

SZAKDOLGOZAT

Horváth Márton Gyula

Természetvédelmi mérnöki alakképzési szak

Kaposvár

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kaposvári Campus
Természetvédelmi mérnöki alapképzési szak

**A heteroszília és szerepe a lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.)
hazai populációinak növekedésében**

Belső konzulens: Csete Sándor
egyetemi tanársegéd

Készítette: Horváth Márton Gyula
T1BOMT
Nappali tagozat

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
Természetvédelmi Biológiai Tanszék

Kaposvár

2025

Tartalomjegyzék

1: Bevezetés és célkitűzések	3
1.1 Bevezetés	3
1.1 Célkitűzés	4
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1 Heteroszília története.....	4
2.3 A két heterosztil típus főbb tulajdonságai.....	5
2.4 Az idegenmegporzás szerepe, valamint a dimorfizmus természetvédelmi jelentősége	6
2.5 Hasonló kutatások.....	9
3. Anyag és módszer	10
3.1 A lisztes kankalin földrajzi elterjedése	10
3.2 A felmérés módszere	10
3.3 A felmérés helyszínei	1
3.4 Felmérés időpontjai	3
3.5 Térinformatikai elemzések és eloszlásábrák készítése.....	3
3.6 A populációk térbeli kiterjedésének számítása	3
3.7 Adatrendezés, statisztikai elemzések	3
4. Eredmények és értékelésük	4
4.1 Populációméretek és korcsoportok felmérése.....	4
4.2 A populációk térbeli kiterjedése	5
4.3 Morftípusok és egy virágzó töre jutó csíranövény-szám.....	6
4.4 A tőcsoportok közötti átlagos távolság a populációkon belül.....	7
4.5 Különböző morftípusú tőcsoportok közötti átlagos távolság a populációkon belül	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.6 Csíranövényszám az eltérő morftípusú tőcsoportoknál.....	10
4.6 Értékelés.....	11
5. Következtetések és javaslatok	12
6. Összefoglalás	13
7. Köszönetnyilvánítás.....	15
8. Irodalomjegyzék	16
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke.....	18

1: Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

Az ex-situ fajmentési gyakorlatok egyre elterjedtebbek a hazai természetvédelemben ([http1](#)). Előnye, hogy a fajok kontrollált körülmények között nevelhetők fel, zárt térben, kiszámítható feltételek mellett szaporíthatók. Ezzel szemben az in-situ fajvédelemnek hátránya, hogy legritkább esetben tudunk néhány terepi változónál többet kontrollálni. A növényegyedek túlélése, a sikeres szaporodás és az utódok térfoglalása, leginkább tőlünk független tényezőkre vezethetők vissza.

Az in-situ természetvédelemi gyakorlat részét képezi a leromlott élőhelyek rehabilitációja is éppen úgy, mint a faj természetes szaporodásbiológiai folyamatának biztosítása. Ezek megfelelő stratégiai tervek kidolgozása nélkül nehezen kivitelezhetők, gondoljunk csak az olyan hátráltató tényezőkre, mint az idegenhonos fajok térnyelése, amelyek kiemelt veszélyt jelentenek az őshonos fajokra ([http3](#)).

A természetes szaporodási folyamatok biztosítása önmagában sokszor jelent leküzdhetetlen akadályt egy-egy, élőhelyén megvédeni kívánt növényfaj esetében még akkor is, ha sem morfológiai, sem élettani akadálya nincs az adott növényfaj szaporodásának.

Az egyik legfontosabb morfológiai sajátosság, mely alapvetően meghatározhatja egy növényi populáció szaporodását a virágok polimorfizmusa. A heterosztíliával rendelkező növényfajok allogámok, vagyis esetükben létfontosságú, hogy idegen töről kapjanak virágport. (Chen – Tanksley, 2004). Nem megfelelő, 1:1-től jelentősen eltérő morftípus-arány egy populációban nagymértékben hátráltathatja a sikeres a megporzást (Barrett et al. 2000; Singh et al. 2021). Ezáltal pedig nagyban csökkentheti a populációk túlélésének esélyét a gyorsan változó élőhelyi környezetben.

Munkámban egy ilyen, heterosztíl növényfaj populációinak dinamikus változását vizsgáltam, elsődlegesen is figyelve a két virágszerkezeti típus populációkon belüli alakulására.

1.1 Célkitűzés

Vizsgálatainkban célul tűztem ki, hogy egy jól ismert növényfaj, a fokozottan védett lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) hazai populációin keresztül értékeljem a heterosztília jelentőségét azok fennmaradásában. Szakdolgozati munkámban ezért célul tűztem ki, hogy

1. Felmérem a lisztes kankalin hazai populációinak egyedszámát, korcsoport-eloszlását.
2. Vizsgálom a töcsoportok térbeli eloszlását.
3. Felmérem a virágzó tövek morftípus-arányát.
4. Összefüggést keresek a juvenilis korcsoportok nagysága és a morftípus-arányok között.

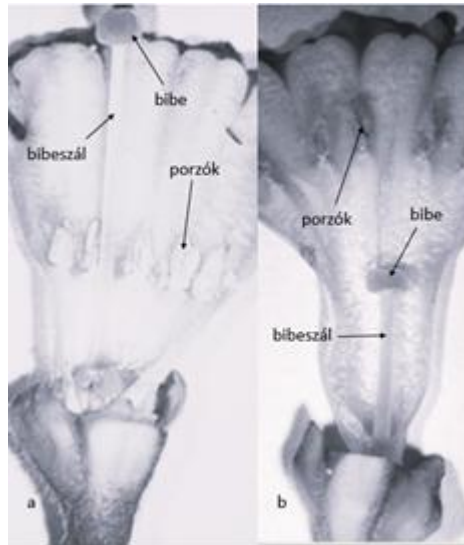
2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Heterosztília története

A 19. század legkiemelkedőbb tudósa Charles Darwin (1809-1882), aki rengeteg kutatást, felfedezést tett a biológia területén. Az egyik érdekesebb megfigyelése, ami kevésbé ismert, a kankalinok (*Primula* nemzetség) virágjainak kétformájúságára vonatkozott. Kutatásai során megállapította, hogy ezek a növények két eltérő virágformával rendelkeznek és ezek sajátos szerepet töltenek be a szaporodásukban is (Darwin, 1862).

A jelenséget, amiről Darwin írt, heterosztíliának nevezzük. Ezen alaktani sajátosság akkor áll fenn, amikor egy növényfajnak két eltérő szerkezetű virágtípusa van (Darwin, 1862; Scharman – Lenhard, 2024). A kankalinoknál ez a két típus, forma a pin (gombostű) és a thrum (fonal) megnevezést kapta (Darwin, 1862). A pin típusú virágokra általában az jellemző, hogy a bibeszál hosszú és a porzók rövidek, míg a thrum típusnál a bibeszál rövidebb és a porzók hosszabbak.

1. ábra: A heterosztília megjelenése a kerti kankalinnál (*Primula x polyantha*): a - „pin” típus, b - „trhum” típus. (Forrás: Saját szerkesztés)



Az ilyen típusú sajátosság nemcsak a *Primula* nemzetségben figyelhető meg, hanem más növénynemzetségeknél, sőt, más növénycsaládoknál is lehet jellemző. Ganders (1979) megállapítása szerint több mint húsz növénycsaládban jellemző a heterosztília előfordulása. Darwin is utalt rá, hogy ez a jelenség a *Linaceae* (Lenfélék), az *Oxalidaceae* (Madársóska-félék), illetve a *Boraginaceae* (Érdeslevelűek) bizonyos fajainál is megfigyelhető (Darwin, 1862).

Vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a heterosztília nemcsak egyetlen alkalommal jöhetett létre az evolúció során, hanem egymástól független események folyamán is megjelenhetett. A heterosztília a legjobban kutatott virágszerkezet, de mégis rengeteg ökológiai kérdést tár elénk (Barrett, 2019). Egyes kutatók véleménye szerint a heterosztília a növénycsaládok ősi, alapvető jellemzője lehetett. Míg más kutatók azt mondják, hogy ez a jelenség nagy fajszerű, illetve földrajzilag széles körben elterjedt családoknál (*Rubiaceae* – Buzér-félék) akár sokszor, különböző időpontokban és eltérő földrajzi helyen is kialakulhatott, egymástól függetlenül (Barrett – Shore, 2008).

2.3 A két heterosztíl típus főbb tulajdonságai

A kankalinnok hosszú bíbeszálú virágaiban a bibe a virágkehely csövének felső részében helyezkedik el, abból ki is lóg, míg a portokok a pártacsó közepén helyezkednek el. A rövid bíbeszálú virágok esetében ez a szituáció fordítva van: a portokok a virágkehely szájánál helyezkednek el, míg a bibe mélyebben, a pártacsó középső részén. (1., 4., 5. ábra)

A különbség a két morfológiai típus között nemcsak az ivarszervek elhelyezkedésében

figyelhető meg, hanem azok felületi szerkezetében is megmutatkozik. A hosszú bibeszálú virágok bibéje sokkal érdekesebb, míg a rövid bibeszálúaké inkább simább. Megfigyelések során azt is tapasztalták, hogy a pollen szemcséinek mérete is eltérhet egymástól. A pártacsó közepén lévő porzókból származó pollenszemek kisebbeknek és oválisabbnak mondható, míg a pártacsó felső nyílásánál lévő portokokból kikerülő pollenszemek nagyobbak és gömbölyűbbek (Darwin, 1862).

Tapasztalataim alapján elmondható, hogy a kankalinok két virágalaktani formája jól meghatározható terepen is, anélkül, hogy szét kellene szedni magát a virágot. A pin típusú virágokban a bibeszál a virág toroknyílásánál helyezkedik el, ezért szabad szemmel is jól meglátható. (4. ábra) A porzók ilyenkor a mélyben találhatóak a virágban, ezért nem látszódnak. A „pin” (gombostű) elnevezés a hosszú bibeszál végén elhelyezkedő, gombszerű bibére utal. A thrum típusú virágokban inkább a portokok látszódnak a pártacsó szájánál és a bibeszál rövidebb, így a bibék mélyebben helyezkednek el a virágban. (5. ábra) A thrum (fonál) elnevezést a szalagra emlékeztető portokok ihlették. Darwin eredetileg „thumb”, vagyis hüvelykujj elnevezést adta neki (Darwin, 1862).

A terepi vizsgálataink során rendszeresen tapasztaltuk azt, hogy néhány nappal a virágzás után, de még a virág elhervadása előtt, a termő már kissé elhervadt állapotban volt. Ez azt okozta, hogy a bibe visszahúzódott a pártacsóba, így kívülről úgy nézett ki, mintha a bibe és a portokok egy magasságban lettek volna.

2.4 Az idegenmegporzás szerepe, valamint a dimorfizmus természetvédelmi jelentősége

A rovarok, leginkább a méhek és a lepkék, jelentős szerepet játszanak a kankalinok megporzásában. A pollen a hosszú bibeszálú virágok porzóiról átkerül a rövid bibeszálú virágok bibéjére és ez fordítva is igaz. (Darwin, 1862).

Az eddigi kutatások és kísérletek azt igazolták, hogy ha a heterosztil kankalinokat rovaroktól elzárva tartják, akkor azok alig tudnak magot teremni. Ez azt bizonyítja, hogy az önmegporzás nem elég a megtermékenyülésükhöz (Darwin, 1862).

Genetikailag a két virágmorfológiai típust egy gén két alléja (S és s) határozza meg. A pin típusú egyed homozigóta recesszív, ss genotípusú, a thrum típus pedig heterozigóta, Ss genotípussal rendelkezik, ahol az S allél domináns az s alléllal szemben. A pollen összeférhetetlenségét (inkompatibilitás) az a növény határozza meg, amely azt előállítja. A pin x pin és a thrum x thrum szaporodások nem eredményeznek utódokat. Ezzel ellentétben a pin

x thrum és a thrum x pin keresztezésnél az utódok között a morftípusok aránya eléri az 1:1 arányt, vagyis azonos arányúak keletkeznek az utódnemzedék mindkét morftípusából (Barrett et al. 2000; Singh et al. 2021).

Az eddigi kutatások eredménye szerint, a heteroszília nemcsak a konvencionális genetikai öröklődés eredménye, hanem szabályozó gének, illetve epigenetikai folyamatok is szerepet játszanak benne (Barrett – Shore, 2008).

Megfigyelések szerint a kankalinok két virágalkatani formája az idegenmegporzás útján szaporodik hatékonyan, amikor a bibére kerülő virágpor egy másik azonos fajú, de ellenkező morfológiai típusú egyedről származik. Az idegenmegporzásnak akkor van a legnagyobb esélye, ha egy adott populáción belül a két alakatani forma aránya 50-50%. Ettől az értéktől való nagyobb eltérés erőteljesen akadályozhatja a populáció egészére jellemző megporzás sikerességét. Nagy és növekvő populációk esetében ez az arány mindig megfelel a fenti aránynak, mint azt Darwin is feljegyezte a témában született első közleményében (Darwin, 1862).

A kisméretű populációknál a véletlen következtében lejátszódó genetikai sodródás miatt a két alakatani típus aránya eltérhet az optimális 1:1-től, ami alacsonyabb szaporodási rátát eredményez. Mivel az egymást követő nemzedékekben rendszerint egyenlő arányban keletkeznek eltérő morftípusú utódok, ezért hosszabb távon az optimális virágmorfológiai arány akár automatikusan is helyreállhat. Persze csak akkor, ha más kedvezőtlen folyamat nem akadályozza a megfelelő populációszerkezet kialakulását.

A kankalinok heteroszíliájának egyik lehetséges előnye, hogy meggátolja az önmegtermékenyítést, ami hosszútávon csökkentheti a genetikai sokféleséget és növelheti a beltenyészetéből fakadó problémákat. A két különböző forma megléte biztosítja, hogy a különböző egyedek genetikai anyaga keveredjen a megporzás során (Barrett – Shore, 2008; Cservenka, 2004).

A genetikai sodródás a lecsökkent egyedszámú populációknál úgy jelenik meg, hogy a kis populációkban a véletlenszerű genetikai változások hatásai erőteljesebbé válnak. Amikor a populációk olyan kisméretűek, hogy az eltérő morfológiai formák között a keresztbeporzásra nincs lehetőség, akkor ezek a kis populációk kockázatnak vannak kitéve. Ilyen populációk esetében nagyobb a kockázata annak, hogy beltenyészet jön létre. Ebben az esetben fennáll a veszélye annak, hogy hosszútávon a túlélési és a szaporodási siker csökkenése következik be.

A szélsőséges, klímaváltozással kapcsolatos hatások, kései fagyok, nagyon erős szelek vagy az intenzívebb csapadékhullások megzavarhatják a növények beporzókkal való kapcsolatát. Ez

pedig csökkentheti a keresztbeporzás lehetőségét, ami hatással van a populációk genetikai sokféleségére (Li et al. 2024).

A heterosztília és az élőhely-fragmentáció közötti kapcsolatot vizsgáló kutatások bebizonyították, hogy a fragmentált élőhelyeken létrejövő szelektív nyomás hatással lehet az alkalmazkodóképességre is. A populációk genetikai sokfélesége arra utalhat, hogy a növények adaptálódhattak a beporzók hiányához vagy az idegenmegporzás korlátozott lehetőségeihez. Ez a folyamat segíthet az olyan genotípusok kialakulásában, amelyek képesek az önmegporzásra. Mindez a természetvédelmi kezelési stratégiákat is nagymértékben befolyásolhatja (Van Daele et al. 2023).

Mindezek alapján azt a következtetést vontam le, hogy a heterosztíl kankalin-fajok eltérő virágmorfológiai alakjainak fontos evolúciós előnye, hogy nagy egyedszámú populációk esetében segítenek fenntartani az együtt élő egyedek nagyobb genetikai diverzitását. A csoportszintű nagy biológiai sokféleség nagyobb élőhelyi alkalmazkodást tesz lehetővé a faj számára. Azonban az előre nehezen kiszámítható környezeti változások — mint például a napjainkban végbemenő globális klímaváltozás — által okozott rengeteg éghajlati és termőhelyi hatás tolerálása vagy a változásokhoz való hosszútávú alkalmazkodás kritériuma is ez.

Természetvédelmi szempontból ugyanakkor a heterosztília megléte egy adott faj esetében ellenkezőjére is fordulhat, amennyiben a nagyban lecsökkent egyedszámú, fragmentált, erősen elszigetelt, izolált elhelyezkedésű populációkban van jelen. Ilyenkor a különböző morfológiai típusú egyedek azonos arányú jelenléte véletlen hatások okozta genetikai sodródás miatt eltolódhat, ami jelentősen leronthatja a populáció megtermékenyülési sikerét, így akadályozhatja annak fennmaradását és növekedését. Ezt az egész kört hatékonyan törheti meg, ha az állományok fizikai fennmaradását nagyban segítik a természetvédelmi intézkedések. Hiszen ez esetben is igaz lehet, hogy aki időt nyer, életet nyer: hosszabb időskálán a morftípus-arányok maguktól is helyreállhatnak a populációk természetes szaporulatában megjelenő optimális morfarányok miatt.

Ezt a javító mechanizmust olyan természetvédelmi intézkedések segíthetik, amelyek az izolált populációk között a növényfaj természetes megporzóinak mozgáskörzetén belül mesterségesen hoznak létre új egyedcsoportokat. Ez esetben a létrehozandó új állományok az angol „stepping stone”, *lépőkövek* hasonlatával élve hatékonyan közvetíthetik mindkét morftípus megporzásra alkalmas virágpollenjét, mintegy hidat képezve a meglévő, de túl nagy távolságra elhelyezkedő őshonos állományok között.

Az ilyen jellegű metapopulációs szerkezetek létrehozására történtek már kísérletezések a hazai természetvédelmi gyakorlatban, azok sikerességének értékelése még folyamatban van. Mindez elengedhetetlen lenne a heterosztíl fajok természetvédelmét megalapozó *jó gyakorlatok* kialakításához.

2.5 Hasonló kutatások

A heterosztília szerepét a populációk fennmaradásában és szaporodásban már sok növényfajon vizsgálták. Bry és munkatársai (2007) a békaliliom (*Hottonia palustris* L.) esetében vizsgálták ezt a jelenséget. Munkájukban az egyedek térbeli eloszlását értékelték a populációk termés- illetve maghozamának sikerességében. (Bry et al. 2007).

Moretti és munkatársai (2015) megállapították, hogy a heterosztília jelensége befolyásoló hatással bír a *Goniolimon italicum* faj (*Plumbaginaceae* család) populációs túlélésében is.

A tavaszi kankalin (*Primula veris* L.) esetében kimutatták, hogy a tájhasználat és a fragmentált élőhelyek valamint a populációk mérete hogyan befolyásolta a két virágmorfológiai típus arányának alakulását (Aavik et al. 2020). A heterosztíl fajoknál normál esetben a két morfológiai típus aránya 1:1 (Barrett et al. 2000; Signh et al. 2021), de ezt a fragmentált élőhelyek, illetve a különböző morftípusú egyedek közti távolság is jelentősen befolyásolhatja. Aavik és munkatársai (2020) rámutattak arra, hogy az emberi tevékenység és az élőhelyek fragmentációja negatív hatással van a heterosztília arány-egyensúlyra. (Aavik et al. 2020)

Kohn és munkatársai (1992) az *Eichhornia paniculata* (*Pontederiaceae*), egy háromféle virágtípussal rendelkező vízi jácintfaj populációit és virágszerkezetét vizsgálták, amely kutatásban az idegenmegporzás arányát vetették össze az eltérő virágtípusok közötti szaporodás mértékével.

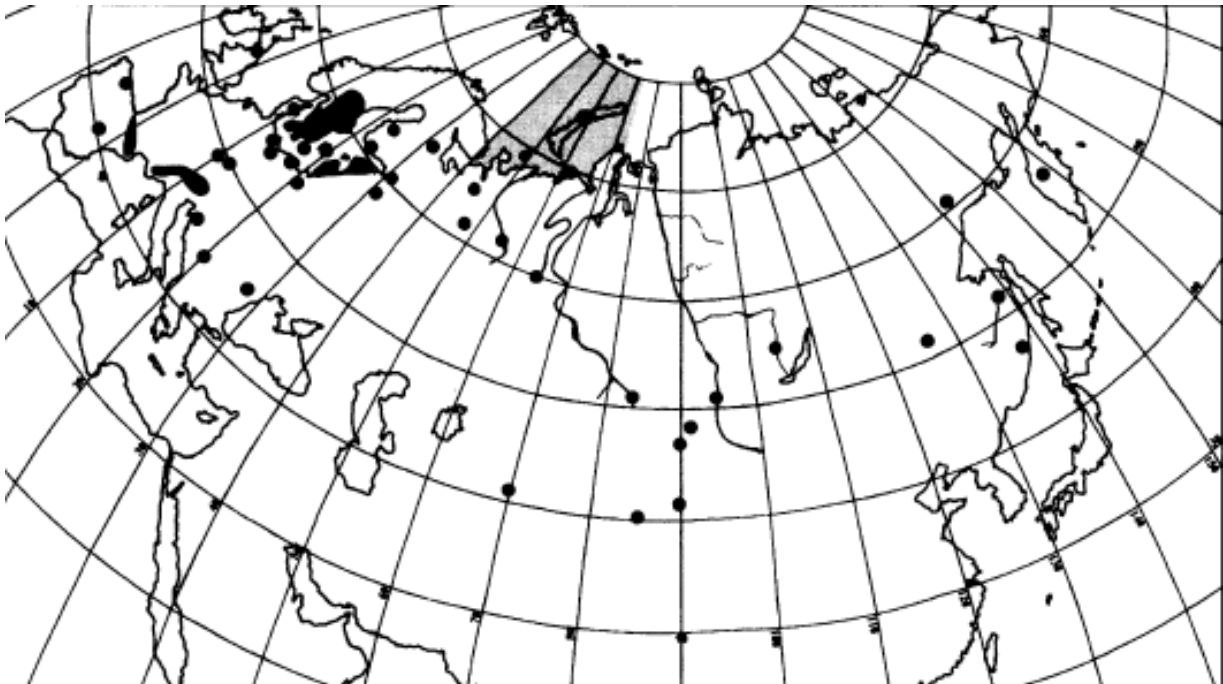
A *Primula atrodentata* esetében három populációban vizsgálták a morftípus-arányokat, valamint a beporzók szerepét a megporzás létrejöttében. (Mei Ma et al. 2023). Ugyanakkor nemcsak a populációsintű morftípus-arányok lehetnek fontosak. Epperson megállapította, hogy az egyedek térbeli távolsága komoly hatással van az egyedek közti genetikai távolságra is, ami a genetikai populációs struktúra topográfiai összefüggésére hívja fel a figyelmet. Vizsgálatában figyelembe vette a pollen és a mag terjedését is. (Epperson, 2007)

3. Anyag és módszer

3.1 A lisztes kankalin földrajzi elterjedése

A lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) hazánkban egy jégkorszaki reliktum növényfaj. A jégkorszak idején a faj elterjedése még összefüggő volt, de ez mára már feldarabolódott. Napjainkban a magashegységi gyepterületekhez, illetve az óceáni éghajlatú nedves rétekhez kötődik a faj előfordulása. Kivételt képez ez alól néhány közép-európai állomány, amelyek nem hegyvidéki területen fordulnak elő, hanem síkvidéki környezetben, és fennmaradásukhoz hűvösebb mikroklímájú, lápi jellegű élőhelyek szükségesek. Hazánkban leginkább a Dunántúlra korlátozódik a lisztes kankalin előfordulása (Csapody, 1982), azon belül a Balaton-felvidéki Nemzeti Park területén helyezkedik el valamennyi hazai populációja, Nemeshány, Lesencetomaj, Tapolca és Szentbékálla települések közigazgatási határán belül. Rendszerint lápréti környezetben (Matus et al. 2018).

2. ábra: A lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) globális elterjedési térképe. (Forrás: Habler - Dixon, 2003)



3.2 A felmérés módszere

A terepi vizsgálatok során a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer által ajánlott felmérési protokoll módszereit alkalmaztam. (Fodor et al. 2011). A populációk korcsoportjait,

egyedszámait, illetve a morftípusokat 2023, 2024 és 2025 tavaszán, áprilisban, zömvirágzás idején rögzítettük.

Mindegyik területen teljes felmérést végeztünk, a területek szisztematikus bejárásával megkeresve a tőcsoportokat.

3. ábra: A lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) hazai mintavételezési területei. (Forrás: Saját szerkesztés QGIS alapján)



Mintavételezés során először a virágzó, majd a nem virágzó tövek számát, a végén pedig a csíranövényeket rögzítettük. A virágzó töveknél megnéztük, hogy milyen morftípussal rendelkeznek. Ehhez segítségképpen tízszeres nagyítót használtunk. (7. ábra)

A terepi adatokat és a tőcsoportok koordinátáit Digiterra Explorer 7 adatgyűjtő szoftverben rögzítettük, Magellan eXplorist Pro 10 GPS segítségével. A GPS pontossága elméletileg 1-5 méteres távolságon belüli, de a felmérés során rendszerint 1 és 1,5 méter közöttinek adódott.

Rögzítésre minden tőcsoportot pontként vettünk fel. Amelyik tőcsoportban több morftípus volt megtalálható, azokat vegyes állománynak tekintettük.

Ezt követte a juvenilis és a nem virágzó, adult tövek számának felvétele. Csíranövények (juvenilis tő) számítottuk azt a tövet, aminek a levélszáma maximum öt volt és egyik sem volt hosszabb másfél centiméternél. (6. ábra) Nem virágzónak az minősült, aminek levelei hosszabbak voltak, mint másfél centiméter, vagy több levele volt mint öt és nem volt virágzata. A kankalinok leveleit könnyen fel lehet ismerni, mivel a fonákján lisztes, fehér színű, „*farinosus*” anyag található (Toräng et al. 2009).

4. ábra: Bibés egyed. (Forrás: Saját fotó)



5. ábra: Porzós egyed. (Forrás: Saját fotó)



6. ábra: Csíranövények (a) és nem virágzó adult tő (b). (Forrás: Csete Sándor)



7. ábra: Morftípus vizsgálata 10×-es kézi nagyítóval. (Forrás: Csete Sándor)



3.3 A felmérés helyszínei

8. ábra: Lesencetomaji láprét 2023 *(Forrás: Csete Sándor)*



9. ábra: Nemesahany, Sárkány-rét 2023 *(Forrás: Csete Sándor)*



10. ábra: Szentbékállai, Sásdi-rétek 2024 (Forrás: Csete Sándor)



11. ábra: Tapolca, repülőtér 2025 (Forrás: Csete Sándor)



3.4 Felmérés időpontjai

1. táblázat: A terepi vizsgálatok időpontjai (Forrás: Saját szerkesztés)

Év, időpont			
Helyszín	2023	2024	2025
Sásdi-rétek	április 27.	április 14.	—
Lesencetomaj	április 27.	április 14.	—
Nemeshany	április 26.	április 13.	április 28.
Tapolca reptér	—	—	április 29.

A tapolcai reptéren csak 2025-ben végeztünk monitorozást, mivel ez az állomány 2024-ben került elő.

3.5 Térinformatikai elemzések és eloszlásábrák készítése

A ponttérképek szerkesztését a QGIS 3.34.3 program segítségével készítettem. Alapréteggként használtam a Google térkép műholdas felvételét. Az adatforrás karakterkódolása UTF – 8, illetve a hozzárendelt koordináta-rendszer (CRS) az EPSG: 23700 – HD72 / EO.V.

A ponttérképeken a különböző morftípusú töcsoportokat eltérő színnel jelöltem. Piros szín jelöli a porzós, kék szín a bibés, zöld pedig a vegyes töcsoportokat.

A töcsoportok közötti *legközelebbi szomszéd távolság* kiszámítását a QGIS térstatisztikai programmal végeztem.

3.6 A populációk térbeli kiterjedésének számítása

Az állományok területi kiterjedésének felmérését szintén a QGIS használatával készítettem. Ehhez az ún. „konvex burok” geometriatípust használtam.

3.7 Adatrendezés, statisztikai elemzések

Az adatokat rendezéséhez MS Excel 2016 táblázatkezelőt használtam. Származtatott adatként elsősorban az egy virágzó töre jutó csíranövény-számot alkalmaztam. Bizonyos elemzéseknél ehhez az adott évi (t) csíranövény-számot az előző évi (t-1) virágzó növényesszámmal osztottam. A kettőnél több minta összehasonlításához – mivel az adatok rendszerint nem követték a normál eloszlást – a nem-paraméteres Kruskal – Wallis tesztet használtam, post hoc tesztként pedig a Dunn-tesztet Bonferroni-korrektúrával. A morfológiai típusok 1:1 aránytól való eltérését χ^2 – próbával teszteltem. Valamennyi statisztikai vizsgálatot a Past 5.3 programmal végeztem.

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Populációméreték és korcsoportok felmérése

2. táblázat: Vizsgált populációk egyedszámai, valamint virágzó és nem virágzó adult tövek aránya. (Forrás: Saját szerkesztés)

Helyszínek	Év	Egyedszám	Adult virágzók száma	Virágzók aránya (%)	Adult nem virágzók száma	Nem virágzók aránya (%)
Sásdi-rétek	2023	59	40	67,8	19	32,2
	2024	46	21	45,7	16	34,8
	2025	4	2	n.a.	1	n.a.
Lesencetomaj	2023	604	108	17,8	231	38,1
	2024	463	90	19,4	218	47,1
Nemeshany	2023	172	130	75,6	30	17,4
	2024	162	113	69,8	34	21,0
	2025	58	39	67,2	12	20,7
Tapolca, repülőtér	2025	266	64	24,1	126	47,4

n.a.= hiányzó adat

3. táblázat: Vizsgált populációk csíranövény-száma és –aránya. (Forrás: Saját szerkesztés)

Helyszínek	Év	Egyedszám	Csíranövények száma	Csíranövények aránya (%)	Csíranövények ^(t) / adult virágzók ^(t-1)
Sásdi-rétek	2023	59	0	0,0	0
	2024	46	9	19,6	0,23
	2025	4	1	n.a.	0,05
Lesencetomaj	2023	604	267	44,1	2,04
	2024	463	155	33,5	1,44
Nemeshany	2023	172	12	7,0	n.a.
	2024	162	15	9,3	0,12
	2025	58	7	12,1	0,06
Tapolca, repülőtér	2025	266	76	28,6	n.a.

n.a.= hiányzó adat

Valamennyi vizsgált élőhelyen a populációk egyedszámai csökkentek a felmérés három éves időszakában. Leglátványosabb a csökkenés a Sásdi-réteken, ahol a populáció nagysága három év alatt több mint 90%-kal esett vissza. Ebben a populációban a vizsgált három évből kettőben vagy nem fordult elő egyáltalán csíranövény, vagy száma csupán 1 volt. Nemeshanyon a három

év alatti egyedszám-csökkenés több mint 66%-os volt, de a legkisebb egyedszám-vesztés is megközelítette a 25%-ot (Lesencetomaj).

A felmért populációk egy részében az egyedszámok ugyan magasak voltak, de a kifejlett és virágzó tövek számaránya alacsony (Lesencetomaj: 17,8 és 19,4%). Itt a nem virágzók alkották az állomány nagyobb részét. (2. táblázat). Ezzel szemben a nemeshanyi állomány 67,2 – 75,6%-a virágzó állapotban volt, és csak ritkán fordult elő kifejlett, de vegetatív állapotú egyed (17,4 – 21%). Az újonnan megtalált Tapolca-reptéri kankalin állomány 24%-a volt virágban, míg közel felét (47,4%) kifejlett, de nem virágzó tövek alkották.

Az egyes populációk egyedszámai, virágzó és nem virágzó kifejlett töveinek aránya mellett kiemelkedően fontos a populáció növekedéséért felelős juvenilis tőcsoport jelenléte. Adataink alapján Lesencetomaj állománya a leginkább fiatalodó populáció, ahol mind a csíranövények száma, mind populáción belüli aránya kiemelkedő értéket mutat (267 – 155 illetve 33,5 – 44%) Ebben a populációban a magas csíranövény-számhoz relatíve alacsony virágzó tőszám tartozott, így az egy virágzó tőre jutó csíranövény-szám az összes vizsgált populáció közül itt a legnagyobb (1,44 – 2,04).

A nemeshanyi populáció esetében a magas arányban jelenlévő adult virágzó tövek ellenére mind a csíranövények aránya, mind száma alacsony maradt. Ezen az élőhelyen az egy virágzó tőre jutó csíranövény-szám rendkívül alacsony, 0,06 és 0,12 értéket mutatott. Ráadásul a csíranövények száma fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott a vizsgált három évben (3. táblázat).

Tapolca-reptér esetében csak egy év adata állt rendelkezésre. Elmondhatjuk, hogy az adatok alapján itt sok volt a nem virágzó adult tő (47,4%) és mellette a csíranövények aránya majdnem olyan magas, mint a lesencetomaji populációban 2024-ben volt (28,6%) (3. táblázat).

Jól látható tehát, hogy a vizsgált populációk között az egyes fenológiai csoportok arányában jelentős eltérések mutatkoztak a felmérés három éve alatt.

4.2 A populációk térbeli kiterjedése

4. táblázat: A lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) populációinak kiterjedése (m²). (Forrás: Saját szerkesztés)

Helyszín	2023	2024	2025
Lesencetomaj	1873,8	2304,0	n.a.
Sásdi-rétek	2632,6	1558,9	n.a.
Nemeshany	2980,6	2959,3	2086,75

Tapolca, repülőtér	n.a.	n.a.	66,85
---------------------------	------	------	-------

n.a.= hiányzó adat

A kutatás három éve alatt a vizsgált populációk térbeli kiterjedése nem maradt állandó. A Sásdi-réteken a populáció területi kiterjedése 2023 és 2024 között megközelítően 40%-kal csökkent. Bár a nemeshanyi populáció az első két évben nem változott, 2025-re 29%-kal ennek kiterjedése is mérséklődött. A lesencetomaji láprét volt az egyetlen, ahol ellenkező tendenciát tapasztaltunk. Bár erről az élőhelyről csak két év adata állt rendelkezésre, ez idő alatt enyhe növekedést tapasztaltunk a populáció kiterjedésében, melynek mérete 23%-kal emelkedett. A lesencetomaji populáció volt az egyetlen, kiterjedésében is növekvő állomány tehát, és talán nem véletlen, hogy ez a populáció egyben a leginkább fiatalodó. (Lásd fent.)

Látható tehát, hogy voltak populációk, amelyek térbeli kiterjedése nőtt, másoké csökkent a vizsgált időszakban. Mindez pedig kihathatott az egyedek közötti távolság alakulására.

4.3 Morftípusok és egy virágzó töre jutó csíranövény-szám

5. táblázat: Virágmorfológiai típusok arányai az egyes populációkban és a vizsgált három évben. Az 50-50%-tól való eltérés mértékét χ^2 -próbával teszteltük. A szignifikáns eltérés hibavalószínűségi szintjét jelző p-érték került a táblázatban feltüntetésre. Az adott évi morftípus-arányokat a következő évben megtalált, egy virágzó töre jutó csíranövény-számmal vetettük össze. (Forrás: Saját szerkesztés)

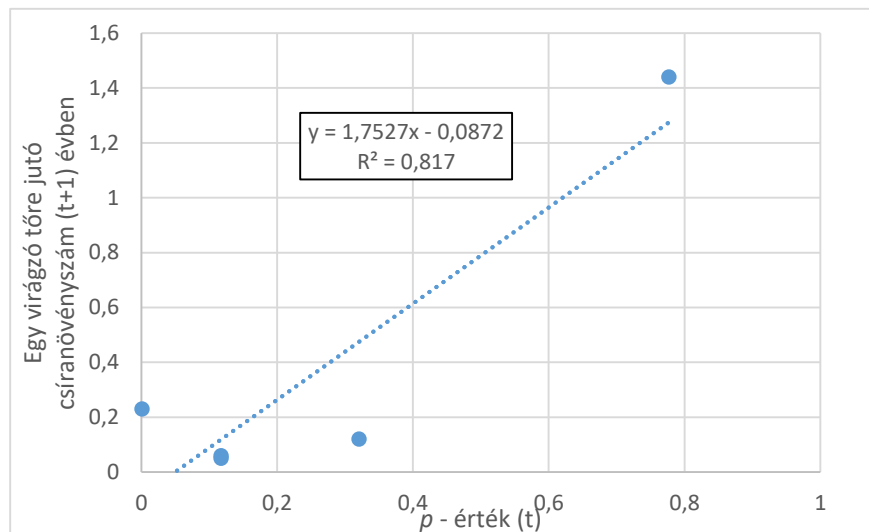
Év	Területek	Morftípusok % - os aránya		50 % - 50 % - os aránytól való eltérés szignifikanciája (p)	Egy virágzó töre jutó csíranövények száma (t + 1) időpontban
		Bibés	Porzós		
2023	Sásdi-rétek	26	74	0,0008	0,23
2024	Sásdi-rétek	38	62	0,1171	0,05
2023	Lesencetomaj	47	53	0,7772	1,44
2024	Lesencetomaj	32	68	0,0145	n.a.
2023	Nemeshany	58	42	0,3206	0,12
2024	Nemeshany	38	62	0,1171	0,06
2025	Nemeshany	44	56	0,4787	n.a.

n.a.= hiányzó adat

Az 5. táblázatban mutatom be az egyes kankalin-populációk virágmorfológiai arányát. A populációk és az évjáratok között is nagy különbséget találunk a morftípus-arányokban is. A csíranövényben szegény populációk egy részében a morftípus-arányok szignifikánsan eltértek az 1:1 aránytól. Ilyen volt például a Sásdi-rétek populációja 2023-ban. Más populációknál ugyan nem volt szignifikáns eltérés az 1:1 aránytól a két morftípus között, de közel volt hozzá: ilyen volt a Sásdi-rétek 2024-ben vagy a nemeshanyi állomány ugyanebben az évben. Mindkettő alacsony csíranövény-számú állomány. Ugyanakkor olyan populációknál is

alacsony volt a csíranövényszám, ahol a morftípusok közel voltak az 1:1 arányhoz, attól szignifikánsan nem tértek el: Nemesahany 2023 és 2025-ben.

12. ábra: A virágmorfológiai típusok 1:1 aránytól való eltérésének szignifikancia-értéke és a populációk t+1 időpontjában mért csíranövény-aránya egy kifejlett virágzó töre. (Forrás: Saját szerkesztés)



Valamennyi felmért populáció adatát figyelembe véve szignifikánsan pozitív összefüggést találtunk a morftípus 1:1 aránytól való eltérésének mértéke (p-érték) és a következő évi csíranövény-szám között ($F = 13,39$; $p = 0,035$; $R^2 = 0,817$). (12. ábra) Igaz, az összefüggés statisztikailag gyenge lábakon áll, mert ha kivesszük a kiugró, 2023-as lesencetomaji értékpárt, akkor megszűnik szignifikánsnak lenni a korreláció a két változó között.

Láthattuk tehát, hogy a populációs szinten mért arányai a két virágmorfológiai típusnak nem adnak kielégítő magyarázatot a csíranövények számának alakulására.

4.4 A töcsoportok közötti átlagos távolság a populációkon belül

6. táblázat: A töcsoportok közötti átlagos távolság a populációkon belül, valamint a legközelebbi szomszéd index. (Forrás: Saját szerkesztés)

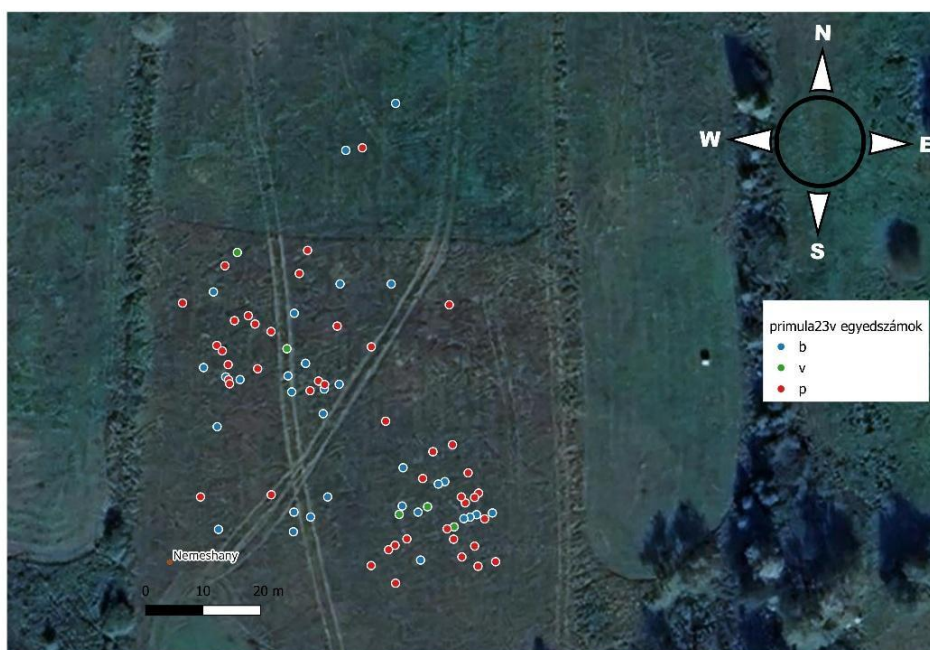
	Észlelt átlagos távolság	Várt átlagos távolság	Legközelebbi szomszéd index	Pontok száma	Z	Csíranövények száma ^(t+1) /virágzók száma ^(t)
Lesencetomaj '23	4,4	6,8	0,7	25	-3,33	1,44
Lesencetomaj '24	3,4	5,7	0,6	28	-4,11	n.a.
Nemesahany '23	3,0	3,7	0,8	83	-3,21	0,12
Nemesahany '24	2,7	4,1	0,7	65	-5,26	0,06
Nemesahany '25	6,7	6,6	1,0	19	0,12	n.a.
Tapolca, repülőtér '25	0,9	1,0	0,9	25	-0,77	n.a.
Sásdi-rétek '23	6,6	6,1	1,1	26	0,72	0,23

Sásdi-rétek '24	10,2	6,4	1,6	13	4,01	0,05
n.a.= hiányzó adat						

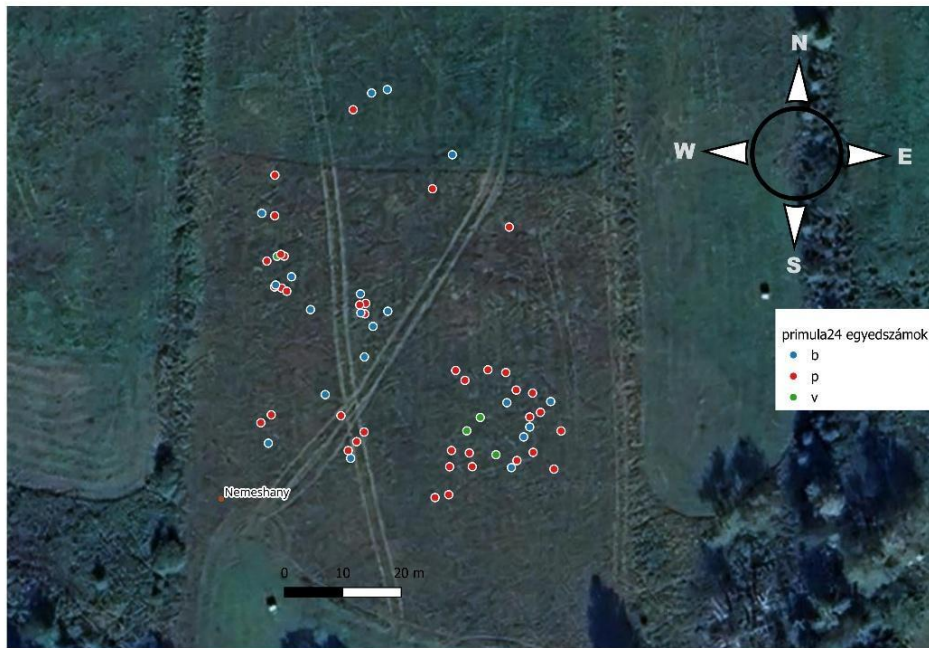
A felmért tőcsoportok ponttérképe alapján számolt legközelebbi szomszéd index, illetve észlelt átlagos távolság alapján megállapítható, hogy a hazai kankalin-populációkon belül jelentős szórás áll fenn a tőcsoportok térbeli eloszlása, és azok átlagos távolsága tekintetében. (6. táblázat) A vizsgált populációkban a tőcsoportok közötti átlagos távolság 0,9 méter és 10,2 méter közé esett. A fenti táblázatban az is jól látható, hogy a lisztes kankalin hazai populációin belül mért tőcsoportok közötti átlagos távolságok nem állandóak, idővel jelentős változást mutatnak.

Ilyen változás pl, hogy a nemeshanyi populációban a vizsgált három év alatt a tőcsoportok távolsága több mint duplájára nőtt, 3 méterről 6,7 méterre. Ugyanezen idő alatt a legközelebbi szomszéd index értéke itt 0,7-ről 1-re emelkedett, vagyis aggregált eloszlásból random eloszlásúvá vált a populáció. (14 – 16. ábra) Hasonlóan alakult a Sásdi-rétek állománya is. Itt 6,6 méterről emelkedett 10,2 méterre egy év alatt az átlagos tőcsoport-távolság, miközben a legközelebbi szomszéd index 1,1-ről 1,6-ra változott, vagyis random eloszlásából szegregáltra. Egyetlen területet találunk csak a vizsgáltak között, ahol a tőcsoportok közelebb „kerületek” egymáshoz idővel, ez a lesencetomaji élőhely volt. Itt a 2023-ban mért átlagosan 4,4 méteres távolság csökkent közel 25%-kal 3,4 méterre, erősítve ezzel a populáción belül a tőcsoportok aggregáltságának mértékét. (A legközelebbi szomszéd index 0,7-ről 0,6-ra változott.)

13. ábra: A tőcsoportok ponttérképe 2023-ban a nemeshanyi állományban. (Forrás: Saját szerkesztés)



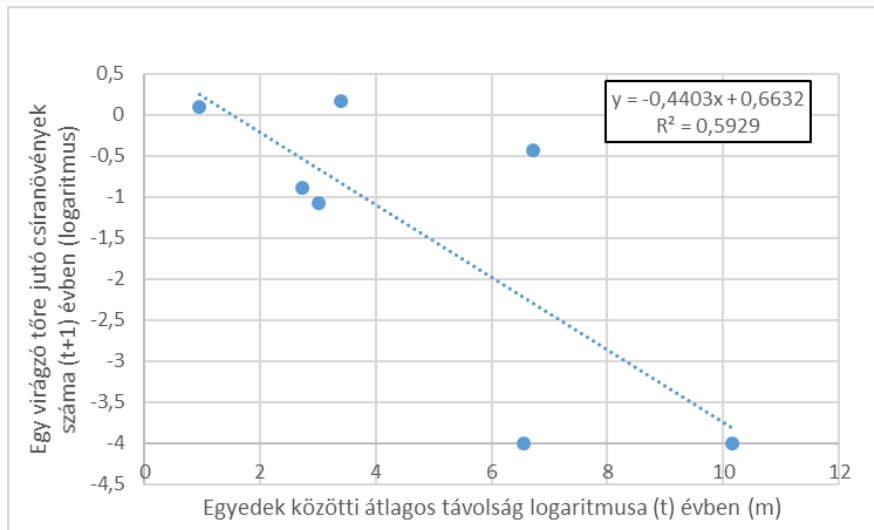
14. ábra: A tőcsoportok ponttérképe 2024-ben a nemeshanyi állományban. (Forrás: Saját szerkesztés)



15. ábra: A tőcsoportok ponttérképe 2025-ben a nemeshanyi állományban. (Forrás: Saját szerkesztés)



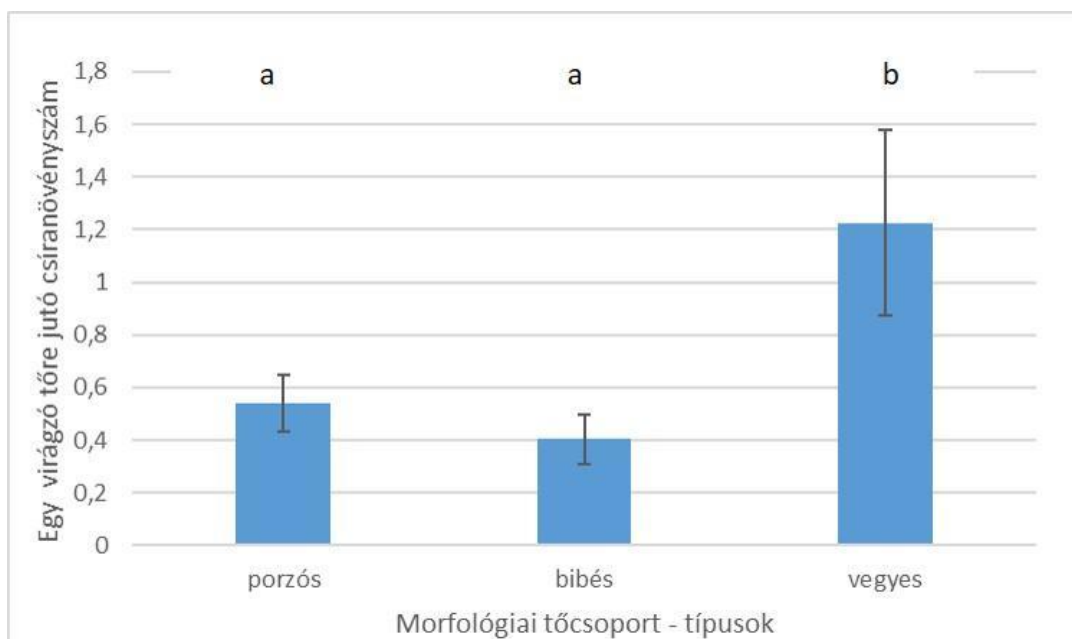
16. ábra: Egy virágzó tőre jutó csíranövények száma a (t+1) időpontban és az egyedek közötti átlagos távolság a (t) időpontban. (Forrás: Saját szerkesztés)



Valamennyi populáció adatának figyelembe vételével számoltuk ki az egyedek (töcsoportok) közötti átlagos távolság és a populáción belüli csíranövények száma közötti korrelációt, és szignifikáns összefüggést találtunk a két változó között. ($F = 7,28$; $p = 0,0428$; $R^2 = 0,5929$) (13. ábra) Az egyedek közötti távolság minél nagyobb, annál kevesebb a csíranövények száma az adott populációban. A csíranövény-szám alakulását megközelítőleg 60%-ban a töcsoportok távolsága jól magyarázza.

4.6 Csíranövényesség az eltérő morftípusú töcsoportoknál

17. ábra: Egy virágzó tőre jutó csíranövényesség az eltérő morfológiai típusú töcsoportoknál. (Átlag és SE, eltérő kisbetűk szignifikánsan különböző átlagot mutatnak). (Forrás: Saját szerkesztés)



Szignifikáns különbséget találtunk az egy virágzó töre jutó csíranövény-szám tekintetében a tisztán bibés vagy porzós, illetve a vegyes töcsoportok között (Kruskal-Wallis $H = 8,733$; $p = 0,0012$). (17. ábra) Ez utóbbi esetben a csíranövény-szám 2-3x magasabbnak bizonyult, mint a tiszta morftípusú töcsoportok esetében.

4.6 Értékelés

Kutatásomban vizsgáltuk a heterosztíliát és ennek szerepét a lisztes kankalin hazai populációinak növekedésében. Heterosztíliával rendelkező növényfajnak azt nevezzük, amely több eltérő szerkezetű virágtípussal rendelkezik (Darwin, 1862; Scharman – Lenhard, 2024).

A heterosztília egyes populációk növekedését képes befolyásolni. Ehhez az szükséges, hogy a faj allogám legyen (Chen – Tanksley, 2004), vagyis hogy az azonos morftípusú egyedek között fennálló genetikai inkompatibilitás miatt a pollen ne tudjon tömlőt hajtani. Így mindenképpen eltérő morftípusú egyedről kell a megtermékenyítő virágpornak érkeznie. Egy adott populáción belül erre akkor van legnagyobb esély, ha az eltérő morftípusú tövek aránya 1:1, vagy ahhoz közeli (Barrett et al. 2000 ; Singh et al. 2021).

Az általunk 2023 és 2025 között vizsgált négy hazai populáció esetében több olyan populációt is találtunk, ahol a populációs szinten vett morftípus-arányok szignifikánsan eltértek az optimálisnak tartott 1:1 aránytól. Ezekben az esetekben mindig alacsony fajlagos csíranövény-számot detektáltunk, összhangban a fenti, 1:1 arányra vonatkozó megállapításokkal.

Ugyanakkor több olyan esetünk is volt, amikor a populációban fellelhető kétféle morftípus aránya nem tért el szignifikánsan ettől az optimális, 1:1 aránytól, de a populációs csíranövény-szám mégis rendkívül alacsony maradt. És bár ezekben az esetekben nem zárható ki, hogy a csíranövény-szám alakulásában a termőhely biotikus és abiotikus tulajdonságai is szerepet játszanak, de a teljes adatsokaságra illesztett lineáris regresszió mégis szignifikáns negatív korrelációt adott az optimálisnak tekintett 1:1 aránytól való eltérés mértéke és a csíranövény-szám között. A korreláció mértéke bár magas volt, de jórészt csak egy kiugró populációs értékpárnak volt köszönhető, hogy az összehasonlítás szignifikáns eredményt adott.

További vizsgálatainkban kimutattuk, hogy az egyes populációkban a töcsoportok közötti átlagos távolság jelentősen variál, értéke 0,9 és 10,6 méter között változott, és egy adott élőhelyen belül is az évek múlásával jelentősen átalakult. A töcsoportok közötti átlagos távolság és a csíranövény-szám között újra elvégzett lineáris regresszió-számítás ez esetben is szignifikáns korrelációt adott, és megerősítette feltételezésünket, hogy a töcsoportok közötti

átlagos távolság befolyásolhatja az egyes tövek közötti pollencsere valószínűségét, így a maghozamon keresztül a csíranövény-számot is. A kapott erős korreláció alapján megállapítottuk, hogy ez a tényező legalább olyan fontos lehet a populációk juvenilis korcsoportjának alakításában, mint a morftípusok populációs szinten vett aránya.

Végül annak egyértelmű bizonyítására, hogy az eltérő morftípusú tövek közötti távolság meghatározhatja az egyedek szaporodási sikerét, egy újabb összehasonlításban megvizsgáltuk a morfológiailag homogén és az eltérő összetételű kankalin-tőcsoportok szaporodási rátáját. Megállapítottuk, hogy a tisztán bibés és a tisztán porzós tőcsoportok csíranövény-aránya szignifikánsan, kétszer-háromszor alacsonyabb, mint azoké az un. vegyes tőcsoportoké, ahol egyszerre van jelen mindkét virágzati morftípus képviselője, és közöttük a távolság nem nagyobb, mint legfeljebb egy méter.

5. Következtetések és javaslatok

Kutatásaink során megállapítottuk, hogy van szignifikáns korreláció az eltérő morftípusok aránya és az egy virágzó töre jutó csíranövény-szám között. Ugyanakkor azt is sikerült megerősíteni, hogy ezen populációs szintű arányon kívül legalább olyan fontos a tőcsoportok közötti távolság. Mivel ez az érték a populációs egyedszámok csökkenésével rendszerint nő, ezért a fokozottan védett lisztes kankalin természetvédelmi gyakorlatában előtérbe kell helyezni a populációk méretét fenntartó, vagy azokat növelő mesterséges beavatkozásokat.

Ezek egy része kiterjedhet az eltérő morftípusú tövek közötti pollencsere elősegítésére, azaz a mesterséges megporzásra, mely kézi ecset segítségével bizonyítottan hatékony lehet.

Másrészről javasolhat a mesterséges magszórás is, mint egy olyan módszer, ahol pusztán a tövek közötti átlagos távolság csökkentésével pozitív visszacsatolások generálhatók, melyek a populációk szaporodási rátáját jelentősen megnövelhetik. Ennek céljából az egyes élőhelyeken tervezett magszórásokat a már meglévő tövek közvetlen közelébe kell koncentrálni, nem pedig a populáció térbeli kiterjedésének növelését szem előtt tartva, azoktól távolabb.

Ilyen eljárások alkalmazásánál fontos szem előtt tartani, hogy az így létrehozandó mesterséges részpopulációk kizárólag a hazai, javasolhatóan a legközelebbi azonos fajú növényállományból származó szaporítóanyag felhasználásával kerüljenek telepítésre.

A beavatkozások dokumentálására és az elvégzett természetvédelmi kezelés eredményességének vizsgálatára javasolt a faj hazai populációinak folyamatos, évente végzett monitorozása az NBmR-protokollokban lefektetett három éves felmérési időintervallum helyett.

Vizsgálatainkban nem foglalkoztunk az élőhelyek abiotikus és biotikus hatásaival a lisztes kankalin populációinak szaporodásában, de ez irányú vizsgálatok lefolytatása mindenképpen javasolható.

6. Összefoglalás

Az egyik legfontosabb morfológiai sajátosság, mely alapvetően meghatározza egy növényi populáció szaporodását a virágok polimorfizmusa. A heterosztíliaval rendelkező növényfajok allogámok, vagyis esetükben nagyon fontos, hogy idegen egyedről kapjanak virágport ahhoz, hogy megtermékenyülhessenek. A nem megfelelő, általában 1:1 arányban jelenlévő két morftípus jelentősen hátráltathatja a sikeres megporzást. Ezáltal nagyban csökkenhet a populációk túlélésének esélye a gyorsan változó élőhelyi környezetben.

Munkámban egy ilyen, heterosztíl növényfaj, a hazánkban fokozottan védett lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) négy hazai populációjának dinamikus változását vizsgáltam, elsődlegesen is figyelve a két virágszerkezeti típus populációkon belüli alakulására. Szakdolgozati munkámban a következő konkrét célokat tűztem ki: felmérni a lisztes kankalin hazai populációinak egyedszámát és a populáción belüli korcsoportok eloszlását, vizsgálni a populáción belüli tőcsoportok térbeli eloszlását, illetve felmérni a virágzó tövek morftípus-arányát. Végül összefüggést keresni a juvenilis korcsoportok nagysága és a morftípus-arányok között.

Terepi mintavételezéskor a Digiterra Explorer 7 adatgyűjtő szoftvert használtam, Magellan eXplorist Pro 10 GPS segítségével. A térinformatikai adatokat a QGIS 3.34.3 térstatisztikai programmal dolgoztam fel, a többi adat rendezéséhez Microsoft Excel 2016 táblázatkezelő programot, míg a statisztikai próbák elkészítéséhez Past 5.3 programot használtam.

A vizsgálataim során megállapítottam, hogy a vizsgált élőhelyeken a populációk egyedszámai minden esetben csökkennek a vizsgált három év alatt. Ugyanakkor a populációk között jelentős eltérések mutatkoztak az adult virágzók és a nem virágzók valamint a csíranövények számában és populációs arányában.

Az általunk 2023 és 2025 között vizsgált négy hazai populáció esetében több olyan populációt is találtunk, ahol a populációs szinten vett morftípus-arányok szignifikánsan eltértek az optimálisnak tartott 1:1 aránytól. Ezekben az esetekben mindig alacsony fajlagos csíranövény-számot detektáltunk. Ilyen esetekben rendszerint a populációs mikroarea zsugorodását mértük a vizsgált három éves időtávlatban. A morftípus-arányok 1:1-től való eltérésének mértéke és a

csíranövény-szám között negatív korrelációt találtunk. A korreláció mértéke bár magas volt, de jórészt csak egy kiugró populációs értékpárnak volt köszönhető.

További vizsgálatainkban kimutattuk, hogy az egyes populációkban a tőcsoportok közötti átlagos távolság jelentősen variál, értéke 0,9 és 10,6 méter között változott, és egy adott élőhelyen belül is az évek múlásával jelentősen átalakult. A tőcsoportok közötti átlagos távolság és a csíranövény-szám között újra elvégzett lineáris regresszió-számítás ez esetben is szignifikáns negatív korrelációt adott, és megerősítette feltételezésünket, hogy a tőcsoportok közötti átlagos távolság befolyásolhatja az egyes tövek közötti pollencsere valószínűségét, így a maghozamon keresztül a csíranövény-számot is. A kapott erős korreláció alapján megállapítottuk, hogy ez a tényező legalább olyan fontos lehet a populációk juvenilis korcsoportjának alakításában, mint a morftípusok populációs szinten vett aránya.

Végül annak egyértelmű bizonyítására, hogy az eltérő morftípusú tövek közötti távolság meghatározhatja az egyedek szaporodási sikerét, egy újabb összehasonlításban megvizsgáltuk a morfológiailag homogén és az eltérő összetételű kankalin-tőcsoportok szaporodási rátáját. Megállapítottuk, hogy a tisztán bibés és a tisztán porzós tőcsoportok csíranövény-aránya szignifikánsan alacsonyabb, mint azoké az un. vegyes tőcsoportoké, ahol egyszerre van jelen mindkét virágzati morftípus képviselője, és közöttük a távolság nem nagyobb, mint legfeljebb egy méter.

Mindebből arra következtettem, hogy nem mindegy, hogy milyen morfológiai tőcsoportok kerülnek egymás közelébe. Dolgozatomban javaslatot tettem az eltérő tőcsoportok közötti pollenátvitel mesterséges elősegítésére, és a mesterséges magszórásra is, mint egy olyan gyakorlati természetvédelmi módszer, ahol pusztán a tövek közötti átlagos távolság csökkentésével pozitív visszacsatolások generálhatók, növelve a populációk szaporodási rátáját. Felhívtam ugyanakkor a figyelmet arra is, hogy az így létrehozandó mesterséges részpopulációk kizárólag a hazai, javasolhatóan a legközelebbi azonos fajú növényállományból származó szaporítóanyag felhasználásával kerüljenek telepítésre.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Csete Sándor tanár úrnak, Mészáros Andrásnak, Vókó Lászlónak, Szabó Attilának a beleadott rengetek munkát és segítséget. Külön szeretném megköszönni a szakdolgozati konzultáción átadott tudásokért, új információkért.

8. Irodalomjegyzék

A magyar állami természetvédelem hivatalos honlapja. Letöltés dátuma: 2025.11.06. forrás: <http1://termeszetvedelem.hu>

Aavik, T. - Carmona, C. P. - Träger, S.- Kaldra, M. - Reinula, I. - Conti, E - Pärtel, M. (2020): Landscape context and plant population size affect morph frequencies in heterostylous *Primula veris*—Results of a nationwide citizen-science campaign. *Journal of Ecology*, 108(6), 2169-2183. DOI: [10.1111/1365-2745.13488](https://doi.org/10.1111/1365-2745.13488)

An official EU website. Letöltés dátuma: 2025.11.05. forrás: <http2://environment.ec.europa.eu>

Barrett, S. C. - Jesson, L. K. - Baker, A. M. (2000): The evolution and function of stelar polymorphisms in flowering plants. *Annals of Botany*, 85(suppl_1), 253-265. DOI: [10.1006/anbo.1999.1067](https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1067)

Barrett, S. C. (2019): ‘A most complex marriage arrangement’: recent advances on heterostyly and unresolved questions. *New Phytologist*, 224(3), 1051-1067. DOI: [10.1111/nph.16026](https://doi.org/10.1111/nph.16026)

Barrett, S. C. H., & Shore, J. S. (2008). New insights on heterostyly: comparative biology, ecology and genetics. In: Franklin - Tong, V. E. (ed.) *Self-incompatibility in flowering plants – Evolution, diversity, and mechanisms*. Springer-Verlage Berlin, Heidelberg pp. 3-32.

Brys, R.- Jacquemyn, H. - Hermy, M. (2007): Impact of mate availability, population size, and spatial aggregation of morphs on sexual reproduction in a distylous, aquatic plant. *American Journal of Botany*, 94(1), 119-127. DOI: [10.3732/ajb.94.1.119](https://doi.org/10.3732/ajb.94.1.119)

Chen, K. Y. - Tanksley, S. D. (2004): High-resolution mapping and functional analysis of se2.1: a major stigma exertion quantitative trait locus associated with the evolution from allogamy to autogamy in the genus *Lycopersicon*. *Genetics*, 168(3), 1563-1573. DOI: [10.1534/genetics.103.022558](https://doi.org/10.1534/genetics.103.022558)

Convention on Biological Diversity. Letöltés dátuma: 2025.11.05. forrás: <http3://www.cbd.int>

Csapody I. (1982): Védett növényeink. Gondolat Kiadó, Budapest p212-213.

Cservenka, J. (2004): *Aszimmetrikus primula hibrid zónák sajátosságai, a hibridek genetikai és ökológiai jellemzői* (PhD-értekezés) Szegedi Tudományegyetem, Szeged. Link: https://doktori.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/147/1/2004_cservenka_judit.pdf

Csete Sándor (2017) A lisztes kankalin (*Primula farinosa* ssp. *alpigena* O.Schw.) hazai populáció- és termőhely-monitorozásának 2017. évi eredményei. Kutatási jelentés. Pécs. pp.61

Darwin, C. (1862): On the two forms, or dimorphic condition, in the species of *Primula*, and on their remarkable sexual relations. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 6(22), 77-96.

Epperson, B. K. (2007): Plant dispersal, neighbourhood size and isolation by distance. *Molecular Ecology*, 16(18), 3854-3865. DOI: [10.1111/j.1365-294X.2007.03434.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03434.x)

Fodor L., Török K., Bata K., Varga I., Takács G. (2011): Védett edényes növényfajok monitorozása. Természetvédelmi Információs Rendszer. Központi protokoll.

- Ganders, F. R. (1979): The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*, 17(4), 607-635. DOI: [10.1080/0028825X.1979.10432574](https://doi.org/10.1080/0028825X.1979.10432574)
- Hambler, D. J. - Dixon, J. M. (2003): *Primula farinosa* L. *Journal of Ecology*, 91(4), 694-705.
- Jacquemyn, H. - Van Rossum, F. - Brys, R. - Endels, P. - Hermy, M. - Triest, L. - De Blust, G. (2003): Effects of agricultural land use and fragmentation on genetics, demography and population persistence of the rare *Primula vulgaris*, and implications for conservation. *Belgian Journal of Botany*, 5-22.
- Kohn, J. R. - Barrett, S. C. (1992): Experimental studies on the functional significance of heterostyly. *Evolution*, 46(1), 43-55. DOI: [10.1111/j.1558-5646.1992.tb01983.x](https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1992.tb01983.x)
- Li, S. - Lyu, L. - Lyu, T. - Dimitrov, D. - Wang, Y. (2024): Spatial pattern and ecological adaptation of heterostylous and homostylous species of *Primula* in China. *Journal of Plant Ecology*, 17(6), rtae089.
- Ma, Y. M. - Cha, Y. P. - Tong, Z. L. - Zhang, J. - Li, Q. J. (2023): The nonlinear change in pollinator assemblages and self-mating syndromes of *Primula atrodentata* along elevation gradients. *Journal of Plant Ecology*, 16(3), 1-11. DOI: [10.1093/jpe/rtac109](https://doi.org/10.1093/jpe/rtac109)
- Matus, G. - Csiky, J. - Bauer, N. - Baráth, K. - Vasuta, G. - Barabás, A. - Hricsovinyi, D. - Takács, A. - Antal, K. - Budai, J. - Erzberger, P. - Molnár, P. - Deme, J. - Barina, Z. (2018): Taxonomical and Chorological Notes 7 (75-84). *Studia botanica hungarica*, 49(2). DOI: 10.17110/StudBot.2018.49.2.83
- Morretti, F. - Puppi, G. - Giuliani, C. - Conti, F. (2015): Heterostyly in *Goniolimon italicum* (Plumbaginaceae), endemic to Abruzzo (central Apennines, Italy). In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (Vol. 72, No. 1, pp. e014-e014). DOI: [10.3989/ajbm.2365](https://doi.org/10.3989/ajbm.2365)
- Scharman, M. - Lenhard, M. (2024): Heterostyly. *Current Biology*, 34(5), 181-183. DOI: [10.1016/j.cub.2024.01.072](https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.01.072)
- Singh, D.P. - Singh, A. K. - Singh, A. (2021): *Plant Breeding and Cultivar Development*. Academic Press.
- Toräng, P. - Vanhoenacker, D. (2009): *Primula farinosa* in Sweden-ecology and conservation status. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 103(3), 133-140. DOI: [10.5555/20093175990](https://doi.org/10.5555/20093175990)
- Tuba, Z., Szerdahelyi, T., Engloner, A. (2007). *Botanika I.: Bevezetés a növénytanba, algológiába, gombatanba és a funkcionális növényökológiába*. Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Van Rossum, F. - Triest, L. (2006): Fine-scale genetic structure of the common *Primula elatior* (Primulaceae) at an early stage of population fragmentation. *American Journal of Botany*, 93(9), 1281-1288.

9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

1. ábra: A heterosztília megjelenése a kerti kankalinnál (<i>Primula x polyantha</i>). A „pon” típus „a” kép, a „trhum” típus: „b” kép. (Forrás: Saját szerkesztés)	5
2. ábra: A lisztes kankalin (<i>Primula farinosa</i> L.) globális elterjedési térképe. (Forrás: Habler - Dixon, 2003).....	10
3. ábra: A lisztes kankalin (<i>Primula farinosa</i> L.) hazai mintavételezési területei. (Forrás: Saját szerkesztés QGIS alapján).....	11
4. ábra: Bibés egyed. (Forrás: Saját fotó)	0
5. ábra: Porzós egyed. (Forrás: Saját fotó)	0
6. ábra: Csíranövények „a”, nem virágzó adult „b” betűvel jelölve.....	0
7. ábra: Morftípus vizsgálat tízszeres	0
8. ábra: Lesencetomaji láprét 2023 (Forrás: Csete Sándor fotója)	1
9. ábra: Nemesahany, Sárkány-rét 2023 (Forrás: Csete Sándor fotója)	1
10. ábra: Szentbékáll, Sásdi-rétek 2024 (Forrás: Csete Sándor fotója)	2
11. ábra: Tapolca, repülőtér 2025 (Forrás: Csete Sándor fotója)	2
12. ábra: A virágmorfológiai típusok 1:1 aránytól való eltérésének szignifikancia-értéke és a populációk t+1 időpontjában mért csíranövény-aránya egy kifejlett virágzó tőre. (Forrás: Saját szerkesztés).....	7
13. ábra: Egy virágzó tőre jutó csíranövények száma a (t+1) időpontban és az egyedek közötti átlagos távolság a (t) időpontban. (Forrás: Saját szerkesztés)	10
14. ábra: Általam készített morftípus térkép 2023 Nemesahany állománnyról. (Forrás: Saját szerkesztés a QGIS programot használva).....	8
15. ábra: Általam készített morftípus térkép 2024 Nemesahany állománnyról. (Forrás: Saját szerkesztés a QGIS programot használva).....	9
16. ábra: Általam készített morftípus térkép 2025 Nemesahany állománnyról. (Forrás: Saját szerkesztés a QGIS programot használva).....	9
17. ábra: Egy virágzó tőre jutó csíranövények száma az eltérő morfológiai típusú tőcsoportoknál. (Átlag és SE, eltérő kisbetűk szignifikánsan különböző átlagot mutatnak). (Forrás: Saját szerkesztés)	10
1. táblázat: A terepi vizsgálatok időpontja (Forrás: Saját szerkesztés)	3
2. táblázat: Vizsgált populációk egyedszámai, valamint virágzó és nem virágzó adult tövek aránya. (Forrás: Saját szerkesztés)	4
3. táblázat: Vizsgált populációk csíranövények száma és –aránya. (Forrás: Saját szerkesztés)	4
4. táblázat: A lisztes kankalin (<i>Primula farinosa</i> L.) populációinak kiterjedése (m ²). (Forrás: Saját szerkesztés).....	5
5. táblázat: Virágmorfológiai típusok arányai az egyes populációkban és a vizsgált három évben. 50-50%-tól való eltérését χ^2 -próbával teszteltük. A szignifikáns eltérés hibavalószínűségi szintjét jelző p-érték került a táblázatban feltüntetésre. Az adott évi morftípus-arányokat a következő évben megtalált, egy virágzó tőre jutó csíranövények számmal vetettük össze. (Forrás: Saját szerkesztés).....	6
6. táblázat: A tőcsoportok közötti átlagos távolság a populációkon belül, valamint a legközelebbi szomszéd index. (Forrás: Saját szerkesztés).....	7
7. táblázat: Porzós tőcsoportok közötti átlagos távolság (Forrás: Saját szerkesztés) .. Hiba! A könyvjelző nem létezik.	
8. táblázat: Bibés tőcsoportok közötti átlagos távolság (Forrás: Saját szerkesztés) Hiba! A könyvjelző nem létezik.	

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: Horváth Márton Gyula
A Hallgató Neptun kódja: T1BOMT
A dolgozat címe: A heterosztília és szerepe a lisztes kankalin (*Primula farinosa* L.) hazai populációinak növekedésében
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Természetvédelmi Biológiai Tanszék

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. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, 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: 2025 év november hó 11 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Horváth Márton Gyula (név) (hallgató Neptun azonosítója: T1BOMT konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2025 év november hó 11 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Horváth Márton Gyula
Neptun-kódja:	T1BOMT
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	
A munka címe:	A heteroszília és szerepe a lisztes kankalin (<i>Primula farinosa</i> L.) hazai populációinak növekedésében

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
Fordítás, ötletelés; nyelvi korrektúra	ChatGTP	

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Stapovudin, 2025. november hó 11. nap

[Handwritten Signature]

Hallgató aláírása

[Handwritten Signature]
Konzulens/Témavezető aláírása

