényszarun vizsgáltuk.

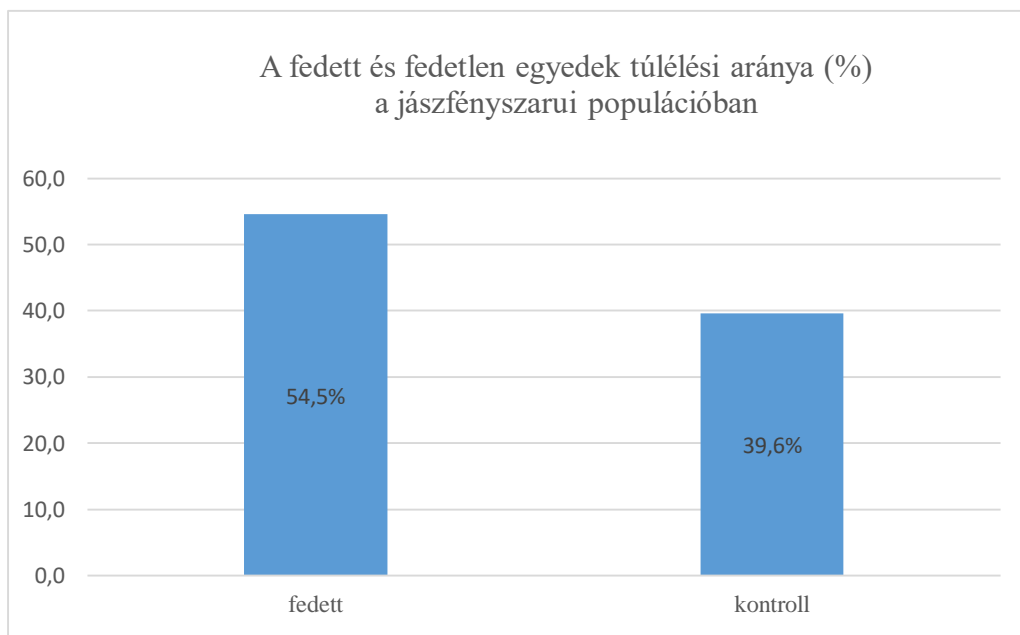
Adatainkat boxplot és oszlopdiaqramon valamint táblázatokban ábrázoltam.

4. Eredmények és értékelésük

4.1. A vizsgálat eredményei

4.1.1. Mortalitás a jászfényszarui populációban

Sok, összesen 63 tő pusztult el: Kiskunmajsán 3-, Jászfényszarun 60 növény. Kiskunmajsán az egyedek csupán 8,33%-a mortalizálódott. Jászfényszarun a 102 vizsgált egyedből a 60 növény, a mortalitás ebben az esetben 58,8%-os.



12. ábra: A fedett és kontroll növények túlélési aránya a jászfényszarui populációban
(Forrás: saját ábra)

A letakart egyedekből 5 tő-, ez 45,45%-os arány, a kontroll egyedekből 55 tő pusztult el, ami 60,44%-os a mortalitást jelent. A 12. ábra mutatja a jászfényszarui populáció egyedeinek túlélési arányát.

A nagymértékű pusztulásra magyarázatot adhat az, hogy a 2022. évi nyár rendkívül száraz volt, így a vártnál több egyed pusztult el.

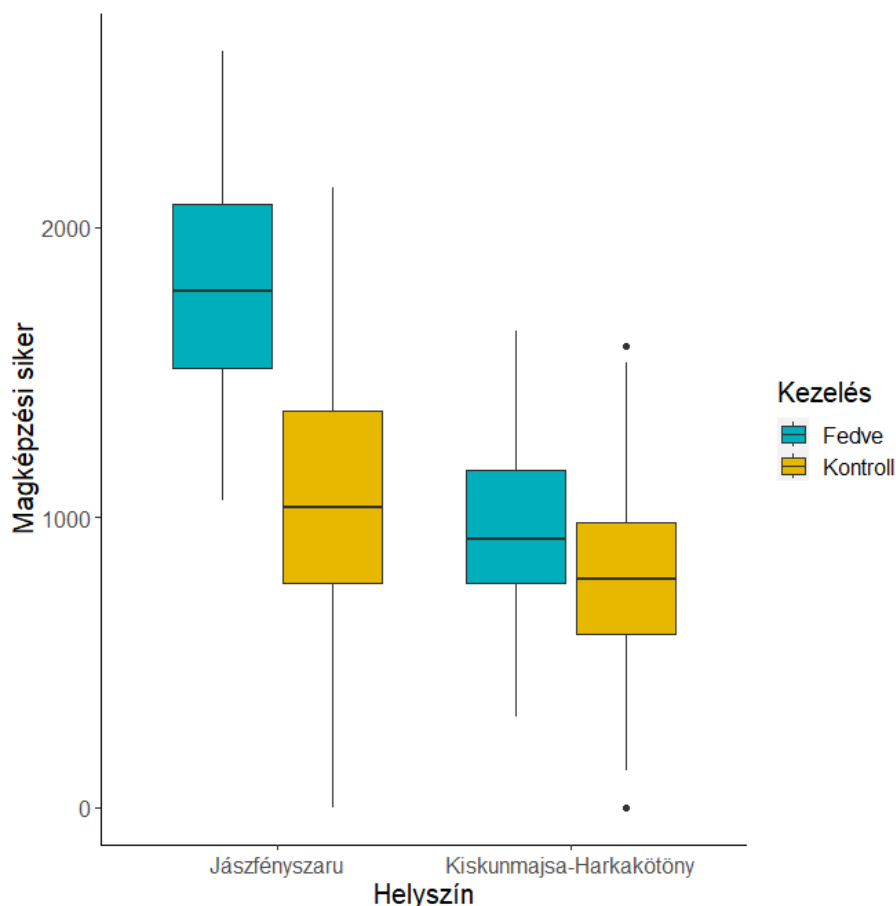
4.1.2. Magképzési siker

A jászfényszarui 129 darab tok körülbelül 134 852 magot tartalmazott. A tokonkénti mag átlagban körülbelül 1045. A legkevesebb magszám 65 volt, ha a léha magvakat tartalmazó tokokat nem vesszük figyelembe. A legtöbb magvat számláló tokban pedig 2606 mag volt. Összesen 6 tok tartalmazott léha magokat (egy kivételével mind kontroll növényekről származnak).

Kiskunmajsán a legnagyobb magszám 1643 (fedett egyeden), a legkisebb pedig 125 (fedetlen egyeden) volt. A helyszínről származó tokokból összesen körülbelül 56 780 magvat számoltam meg.

A két helyszínen összesen 191 632 magvat számláltam meg.

A legnagyobb magképzési sikert a jászfényszarui fedett populáció mutatta, míg a legkisebbet a kiskunmajsai kontroll populáció (13. ábra).



13. ábra: A két vizsgált helyszín magképzési sikere
(Forrás: saját ábra)

A magképzési siker a kiskunmajsai fedett és a kiskunmajsai kontroll, illetve a kiskunmajsai fedett és jászfényszarui kontroll kezelések között nem különbözött statisztikailag szignifikánsan.

4.1.3. Tokképzési siker

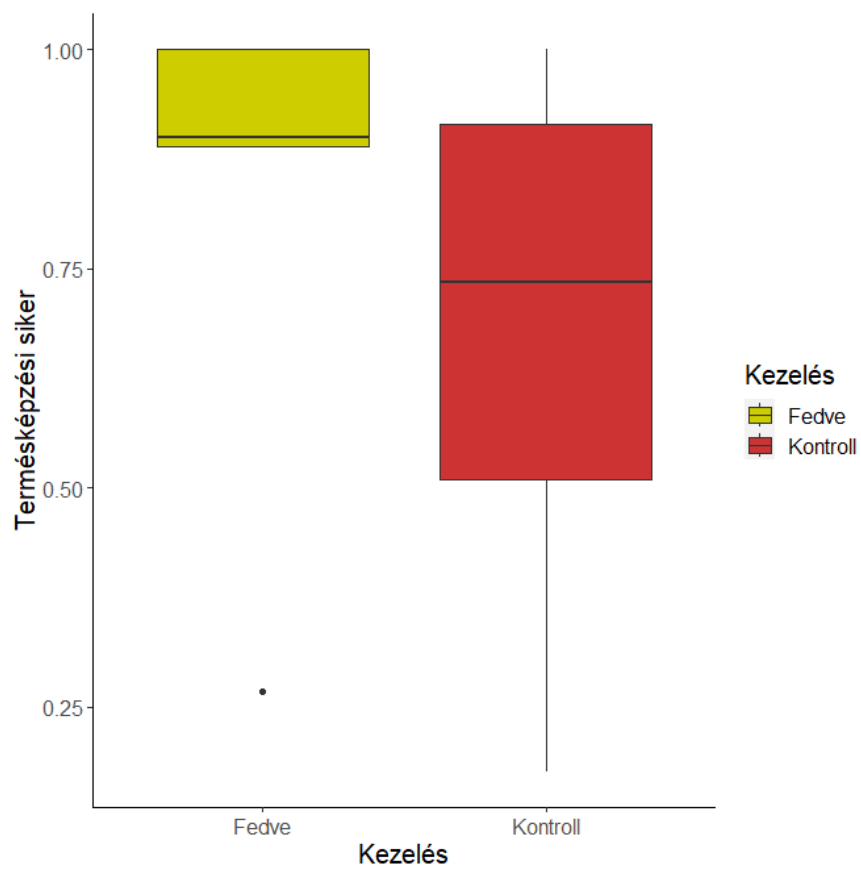
A Jászfényszarun összesen 129 tokot gyűjtöttünk, Kiskunmajsai állományból összesen 68 tok érkezett be.

A Jászfényszarui populációban összesen 795 virágból 212 tok lett, tehát ebben az esetben a virágok 26,67%-ából fejlődött tok. A lefedett orchideái közül 116 virágból 62 tok képződött, ami 57,76%-os arány. A fedetlen egyedek 679 virágából 150 tok fejlődött, tehát a virágok csupán 22,1%-ából fejlődött toktermés.

A termésképzési siker tekintetében nem volt szignifikáns a különbség a Jászfényszarun vizsgált populáció esetében a „fedett” (F) és „kontroll” (K) kezelések között ($p=0.91$). A szórás a kontroll esetben óriási, mivel sok esetben a növényeken nem volt tok. Több esetben nem volt már meg a virágzati szár (valószínű, hogy lerághatta valami), vagy volt olyan növény, melyet valamilyen vad kikapart. Végeztünk egy olyan tesztet is, melyben az utóbb említett egyedeket kizártuk, mivel a növényt ezen esetekben befolyásolta valami tényező, így is alig változtak az eredmények.

A termésképzési siker tekintetében nem volt szignifikáns a különbség a Jászfényszarun vizsgált populáció esetében a „fedett” (F) és „kontroll” (K) kezelések között ($p=0.91$) (14. ábra).

A különbözőség statisztikailag megerősíthető hiányát a nagy szórás okozhatja: (kilógó adat az Fedett kezelésben, nagy szórás a Kontrollban).



14. ábra: Termésképzési siker összehasonlítása a jászfényszarui populációban
(Forrás: saját ábra)

5. Következtetések

Bár egyetlen, különösen rangos nemzetközi folyóirat cikk sem írja, hogy a megporzókat milyen mértékben sikerült kizárni, nekünk nem minden esetben sikerült ez, hiszen 2 háló alatt találtunk 1-1 pókot, egyben egy elpusztult zengőlegyet, és legalább 3-ban apró hangyákat is megfigyeltünk. emellett már Darwin (1876) is írta: a tripszeket hálóval lehetetlen kizárni, melyeknek a megporzásban jelentős szerepe lehet.

Azt viszont valószínűsíthetjük, hogy amely fajok alá kerültek a hálónak, azok csak a talajon és az avaron keresztül tudtak bejutni, tehát idegen pollen valószínűleg általuk nem tudott bekerülni. A hangyáknak az idegenmegporzásban nem igen lehetett szerepe, mivel pollenszállításra alkalmas szőrök nem fedik a testüket. Emellett gyakran tisztogatják saját magukat és egymást is. Mint azt Molnár 2019 írja, rendkívül kicsi annak az esélye, hogy a pollent a hangya egy másik orchideáig elvigye. Az idegenmegporzás a lefedett tövek esetében még a tripszek által lenne elképzelhető, azonban a ragacsos pollenszemeket ezek az apró élőlények nem valószínű, hogy el tudják vinni.

Molnár V. Attila (2011a) említ egy Magyarországon végzett kísérletet, miszerint 2 állományt vizsgáltak, benne 41 példányt. Itt 486 virágból 378 termés képződött, tehát a virágok 78%-os megtermékenyülést mutattak.

Nálunk a jászfényzarui állományból vannak ezzel összevethető eredmények. Itt 102 vizsgált egyeden 795 virágot számláltam, ezekből 212 tok fejlődött, azaz a virágok 26,6%-ából lett termés. Ha nem számítjuk bele az elpusztult egyedeket (55) és azokat a töveket, melyet valamilyen vad lerághatott, akkor 301 virágból, 205 darab toktermés képződött, ami azt jelenti, hogy a virágok 68%-ából képződtek tokok. Ez az eredmény már közelebb áll a Molnár (2011a) által publikált 78%-os értékhez. A mindössze 10%-os különbségért a termőhelyi különbségek mellett 2022 rendkívül aszályos nyara is felelőssé tehető.

Mindkét vizsgálati helyszínen a lefedett egyedek nagyobb – a jászfényzarui tövek esetében szignifikánsan nagyobb arányban éltek túl, mint a szabadon hagyottak. Tehát a növények fedése megóvta a töveket.

A statisztikai elemzések alapján nincsen szignifikáns különbség a fedett és kontrol egyedek termésképzési sikere között.

A termőhely szignifikánsan befolyásolta a magképzési sikert. Tehát a termőhelynek van befolyása a megképzésre.

Mindkét területen nagyobb mennyiségű mag keletkezett a lefedett töveken, mint a fedetleneken. Ez a különbség a jászfényszarui populációban szignifikáns volt. Tehát a fedés pozitívan hatott a tövek magképzésére.

A beporzó szervezetek jelenléte vagy hiánya nem befolyásolta kísérletünkben a reprodukciós sikert.

6. Összefoglalás

Kutatásaim és szakdolgozatom célja az *Epipactis bugacensis* (Bugaci nőszőfű) reprodukciós sikerének vizsgálat volt a megporzás függvényében. E fokozottan védett orchideaát obligát önmegporzóként tartják számon, külsős témavezetőm azonban megfigyelte, hogy a rovarmegporzás sem kizárható a faj esetében.

Munkánk célja az volt, hogy összehasonlítsuk a faj egyedeinek reprodukciós sikerét megporzóknak kitett és megporzóktól elzárt körülmények között. Legfontosabb kérdésünk az volt, hogy van-e szignifikáns különbség a megporzó fajoktól elzárt- és azoknak kitett egyedek virágaiból képződött terméseik száma és termésenkénti magjaik száma között? A vizsgálatot Jászfényszaru és Kiskunmajsa-Harkakötöny határában lévő nemesnyaras állományokban végeztük. A kiskunmajsai és harkakötönyi állomány egyedeit együtt vizsgáltuk, mivel a két település egymás mellett van, egyedeik egy populációhoz tartozónak tekinthetők.

Mindhárom helyszínen, június elején még virágzás előtt álló, bimbós állapotban levő egyedeket láttunk el egyedi jelölésekkel és közülük néhányat hálóval fedtünk le a beporzók elől. Elvirágzás után, közvetlenül magszórás előtt, július közepén minden egyedről minimum két tokot gyűjtöttünk be (ha volt rajta annyi). Minden egyes növény, minden egyes tokját külön - számozással megjelölt – borítékokba tettük, dokumentáltuk, hogy egyedenként hány virágot számláltunk meg a virágzás során és hogy ezekből a virágokból hány tok fejlődött, hány tok maradt épen és hogy alulról számolva hányadik tokokat gyűjtöttük be.

Az apró, alig 1 milliméteres magokat sztereomikroszkópon keresztül számoltam meg.

A jászfényszarui állomány 102 vizsgált egyedén 795 virágot számláltam, ezekből 212 tok fejlődött, azaz a virágok 26,6%-ából lett termés. Ha nem számítjuk bele az elpusztult egyedeket (55) és azokat a töveket, melyet valamilyen vad lerághatott, akkor 301 virágból, 205 darab toktermés képződött, ami azt jelenti, hogy a virágok 68%-ából képződtek tokok. Ez az eredmény mindössze 10%-kal kevesebb, mint a Molnár (2011a) által publikált 78%-os érték. A különbségért a termőhelyi különbségek mellett 2022 aszályos nyara is felelőssé tehető.

Mindkét vizsgálati helyszínen a lefedett egyedek nagyobb – a jászfényszarui tövek esetében szignifikánsan nagyobb arányban éltek túl, mint a szabadon hagyottak. Tehát a növények fedése megővta a töveket.

A statisztikai elemzések alapján nincsen szignifikáns különbség a fedett és kontrol egyedek termésképzési sikere között.

A termőhely szignifikánsan befolyásolta a magképzési sikert. Tehát a termőhelynek van befolyása a megképzésre.

Mindkét területen nagyobb mennyiségű mag keletkezett a lefedett töveken, mint a fedetleneken. Ez a különbség a jászfényszaru populációban szignifikáns volt. Tehát a fedés pozitívan hatott a tövek magképzésére.

A beporzó szervezetek jelenléte vagy hiánya nem befolyásolta kísérletünkben a reprodukciós sikert.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni egykori belső, jelenlegi külső konzulensemnek, Dr. Nagy János Györgynek, akit már a tanulmányaim legelején megkereshettem és aki a témaválasztásom során segítségemre volt. Rengeteg időt és energiát szánt rám, sokat segített az adatok, szakirodalmak feldolgozásában, terepi munkákban.

A továbbiakban köszönetet szeretnék mondani belső konzulensemnek, Dr. Neményi András Bélának, aki idejét nem kímélve segítette tudományos munkámat és szakmai tanácsaival ellátott.

Köszönettel tartozom Dr. Fóti Szilviának, aki az adatok feldolgozásánál segítségemre volt, valamint Somogyi István, természetvédelmi örkerület- vezetőnek, aki a Kiskunmajsa-Harkakötönyi állomány vizsgálatában segített.

Végül szeretném megköszönni a szüleimnek, hogy pályaválasztásomban támogattak és segítettek a terepi munkáimat.

8. Irodalomjegyzék

- Ackerman, J. D. (1986): Mechanisms and evolution of food deceptive pollination systems in orchids- *Lindleyana* 1 (2): 108- 113. p.
- Anghelescu, N. E., Balogh, M., Balogh, L., Kigyossy, N., Georgescu, M. I., Sorina, A. P., Florin, T., G. Peticila, A. G. (2023): *Epipactis bucegensis*—A Separate Autogamous Species within the *E. helleborine* Alliance. – *Plants*, 12, 1761, 1- 31. p.
- Bajomi B. (2004): A biológiai sokféleség és jelentősége: Kovász, VIII. évfolyam, 1-4. szám Tavasz-Tél 7-14. p.
- Brys, R., Jacquemyn, H. (2015): Severe outbreeding and inbreeding depression maintain mating system differentiation in *Epipactis* (Orchidaceae). – *European Society for Evolutionary Biology*, 29: 352- 359.
- Brzosko, E., Bajguz A., Burzynska J., Chmur, M. (2021): Nectar chemistry or flower morphology—What is more important for the reproductive success of generalist orchid *Epipactis palustris* in natural and anthropogenic populations? - *International Journal of Molecular Sciences*, 22., 12164, 1-29. p.
- Brzosko, E., Bajguz A., Burzynska J., Chmur, M. (2023): Does reproductive success in natural and anthropogenic populations of generalist *Epipactis helleborine* depend on flower morphology and nectar composition? - *International Journal of Molecular Sciences*, 24., 4276., 1- 28. p.
- Chase, M. W, Cameron, K. M., Barrett, R. L., Freudenstein, J. V. (2003): DNA data and Orchidaceae systematics: A new phylogenetic classification. *Orchid Conservation*, 69 -89. p.
- Claessens J., Kleyne J. (2011): The flower of the European orchid. Form and function, 433 p.
- Darwin, C. (1876): *The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom*. Murray, London, 486 p.
- Ehlers, B. K., Olesen, J. M. (1997): The fruit-wasp route to toxic nectar in *Epipactis* orchids? – *Flora*, 192. 223-229. p.
- Ehlers, B. K., Olesen, J. M., Agren, J. (2002): Floral morphology and reproductive success in the orchid *Epipactis helleborine*: regional and local across-habitat variation. - *Plant Systematics and Evolution*, 236: 19- 32. p.
- Gilián, L., Endrédi, A., Zsinka B., Neményi, A., Nagy, J. Gy. (2019): Morphological and reproductive trait-variability of a food deceptive orchid, *Cephalanthera rubra* along different altitudes. *Applied ecology and environmental research*, 17 (3):5619-5639
- Gilián L. (2021): Magyarország vadonélő orchideái egyetemi kurzus. Előadás PPT.
- Jacquemyn, H., Brys, R. (2015): Pollen limitation and the contribution of autonomus selfing to fruit and seed set in a rewarding orchid. - *American Journal of Botany*, 102(1): 67 – 72. p.

- Király G., Virók V., Szmorad F., Molnár V. Attila (2009): *Új magyar fűvészkönyv*. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 628 p.
- Micheneau, C., Johnson, S. D., Fay, M. F. (2009): Orchid pollination: from Darwin to the present day; *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 1–19 p.
- Molnár Adrián (2019): Az *Epipactis bugacensis* pollinatorainak vizsgálata. Szakdolgozat, SZIE, Gödöllő, 6. p., 46 p.
- Molnár V. Attila (2003): Az *Epipactis ZINN.* nemzetség fajai Magyarországon- *Flora Pannonica* 1(1): 44-57
- Molnár V. Attila (2011a): *Magyarország orchideáinak atlasza*. Kossuth Kiadó, Budapest. 504 p.
- Molnár V. Attila (2011b): Az európai orchideák megporzásbiológiája – áttekintés a Magyarország Orchideáinak Atlasza című kötethez. – *Kitaibelia* XVI. évf. 1–2. szám, 21–35 p.
- Molnár V. Attila (2015): Klímaváltozás és orchideák. - *Természettudományi Közlöny*, 146. évf. 1. füzet, 40- 41. p.
- Molnár V. Attila és Takács Attila (2016): Megporzási válság. – *Természettudományi Közlöny*, 147. évf. 7. füzet, 303- 305. p.
- Molnár V. Attila és Csábi Miklós (2021): *Magyarország orchideái*. Göncöl Kiadó, Debrecen, 224p.
- Molnár V. A., Süveges K., Fekete R., Archaux F., Chevalier Richard, Takács A. (2022): Nyárfáültetvények orchideái – irodalmi áttekintés. – *Kitaibelia* 27(1): 102–117
- Nagy J. (2023): Szóbeli közlés. Gödöllő, Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Vezető kutató, PhD, Habil
- Nagy J. (2020): Növényrendszertani kurzus. Előadás PPT.
- Ouanphanivanh, N. (2008): Could orchids indicate truffle habitats?: mycorrhizal association between orchids and truffles. - *Acta Biologica Szegediensis*, 52(1), 229–232. p.
- Rewicz, A., Jaskula, R., Rewicz, T., Tonczyk, G. (2017): Pollinator diversity and reproductive success of *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (Orchidaceae) in anthropogenic and natural habitats, *PeerJ*, 2017, 5, e3159
- Rucek, V. (2020): Orchid diversity in forest habitats of the Strážovské and Súľovské Vrchy Mountains. - *Oecologia Montana*, 29., 53-70. p.
- Sonkoly J., Tökölyi J., Török P., Molnár V. A. (2016): Megtévesztő megporzású orchideák titka. – *Természettudományi Közlöny*, 147. évf. 2. füzet, 88- 89. p.

Vojtkó, A. E., Sonkoly, J., Lukács, B. A., Molnár, V. A. (2015): Factors affecting reproductive success in three entomophilous orchid species in Hungary. - *Acta Biologica Hungarica*, 66 (2), 231–241. p.

Internetes hivatkozások:

http1: <https://termeszetvedelem.hu/voros-lista/> (2023. október 12.)

http2: <https://erdoterkep.nebih.gov.hu/> (2023. október 19.)

9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

_____Morzsányi Anna_____ (hallgató Neptun azonosítója: _____B21LQ7_____)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Görbüllő 2023 év NOVEMBER hó 02. nap


belső konzulens

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Morzsányi Anna
A Hallgató Neptun kódja: B21LQ7
A dolgozat címe: *Epipactis bugacensis* reprodukciós sikere a polináció
függvényében
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Településtervezési és Díszkertészeti Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási
Kutatócsoport

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő, 2023 év NOVEMBER hó 02. nap


Hallgató aláírása