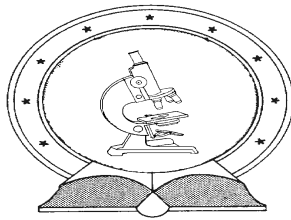


DE TTK



1949

**Esettanulmányok herbáriumok aktuális botanikai kutatásokban  
betöltött szerepéről**

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

TAKÁCS ATTILA

Témavezető  
Molnár V. Attila  
Egyetemi docens

DEBRECENI EGYETEM  
Természettudományi Doktori Tanács  
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola  
Debrecen, 2016



Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi Doktori Tanács a **Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola Biológia doktori** programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2016.

.....  
a jelölt aláírása

Tanúsítom, hogy **Takács Attila** doktorjelölt **2013-2016** között a fent megnevezett Doktori Iskola **Biológia doktori** programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2016.

.....  
Molnár V. Attila  
témavezető



## A doktori értekezés betétlapja

### Esettanulmányok herbáriumok aktuális botanikai kutatásokban betöltött szerepéről

#### Role of herbaria in current botanical research (case studies)

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében  
a Biológia tudományágban

Írta: **Takács Attila** okleveles Biológus

Készült a Debreceni Egyetem **Juhász-Nagy Pál Doktori Iskolája**  
(**Biológia Doktori program**) keretében

Témavezető:

Molnár V. Attila

egyetemi docens

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Prof. Magura Tibor

egyetemi tanár

tagok: Dr. Lengyel Szabolcs

tudományos tanácsadó

Dr. Deák Balázs

tudományos munkatárs

A doktori szigorlat időpontja: 2016. április 18.

Az értekezés bírálói:

.....

.....

.....

.....

A bírálóbizottság:

elnök: .....

.....

tagok: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Az értekezés védésének időpontja: .....

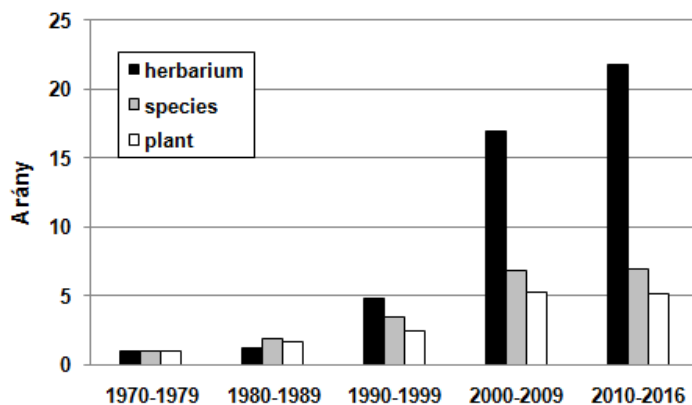
# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. Előzmények</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Bevezetés és célkitűzés</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. A herbáriumok jelentősége - irodalmi áttekintés</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. Saját hozzájárulás herbáriumok fejlesztéséhez és feldolgozásához</b> .....	<b>16</b>
<b>2. Adatfeltárás, adatbázis-építés</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. A Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisa</b> .....	<b>18</b>
2.1.1. Bevezetés .....	18
2.1.2. Anyag és módszer .....	18
2.1.3. Eredmények és értékelésük .....	18
<b>2.2. A magyar flóra feltártsága és dokumentáltsága vidéki herbáriumaink tükrében</b> .....	<b>29</b>
2.2.1. Bevezetés és célkitűzés .....	29
2.2.2. Anyag és módszer .....	30
2.2.3. Eredmények és értékelésük .....	32
<b>3. Hosszútávú trendek herbáriumi adatsorok tükrében</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1. Az <i>Elatine hungarica</i> megjelenését meghatározó tényezők</b> .....	<b>37</b>
3.1.1. Bevezetés .....	37
3.1.2. Anyag és módszer .....	38
3.1.3. Eredmények .....	39
3.1.4. Diskusszió .....	45
<b>3.2. Változott-e a hazai orchideák reprodukív sikere az elmúlt 160 évben?</b> .....	<b>49</b>
3.2.1. Bevezetés .....	49
3.2.2. Anyag és módszer .....	50
3.2.3. Eredmények .....	53
3.2.4. Diskusszió .....	57
<b>4. Herbáriumok taxonómiai-nevezéktani jelentősége</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1. A hazánkban <i>Himantoglossum caprinum</i>-ként ismert sallangvirág valójában leíratlan faj</b> .....	<b>59</b>
4.1.1. Bevezetés .....	59
4.1.2. Anyag és módszer .....	60
4.1.3. Eredmények és értékelésük .....	62
<b>5. Összegzés</b> .....	<b>68</b>
<b>6. Summary</b> .....	<b>69</b>
<b>Irodalomjegyzék</b> .....	<b>70</b>
<b>Publikációk listája</b> .....	<b>87</b>
<b>Köszönetnyilvánítás</b> .....	<b>93</b>

# 1. Előzmények

## 1.1. Bevezetés és célkitűzés

A mai értelemben vett herbáriumok története a XVI. századig nyúlik vissza (ALFÖLDI FLATT 1902). A többek között *Kräuterbuch*, *Hortus siccus* és *Hortus hyemalis* néven ismert, préselve szárított növénygyűjtemények szerepe kezdetben a növények megismerése, részben az esztétikai élmény megélése volt (ALFÖLDI FLATT 1903). A herbáriumot már LINNÉ (1751) a botanikusok eszköztárának nélkülözhetetlen tagjaként emeli ki. A példányok feliratozásának, járulékos információkkal történő ellátásának gyakorlata Linné óta is sokat változott. Az egyre pontosabb gyűjtési adatok (elsősorban lelőhely és dátum) hozzárendelésének köszönhetően a herbáriumok florisztikai-növényföldrajzi jelentőséget nyertek (napjainkban lásd például PEAT et al. 2007, DOMANGUE & McMULLEN 2013, LAVOIE 2013, MARTINE & WARD 2013, ALVEAR et al. 2015, BARTKOWIAK & BENNETT 2015 MUNKÁIT), de a linnéi alapoknak köszönhetően taxonómiai-nevezéktani szerepük is elévülhetetlen (BARRIE et al. 2012). A herbáriumok felhasználási lehetőségeit illetően az utóbbi évtizedekben számos újszerű megközelítés látott napvilágot, amelyek sok esetben túlmutatnak a botanika határain (FUNK 2003, 2004, SUAREZ & TSUTSUI 2004, PYKE & EHRlich 2010, LISTER et al. 2011, LAVOIE 2013, részletesen lásd *A herbáriumok jelentősége* című fejezetben, 2. oldal). A herbáriumok növekvő tudományos jelentőségét jól illusztrálja, hogy a *Scopus* adatbázisban ‘herbarium’ kifejezésre tudományos publikációk címeiben, kulcsszavaiban és összefoglalóiban keresve több mint 21-szer annyi találatot kapunk a 2010–2016 közötti időszakban (2909), mint 1970–1979 között (134). Ugyanebben az időszakban a ‘plant’ vagy a ‘species’ kulcsszavakra csupán 5-ször illetve 7-szer több találat jut (vö. TAKÁCS et al. 2013a) (1. ábra).



1. ábra. Három kulcsszóra eső találatok arányának változása a Scopus adatbázis alapján

Ugyanakkor a természettudományos gyűjtemények financiális okokból világszerte válságban vannak (DALTON 2003, GROPP 2003, MILLER et al. 2004). A már meglévő gyűjtemények fenntartási nehézségei mellett a herbáriumgyűjtés intenzitása csökken például Délkelet-Afrikában (WILLIS et al. 2003), Észak-Amerikában (PRATHER et al. 2004), Magyarországon (MOLNÁR V. et al. 2012a) és Németországban (RENNER &

ROCKINGER 2016). Növekvő gyűjtési aktivitás csupán trópusi területeken jellemző (például HARIPERSAUD 2009: 13–25., GOODWIN et al. 2015).

Dolgozatom általános célja, hogy a fent vázolt paradox helyzetben hangsúlyozza a herbáriumok tudományos jelentőségét. Erre olyan, egymástól független esettanulmányokon keresztül teszek kísérletet, amelyek között a kapcsolatot a herbáriumi anyag vizsgálata teremti meg.

A dolgozat szempontjából *A Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisa* illetve *A magyar flóra feltártsága és dokumentáltsága vidéki herbáriumaink tükrében* című esettanulmányok (18. és 29. oldal) célja a herbárium-digitalizálás és adatfeltárás lehetőségeinek, illetve közvetlen hasznának felvázolása. Az ezt követő tanulmányoknak is részben ezek teremti meg a módszertani alapjait illetve adatforrását.

Az *Elatine hungarica megjelenését meghatározó tényezők* és a *Változott-e a hazai orchideák reprodukív sikere az elmúlt 160 évben?* című esettanulmányok (37. és 49. oldal) a herbáriumok növényökológiai célú felhasználására hoznak példákat. Mindkettő azt demonstrálja, hogy a herbáriumi adatsorok a vizsgálható időléptéket a célzott mintagyűjtéssel lefedhetőnél lényegesen hosszabbra nyújthatják. Előbbi tanulmány azt is bemutatja, hogy a herbáriumi adatsorok fontos kiegészítői a terepi és irodalmi adatoknak.

A *hazánkban Himantoglossum caprinum-ként ismert sallangvirág valójában leíratlan faj* című esettanulmány (59. oldal) szerepe a herbáriumok taxonómiai-nevezéktani vizsgálatokban betöltött ma is aktuális szerepének hangsúlyozása, egy új faj felfedezésének és érvényes leírásának példáján keresztül.

Az egyes esettanulmányok saját célkitűzéseit, részletes anyagait, módszereit maguk az esettanulmányok tartalmazzák.

## 1.2. A herbáriumok jelentősége - irodalmi áttekintés

A herbárium szót tradicionálisan nem csak hajtásos növények préselt, szárított példányait őrző kollekciónak, hanem tudományos céllal gyűjtött gomba- és algapreparátumokra is használják. Ezek – egyébként nagyon hasonló – felhasználási lehetőségeire itt nem térek ki, dolgozatomban a hajtásos növények és mohák gyűjteményeinek tárgyalására szorítkozom. Ezek florisztikai és morfológiai kutatásokban betöltött triviális szerepét szintén nem, és taxonómiai jelentőségüket is csak érintőlegesen tárgyalom. Az alábbiakban elsősorban olyan tanulmányokról mutatok be áttekintést, amelyek rávilágítanak a herbáriumi adatsorok bevonásával vizsgálható kérdések sokrétűségére.

### *Invázióbiológia*

A herbáriumok régóta hozzájárulnak a fajok elterjedésének megismeréséhez, mégis vannak olyan új alkalmazási lehetőségek ezen a területen, amelyekről részletesebben is szót kell ejteni. A herbáriumi gyűjtés intenzitásának növekedése szerencsés módon egybeesik a világméretű kereskedelem fellendülésével és az adventív fajok terjedésének

ebből adódó növekvő intenzitásával. A herbáriumi adatok éppen ezért különösen értékesek az adventív és invázió fajok megtelepedési idejének, terjedési sebességének meghatározásában, pontosításában. Számos faj, így például a *Heracleum mantegazzianum* (PYŠEK 1991), az *Impatiens glandulifera* (PYŠEK & PRACH 1995), *Oenothera* taxonok (MIHULKA & PYŠEK 2001) inváziójának dokumentálására használtak (legalább részben) herbáriumi adatokat.

A legtöbb ilyen témájú közlemény az allergén virágport termelő *Ambrosia artemisiifolia*-val kapcsolatban született. CHAUVEL et al. (2006) franciaországi, LAVOIE et al. (2007) kanadai, ESSL et al. (2009) ausztriai herbáriumi adatokon alapuló tanulmánya egyaránt kiemeli az utak, vasutak szerepét a növény terjedésében. A faj terjedésének korai stádiumában az említett területekhez hasonlóan Magyarország térségében is egymástól távoli megtelepedéseit dokumentálták, amiből egymástól független, többszöri behurcolásra lehet következtetni (CSONTOS et al. 2010a, b). Az *A. artemisiifolia* terjedését limitáló tényezőként már ESSL et al. (2009) is a klimatikus tényezőket említik, de hasonló következtetésre jutnak FOLLAK et al. (2013) a szintén allergén pollent termelő *Ambrosia trifida* és *Artemisia annua* elterjedésének modellezése során. Míg az *Iva xanthiifolia* számára eredményeik szerint a tájhasználat bír nagyobb jelentőséggel (munkájukhoz az elterjedési adatokat szintén részben herbáriumi anyagból nyerték).

FUENTES et al. (2008) adventív növényfajok chilei inváziójának legfontosabb időszakaszainak kimutatására tettek kísérletet. Ehhez őshonos és idegenhonos fajok példányainak tízezreit tanulmányozták. Eredményeik alapján az idegenhonos fajok egyetlen évszázad alatt özönlötték el Chile szinte teljes területét, kivéve az ország legészakabbi és legdélebbi pontjait. Az adventív növényfajok expanziójának első időszaka (1910 és 1940 között) egybeesett a búza és más gabonafélék vetésterületének erőteljes növekedésével Chilében. A terjeszkedés második legnagyobb intenzitású szakaszát (körülbelül 1980 és 2000 között) a búza termőterületének csökkenése, de a termesztett búza mennyiségének és az erdészeti export mennyiségének növekedése időszakára teszik.

Észak-Amerika keleti területeinek nedves élőhelyein a *Typha angustifolia*, a *T. latifolia* és hibridjük, a *T. ×glauca*, behurcolt özönnövények. SHIH & FINKELSTEIN (2008) herbáriumi példányok és pollenadatbázis-rekordok felhasználásával dokumentálták területenként és időszakonként a három taxon terjedését. A herbáriumi adatok megerősítik, hogy a *T. angustifolia* elterjedési területe lényegesen nagyobb mértékben növekedett 1880 óta, mint a *T. latifolia*-é, de mindkét faj ugyanolyan sebességgel terjed az utóbbi évtizedekben és jelent inváziós veszélyt a zavart vizes élőhelyeken. Nem csak vizes élőhelyeket sújt a *Phragmites australis* „rejtett inváziója” (*‘cryptic invasion’*), a biológiai invázió egy alig ismert típusa, amely egy őshonos faj idegenhonos genotípusának terjedését jelenti. Amint azt SALTONSTALL (2002) cikke mutatja, a herbáriumi anyagok jelentős segítséget jelentenek ennek a fontos jelenségnek a tanulmányozása során is. Fosszilis leletek alapján a *Ph. australis* Észak-Amerikában mintegy 40 ezer éve jelen van, azonban a 19. századi florisztikai irodalom szerint a földrészen a faj ritka volt, míg az utóbbi 150 év során jelentősen nőtt az elterjedési területe és az egyedszáma. Egy feltételezett behurcolt „törzs” rejtett invázióját molekuláris genetikai módszerekkel követték nyomon, mégpedig recens észak-amerikai

nád populációkban és 1910 előtt gyűjtött herbáriumi mintákban vizsgáltak két kloroplasztiszban lokalizált, nem-kódoló DNS-szakaszt. Az eredmények alapján egy behurcolt „törzs” szorítja ki az őshonos nádat és terjed olyan területeken is ahol korábban nem élt *Phragmites*. Az őshonos alak mára kipusztult New England-ből, és egyebütt (ahol még megtalálható) is veszélyeztetett. Kanada Québec tartományában LELONG et al. (2007) dokumentálták a jelenséget 779 herbáriumi példány és recens gyűjtések vizsgálata révén. A tartományban a nád inváziója az 1960-as évektől ismert, a jelenlegi állományok mintegy 95%-át egy idegen haplotípus alkotja, amely először 1916-ban gyűjtött herbáriumi mintában volt észlelhető és az 1970-es évekig csaknem kizárólag a Szent Lőrinc-folyó partvidékén fordult elő. Ma különösen gyakori utak mentén és terjedése kapcsolatba hozható az úthálózat 1960-as és 1970-es években történt nagyarányú fejlesztésével.

Herbáriumi példányok nemcsak az adventív fajok (vagy genetikai vonalak) megtelepedési idejének, terjedési sebességének rekonstruálására, hanem az újonnan kolonizált területeken bekövetkező fenotipikus változások regisztrálására is alkalmasak. BUSWELL et al. (2011) Ausztráliába behurcolt 23 növényfaj 150 év során gyűjtött, több mint 1900 herbáriumi példányán vizsgálták 4 jellemző (hajtás-magasság, fajlagos levéltömeg, levélfelület és levélalak) változását. A vizsgált fajok 70 százaléka legalább egy tulajdonság tekintetében szignifikáns változást mutatott. 21-ből 8 faj esetében a hajtás magassága változott, 6 esetben csökkent. A magasság csökkenését főként Új-Dél-Wales nyugati részének száraz, tápanyagban szegény termőhelyi feltételei között tapasztalták. Egy faj esetében csökkent a levél fajlagos tömege, öt faj esetében változott a levél alakja és három faj esetében a levél felülete. E változások mértéke meglepően jelentős volt (100 év alatt 125%-os). Ugyanilyen időtávlatban az Ausztráliában őshonos fajok, illetve a behurcolt fajok az eredeti elterjedési területükön szignifikánsan kisebb mértékű változást mutattak. A szerzők ezt a behurcolt növényfajok gyors evolúciójaként interpretálták, bár bizonyítékot nem szolgáltatottak a változások genetikai meghatározottságára.

### *Környezetszennyezés*

A herbáriumi példányok kémiai összetételének vizsgálata lehetőséget kínál különböző emberi tevékenységek következtében a környezetbe kerülő szennyező anyagok, például policiklikus aromás szénhidrogének (FOAN et al. 2010) és nehézfémek (LEE & TALLIS 1973, HERPIN et al. 1997, PEÑUELAS & FILELLA 2002, SHOTBOLT & ASHMORE 2007) mennyiségi változásának időbeli nyomonkövetésére. A 20. század második felében – mikor az antropogén nitrogén-fixáció és -mobilizáció jelentősen megnövekedett – herbáriumi példányok elemösszetételének vizsgálata révén dokumentálták szárazföldi ökoszisztémák növekvő mértékű eutrofizációját Nagy-Britanniában (PITCAIRN & FOWLER 1995), Spanyolországban (PEÑUELAS & FILELLA 2001) és Dél-Afrikában (WILSON et al. 2009).

A légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció emelkedésének bizonyítását követően azonnal vizsgálni kezdék az élőlények e változásra adott válaszait. E téren WOODWARD (1987) ismerte fel a herbáriumi példányok jelentőségét és alkalmazhatóságát. 8 mérsékelt övi

fafaj 200 év alatt gyűjtött herbáriumi példányain (azok levelein) megfigyelhető sztómasűrűség 40%-os csökkenéséről számol be. Annak bizonyítására, hogy ezt a változást a légköri CO<sub>2</sub>-szint emelkedése okozta, élő növényeken kontrollált körülmények közt kísérletesen is igazolta a jelenséget.

240 éves időtávlatban gyűjtött példányok stabilizotóp-arányának változásáról számol be PEÑUELAS & AZCÓN-BIETO (1992). A vizsgált időszak során (1750–1988) csak az utolsó 6 éves intervallumból származó példányok  $\Delta^{13}\text{C}$  aránya mutatott szignifikáns csökkenést a korábbihoz képest. C3-as és C4-es fotozintézis-utat követő fajok esetén azonos tendenciát mutattak ki. A szerzők a stabilizotóp-arány változásának magyarázatát abban látják, hogy mindkét asszimilációs út rátája emelkedett, illetve a sztóma konduktanciájának csökkenése miatt nőtt a víz felhasználásának határfoka az utóbbi évtized során. PEDICINO et al. (2002) szintén a stabilizotóp-arány csökkenésére hoznak példát, ám tapasztalataik szerint a különböző fajok eltérő mértékben mutatják ezt a választ. Továbbá az adatok nagy szórást is mutatnak, ami a mikroklíma nagymértékű szezonális, illetve évenkénti változatosságára vezethető vissza. Hogy a CO<sub>2</sub>-szint emelkedése pontosan milyen fiziológiai válaszokat vált ki, annak tanulmányozására alkalmasabbnak vélik az évgyűrűk vizsgálatát.

Kísérletes eredmények szerint a légköri CO<sub>2</sub>-koncentráció a növények ásványi összetételét is befolyásolja. Amint arról PEÑUELAS & MATAMALA (1993) beszámolnak, a növények recens Al-, Ca-, Cu-, Fe-, K-, Mg-, Mn-, Na-, P-, S-, Sr- és Zn-tartalma alacsonyabb, mint bármikor az elmúlt 250 év során, amiért véleményük szerint szintén a CO<sub>2</sub>-koncentráció emelkedése tehető felelőssé.

A globális változások sorában az UV-sugárzás mértékének emelkedése is tettenérhető herbáriumi példányok vizsgálata során. HUTTUNEN et al. (2005) 10 szubarktikus moha-faj 1926–1996 közt gyűjtött példányai UV-B-t elnyelő vegyületeinek mennyiségét vizsgálták. Kérdésük az volt, hogy az UV-B-t abszorbeáló vegyületek herbáriumi példányokban mérhető koncentrációja tükröz-e változást ez alatt az időszak alatt. A fajok gametofiton testének átlagos vegyület-tartalma alapján felállított sorrendje és a fajlagos felületre jutó UV-B-elnyelő vegyület mennyisége korrelált a lelőhelyekre jellemző nyári napsugárzással és földrajzi szélességgel. A vizsgálat során alapul vett fajok közül több is indikátornak bizonyult, de az 1920–1990-es évek közti időszak során csak a *Sphagnum capillare* példányok esetében volt tapasztalható e vegyületek koncentrációjának szignifikáns csökkenése. LOMAX et al. (2008) korpafüvek (Lycophyta) herbáriumi példányai spórafalainak kémiai összetételét célzó vizsgálata során kimutatták, hogy az ultraibolya-B sugárzást elnyelő anyagok koncentrációja a sarkvidékek felé erősen korrelál az UV-B-sugárzás történeti változásával. Grönlandi minták elemzésével rekonstruálták az ózonkoncentráció és UV-B-sugárzás történeti változását 1907 és 1993 között. OTERO et al. (2009) a *Jungermannia exsertifolia* subsp. *cordifolia* nevű májmoha Észak-Európában gyűjtött 135 herbáriumi példányból kivont 5 UV-abszorbeáló komponens elemzése révén rekonstruálták a sztratoszférikus ózon koncentrációjának változását 1850 és 2006 között. Az UV-sugárzás ebben az időszakban júniusban erőteljesebb volt mint júliusban és augusztusban, de az 1918 és 2006 közötti időszakban nem detektálták az ózonkoncentráció jelentős időbeli változását. Az Antarktiszon gyűjtött *Bryum argenteum*-minták UV-abszorbeáló flavonoid-tartalmának vizsgálata alapján RYAN et

al. (2009) megállapították, hogy a luteolin / apigenin arány jobb előrejelzője lehet az ózonkoncentráció változásának, mint az összes flavonoid-tartalom.

### *Fenológia és klímaválasz*

Egy-egy taxon fenológiai jellemzésére is alkalmazható a herbáriumi anyag, ha megfelelő mennyiségben állnak rendelkezésre napra pontos gyűjtési dátummal megjelölt példányok, melyek fenológiai stádiuma is meghatározható. RIVERA & BORCHERT (2001) az elsők közt használtak ilyen célra herbáriumi adatokat, akik 25, Costa Rica területén előforduló faj szinkronizált nyílási periódusát határozták meg terepi és herbáriumi adatok alapján. Adatsoraik közvetett bizonyítékul szolgálnak számos trópusi faj virágzásának fotoperiodikus indukálására. Eredményeik szerint alacsony szélességi körön (ahol a nappalok hosszúsága csak kismértékű évi változatosságot mutat), a virágzás indukálásához elegendő a fotoperiódus 30 perces vagy annál kisebb mértékű csökkenése.

A földi légkör CO<sub>2</sub>-koncentrációjának emelkedését vizsgáló tanulmányokat követően (vö. WOODWARD 1987, PEÑUELAS & AZCÓN-BIETO 1992, PEÑUELAS & MATAMALA 1993, PEDICINO et al. 2002) az ezzel egyidejű klímaváltozást és annak növényekre gyakorolt hatását taglaló vizsgálatok sem vártak magukra sokat. E tanulmányoknak elsősorban azért fontos adatforrásai a múzeális gyűjtemények, mert 200–250 éves időtávlatban nem állnak rendelkezésre direkt fenológiai adatsorok. A recens adatokat azonban jól kiegészítik a herbáriumi példányokról nyert történeti adatok. Növények klímaválaszát elsőként PRIMACK et al. (2004) tanulmányozták 1885–2002 közti herbáriumi adatok alapján. Ebben az időszakban Boston évi középhőmérsékletében 1,58 °C-os emelkedés volt tapasztalható. Ez egyes fajok nyílási idejének előremozdulását vonta maga után, különösen február, március, április és május hónapokban. A hosszabb nyílási idejű fajokat alkalmasabbnak találják a hőmérsékletváltozásra adott válasz értékelésére, mint a rövid nyílási idejűeket. Eredményeiket MILLER-RUSHING et al. (2006) is megerősítették.

BOLMGREN & LÖNNBERG (2005) húsos és nem húsos termésű növények nyílási idejét hasonlították össze Svédországban. A herbáriumi fenológiai adatokat összevetették két (egymástól független) terepi fenológiai adatsorral. A herbáriumi adatok jól korreláltak a terepiekkel, és a terepiek is egymással. Ezzel kvázi validitást biztosítottak a herbáriumi adatsor számára. A herbáriumi és terepi (recens) adatok közti eltérés arra korlátozódott, hogy a koratavasszal nyíló fajok későbbiek, míg a késő nyári virágzású fajok esetében korábbiak voltak a herbáriumi adatok, mint a terepiek, vagyis klímaválaszt nemcsak a koratavaszi, de a későnyári virágzású fajok is mutatnak. Azt tapasztalták továbbá, hogy a húsos termésű fajok korábban virágoznak, mint a nem húsos termésűek, s ezzel rámutatnak a nyílás időszakának evolúciós függetlenségére. MOLNÁR V. et al. (2012b) orchideák körében végzett vizsgálatait alapján a fajok klímaválasza nem filogenetikailag meghatározott, hanem bizonyos életmenet-jellemzőkkel (leginkább a megporzástípussal és az élettartammal) függ össze.

Kifejezetten a herbáriumi adatsorok validitásának kérdését feszegeti ROBBIRT et al. (2011) cikke. Herbáriumi és terepi adatok alapján vizsgálják a klíma és a virágzás

csúcsideje közti kapcsolatot az *Ophrys sphegodes* példáján. A faj 1848–1958 között gyűjtött herbáriumi példányai és 1975–2006 között tett megfigyelések biztosították az adatsorokat. A nyílási idő tavaszi átlaghőmérsékletet követő változása a két adatsor alapján azonos volt – bár a herbáriumi adatok lényegesen nagyobb szórást mutattak.

Azt, hogy a herbáriumi fenológiai adatok felhasználásakor tekintettel kell lenni a gyűjtőhelyekre, jól szemléltetik LAVOIE & LACHANCE (2006) valamint NEIL et al. (2010). A két észak-amerikai tanulmányban vizsgált fajok virágzási dátumai látványosan elmozdultak az utóbbi évtizedek során, ám ez a változás számos esetben csak az urbán területeken, nagyvárosokban gyűjtött adatsorokban mutatkozik meg, vagyis a nagyvárosok területén érvényesülő „hőkupola-hatást” tükrözik.

A lokalitás mellett a mintavételi (gyűjtési) aktivitás és a mintázott populációk mérete is befolyásolja a herbáriumok által prezentált adatokat. Az egy-egy évben elsőként észlelt nyílási dátum nem független a populáció méretétől, az alacsony gyűjtési aktivitás pedig későbbre tolja az első virágzás-észlelés dátumát (MILLER-RUSHING et al. 2008). Eredményeik ezáltal is felhívták a figyelmet, hogy az első virágzás dátumánál ('*First flowering date*') célravezetőbb módszer az átlagos virágzási dátum ('*Mean flowering date*') vizsgálata.

PRIMACK & MILLER-RUSHING (2009) a botanikus kertek klímaváltozás-kutatásban betöltött szerepét mutatták be, s mint szorosan kapcsolódó területre, a herbáriumok felhasználási lehetőségeire is kitérnek. E gyűjtemények alkalmazásának kritikája, hogy egy adott példányról nem tudhatjuk, az adott fenofázis mely szakaszában lett gyűjtve (például nyílás időszakának elején, közepén vagy végén) (vö. MILLER-RUSHING et al. 2008). Viszont számos példa azt mutatja, hogy kellően nagy mintaszám esetén, különösen rövid ideig nyíló fajok esetén elfogadható becslést kapunk arra, hogy mikor van a virágzás csúcsideje (PRIMACK et al. 2004, BOLMGREN & LÖNNBERG 2005, ROBBIRT et al. 2011).

Míg az eddigi tanulmányokban kitüntetett figyelmet kapott a virágok nyílási ideje (annak időszaka, a nyílás csúcsideje, az első nyílás dátuma), újszerű, multi-fenofázisos megközelítést mutat be DISKIN et al. (2012). A *Rubus fruticosus* herbáriumi példányokról nyert fenológiai adatokat fenofázisuk szerint kategorizálták. Lineáris regresszió alkalmazásával értékelték a hőmérséklet és az első virág nyílásának dátuma, a teljes nyílás dátuma, az első termés megjelenésének dátuma, a teljes termésérés dátuma közti összefüggést. Az eredmények azt a tendenciát mutatták, hogy az emelkedő hőmérséklet az első virág megjelenését, a teljes nyílást és az első termés megjelenését is korábbra tolja.

A klímaváltozás nem csupán a növényfajok fenológiájában okozhat változásokat, hanem a populációk tengerszintfeletti magasság szerinti elmozdulásában is. BERGAMINI et al. (2009) 61 mohafaj Svájcban 1880 és 1920, illetve 1980 és 2005 között gyűjtött 8520 herbáriumi példányára esetében azt tapasztalták, hogy az átlagos gyűjtési magasság szignifikáns mértékben ( $89 \pm 29$  méterrel) emelkedett. A változás fő hajtóerejét a cryofil fajok szolgáltatták, amelyeket évtizedenként átlagosan 24 méterrel, összesen pedig  $222 \pm 50$  méterrel magasabban gyűjtöttek.

## Biotikus interakciók

Minthogy a növények számtalan módon interakcióban vannak egymással és más élőlényekkel s ez hajtásaikon nyomot hagy, preparátumaik ilyen jellegű kapcsolatok tanulmányozására is alkalmasak. BARÁTH & CSIKY (2012) *Cuscuta* tanulmányukban terepi és irodalmi adatok mellett herbáriumi anyagot is vizsgáltak. Megerősítik, hogy a *Cuscuta* fajok gyakorisága és gazdanövényeik száma pozitív összefüggést mutat, emellett a *C. approximata* terepen megfigyelt 3 gazdanövénye mellett herbáriumi anyagból további 12-t figyeltek meg.

Bár szórványosan korábban is használtak herbáriumi anyagokat specialista fitofág rovarok kutatása során (például ABBOTT et al. 1999 két *Eucalyptus* faj őshonos levélaknázó lepkefajainak terjedését elemezték több mint 500 herbáriumi példány vizsgálatával), de azt a tényt, hogy a herbáriumok jelentőségét mindeddig jelentősen alulbecsülték a növény-rovar interakciók, a herbivór diverzitás és az invazív fajok eredetének kutatása terén, látványosan illusztrálja LEES et al. (2011) tanulmánya, amely tisztázta az Európában csupán 1986 óta ismert vadgesztenyelevél-aknázómoly (*Cameraria ohridella*) balkáni eredetét. Herbáriumi példányok leveleiben lepréselt lárvákat nukleáris és mitokondriális DNS segítségével azonosítottak és a parazita jelenlétét 1879-ig tudták visszavezetni, de genetikai variabilitásának változását és lokális elszaporodásait is dokumentálták 1961-ig.

Korai keletkezésű gyűjtemények biztosította adatok alapján becsülhető a diszturbancia herbivórokra gyakorolt hatása. A széleskörű emberi tájatalakítást megelőző időszakból, az 1800-as évekből származó herbáriumi példányokra alapozva MORROW & FOX (1989) becsülték a rovarok okozta kárt tölgy- és eukaliptusz fajokon, Észak-Amerikában és Ausztráliában, történelmi időkben. Mivel a herbáriumi példányok nem random mintái a herbivór kártételnek (a gyűjtők feltételezhetően előnyben részesítik a sértetlen példányokat ill. hajtásokat), csak minimális kárbecslést biztosítanak. Feltételezve, hogy a botanikusok gyűjtési szokásai nem változtak, recens gyűjtésekkel történő összehasonlításra fel lehet használni ezeket az adatsorokat, mint korabeli minimum-becslést.

A herbáriumok növényi virális kórokozók felbukkanásának (FAWCETT & JENKINS 1933, MALMSTROM et al. 2007), genetikai változatosságának (LI et al. 2007), sőt evolúciójának (FRAILE 1997) is tanúi, de fontos adalékokat szolgáltatnak természetett haszonnövények (RISTAINO et al. 2001) és vadon élő fajok (HOOD et al. 2010) gombaparazitáiról is.

## További ökológiai jellegű alkalmazások

Geokémiai feltárás céljából, például nikkeltartalmú (ultrabázikus) kőzetek elterjedésének térképezésére és a növényi nikkell-akkumuláció tanulmányozására is használható herbáriumi anyag. BROOKS et al. (1977) a *Homalium* (Salicaceae) és a *Hybanthus* (Violaceae) nemzetségek 232 fájának trópikusokon és a meleg-mérsékelt övi területeken gyűjtött közel 2000 példányát vette alapul. Megerősítették öt korábban hiper-akkumulátorként ismert faj státusát és öt újabb új-kaledóniai fajról mutatták ki,

hogy 1 gramm szárazanyagtartalomra vonatkoztatva több mint 1000 µg nikkelt akkumulálnak, azaz szintén hiper-akkumulálónak tekinthetők. További 14 olyan fajról, amelyek esetében ez korábban nem volt ismert, bebizonyították, hogy erős akkumulátorok (100–1000 µg/g). Az akkumulátor fajok gyűjtési helyei ultrabázikus kőzetek elterjedését jelölték ki.

Van DAM & MERTENS (1993) egy holland eutróf polder vízminőség-változásának jellemzéséhez használták 1934 és 1958 között gyűjtött makrofitonok herbáriumi példányaira tapadt kovamoszatokat, amelyeket 1989-es gyűjtésekkel vetettek össze. A kovaalgák nem jeleztek szignifikáns változást a víz szalinitásában. Az eutrofizáció következtében viszont a recens mintákban csökkent a ritka fajok száma és növekedett a mezo- és hyper-euthrafentikus fajok részesedése.

A herbáriumi példányok alkalmasak lehetnek a növényi propagulumok perzisztenciájának vizsgálatára is. Az egyéves pyrophyton *Geranium bohemicum* 10 (egyenként 3–200 éves) herbáriumi példányáról származó magjainak csírákéességét MILBERG (1994) vizsgálta. A legidősebb minta, amelyben csíráképes magvakat talált (30%-os arányban) 129 éves volt. Ez az eredmény alátámasztja azt a feltételezést, hogy ez az egyéves faj a csírákéességüket hosszú ideig megőrző magjai révén képes a talaj magbankjából megjelenni erdőtüzek után. LEINO & EDQUIST (2010) 5 *Acacia*-faj Egyiptomban, 1856-ban gyűjtött és azóta szobahőmérsékleten tárolt magjait csíráztatta és két faj (*A. farnesiana* és *A. melanoxydon*) esetében tapasztaltak csírázást. A vizsgált fajok magjaiból kivont DNS vizsgálata alapján csak az *Albizia lebbek* magvaiban degradálódott az örökítőanyag.

### *Természetvédelem, konzervációbiológia*

Úgy tűnik, abban, hogy napjainkban a herbáriumi gyűjtés intenzitása jelentősen hanyatlik, komoly szerepe van a botanikusok egy része azon meggyőződésének, hogy a gyűjtés természetvédelmi szempontból nem kívánatos. Ráadásul a kérdésről a természetvédelmi hatóságok álláspontja sem egységes. Bár a herbáriumi anyag gyűjtésének vadon élő populációkra gyakorolt hatásait részletesen még nem vizsgálták, az egyértelműen látható, hogy a herbáriumoknak számos potenciális természetvédelmi-konzervációbiológiai vonatkozású alkalmazása létezik.

Az amerikai ginzeng (*Panax quinquefolius*) gyökerét az ázsiai gyógynövénypiac számára több mint 200 éve gyűjtik az Egyesült Államokban. Mivel a faj szerepel a Washingtoni Egyezmény II. függelékében, a ginzengkereskedelmet 1975 óta nyomon követik és a kereskedelmi célú gyűjtést nem találták károsnak. MCGRAW (2001) 17 herbáriumban található, 186 éves időtávlatban gyűjtött 915 példány esetében vizsgálta a példányok méretét. A vizsgált 11 kvantitatív jellemzőből 9 statisztikailag szignifikáns csökkenést mutat. A többváltozós elemzések pedig megerősítik a növény méretében tapasztalható általános visszaesést. Az északi populációkban nem csökkent a példányok mérete, középnnyugaton, az Appalache-hegységben és délen viszont igen jelentősen. A gyors méretbeli változást környezeti változás vagy a kereskedelmi célú gyűjtés közvetlen vagy közvetett hatása magyarázhatja. Az amerikai ginzeng állományainak változását 19 állam területén 150 év során gyűjtött herbáriumi példányok alapján CASE

et al. (2007) vizsgálták. Az időszakonként gyűjtött példányok számát a rokon, de kereskedelmi céllal nem gyűjtött fajokból gyűjtött herbáriumi példányok számához viszonyították és 6 északi államban bizonyították a populációk hanyatlását.

A pettyes gyásztárnics (*Swertia perennis*) lokális szintű kipusztulását befolyásoló tényezőket tanulmányozták LIENERT et al. (2002). 63 lelőhelyet azonosítottak és kerestek fel 5–127 éves herbáriumi gyűjtések alapján, amelyek mintegy negyedéről (24%) kipusztult a faj. A kipusztulás valószínűsége nem korrelált a herbáriumi példány korával. Az alacsonyabb tengerszint feletti magasságban, illetve az elterjedési terület peremén fekvő és az intenzív tájhasználattal jellemezhető termőhelyekről nagyobb valószínűséggel pusztult ki a faj, mint a magasabb hegyvidékekről, az área központi részeiről és a hagyományos módon kaszált vagy legeltetett lelőhelyekről. A 400 m<sup>2</sup>-nél kisebb kiterjedésű lápokról 75%-os valószínűséggel pusztult ki a növény. Mindezek alapján az intenzív mezőgazdasági művelés és az élőhelyek feldarabolódása nevezhető meg a *S. perennis* lokális kipusztulásait okozó tényezőkként. A kicsiny populációk nem képesek a hosszú távú fennmaradásra.

A fenti példa is mutatja, hogy a biológiai sokféleség eredetének megértéséhez és fenntartásához fontos annak tér- és időbeli, továbbá környezeti grádienseken keresztüli elterjedésének értékelése. Regionális léptékben a fajok két fő tulajdonságát lehet értékelni, amelyek betekintést nyújtanak a speciációs folyamatokba: földrajzi elterjedésüket és környezeti igényeiket. E célból GIMARET-CARPENTIER et al. (2003) az indiai Western Ghats endemikus fájának nagyléptékű biodiverzitási mintázatának feltárásához használták a fajok herbáriumi adatainak kanonikus korreláció analízisét. Ennek eredményeként azonosították a terület endemikus fajokban leggazdagabb (déli) területét, illetve dokumentálták a bennszülött fajok arányának csökkenését a tengerszint feletti magasság és a száraz évszak hosszúságának grádiense mentén. A környezeti grádienseket követő niche-szeparáció mintázata nemzetség- és család-specifikusnak bizonyult.

Burkina Faso területén végzett, herbáriumi adatokon és terepi megfigyeléseken alapuló országos léptékű biodiverzitás-térképezés eredményeit mutatta be SCHMIDT et al. (2005) cikke. Figyelemet fordítottak a mintavételből adódó torzításokra is (a gyűjtés intenzitása térben egyenetlen: útmenti területek, lakott és védett területek környéke túlreprezentált). A modellezett diverzitás dél felé nő a fásszárúak, a liánok és a hemikriptofitonok esetében, de ellenkező tendenciát mutattak az egyévesek. A pázsitfűfélék diverzitása erősen korrelál a hajtásos növények sokféleségével, míg a palkaféléké sokkal egyenletesebben oszlik el az ország területén. Diverzitási gócpontokat is kimutattak például a galajfélék esetében.

Herbáriumi példányok populációgenetikai elemzése is lehetséges. Ennek alkalmazása betekintést nyújthat a genetikai változatosság időbeli változásába, és kulcsfontosságú lehet a ritka és veszélyeztetett fajok evolúciós történetének megfelelő értelmezésében. Az *Anacamptis palustris* az Appenini-félszigeten a 20. század során nagyon visszaszorult, élőhelyeinek feldarabolása, degradációja és megszüntetése miatt. COZZOLINO et al. (2007) a megmaradt populációk egyedeinek genetikai változatosságát a 19. században és a 20. század elején gyűjtött herbáriumi példányokéval hasonlították össze (egy hipervariábilis kloroplaszt markert használva). A jelenlegi, kis populációkban megtalálható haplotípusok és allélok egykor jóval gyakoribbak voltak,

másrészt az egykori populációkban megtalálható allélok egy része mára eltűnt. Emellett a populációk közötti genetikai távolság az idővel növekszik, valamint a történeti és recens populációk haplotípus-gyakorisága jelentősen eltér egymástól. Mindezek alapján az ember által okozott változások csökkentették a faj genetikai sokféleségét.

A fenyegető tényezők felderítésén és a diverzitás (és annak időbeli változása) térképezésén túl (és egyúttal ezek révén) a herbáriumi adatok értékes információkat szolgáltathatnak a növényfajok veszélyeztetettségi státuszának meghatározásához is. MACDOUGALL et al. (1998) New Brunswick-ben (Kanada) 46 család 161 taxonjának herbáriumi adatait vizsgálták. A herbáriumi gyűjtések települések, utak és ismert, fajgazdag lelőhelyek körül koncentráálódtak, amelyeken visszatérően, több hullámban gyűjtöttek. A gyűjtés intenzitása a botanikusok számának megfelelően időbeli változást is mutatott. Ritkaságuk szerint három kategóriába sorolták a veszélyeztetett fajokat (nem gyakori, ritka, nagyon ritka) a vizsgált területen valaha gyűjtött herbáriumi példányok száma, kora, a gyűjtőhelyek eloszlása, a faj feltűnősége és élőhelyeinek „hozzáférhetősége” (*'habitat availability'*) alapján. A fajokat élőhely-preferenciájuk szerint is csoportosították, így az egyes termőhelytípusok természetvédelmi jelentőségét is meg tudták határozni.

Herbáriumi adatok nem csak a kanadai példán keresztül bemutatott regionális érvényű kategorizáláshoz, de egyes taxonok IUCN Vörös Lista kritériumok szerinti értékeléséhez is hozzájárulhatnak. WILLIS et al. (2003) tapasztalatai szerint a fajok veszélyeztetettségének értékelése során a leginkább használható jellemzők az előfordulások kiterjedése, fragmentációja, az állományok csökkenése és a szubpopulációk száma volt. Herbáriumi adatok alapján ezek nem, vagy legfeljebb következtelen és szubjektív döntések meghozatalával becsülhetők. A herbáriumi adatsorok mégis segíthetnek a feltárt ismerethiányok felszámolására irányuló terepi munka megtervezésében. Kifejtik továbbá, hogy a herbáriumi adatok alkalmasabbak a „ténylegesen foglalt terület” (*'area of occupancy'* - AOO) meghatározására, mint a „jelenlét kiterjedésének” (*'extent of occurrence'* - EOO) megállapítására. Az AOO fontos paramétere a Vörös Listák különböző kategóriáiba történő besorolásnak, ám ennek megbízható kiszámítása a megfelelő módszer hiányában eddig nem volt egyszerű feladat. HERNÁNDEZ & NAVARRO (2007) a Chihuahua sivatag 10 kaktuszfajának példáján mutattak be egy módszert (*'Cartographic method by Conglomerates'* - CMC) az AOO becslésére herbáriumi adatok alapján. Az új eljárás által kapott átlagos AOO 3,5-ször, illetve 5,5-ször kisebb, mint a távérzékelési vagy kartográfiai módszerek által jelzett, mivel figyelembe veszi a fajok elterjedési területén belüli diszjunkciókat. A CMC előnye, hogy a Vörös Lista-kritériumokkal harmonikusabb eredményeket állít elő.

A recens „pollinációs krízis” értékelését jelentősen nehezíti a mai adatokkal összevethető archív adatok hiánya. Ezen a téren számít úttörőnek PAUW & HAWKINS (2011) munkája, amely egy dél-afrikai orchidea (*Pterygodium catholicum*) reprodukzív sikerét vizsgálta egy városi védett területen. Rehidratált herbáriumi példányok virágaiban számszerűsítették a megporzó, egy olajgyűjtő méhfaj (*Rediviva peringueyi*) által eltávolított pollencsomagok számát. Kimutatták a reprodukzív siker csökkenését, másrészt magprodukciótól erőteljesebben függő nem-klonális orchideafajok visszaszorulását.

A herbáriumi példányokból történő DNS-kivonás módszertanát mintegy 25–30 éve kidolgozták (ROGERS & BENDICH 1985, DOYLE & DICKSON 1987), de a PCR-amplifikáció sikeressége negatívan korrelál a példányok korával (STERN & ERIKSSON 1996). A módszer mégis jelentős legalább két ok miatt: egyrészt csak igen kis mennyiségű növényi szövetet igényel, így csökkentve a destruktív mintavétel elleni érvek (THOMAS 1994) érvényességét, másrészt a herbáriumi példányok használata a filogenetikai kutatásokban egyre inkább szükségessé válik, mivel egyes ritka fajok esetén az élő anyag beszerzése komoly nehézségekbe ütközik (SAVOLAINEN et al. 1995) vagy igen jelentős költségekkel jár. SAVOLAINEN et al. (1995) 2 és 151 év közötti példányokból vontak ki DNS-t, a 17 vizsgált mintából csak kettőben volt sikeres az amplifikáció szokványos körülmények között. Bemutatták a különböző PCR-gátló hatásokat és némely esetekben a gátló hatások kiküszöbölhetőek voltak polivinilpirrolidon vagy szarvasmarha szérum albumin (BSA) hozzáadásával. Néhány kivonatban a templát koncentrációja túl alacsony volt kielégítő eredmény eléréséhez, ez esetben szükséges egy második, belső primerekkel történő PCR-reakció ('*nested PCR*') a szekvenálható mennyiség eléréséhez. DRÁBKOVÁ et al. (2002) hét DNS-kivonási módot hasonlítottak össze eltérő korú *Juncus* és *Luzula* herbáriumi példányok felhasználásával. A DNS kivonása nagyon régi példányokból bonyolult, és ritkán eredményez jó minőségű kivonatot. A kivont DNS minőségét spektrofotométerrel, mennyiségét pedig fluoriméterrel mérték. Módosított CTAB-kivonást használtak hosszú kicsapási idővel, amivel sok esetben nagy mennyiségű DNS-t nyertek ki. Következtetésük, hogy mivel a PCR csak kis mennyiségű DNS-t igényel, a herbáriumok egyre értékesebb források lehetnek a molekuláris filogenetikai tanulmányokhoz, habár a herbáriumi minták speciális kivonási módszert és körülményeket igényelhetnek. Fontos a szövet alapos feltárása, a hosszú kicsapási idő, a PCR-termékek kis mérete, több PCR-ciklus. A molekuláris genetikai módszerek potenciális felhasználását a herbáriumi példányok azonosításában CASTRO & MENALE (2004) is alátámasztották. Michele Tenore (1780–1861) gyűjteményéből származó *Pinus brutia* és *Pinus halepensis* herbáriumi példányokban sikerrel amplifikáltak 200 bázispárnál rövidebb cpDNS-szakaszokat. LISTER et al. (2008) egyszerű és megbízható módszert és egy sor primert írtak le herbáriumban tárolt búzapéldányok nukleáris DNS-ének vizsgálatához. A módszer 80 és 1030 bázispár közötti PCR-termékeket adott. A termékeket klónozták és szekvenálták. Kitűnő állapotú DNS-t találtak 49 és 107 év közötti példányok esetében, könnyen amplifikálható, legalább 350 bázispár hosszú szakaszokkal. A gyakran fragmentált, herbáriumi anyagokból származó DNS sikeresen alkalmazható mikroszatellit-elmezésekre (LAMBERTINI et al. 2008), amely felhasználható filogeográfiai kutatásokhoz, vagy közeli rokon fajok közötti viszony vizsgálatához.

Herbáriumi példányokból kivont DNS-t kiterjedten használnak filogenetikai elemzésekben (lásd például BALDWIN et al. 1995, SAVOLAINEN et al. 2000, DAVIS & CHASE 2004, QIU et al. 2010). A molekuláris genetikai módszertan segíthet betekintést

nyerni termesztett növényeink eredetébe is. AMES & SPOONER (2008) az Európában termesztett burgonya (*Solanum tuberosum*) homályba vesző eredetét vizsgálták. A faj először 1567-ben jelent meg Dél-Amerikán kívül, majd világszerte gyorsan elterjedt. Az Európában termesztett burgonya az utóbbi 60 évben leginkább elfogadott nézet szerint az Andok magasabb területeiről származik, más vélekedések szerint pedig Chile síkvidéki területeiről. 1705 és 1910 között gyűjtött 49 herbáriumi példány alapján az Andokból származó alakok voltak többségben a 18. században, de minden mai termesztett burgonya ősei a 19. században behozott chilei eredetű tájfajták voltak. A *Solanum* nemzetség egy másik, adventív fajához magyar vonatkozású kutatás is kapcsolódik. Egy Kitaibel Pál által mintegy két évszázaddal ezelőtt gyűjtött, vitatott rendszertani besorolású példányt POCZAI et al. (2009) azonosítottak genetikai módszerekkel. Sikeresen amplifikálták és szekvenálták a példány nrITS2 szakaszát, amely a GenBank adatbázisában szereplő szekvenciák közül eggyel sem egyezett meg, viszont a *Solanum scabrum* fajjal igen. Érdekesség, hogy az utóbbi faj jelenlétét a magyar flórában korábban nem regisztrálták.

### Farmakológia

A herbáriumi anyagok farmakológiai alkalmazása jelentős múltra tekint vissza, teljes áttekintésre itt sem vállalkozhatom. Legjelentősebb felhasználási lehetőségnek a biológiailag aktív anyagok felderítése tűnik. WEILER et al. (1980) 250 *Solanum*-faj vizsgálata során kimutatták, hogy 0,5 mg herbáriumi minta több mint elegendő a *szolaszodin* nevű alkaloida mennyiségi elemzéséhez. Alkaloidok terén alkalmazott módszerek és technikák áttekintését PHILIPSON (1982) tárgyalta a Rubiaceae és Papaveraceae családok példáin keresztül. A fajon belüli különböző hatóanyagtartalmú „kemotípusok” elterjedésének vizsgálatára COOK et al. (2009) szolgáltatott példát.

A különböző korú herbáriumi példányok alkalmasak növényi hatóanyagok tartósságának tesztelésére is. ELOFF (1999) a dél-afrikai *Combretum erythrophyllum* 92–12 éves herbáriumi példányainak hatását hasonlította össze friss mintákéval, 4 baktériumfaj (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) különböző törzsei esetében. A különböző korú minták minimális gátló koncentrációja tekintetében nem volt észlelhető különbség. A herbáriumi minták gombás fertőzése viszont erősen csökkentette a kivonatok biológiai aktivitását. A *Helichrysum pedunculatum*-példányok vizsgálata azt mutatta, hogy a kémiai összetevők nem változtak 100 éves időszak alatt és a biológiai aktivitás nem csökkent.

### A herbáriumi adatok felhasználásának korlátai

Bármely herbáriumi anyagokra alapozott kutatás során fontos szempont annak figyelembe vétele, hogy a gyűjtők nem feltétlenül voltak tisztában a gyűjtött anyag későbbi potenciális felhasználási lehetőségeivel. A mintavétel sokszor ‘*ad hoc*’ jellege miatt nem biztos, hogy az minden szempontból reprezentatív. E tekintetben STERN &

ERIKSSON (1996) összefoglalása a legteljesebb, amelyet módosításokkal és kiegészítésekkel itt is követek.

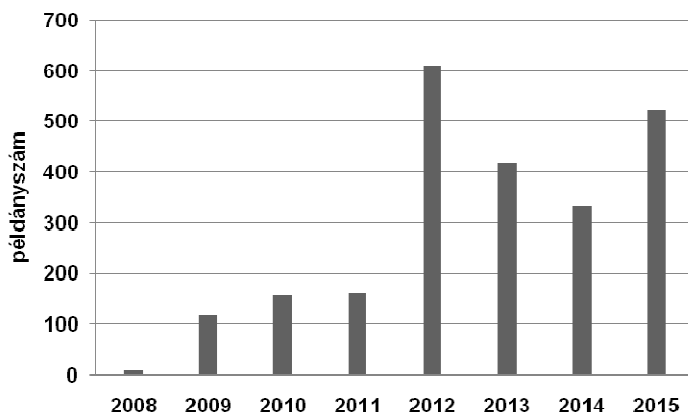
- Néhány tényező (például a gyűjtés időbeli intenzitásának ingadozása, elveszett példányok stb.) torzíthatják az eredményeket (DELISLE et al. 2003; CHAUVEL et al. 2006, MILLER-RUSHING et al. 2008, DANIHELKA et al. 2009).
- Nem csak sokéves időtávatban, de naptári éven belül is ingadozást mutathat a gyűjtési aktivitás: HARIPERSAUD (2009) szerint az esős, magas csapadékösszegű évszakban lényegesen alacsonyabb a gyűjtési aktivitás, mint a szárazabb évszakokban.
- Bizonyos növényeket előnyben részesítenek (HARIPERSAUD 2009: 42., MOLNÁR V. et al. 2012a), míg például közönséges vagy gyakori, nagytermetű fajokat (különösen, ha steril állapotban található vagy fizikailag nehezen gyűjthetők, például: nád, bambuszok, pálmák) gyakran figyelmen kívül hagynak a gyűjtők (BRIDSON & FORMAN 1992). A vízinövényekkel általában igen kevés specialista foglalkozik, emiatt a gyűjtött példányok száma különösen jelentős ingadozásokat mutat (KAPLAN 2010, TAKÁCS et al. 2013b).
- Egyes növények viszonylagosan ritkábbak lehetnek a herbáriumokban, mint a valóságban, amiatt is, hogy a gyűjtők logisztikai vagy politikai okból kevésbé tudták megközelíteni azokat a területeket ahol megtalálhatóak. A könnyen elérhető helyek (például utak és folyók mente) viszont túlréprezentáltak lehetnek (ERIKSSON 1995, HUEBNER 2003, SCHMIDT et al. 2005, HARIPERSAUD 2009).
- Ugyanakkor a ritka és veszélyeztetett fajok szintén túlréprezentáltak lehetnek a gyűjteményekben (ezek ugyanis korábban értékes csereanyagnak számítottak).
- Az egy fajból különböző lelőhelyekről, különböző gyűjtőktől származó példányok önmagukban nem feltétlenül reprezentálják a teljes a teljes alaktani variabilitást (olyan méretű példányokat gyűjtenek amelyek kényelmesen elférnek a herbáriumi lapon, de „töltik” is azt).
- A vegetatív szervek intra- és inter-individuális változatossága gyakran ökológiai különbségekre utal, de hagyományosan kevésbé érdekelte a floristákat és taxonómusokat. Ez nehezítheti vagy lehetetlenné teheti például a fenotipikus plaszticitás mértékének vizsgálatát. Hasonló a helyzet a makroszkópiusan is észlelhető növény-herbivór interakciók esetében. MARQUIS & BRAKER (1993) beszámoltak arról, hogy néhány olyan növényfaj, amelyek lombzatát természetes állományokban, Costa Ricában jelentős mértékben (>50 %) károsítják növényevők, a harwardi herbáriumi példányok több mint fele sértetlen volt, és a defoliáció mértéke egy példányon sem haladta meg a 10%-ot. Ennek oka nyilván az, hogy a gyűjtők a legtipikusabb, legegészségesebb példányokat igyekeznek begyűjteni. A növény-parazita kapcsolatok herbáriumi kutatását tovább nehezítheti a példányok preparálás közbeni gondos letisztítása.
- Tekintettel kell lenni a gyűjtők döntő többségére jellemző szubjektív hozzáállásra, amely előnyben részesítette a „legtipikusabb”, „legszebb”,

„legkevésbé sérült” példányok begyűjtését, amely több nehézséget is okozhat (MORROW & FOX 1989).

- Az úgynevezett „herbárium-érett” (azaz az adott taxon azonosításához ideális fenológiai állapotú) példányok gyűjtése befolyásolhatja – mégpedig taxononként eltérő mértékben – a különböző fenofázisú példányok arányát.
- A herbáriumi példányokból kivont DNS a példány korától, valamint tartósítási és tárolási körülményeitől függő mértékben degradálódott lehet (SAVOLAINEN et al. 1995, STERN & ERIKSSON 1996, DRÁBKOVÁ et al. 2002, CASTRO & MENALE 2004, LAMBERTINI et al. 2008, STAATS et al. 2011). Az így kivont örökítőanyag kétségkívül értékes (és mindeddig kevésbé kiaknázott) információk forrása filogenetikai és populációgenetikai kutatások terén, de használata komoly technikai felkészültséget igényel, és számos csapdát is rejteget (WANDELER et al. 2007). A herbáriumi példányok DNS-ének degradálódása nem csak az amplifikálható templát hosszát csökkenti, de téves szekvenciaadatokhoz is vezethet. STAATS et al. (2011) végeztek a DNS-károsodásra vonatkozó elemzést, amely során plasztisz-, mitokondriális és nukleáris DNS-ből származó amplikonokat szekvenáltak. A szálak törése által létrejött károsodás mértékét valós idejű PCR segítségével vizsgálták, négy pár, azonos fajhoz tartozó herbáriumi és friss példány DNS-ét használták a kinyerhető mennyiség meghatározására, rögtön tartósítás és hosszú idejű herbáriumi megőrzés után. Megállapították, hogy az örökítőanyag károsodása jórészt az egyedek hosszú távú tárolása során következik be. Nincs bizonyíték arra, hogy az organelláris DNS jobban károsodna, mint a sejtmagban lokalizálódó. Az idős herbáriumi példányok plasztisz-genomjában nagyobb mértékű CRT/GRA-tranzíciót figyeltek meg, amelyet a citozin hidrolitikus dezaminációjaként értelmeztek. A legidősebb herbáriumi példány, amelynek DNS-ét sikerrel amplifikálták, 144 éves volt. A gyakran fragmentált, herbáriumi anyagokból származó DNS sikeresen alkalmazható mikroszatellit-elmezésekhez (LAMBERTINI et al. 2008), de összehasonlításként ajánlatos friss minták bevonása, hogy a degradációból adódó hibákat, például hamis polimorfizmusokat ki lehessen szűrni. A herbáriumi minták adatai csak akkor használhatók fel, ha a kapott jel közel azonos erősségű és minőségű a friss mintákéval.

### 1.3. Saját hozzájárulás herbáriumok fejlesztéséhez és feldolgozásához

Herbáriumi célra 2005. május 2-án szedtem legelső növényemet. Azóta több, mint 3000 lapnyi anyagot gyűjtöttem, ebből pár-százat magángyűjteményben őrzök, (2015-ig) 2000-et a Debreceni Egyetem herbáriumának (DE) (2. ábra), kisebb anyagokat a MTM Növénytára (Budapest, BP), a Real Jardín Botánico (Madrid, MA), a Finnish Museum of Natural History (Helsinki, H), a Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem (Berlin, B), a Charles University (Prága, PCR), a Naturhistorisches Museum (Bécs, W), a Slovak National Museum (Pozsony, BRA), a P. J. Šafárik University (Kassa, KO) és a Pannon Egyetem Georgikon Kar (Keszthely) gyűjteménye számára adtam át.



2. ábra. A DE herbáriumban évenként elhelyezett saját példányok száma

A példányok többsége (~1700 lap) Magyarországról, a többi Albánia, Bosznia és Hercegovina, Bulgária, Észtország, Finnország, Franciaország, Horvátország, Koszovó, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Montenegró, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Szerbia, Szlovákia, Szlovénia, Törökország és Ukrajna területéről származik és nagyjából 1100 fajt reprezentál.

Saját gyűjtéseimen kívül számos kollégám (elsősorban a DE TTK Növényzeti Tanszék Növényrendszertani, florisztikai és ökológiai kutatócsoportjának tagjai) által gyűjtött anyagok preparálásában, cédulázásában, digitalizálásában és beosztásában vettem részt. Részben ennek köszönhető, hogy a DE TTK Növényzeti Tanszék herbáriumára 2000 óta több mint 4000 példánnyal gyarapodott (ez a gyűjtemény 10%-át jelenti) (vö. TAKÁCS et al. 2014). Fontos megjegyezni, hogy a gyűjtemény gyarapodása mintegy félévszázados szünetet követően kapott új lendületet (vö. TAKÁCS et al. 2014).

2013-ban a Nemzeti Kiválóság Program Eötvös Loránd Hallgatói Ösztöndíja (A2-ELMH-12-0066) támogatásával kezdtem el a DE herbárium edényes gyűjteményének digitalizálását és adatfeltárását. Azóta a Soó Rezső és a Siroki Zoltán részgyűjtemény teljes feldolgozása megtörtént (TAKÁCS et al. 2014, 2015b), míg a Degen Árpád gyűjtemény, valamint a Soó-gyűjteménybe beosztásra kerülő friss anyagok feldolgozása folyamatban van.

Ezen kívül részt vettem a Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisa

(MOLNÁR V. et al. 2012a; lásd: 1. esettanulmány, 18. oldal) létrehozásában, az Eszterházy Károly Egyetem (EGR, E. VOJTKÓ et al. 2014), a keszthelyi Balatoni Múzeum (KBM) és az ELTE Botanikus Kert herbáriumának (BPU) feldolgozásában.

A disszertációban részletesen bemutatott esettanulmányokon kívül herbáriumi adatsort használtunk többek között a *Leucojum aestivum* és *L. vernum* (TAKÁCS & MOLNÁR V. 2014), az *Iris sibirica* (TAKÁCS et al. 2015a), a *Fritillaria meleagris* (MOLNÁR V. & TAKÁCS 2016) fenológiai jellemzésére. 84 adathiányos faj esetében herbáriumi adatokkal egészítettük ki a *Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszában* (BARTHA et al. 2015) megjelent térképeket. Továbbá több ízben igyekeztünk felhívni a figyelmet a herbáriumok tudományos jelentőségére szakmai (TAKÁCS et al. 2013a) és ismeretterjesztő fórumokon (TAKÁCS et al. 2016) egyaránt.

A fent vázolt tevékenységek szerves részét képezik annak a folyamatban lévő és szerteágazó munkának, amelyet a Pannon régió növényvilágának megismerése és védelme iránti elkötelezettség inspirál. Bízom benne, hogy saját hozzájárulásom valamint a közös munkával elért, az alábbi esettanulmányokban részletesen bemutatott eredmények gazdagítják azt a kollektív tudást, amely hozzájárul herbáriumainknak, ezeknek az információs aranybányáknak a jobb megbecsüléséhez.

## 2. Adatfeltárás, adatbázis-építés

### 2.1. A Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisa\*

„Mindenekelőtt hangoztatni kell, hogy a növénygyűjtés nem cél,  
hanem eszköz az ismeretek szerzésére, vagy a tudomány gazdagítására.”

SZABÓ Z. (1913): *Útmutató növények gyűjtésére, konzerválására, növénygyűjtemények berendezésére és növénytani megfigyelésekre.* – Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest.

#### 2.1.1. Bevezetés

A herbáriumok nyilvánvalóan értékes adatokat tartalmaznak taxonómiai és florisztikai szempontból, de lehetséges más, kevésbé közvetlen felhasználásuk is. Az alábbiakban kifejezetten az orchideák köréből merítünk nemzetközi példákat. A gyűjtések révén a taxonok jelentős időtávlatban is jellemezhetőek fenológiai szempontból, ami felbecsülhetetlen az éghajlatváltozás tanulmányozása során (ROBBIRT et al. 2011). A herbáriumi lapok fontos információkat nyújthatnak a veszélyeztetett taxonok korábbi időszakokra jellemző termésképzéséről (FARRELL 1985). Fontos szerepük van a fajok történeti elterjedésének dokumentálásában, amely lehetővé teszi, hogy állományaik visszaszorulása szempontjából értékeljük a fajokat, összehasonlítva a történeti és recens adatokat (JACQUEMYN et al. 2005, KULL & HUTCHINGS 2006).

Munkánk során célul tűztük ki a hazai herbáriumokban található kosborfélék adatainak digitális dokumentálását, adatbázisba vitelét és összehasonlító értékelését.

#### 2.1.2. Anyag és módszer

2010-ben digitális fényképeken archiváltuk 18 magyarországi közgyűjtemény orchideáit. A fényképek alapján a Magyarország területéről gyűjtött példányok következő adatait MS Excel alapú adatbázisban rögzítettük: Fajnév a céduláról; Gyűjtő neve; Határozó / revidáló neve; Gyűjtés helye; Gyűjtés éve; Gyűjtés hónapja; Gyűjtés napja; Gyűjtemény neve. Az adatbázisban a következő származtatott információk szerepelnek: Faj érvényes neve; Alfaj neve; Település; a Közép-Európai Flóraterképezés 5 × 5 km-es kvadrátjának (NIKLFELD 1971) kódja.

#### 2.1.3. Eredmények és értékelésük

Hazánkban a herbáriumi anyag nagyfokú koncentrációja figyelhető meg: a legnagyobb gyűjtemény (BP) az orchideák esetében több lappal rendelkezik, mint az

---

\*Az esettanulmány alapja:

MOLNÁR V. A., TAKÁCS A., HORVÁTH O., E. VOJTKÓ A., KIRÁLY G., SONKOLY J. & SRAMKÓ G. (2012): Herbarium Database of Hungarian Orchids I. Methodology, dataset, historical aspects and taxa. – *Biologia* 67(1): 79–86.

összes többi herbárium együttvéve (1. táblázat). Ez jelzi az MTM Növénytára gyűjteményének jelentőségét és értékét a kárpáti-pannon térség flórájának ismerete szempontjából. Ennek ellenére az összes áttekintett gyűjteményben találtunk olyan lapokat, amelyek másodpéldányaival egyetlen más gyűjteményben sem találkoztunk. Az adatbázis 54 faj összesen 7658 rekordját tartalmazza, amelyek 449 gyűjtőtől és Magyarországon valamennyi megyéjéből származnak.

**1. táblázat.** A feldolgozott herbáriumok fontosabb adatai

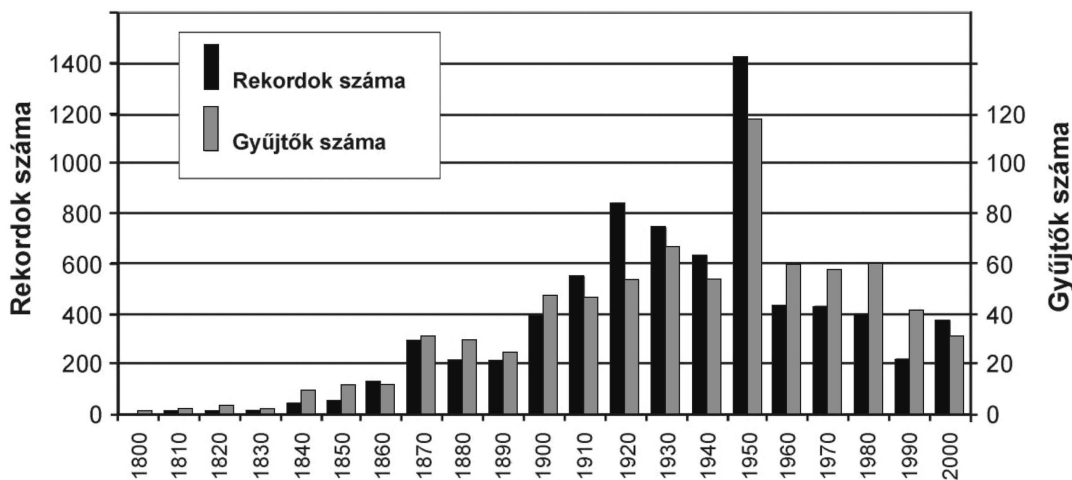
<b>Intézmény</b>	<b>Rövidítés</b>	<b>Rekordok száma</b>	<b>Időtávlat</b>	<b>Gyűjtők száma</b>	<b>Fajok száma</b>	<b>Megyék száma</b>
MTM Növénytár, Herbarium Carpato-Pannonicum, Budapest	BP	4354	1804–2009	258	53	20
Debreceni Egyetem, Debrecen	DE	666	1878–2009	68	45	18
ELTE Füvészkert, Budapest	BPU	337	1873–2005	35	46	15
Szent István Egyetem, Gödöllő	SZIE	294	1868–1978	49	38	15
Móra Ferenc Múzeum, Szeged	SZE	279	1837–1994	23	36	14
Savaria Múzeum, Szombathely	SAMU	263	1845–2003	19	35	11
PTE Növényrendszertani és Geobotanikai Tanszék, Pécs	JPU	242	1810–1981	60	41	14
Bakonyi Természettudományi Múzeum, Zirc	ZIRC	241	1949–2001	20	32	5
Mátra Múzeum, Gyöngyös	MM	239	1954–1999	14	38	12
Corvinus Egyetem, Budapest	CORV	194	1885–1952	8	37	14
Janus Pannonius Múzeum, Pécs	PECS	112	1914–2009	8	27	5
EKF Növénytan Tanszék, Eger	EGR	106	1868–1979	6	35	13
Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron	NYME	80	1870–1971	20	31	9
Református Kollégium és Gimnázium, Debrecen	DRK	67	1922–1962	12	20	7
Somogy Megyei Múzeumok Igazgatósága, Kaposvár	SMMI	57	1970–2005	9	20	7
Kazinczy Ferenc Múzeum, Sátoraljaújhely	KFM	54	1926–1967	4	31	9
Munkácsy Mihály Múzeum, Békéscsaba	BCS	39	1910–2004	8	15	10
Déri Múzeum, Debrecen	DMD	34	1952–1978	1	14	6

### *A gyűjtés időbeli intenzitása*

Az azonosíthatatlan korú példányok száma 23 (0,3%). 232 példány (3%) a 19. századból, 20 (0,3%) pedig a 20. századból származik, de ennél nagyobb pontossággal a gyűjtés ideje nem azonosítható. A példányok csaknem 90%-a esetében a gyűjtés ideje napra pontosan ismert.

Az adatbázisban szereplő legrégebbi lap 1804 júniusából származik, a legfrissebb pedig 2009 júliusából. Az első ötven évből csak 19 esztendőből (1804, 1810, 1816, 1825–1827, 1836, 1841–1847, 1849–1854) maradtak fenn legalább éves pontossággal azonosítható lapok. 1856 óta viszont minden évből vannak gyűjtések. A több mint két évszázad során a herbáriumi gyűjtés intenzitása jelentős ingadozásokat mutatott, amely

természetesen nem független az ország politikai-gazdasági helyzetétől sem, és a Magyarországon folyó florisztikai és rendszertani kutatások indikátorának is tekinthető.



**3. ábra.** A rekordok és a gyűjtők száma évtizedes bontásban

A Kiegyezés (1867) környékén (1860–1870-es évek) volt a gyűjtés intenzitásában egy kisebb csúcs (3. ábra), amely elsősorban Filarszky Nándor, Simonkai Lajos, Vrabélyi Márton, Szépliget Győző és Tauscher Gyula Ágoston tevékenységének köszönhető, de innentől kezdve már megtalálhatók például Jurányi Lajos, Feichtinger Sándor és Borbás Vince lapjai is. Külön ki kell emelni a korszakban jellemző átlagnál sokkal pontosabban lokalizált és datált gyűjtéseket Tauscher Gyula Ágostontól és Vrabélyi Mártontól. Mindkettejük anyagában bőven található florisztikai „csemegék” is és Vrabélyi gyöngybetűkkel írt cédulái tudományos értékükön túl esztétikai élményt is jelentenek. Az 1880-as évektől az 1920-as évekig folyamatosan nőtt a Magyarországon évtizedenként gyűjtött orchideák száma. Az 1930-as és 1940-es években a gazdasági nehézségek és a világháború miatt visszaesés következett be a gyűjtött lapok számában. Mind a gyűjtött növények száma, mind pedig a gyűjtőmunkában részt vevő kutatók száma az 1950-es években érte el a valaha volt maximumot. (Valójában a legnagyobb gyűjtőmunka 1947 és 1955 között folyt, ebben az időszakban évente átlagosan 160 lapnyi orchideát gyűjtöttek tudományos célból, 1956-tól kezdődően a gyűjtés intenzitása mintegy felére csökkent.) A magyarországi orchidea-gyűjtés „hőskorának” jellemzője Soó Rezső tanítványainak és munkatársainak (Máthé Imre, Felföldy Lajos, Borsos Olga, Jakucs Pál, Simon Tibor, Pócs Tamás, Pólya László, Jeney Endre, Vida Gábor, Priszter Szaniszló, Kárpáti Zoltán) kiterjedt gyűjtőmunkája, valamint erdész-botanikusok (Majer Antal, Csapody István, Szodfridt István, Tallós Pál, Szy Ferenc, Vancsura Rudolf), a Növénytár munkatársainak (Jávorka Sándor, Zólyomi Bálint, Baksay Leona, Ujhelyi József, Stieber József, Szujkó-Lacza Júlia), valamint autodidakta botanikusok (Károlyi Árpád, Bánó Lehel, Moldvai Rezső, Szalai Miklós, Vajda László) tevékenysége. Nagyon jelentős szerepük volt az általában

„alkalmazott botanikai” területen dolgozó, de emellett intenzíven herbarizáló kutatóknak is, mindenekelőtt Boros Ádámnak, valamint Papp Józsefnek, Péntes Antalnak és Siroki Zoltánnak. A gyűjtött kosborfélék száma azzal párhuzamosan csökkent az 1960-as, az 1970-es és az 1980-as években, ahogy a magyarországi botanikusok figyelme a flórakutatásról és a rendszertanról más tudományterületekre (vegetációtudomány, ökológia, produkció-biológia) terelődött. Ennek az időszaknak jelentős gyűjtői az autodidakta Gotthárd Dénes, a múzeológus Csongor Győző, Galambos István és Bánkuti Károly. Az 1990-es évektől ismét megélné a flórakutatás nem járt a herbáriumi gyűjtés jelentős fellendülésével. Ennek oka valószínűleg nem elsősorban a veszélyeztetett fajok 1980-as évektől kezdődő jogszabályi védettsége, hiszen a herbárium-készítés sajnálatos módon más, nem védett taxonok esetében is „kiment a divatból”. (Emellett lehetséges, hogy a fényképezésnek, mint dokumentációs eszköznek az elterjedése is hozzájárult a gyűjtések számának csökkenéséhez.) Bár az új évezred első évtizedében a gyűjtött lapok száma emelkedett az 1990-es évek mélypontjához képest, a gyűjtők száma az 1980-as évek óta folyamatosan csökken. A herbáriumi gyűjtés csökkenése nem kizárólag magyar sajátosság, a jelenséget Észak-Amerikában is kimutatták és elemezték veszélyét a biodiverzitás-kutatásra (PRATHER et al. 2004).

### *A gyűjtés területi megoszlása*

Magyarország valamennyi (19) megyéjéből és az önálló közigazgatási egységnek számító Budapest területéről gyűjtöttek orchideákat, de a gyűjtés területi megoszlása rendkívül egyenlőtlen.

A főváros közigazgatási területéről és Pest megyéből származik a gyűjtések mintegy 34%-a, míg Jász-Nagykun-Szolnok, Békés, Tolna és Nógrád megyéből összesen nem egészen 2 százaléka. Míg a Cserhát hegységből (Nógrád megye), vagy egész Tolna megyéből alig néhány herbáriumi lap dokumentálja az orchideák előfordulását, addig egyes, számos botanikus által „zarándokhelyként” felkeresett „szentély-területről” lapok sokasága áll rendelkezésre. Ezt jól példázza, hogy a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei gyűjtéseknek csaknem fele (48,2%-a) egyetlen község, Bátorliget határából származik. A gyűjtések nagyfokú egyenlőtleniségének oka nem csupán a különböző megyék eltérő nagysága és orchideákban való eltérő gazdagsága, hanem szerepet játszik benne például megközelíthetőségük is.

Az egyes területek kutatottságát a fajszámnál jobban jellemzi (i) a gyűjtött lapok száma; (ii) a gyűjtők száma és (iii) a gyűjtés időtávlat. Ha ezt a három tényezőt viszonyítjuk az egyes megyékben kimutatott fajok számához (2–3. táblázat), akkor látható, hogy gyengébben kutatott területek akadnak azok között a megyék között is, ahol egyébként a kimutatott fajok száma nem a legalacsonyabb. Ilyenek például Nógrád megye (21 faj), Tolna megye (16 faj) vagy Komárom-Esztergom megye (36 faj). Ezek a területek feltehetően kevésbé feltártak, mint például Hajdú-Bihar megye (11 faj), Csongrád megye (9 faj). Mindez felhívhatja a jelen kutatóinak figyelmét arra, hogy mely területek feltárására érdemes a jövőben összpontosítaniuk.

**2. táblázat.** A magyarországi megyékben gyűjtött orchidea-anyag jellemzői

<b>Megye</b>	<b>Rekordok száma</b>	<b>Fajok száma</b>	<b>Gyűjtők száma</b>	<b>Időtávlat</b>	<b>Évek száma</b>
Budapest	1316	43	134	1826–2009	183
Pest	1283	36	138	1810–2007	197
Veszprém	709	42	100	1844–2009	165
Borsod-Abaúj-Zemplén	627	37	85	1871–2009	138
Heves	491	35	88	1818–2003	185
Győr-Moson-Sopron	413	36	64	1825–2007	182
Baranya	387	34	86	1804–2009	205
Bács-Kiskun	380	24	59	1872–1995	123
Zala	365	31	42	1846–2009	163
Vas	324	29	51	1882–2003	121
Fejér	275	33	52	1869–2009	140
Komárom-Esztergom	240	36	33	1837–2007	170
Szabolcs-Szatmár-Bereg	195	21	30	1861–2004	143
Somogy	195	21	46	1912–2006	94
Csongrád	139	9	20	1901–1993	92
Hajdú-Bihar	131	11	27	1903–2007	104
Nógrád	73	21	31	1870–2005	135
Tolna	36	16	16	1871–2002	131
Békés	31	9	4	1921–2002	81
Jász-Nagykun-Szolnok	6	3	5	1988–2004	16

### *Gyűjtők*

Az adatbázisban található lapok közül 234 gyűjtője ismeretlen ill. nem azonosítható, a fennmaradó rekordok 449 botanikustól származnak. Az egyes gyűjtők nevéhez köthető lapok száma igen nagy különbségeket mutat, amit jelez, hogy 36%-uktól mindössze egyetlen lap áll rendelkezésre, ugyanakkor az adatok kétharmada mintegy 10%-uktól származik.

A Magyarország területéről származó herbáriumi orchidea-példányok közel felét 30 botanikusnak köszönhetjük, akik kivétel nélkül más hajtásos növényeket is gyűjtöttek, sőt többük mohákat, zuzmókat is. Nemcsak a fajok és példányok száma, valamint szinte az egész országra kiterjedő tevékenység miatt emelkedik ki közülük az elsősorban mohakutatóként ismert Boros Ádám, hanem tevékenységének időtávlatát tekintetében is. Első orchidea példányait 13, az utolsót pedig 68 éves korában gyűjtötte (4. táblázat).

**3. táblázat.** A magyarországi megyék orchideaflórájának kutatottsága herbáriumi adatok alapján

Megye	A. Rekordok száma / fajok száma	B. Gyűjtők száma / fajok száma	C. Fajszám / évek száma	Kutatottság (A + B + C)
Pest	35,64	3,83	0,18	39,7
Budapest	30,6	3,12	0,23	34
Veszprém	16,88	2,38	0,25	19,5
Borsod-Abaúj-Zemplén	16,95	2,3	0,27	19,5
Bács-Kiskun	15,83	2,46	0,2	18,5
Csongrád	15,44	2,22	0,1	17,8
Heves	14,03	2,51	0,19	16,7
Hajdú-Bihar	11,91	2,45	0,11	14,5
Baranya	11,38	2,53	0,17	14,1
Győr-Moson-Sopron	11,47	1,78	0,2	13,5
Zala	11,77	1,35	0,19	13,3
Vas	11,17	1,76	0,24	13,2
Somogy	9,29	2,19	0,22	11,7
Szabolcs-Szatmár-Bereg	9,29	1,43	0,15	10,9
Fejér	8,33	1,58	0,24	10,2
Komárom-Esztergom	6,67	0,92	0,21	7,8
Nógrád	3,48	1,48	0,16	5,1
Békés	3,44	0,44	0,11	4
Jász-Nagykun-Szolnok	2	1,67	0,19	3,9
Tolna	2,25	1	0,12	3,4

### *Taxonok*

A herbáriumi lapokon látható növényeket 7469 esetben sikerült faji szinten azonosítani. A fennmaradó 189 rekord döntő többsége (184) *Epipactis*, további 5 esetben pedig leveles ill. természetes állapotú gumós növényről van szó, virágok nélkül. Az adatbázisban 54 faj 15 656 példányának (hajtásának) adatai szerepelnek. A 7658 rekord közül 492 esetben (6,4%) történt taxonómiai revízió, amely más kritikus rendszertani csoportokkal (például harasztokkal, látonyákkal, arankákkal) összehasonlítva nem kifejezetten magas arány.

A herbáriumokban megtalálható fajok száma az 1880-as évekig meredeken, majd ezt követően kisebb mértékben emelkedett (4. ábra).

**4. táblázat.** A magyar orchideaflóra legeredményesebb gyűjtői

<b>Gyűjtő</b>	<b>Gyűjtött példányok száma</b>	<b>Megyék száma</b>	<b>Gyűjtött fajok száma</b>	<b>Időtávlat</b>
Boros Ádám (1900–1973)	666	18	40	1913–1968
Soó Rezső (1903–1980)	245	16	33	1922–1965
Jávorka Sándor (1883–1961)	238	15	39	1903–1954
Károlyi Árpád (1907–1972)	222	10	33	1944–1966
Bauer Norbert (1973–)	194	9	33	1999–2009
Jeney Endre (1934–2004)	187	16	31	1953–2001
Siroki Zoltán (1906–1987)	163	11	32	1939–1984
Papp József (1900–1985)	162	15	32	1935–1964
Kárpáti Zoltán (1909–1972)	157	12	32	1929–1952
Gotthárd Dénes (1905–2002)	153	9	32	1965–1992
Csongor Győző (1915–1997)	153	8	23	1947–1991
Zsák Zoltán (1880–1966)	148	11	31	1908–1940
Filarszky Nándor (1858–1941)	148	20	27	1871–1929
Polgár Sándor (1876–1944)	139	6	32	1898–1941
Degen Árpád (1866–1934)	130	9	32	1898–1932
Galambos István (1949–)	120	5	28	1973–2000
Lengyel Géza (1884–1965)	112	11	29	1901–1955
Simon Tibor (1926–)	103	8	28	1947–1962
Felföldy Lajos (1920–)	102	11	20	1937–2004
Simonkai Lajos (1850–1910)	91	8	31	1870–1906
Bánó Lehel (1905–1964)	91	11	33	1934–1959
Vajda László (1890–1986)	83	12	34	1911–1954
Vida Gábor (1935–)	81	11	29	1951–1957
Kováts Ferenc (1873–1956)	77	8	21	1925–1934
Horánszky András (1928–)	75	8	26	1946–1961
Tauscher Gyula Ágoston (1833–1882)	74	4	30	1850–1879

Az adatbázisban 22 faj szerepel 150-nél több rekorddal, 17 faj 30–150 közötti adattal és 15 fajnak 30-nál kevesebb gyűjtése van (5. táblázat). A legkisebb mennyiségben gyűjtött fajok döntő többsége hazánkban ritka növény, de a fajok gyűjtési gyakorisága nem esik teljesen egybe a valós előfordulási gyakorisággal. Legnagyobb számban a feltűnő megjelenésű és viszonylag könnyen azonosítható fajok találhatók a herbáriumokban.

5. táblázat. Az adatbázisban szereplő taxonok

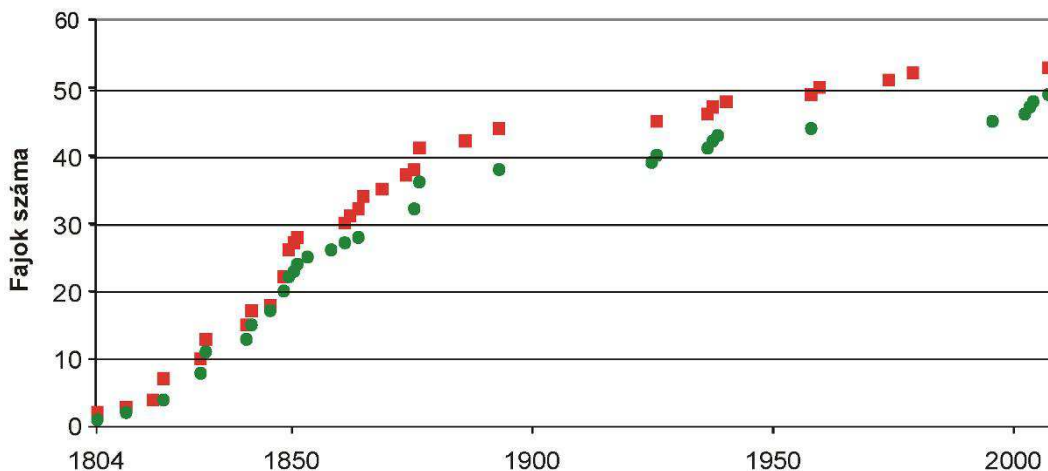
Taxon	Rekordok száma	Példányok száma	Megyék száma	Gyűjtők száma	Gyűjtemények száma	Időárvlat
<i>Anacamptis palustris</i> agg.	491	1099	19	138	18	1847–2006
<i>Anacamptis morio</i>	464	1329	20	167	18	1827–2009
<i>Platanthera bifolia</i>	356	528	18	120	17	1818–2009
<i>Cephalanthera rubra</i>	333	622	15	119	17	1836–2007
<i>Cephalanthera damasonium</i>	319	620	18	109	17	1841–2009
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	307	536	18	81	18	1845–2006
<i>Cephalanthera longifolia</i>	300	452	18	105	17	1845–2009
<i>Neottia nidus-avis</i>	298	609	17	114	18	1826–2007
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	269	569	14	91	16	1837–2009
<i>Gymnadenia conopsea</i>	264	526	14	103	14	1804–2009
<i>Orchis militaris</i>	262	448	16	90	16	1827–2005
<i>Orchis purpurea</i>	261	350	14	104	15	1827–2009
<i>Anacamptis coriophora</i>	248	826	17	96	15	1846–2009
<i>Neottia ovata</i>	243	363	18	95	18	1845–2009
<i>Ophrys sphegodes</i>	241	736	13	94	15	1845–2009
<i>Neotinea tridentata</i>	240	623	14	85	15	1804–2009
<i>Dactylorhiza sambucina</i>	195	514	10	89	14	1818–2009
<i>Limodorum abortivum</i>	191	288	12	81	16	1826–2009
<i>Epipactis helleborine</i>	186	233	16	74	14	1860–2008
<i>Epipactis atrorubens</i>	183	419	14	82	14	1810–2006
<i>Neotinea ustulata</i>	180	494	12	82	13	1837–2008
<i>Epipactis palustris</i>	175	352	13	69	14	1857–2009
<i>Orchis mascula</i> subsp. <i>signifera</i>	131	218	9	52	13	1844–2007
<i>Epipactis microphylla</i>	131	266	15	56	11	1826–2008
<i>Platanthera chlorantha</i>	123	166	15	54	11	1849–2006
<i>Dactylorhiza majalis</i>	109	255	9	46	13	1844–2001
<i>Orchis pallens</i>	98	153	10	52	13	1844–2008
<i>Dactylorhiza viridis</i>	79	210	8	40	12	1865–1999
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	68	134	11	38	12	1818–2005
<i>Epipactis purpurata</i>	67	98	11	26	10	1858–2004
<i>Traunsteinera globosa</i>	66	151	7	35	11	1861–1989
<i>Himantoglossum caprinum</i>	61	77	7	37	5	1816–2007
<i>Orchis simia</i>	61	96	3	45	14	1873–2002
<i>Ophrys oestrifera</i>	45	79	4	22	8	1873–1994
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	42	86	7	18	5	1836–2000
<i>Spiranthes spiralis</i>	46	144	9	24	9	1872–2008
<i>Ophrys insectifera</i>	44	113	6	22	11	1861–2007
<i>Epipactis voethii</i>	39	61	10	28	12	1844–2004
<i>Goodyera repens</i>	37	113	5	17	8	1890–1958
<i>Himantoglossum adriaticum</i>	26	41	4	13	6	1870–2007
<i>Corallorhiza trifida</i>	17	66	4	11	5	1890–1966
<i>Spiranthes aestivalis</i>	16	69	2	4	6	1935–1956
<i>Epipactis tallosii</i>	14	40	8	9	4	1883–2005
<i>Liparis loeselii</i>	9	14	2	4	5	1936–1974
<i>Ophrys apifera</i>	8	13	4	7	2	1873–2007
<i>Ophrys fuciflora</i>	8	12	1	2	3	1957–1960

Taxon	Rekordok száma	Példányok száma	Megyék száma	Gyűjtők száma	Gyűjtemények száma	Időárvlat
<i>Epipogium aphyllum</i>	7	14	3	5	4	1924–1975
<i>Epipactis leptochila</i>	7	12	4	7	3	1870–1996
<i>Epipactis pontica</i>	4	9	2	2	2	1939–1952
<i>Epipactis bugacensis</i>	1	2	1	1	1	1974
<i>Epipactis albensis</i>	1	1	1	1	1	1979
<i>Epipactis futakii</i>	1	1	1	1	1	2008
<i>Malaxis monophyllos</i>	1	2	1	1	1	19. század

6. táblázat. Az utóbbi időben leírt orchideafajok eddig lappangó (nem azonosított) első gyűjtései

Faj	Hivatkozás (leírás éve)	Első gyűjtés éve, helye	Első gyűjtő
<i>Epipactis pontica</i>	TAUBENHEIM (1975)	1939, Bozsok	Jeanplong József
<i>Himantoglossum adriaticum</i>	BAUMANN (1978)	1870, Eger	Vrabélyi Márton
<i>Epipactis bugacensis</i>	ROBATSCH (1990)	1974, Zsombó	Csongor Győző
<i>Epipactis nordeniorum</i>	ROBATSCH (1991)	1957, Hidegkút	Felföldy Lajos
<i>Epipactis voethii</i>	ROBATSCH (1993)	1862, Budapest	Tauscher Gyula
<i>Epipactis tallosii</i>	MOLNÁR & ROBATSCH (1997)	1884, Budapest	Hermann Gábor

Azt, hogy a herbáriumokban az adott ország területéről nem ismert orchideafajok azonosítatlan példányai lappanghatnak, jól mutatja, hogy korábban a csőrös és Müller-nőszőfű (*Epipactis leptochila*, *E. muellerii*) magyarországi előfordulását herbáriumi revízió mutatta ki (HOLUB 1972). A Magyarországról az utóbbi két évtizedben előkerült, korábban a területről nem ismert 13 orchideafaj közül 7-nek azonosítatlan példányai megtalálhatók voltak a gyűjteményekben, sőt 6 fajt már évekkal, évtizedekkel, sőt, akár egy évszázaddal a taxon leírása előtt gyűjtöttek (6. táblázat).



4. ábra. A begyűjtött és a faji szinten azonosított fajok számának változása az idő függvényében. A négyzetek a begyűjtött, a pontok az azonosított fajok számát jelzik

A hazánkban kérdéses előfordulású, kipusztult fajként számon tartott 2 faj (KIRÁLY 2007) közül az egyik egykori hazai előfordulását herbáriumi példány igazolja. Az egylevelű lágyvirágnak (*Malaxis monophyllos*) csupán egyetlen hazai lapját találtuk, két virágzó példánnyal (BP). A lap Tauscher Gyula herbáriumából származik és Bernardus Müller gyűjtötte Szentendre mellett “erdei réten” (“*E pratis sylvestribus ad Szent Endre cottus Pesthinsis*”). A gyűjtő nyilván Müller gyógyszerész, akitől Tauscher többek között herbáriumi lapokat is vásárolt az 1860-as években (BARNA 2006.). Így bár a gyűjtés pontos ideje nem ismert, de az tudható, hogy a példányok 1870 előttiak. E példányok alapján nincs okunk kételkedni a faj egykori magyarországi elfordulásában. Más a helyzet viszont az egygumójú minkával (*Herminium monorchis*). E fajnak két olyan lapját találtuk, amelyek elméletileg az ország mai területéről származhatnak: az egyik példányt Nendtvich Tamás (1782–1858) gyűjtötte, lelőhelyként a cédulán csupán ennyi szerepel „Hungaria” (JPU), amely tehát a korabeli Magyar Királyság területéről származik, de nem biztos, hogy az ország jelenlegi területéről. A faj másik lapja Sadler József gyűjteményéből származik, rajta két példány látható és a cédulán a “*Malaxis*” felirat mellett lelőhelyként az olvasható: “*Am Neusiedler See*” azaz a Fertő tó mellett (BP). A terület adottságait figyelembe véve a növény legvalószínűbb gyűjtési helye a tó keleti oldalán fekvő hatalmas nedves rétek (Nezsider és Illmic között) lehettek, amely terület ma Ausztriához tartozik. Ezek alapján a minka egykori hazai előfordulását herbáriumi példány nem bizonyítja.

### *A taxonok azonosításának nehézségei*

Az adatbázis alapján értékelhető, hogy mely fajok azonosítása milyen mértékben okozott nehézségeket a gyűjtőknek és az is, hogy mely fajok milyen más taxonokkal téveszthetők össze leginkább. Összesen 254 téves identifikációs fajpár-kombinációt azonosítottunk. Ezek közül 152 kombináció (59,8%) csupán egy esetben, 38 kombináció (14,9%) pedig két esetben fordult elő. Ezek a tévedések esetlegesek, nem tekinthetők törvényszerűen ismétlődő, jellegzetes hibának, legtöbbször sérült, töredékes vagy a határozás szempontjából nem optimális fenológiai állapotú (például vegetatív vagy termékes) példányok esetében fordultak elő. (Lehetséges továbbá, hogy legalább részben nem téves azonosítás, hanem cédulacsere áll mögöttük.) Voltak ugyanakkor olyan fajpárok is, amelyek tagjait sokkal nagyobb arányban tévesztették össze egymással (7. táblázat).

Az egyes fajok azonosítása terén adódó nehézségeket nem csak a tévesztések aránya jelezheti, hanem az is, hogy adott taxont hány más fajjal azonosítottak tévesen. E tekintetben is jelentős különbségek adódnak a vizsgált fajok között. 7 kosborfélélt mindössze egyetlen más fajjal tévesztettek össze, 10 taxont pedig 2–2 fajjal. A kettőnél több fajjal összetévesztett taxonokat a 8. táblázat mutatja be.

7. táblázat. A legnagyobb arányban összetévesztett fajpárok

Fajpár	2 faj össz. rekordjainak száma	Össz. tévesztés száma	Össz. tévesztés aránya (%)
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> – <i>Dactylorhiza maculata</i>	69	58	84,1
<i>Ophrys fuciflora</i> agg. – <i>Ophrys oestrifera</i>	53	12	22,6
<i>Epipactis helleborine</i> – <i>Epipactis voethii</i>	225	29	12,9
<i>Platanthera bifolia</i> – <i>Platanthera chlorantha</i>	479	60	12,5
<i>Dactylorhiza incanata</i> – <i>Dactylorhiza majalis</i>	416	28	6,7
<i>Dactylorhiza sambucina</i> – <i>Orchis pallens</i>	293	15	5,1
<i>Epipactis atrorubens</i> – <i>Epipactis helleborine</i>	369	14	3,8
<i>Epipactis helleborine</i> – <i>Epipactis tallosii</i>	200	7	3,5
<i>Cephalanthera longifolia</i> – <i>Cephalanthera rubra</i>	633	21	3,3
<i>Epipactis atrorubens</i> – <i>Epipactis microphylla</i>	314	10	3,2
<i>Epipactis helleborine</i> – <i>Epipactis leptochila</i>	193	5	2,6
<i>Orchis militaris</i> – <i>Orchis purpurea</i>	523	13	2,5
<i>Epipactis atrorubens</i> – <i>Epipactis voethii</i>	222	5	2,3
<i>Cephalanthera damasonium</i> – <i>C. longifolia</i>	619	14	2,3
<i>Cephalanthera damasonium</i> – <i>Cephalanthera rubra</i>	652	14	2,1
<i>Gymnadenia conopsea</i> – <i>Gymnadenia odoratissima</i>	306	6	2

8. táblázat. Az egyes fajokkal összetévesztett más fajok száma

Taxon	Tévesztett fajok száma	Taxon	Tévesztett fajok száma	Taxon	Tévesztett fajok száma
<i>Platanthera bifolia</i>	3	<i>Epipactis tallosii</i>	4	<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	6
<i>Orchis simia</i>	3	<i>Dactylorhiza viridis</i>	5	<i>Orchis morio</i>	7
<i>Epipactis leptochila</i>	3	<i>Cephalanthera damasonium</i>	5	<i>Anacamptis palustris</i> agg.	7
<i>Epipactis voethii</i>	3	<i>Orchis pallens</i>	5	<i>Neotinea tridentata</i>	7
<i>Ophrys sphegodes</i>	4	<i>Anacamptis coriophora</i>	6	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	7
<i>Epipactis palustris</i>	4	<i>Gymnadenia conopsea</i>	6	<i>Orchis militaris</i>	8
<i>Epipactis microphylla</i>	4	<i>Anacamptis pyramidalis</i>	6	<i>Epipactis atrorubens</i>	9
<i>Dactylorhiza sambucina</i>	4	<i>Neotinea ustulata</i> agg.	6	<i>Orchis mascula</i>	10
<i>Epipactis purpurata</i>	4	<i>Cephalanthera rubra</i>	6	<i>Dactylorhiza majalis</i>	10
<i>Ophrys oestrifera</i>	4	<i>Orchis purpurea</i>	6	<i>Epipactis helleborine</i>	13

Összefoglalásként elmondható, hogy létrehoztuk a Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisát, publikáltuk a módszertant és a tudománytörténeti vonatkozásokat, bemutattuk az adatstruktúrát és néhány példán keresztül bemutattuk a felhasználás lehetőségeit.

## 2.2. A magyar flóra feltártsága és dokumentáltsága vidéki herbáriumaink tükrében\*

„Civilizációtól terhes, kapzsi korunkban gyorsan és vészesen fogynak növényeink eredeti termőhelyei, flóránk és faunánk, természetes növénytakarónk és annak állatvilága rohamosan pusztul, szegényedik. Ne szakítsuk meg lustasággal, nemtörődökséggel, oda nem figyeléssel azokat a herbáriumi lapokon rögzített pillanatképeket, melyek a folyamatot leírják és melyek nélkül utódaink elképzelni sem tudják, miként lehet ezt a pusztulást nyomon követni, avagy áldozatos munkával gyógyítani (renaturálás). A növénygyűjtést tehát a kis- és nagyokosok, a jóra való restek és kényelmeskedők ál-természetvédelme és suttogó propagandája ellenére érdemes folytatni.”

FELFÖLDY L. (2003): A herbáriumról. – Kézirat.

### 2.2.1. Bevezetés és célkitűzés

A herbáriumi munka jellegéből adódóan meglehetősen időigényes: az egy-egy kérdés kapcsán releváns adatok összegyűjtése napokba, hetekbe, akár évekbe is telhet. Gondoljunk például a hagyományos felhasználás kapcsán egy flóramű megírására: a műfaj követelménye, hogy a taxon-listát herbáriumi hivatkozásokkal egészítsük ki, ám erre általában csak a ritkább, esetleg a kritikus taxonok esetében van kapacitása a szerzőknek. Ebben hoznak gyökeres változást a herbáriumok digitális adatbázisai. Egy-egy gyűjtemény digitális adatbankjából könnyen kinyerhetők olyan adatsorok, melyek összeállítása máskülönben irreális lenne, vagy legalábbis a várható eredményekhez képest aránytalanul nagy munkával járna. Világszerte elkezdődött a herbáriumok digitalizálása (SMITH et al. 2003, GRANZOW-DE LA CERDA & BEACH 2010, BARKWORTH & MURRELL 2012, HASTON et al. 2012, TULIG et al. 2012) s egyre több intézmény teszi a világhálón hozzáférhetővé adatbázisát.

Hazánkban is van példa hasonló kezdeményezésekre. Itt kell megemlíteni Gotthárd Dénes (BÁNKUTI 1999, 2000, NAGY 2005, 2006, 2007), Waisbecker Antal (BALOGH et al. 2004, 2006), Jeney Endre (BARINA 2007, PIFKÓ 2008, RÁCZ 2009, BARINA et al. 2010, 2011, BARINA & PIFKÓ 2012), Jeanplong József (BALOGH & KULCSÁR 2013) herbáriumának, valamint a Szent István Egyetem rózsa-anyagának (KERÉNYI-NAGY 2010) feldolgozását. Bár e munkák célja nem a szigorú értelemben vett herbáriumi adatbázis építése, de végső soron egy-egy gyűjtemény könnyű áttekinthetőségét, az adatok egyszerű hozzáférhetőségét oldják meg. Hasonló célkitűzéssel vette kezdetét a Debreceni Egyetem herbáriumára mohagyűjteményének feldolgozása (SZARVAS et al. 2010) és a Pécsi Egyetem herbáriumának digitális archiválása (PÁSZTÓ et al. 2012). A Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában őrzött anyagok adatbázisban

---

#### \*Az esettanulmány alapja:

E. VOJTKÓ A., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A., VOJTKÓ A. (2014): Herbarium database of the vascular collection of Eszterházy Károly College (EGR). – *Kitaibelia* 19(2): 339–348.

TAKÁCS A., NAGY T., FEKETE R., LOVAS-KISS Á., LJUBKA T., LÖKI V., LISZTES-SZABÓ Zs., MOLNÁR V. A. (2014): A Debreceni Egyetem Herbáriumára (DE) I. A „Soó Rezső Herbárium”. – *Kitaibelia* 19(1): 124–137.

TAKÁCS A., SÜVEGES K., LJUBKA T., LÖKI V., LISZTES-SZABÓ Zs., MOLNÁR V. A.

(2015): A Debreceni Egyetem Herbáriumára (DE) II.: A „Siroki Zoltán Herbárium”. – *Kitaibelia* 20(1): 15–22.

történő rögzítésére is vannak törekvések, ám eddig csak Kitaibel Pál herbáriumának adatbankja került közzétételre. MOLNÁR V. et al. (2012a) 18 hazai közgyűjtemény orchidea-anyagát dolgozták fel s létrehozták a *Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisát* (vö. 2.1. fejezet, 18. oldal). Az ennek során szerzett tapasztalatokon alapszik három további munka: a Debreceni Egyetem Herbárium (DE) Soó- és Siroki gyűjteményének (TAKÁCS et al. 2014, 2015b) valamint az Eszterházy Károly Egyetem Herbárium (EGR) edényes gyűjteményének (E. VOJTKÓ et al. 2014) feldolgozása.

Jelen esettanulmányban kísérletet teszünk annak illusztrálására, hogy az utóbb említett, kisebb terjedelmű (10 000-es nagyságrendű példányszámú) vidéki herbáriumaink (9. táblázat) milyen mértékben járulnak hozzá a hazai edényes flóra tagjai elterjedésének ismeretéhez. Emellett a vizsgált anyagok térbeli és időbeli reprezentativitását, érintőlegesen a gyűjtemények tudománytörténeti jelentőségét is értékelem.

**9. táblázat.** A feldolgozott gyűjtemények fontosabb adatai

Gyűjtemény	Példányszám		Időtávlat	Forrás
	összes	hazai		
EGR	~8000	4306	1860–1960	E. VOJTKÓ et al. (2014)
DE Soó	~40 000	26 653	(1790–)1900–1960; 2000–	TAKÁCS et al. (2014), +ined.
DE Siroki	~20 000	14 290	1940–1990	TAKÁCS et al. (2015b)

### 2.2.2. Anyag és módszer

#### *A herbáriumi anyag digitális archiválásának és adatfeltárásának menete*

A Debreceni Egyetem Herbáriumának (DE) Soó- és Siroki gyűjteményében, valamint az Eszterházy Károly Egyetem Herbáriumának (EGR) edényes gyűjteményében elhelyezett lapokat digitális fotókon rögzítettük. A fotókat .jpg kiterjesztésű állományként tároljuk. A fotók fájl-neveit gyűjteményenként egységesítettük és folytonos sorszámozással láttuk el (például DE-Soo-0001, DE-Soo-0002 stb.). Munkánk során a hazánk területén gyűjtött példányok adatait dolgoztuk fel teljes részletességgel. A cédulákon feltüntetett információkat a fotókról leolvastva MS Excel táblázatban rögzítettük. A táblázatban 1–1 sor megfelel 1–1 herbáriumi példánynak, az oszlopok pedig az attribútumoknak. A cédulák alapján a következő attribútumok feltöltése történt: cédulán szereplő taxon-név, gyűjtő, ország, megye, település, lelőhelyleírás, év, hónap, nap. A cédulákról ritkán derül ki a lelőhelyet fedő KEF-kvadrát kódja, tengerszint feletti magassága, geo-koordinátái, de feltüntetésük esetén ezeket is külön attribútumként rögzítettük. Minden példányhoz sorszámot és egységes taxon-nevet rendeltünk (KIRÁLY 2009 alapján). Feltüntettük, ha a példányt határozó személy nem azonos a gyűjtővel (például revízió történt). Az egyes rekordok helyes értelmezését segítő vagy pontosító információkat megjegyzésként adtuk hozzá. Minden rekord az adott sorban feltüntetett fájlnev alapján egyeztethető össze a megfelelő digitális fotóval.

Egy példánynak az egy időben egy helyről gyűjtött, taxonómiaiilag azonos, egy lapon elhelyezett hajtások és a mellékelt cédula egységét nevezzük. Ha egy lapon (így egy fotón) több példány is szerepel, azok új sorok beszúrásával önálló rekordokként kerültek rögzítésre. Tehát az adatbázisban a sorok száma = példányszám; fotók száma = lapok száma; példányszám  $\neq$  lapok száma.

A taxon-nevek feltüntetésekor a problematikus csoportokat „s.l.”-ként adtuk meg (például *Quercus petraea* s.l., *Ranunculus auricomus* s.l., *Rubus fruticosus* s.l. stb.) (ez eltérés KIRÁLY 2009 munkájától).

Ha a lelőhelyleírásban több településnév is szerepel, s nem derül ki egyértelműen, hogy a példány melyik közigazgatási egység területéről származik, a leírásban elsőként szereplőt vittük be az adatbázisba (például lelőhely a cédulán = *cott. Bereg, in pratis paludosis inter pag. Tarpa et pag. Surány*; közigazgatási hovatartozás = *Tarpa*).

Ha a lelőhelyleírásban nem szerepel a példányhoz rendelhető településnév, a közigazgatási egység helyett a lelőhelyleírásból kiolvasható lehető legpontosabb helymegjelölést tüntettük fel idézőjelben (például lelőhely a cédulán = *Pilis hegység*; közigazgatási hovatartozás = „*Pilis hegység*”).

A dátumok intervallumos megadása esetén (hazai példányokon ez nagyon ritka) mindig a korábbi rögzítettük.

### *Az adatok értékelése*

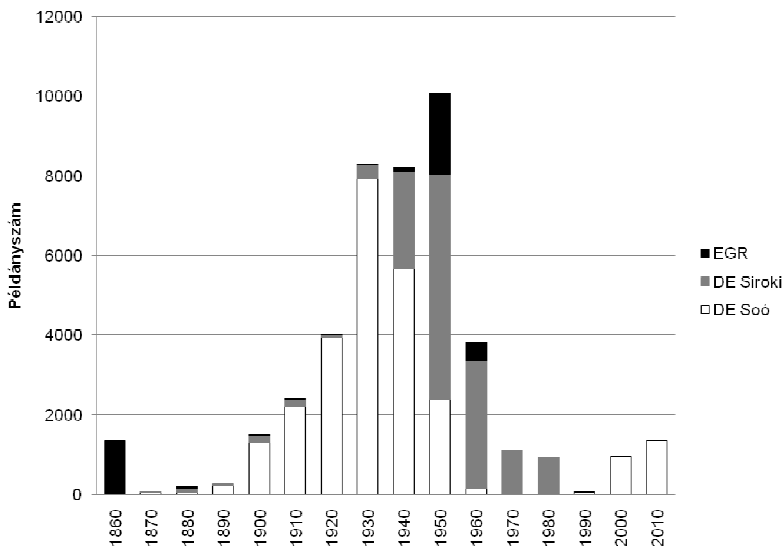
A három vizsgált gyűjtemény adatbázisait egy adatsorrá integráltam. (Mindhárom gyűjtemény esetében a 2014-es állapotot vettem figyelembe. A DE Soó gyűjtemény esetében ez azt vonja maga után, hogy a gyűjteményt bemutató 2014-es cikkünkhöz képest – TAKÁCS et al. (2014) – frissebb, bővebb adatsorral dolgoztam.) Ez alapján számszerűsítettem a Magyarország egyes megyéi területéről gyűjtött példányokat illetve fajokat, a megyénként aktív gyűjtőket, a gyűjtés időintervallumát és a példánnyal reprezentált éveket (11. táblázat). Ezek alapján dokumentáltsági (kutatottsági) indexet számoltam minden megyénkre (12. táblázat).

A közelmúltban megjelent *Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza* térképeihez 84 olyan faj esetében közöltünk herbáriumi adatokat, amelyeknél a kötet szerkesztői adathiányt, alulreprezentáltságot sejtettek (BARTHA et al. 2015: 7). 77 faj esetében a jelen tanulmányban vizsgált gyűjteményekből is származtak adatok. E fajok köréből kiválasztott 15 taxonon vizsgáltam, hogy herbáriumi adataik milyen arányban járulnak hozzá az elterjedési térképek kiegészítéséhez (13. táblázat). A 15 faj kiválasztása során arra törekedtem, hogy a lehetőségekhez képest széles taxonómiai spektrumot (11 család) fedjek le, országosan és regionálisan elterjedt, valamint ritka, szórványos és gyakori fajok is szerepeljenek az elemzésben.

### 2.2.3. Eredmények és értékelésük

#### A gyűjtési aktivitás időbeli trendje

A vizsgált gyűjtemények (9. táblázat) anyaga nem folyamatosan és egyenletes ütemben bővült (5. ábra), ami annak tudható be, hogy az egyes gyűjtemények gyarapítása elsősorban néhány kiemelkedő aktivitású személynek köszönhető (10. táblázat). Az EGR gyűjtemény 1960-as évekből származó anyaga Vrabélyi Márton munkájának köszönhető. Az 1900-as évek első felére jellemző intenzív gyűjtőmunka Polgár Sándor, valamint Soó Rezső és tanítványai nevéhez fűződik. Az 1950-es évek kiugróan magas példányszámához Vida Gábor gyűjteménye is hozzájárul, és Siroki Zoltán is ebben az időszakban volt a legaktívabb. Siroki az 1940-es években kezdett herbarizálni. A vizsgált gyűjtemények anyagában az 1950-es években az ő munkája a domináns, az 1960–80-as években pedig szinte csak ő gyűjtött. Az országos tendencia, miszerint a gyűjtési aktivitás a 20. század második felében erősen csökkent (vö. 2.1. fejezet), a vizsgált vidéki gyűjteményekre különösen drámai hatást gyakorolt: az egri gyűjtemény az 1970-es évek óta nem gyarapszik, a debreceni Agrár Egyetem gyűjteményének bővítése Siroki Zoltán halálával (1987) szintén lezárul, és a Soó gyűjtemény sem bővült az 1960-as és 1990-es évek között. Az 1990-es években új lendületet nyerő hazai terepbotanikai kutatásoknak köszönhető, hogy az ezredfordulót követően legalább a Soó Rezső által megalapozott gyűjtemény ismét gyarapodni kezdett (5. ábra). (Megjegyzendő, hogy számos botanikus őriz az elmúlt évek-évtizedek során felhalmozott magángyűjteményt, amelyeknek idővel legalább egy része bizonyosan közgyűjteményekbe fog beépülni. Erre aktuális példa, hogy Virók Viktor és Farkas Roland (Aggteleki NPI) a DE herbáriumának ajándékozták 1987–2015 közötti, összesen mintegy 3500 példányt számláló gyűjteményüket. Az ehhez hasonló esetek bár késleltetve, de várhatóan árnyalni fogják a gyűjtési aktivitás képét, így az 1960-as éveket követő „hullámvölgyet”.)



5. ábra. A vizsgált gyűjteményekben őrzött példányok száma évtizedes bontásban

A vizsgált gyűjtemények jelentőségének megítélésakor meg kell említeni azt a szempontot, hogy a MTM Növénytára a fent említett, legproduktívabb gyűjtők közül csupán Polgár Sándortól és Vrabélyi Mártontól őriz nagyobb mennyiségű herbáriumi anyagot (FEKETE & KOVÁTS 1974, THIERS 2016). A többi gyűjtő lapjait legnagyobb mennyiségben feltehetően az egri és debreceni gyűjteményekben őrizzük.

**10. táblázat.** A három vizsgált gyűjtemény legaktívabb gyűjtői

Gyűjtő	Összes példányszám	Összes Mo-on gyűjtött példány	Önállóan gyűjtött példányok (Mo)	Megyék (Mo)	Települések (Mo)	Fajok (Mo)	Időtávlat (Mo)
Siroki Zoltán	16 141	12 940	12 789	18	193	1 703	1939–1987
Soó Rezső	9357	7000	6812	17	257	1756	1918–1965
Polgár Sándor	5254	4443	4441	15	169	1507	1891–1941
Felföldy Lajos	1921	1880	1826	12	53	862	1933–1958
Máthé Imre	1850	717	690	11	53	489	1924–1943
Takács Attila	1795	1222	704	19	172	669	2008–2014
Vida Gábor	1605	1373	1369	3	129	752	1951–1962
Simon Tibor	1424	1412	354	10	77	771	1947–1965
Vrabélyi Márton	1297	1277	1278	1	18	889	1860–1869
Jakucs Pál	1261	1253	96	7	66	653	1948–1952

#### *A gyűjtemények térbeli reprezentativitása*

A vizsgált gyűjtemények Magyarország minden megyéjéből őriznek példányokat, de megyénként igen eltérő számban. A gyűjtemények elhelyezkedését figyelembe véve nem meglepő, hogy az ország keleti megyéit a legnagyobb példányszámmal reprezentáltak között találjuk (11. táblázat). Pest megye magas példányszáma részben a csereanyagként kapott növénytári duplumoknak, a beépített exsiccatumoknak (például Tuzson-exsiccata) és a Siroki által saját gyűjteményébe beosztott, az egykori budapesti vetőmagvizsgáló állomástól megörökölt anyagoknak köszönhető (vö. TAKÁCS et al. 2015b). Győr-Moson-Sopron megyét elsősorban Polgár Sándor megvásárolt, a Soó gyűjteménybe beosztott herbáriuma dokumentálja (SOÓ 1973), míg Veszprém megyéből Felföldy Lajos tihanyi munkássága (1942–1951) idejéből rendelkezünk terjedelmes anyaggal (vö. TAKÁCS et al. 2014).

**11. táblázat.** A megyénként gyűjtött herbáriumi anyag jellemzői

Megye	Rekordok száma	Fajok száma	Gyűjtők száma	Időtávlat	Évek száma
Hajdú-Bihar	9420	1360	96	1965–2014	94
Pest	7561	1510	153	1861–2014	124
Borsod-Abaúj-Zemplén	5736	1276	110	1903–2014	96
Győr-Moson-Sopron	3981	1381	42	1891–2014	66
Heves	3425	1260	74	1860–2014	84
Szabolcs-Szatmár-Bereg	3161	954	73	1910–2014	68
Veszprém	2888	1044	60	1894–2014	63
Zala	1433	710	48	1886–2014	48
Fejér	862	553	37	1867–2009	52
Nógrád	839	543	31	1865–2012	47
Baranya	674	332	45	1907–2014	39
Bács-Kiskun	608	264	60	1875–2014	66
Vas	574	341	36	1889–2014	55
Békés	524	299	29	1881–2014	35
Jász-Nagykun-Szolnok	513	253	55	1866–2014	60
Komárom-Esztergom	509	329	39	1860–2014	67
Somogy	412	304	32	1862–2014	48
Csongrád	120	102	28	1905–2014	32
Tolna	33	21	10	1914–2014	12

**12. táblázat.** Az egyes megyék kutatottsága a vizsgált herbáriumi anyag alapján

Megye	A. Rekordok száma / fajok száma	B. Gyűjtők száma / fajok száma	C. Fajszám / évek száma	Kutatottság (A + B + C)
Győr-Moson-Sopron	2,88	0,03	20,92	23,84
Hajdú-Bihar	6,93	0,07	14,47	21,47
Veszprém	2,77	0,06	16,57	19,40
Borsod-Abaúj-Zemplén	4,50	0,09	13,29	17,87
Heves	2,72	0,06	15,00	17,78
Szabolcs-Szatmár-Bereg	3,31	0,08	14,03	17,42
Pest	5,01	0,10	12,18	17,29
Zala	2,02	0,07	14,79	16,88
Nógrád	1,55	0,06	11,55	13,16
Fejér	1,56	0,07	10,63	12,26
Baranya	2,03	0,14	8,51	10,68
Békés	1,75	0,10	8,54	10,39
Vas	1,68	0,11	6,20	7,99
Somogy	1,36	0,11	6,33	7,79
Komárom-Esztergom	1,55	0,12	4,91	6,58
Bács-Kiskun	2,30	0,23	4,00	6,53
Jász-Nagykun-Szolnok	2,03	0,22	4,22	6,46
Csongrád	1,18	0,27	3,19	4,64
Tolna	1,57	0,48	1,75	3,80

Az egyes megyék flórájának kutatottságát, illetve dokumentáltságát a példányszámok mellett jól tükrözi a gyűjtött fajok száma, a gyűjtők száma, valamint a gyűjtés időtávlat (11. táblázat). Bár az orchideák esetében bebizonyosodott, nem feltétlenül a legalacsonyabb kimutatott fajszámú területek a leggyengébben kutatottak (vö. 2.1. fejezet), szélesebb taxonómiai spektrumban vizsgálódva a kutatottsági index alapján hasonló sorrendben állíthatók fel a megyék (12. táblázat), mint fajszám vagy példányszám alapján. Ez ráadásul nem csak a legalaposabban, de a leggyengébben dokumentált flórájú területekre is igaz: például Tolna és Jász-Nagykun-Szolnok megye jelen esetben is a sor végére került.

### A gyűjtemények florisztikai jelentősége

15 kiválasztott faj példáján vizsgáltam, hogy a három vidéki gyűjteményből nyerhető előfordulási adataik milyen mértékben járulnak hozzá a terepi felmérések, valamint aktuális irodalmi adatok feldolgozásával összeállított flóratérképezési adatokhoz (vö. BARTHA et al. 2015).

**13. táblázat.** A vizsgált anyag hozzájárulása a Flóraatlasz (BARTHA et al. 2015) elterjedési térképeihez

Taxon	A.	B.	C.	C/B*100 (%)	C/A*100 (%)
	Előfordulási adatok száma (AFH)	Herbáriumi adatok száma (EGR, DE Soó, DE Siroki)	Aktuálisan meg nem erősített herbáriumi adatok száma		
<i>Pulsatilla flavescens</i>	12	10	6	60	50
<i>Crepis pannonica</i>	14	5	3	60	21
<i>Tephrosieris longifolia</i>	19	6	4	67	21
<i>Iris aphylla</i>	32	7	6	86	19
<i>Pyrola chlorantha</i>	23	3	3	100	13
<i>Sium sisarum</i>	17	2	1	50	6
<i>Oxytropis pilosa</i>	77	8	4	50	5
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	247	19	12	63	5
<i>Cirsium brachycephalum</i>	533	19	13	68	2
<i>Allium sphaerocephalon</i>	388	23	0	0	0
<i>Eleocharis uniglumis</i>	230	14	0	0	0
<i>Carex appropinquata</i>	102	15	0	0	0
<i>Montia fontana</i> ssp. <i>chondrosperma</i>	25	2	0	0	0
<i>Campanula macrostachya</i>	17	2	0	0	0
<i>Lathyrus pallescens</i>	4	1	0	0	0

A herbáriumi adatok 9 faj (60%) esetében eredményeztek kiegészítést (vagyis a vizsgált gyűjteményekből e fajok esetében került elő olyan előfordulási adat, amit a térképezők nem találtak meg, és más aktuális megerősítése sincs az adatnak). E 9 faj esetében a herbáriumi adatok 50–100 százaléka bizonyult újnak a flóratérképezési adatokhoz képest. Ezek a pontok az egyes fajok összes előfordulási adatának 2–50%-át adták. Legjelentősebb mértékben az észak-alföldi bennszülött *Pulsatilla flavescens* (Hazsl.) Borbás, az észak-középhegységi előfordulású *Crepis pannonica* (Jacqu.) K. Koch és *Iris aphylla* subsp. *hungarica* (W. et K.) Hegi elterjedési térképét bővítették az adatok, de az elterjedésében nyugat-dunántúli súlypontú *Tephroseris longifolia* (Jacq.) Griseb. & Schenk és *Pyrola chlorantha* Sw. esetében is számottevő volt a herbáriumi adatok hozzájárulása (13. táblázat).

Bár ez utóbbi értékelés csekély fajszámon alapul, és figyelmen kívül hagyja a további gyűjteményekből (BP, BPU) nyert adatokat, a herbáriumok flórakutatásban betöltött aktuális szerepére mégis rávilágít. Mivel a Flóraatlasz térképei összesen csupán 109 faj esetében egészültek ki herbáriumi adatokkal (BARTHA et al. 2015: 7), a fentiek tükrében rendkívül fontos feladat lenne minél több további taxon elterjedési térképének kiegészítése herbáriumi anyag (és archív szakirodalom) feldolgozásával. A Flóraatlaszban összevont térképeken (agg., s.l., series) megjelent kritikus taxonok herbáriumi példányainak revíziója révén sokat tisztulna a kép ezek elterjedését, ritkaságát/gyakoriságát illetően.

### 3. Hosszútávú trendek herbáriumi adatsorok tükrében

#### 3.1. Az *Elatine hungarica* megjelenését meghatározó tényezők\*

„Herbaria, dried pressed plant specimens and their associated collections data ... are remarkable and irreplaceable sources of information about plants and the world they inhabit.”

FUNK V. (2003): The importance of herbaria. – *Plant Science Bulletin* 4: 94–95.

##### 3.1.1. Bevezetés

Az *Elatine hungarica* Moesz valószínűleg az európai flóra egyik legkevésbé ismert faja, amelyet jelez herbáriumi példányokkal dokumentált előfordulásainak alacsony száma, továbbá azok a tények, hogy MOESZ (1908) munkájában megjelent egyetlen, a fajt ábrázoló illusztráció reprodukciója jelent meg számos más műben és MOLNÁR V. et al. (1998) előtt nem publikáltak róla fényképfelvételt.

Az *Elatine hungarica* nedves iszapon vagy sekély vizek alján növvő efemer növény. Egyedei rendszerint kistermetűek, csupán néhány centiméteresek, de kedvező körülmények között akár 60–70 cm átmérőjű, sűrű telepeket is alkothatnak. Az iszapon kúszó hajtásai elágazók, a náduszokon legyökereznek. A faj legfontosabb jellegzetességei a mag görbültségének mértéke és a maghéj mintázata (MOLNÁR V. et al. 2013a, 2015).

Közép-európai előfordulásai Magyarországról (MOESZ 1908), Románia (MOESZ 1908, OPREA 2005), Szerbia (JÁVORKA 1924–1925) és Szlovákia (MARGITAI 1927, 1939, ŤAVODA & GOLIAŠOVÁ 2008) területéről ismertek. Közép-Európán kívül a faj ismert Moldovából (GEJDEMAN 1986), Ukrajnából (PROKUDIN 1987, MOSYAKIN & FEDORONCHUK 1999, SHAPOVAL 2006) és Oroszországból, ahol a Fekete-tenger partvidékétől Nyugat-Szibériáig terjed (GORSHKOVA 1949). Portugáliában, mint behurcolt (megtelepedett) fajt említik (COOK 1968, UOTILA 2009), bár a Flora Europaea adatai a fajok inváziós képességét tekintve nem megbízhatóak (PYŠEK 2003). A legtöbb országban, ahol az *Elatine hungarica* előfordul, szerepel az adott ország Vörös Listáján vagy Vörös Könyvében. Állományainak veszélyeztetettségi státusa “kipusztulással veszélyeztetett” (‘critically endangered’, CR, Románia; DIHORU & NEGREAN 2009), “sebezhető” (‘vulnerable’, VU, Ukrajna: Kárpátalja; KRICSFALUSY et al. 1999). Némely esetben a faj valós helyzetét nem tükrözi a besorolása (például Szlovákiában, vö. HOLUB et al. 1999). Az IUCN Vörös Listáján az *E. hungarica* adathiányos (‘Data Deficient’, DD) taxonként szerepel (BILZ et al. 2011). A faj veszélyeztetettsége és valós elterjedése alig ismert az área keleti részein. Bár a faj szerepel az ukrán Vörös Könyvben (MOSYAKIN 2009), a közölt fénykép valójában az *Elatine triandra* Schkuhr-t ábrázolja.

---

\*Az esettanulmány alapja:

TAKÁCS A., LUKÁCS B. A., SCHMOTZER A., JAKAB G., DELI T., MESTERHÁZY A., KIRÁLY G., BALÁZS B., PERIĆ R., ELIÁŠ P. jun., SRAMKÓ G., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A. (2013): Key environmental variables affecting the distribution of *Elatine hungarica* in the Pannonian Basin. – *Preslia* 85(2): 193–207.

Az *Elatine hungarica* élőhelyeit (3130: *Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of Littorelletea uniflorae and/or of Isoëto-Nanojuncetea*) az Európai Unió közösségi jelentőségű élőhelyei között tartják számon (Annex I of Habitats Directive, EEC 1992). Emiatt szükséges az *E. hungarica* elterjedésének és ökológiájának kutatása, a veszélyeztetető tényezők azonosítása, és az IUCN veszélyeztetettségi besorolás revíziója.

Az tanulmány fő célja (i) az irodalmi forrásokban és herbáriumokban szereplő előfordulási adatok összegezése a Pannon biogeográfiai régió területéről; (ii) a faj 1998 és 2011 között gyűjtött előfordulási adatainak közreadni, amelyek számottevően hozzájárulnak a faj jelenlegi elterjedéséről kialakult képhez; (iii) a környezeti tényezőknek a faj látszólag kiszámíthatatlan megjelenésére gyakorolt befolyásának vizsgálata; és (iv) a faj veszélyeztetettségének értékelése.

### 3.1.2. Anyag és módszer

#### *A vizsgált terület*

A vizsgált terület a Pannon-medence, amely gyakorlatilag megegyezik az Európai Unió Pannon biogeográfiai régiójával (European Environment Agency [2]). A régió 8 ország (Ausztria, Csehország, Horvátország, Magyarország, Szlovákia, Szerbia, Ukrajna és Románia) területére terjed ki, de legnagyobb része Magyarországon található.

#### *A faj elterjedési adatai*

A faj elterjedését 1998 és 2011 között gyűjtött 160 terepi megfigyelés, 30 revideált herbáriumi adat (BP, DE, CL – rövidítések HOLMGREN & HOLMGREN (1998) nyomán), és 79 publikált (köztük 21 herbáriumi példánnyal is bizonyított) florisztikai adat alapján mutatjuk be. A lelőhelyek teljes listája a 14. táblázatban található. Az elterjedési adatokat a közép-európai flóratérképezés rendszerében (NIKLFELD 1971) ábrázoltuk. Az összes előfordulási adatot a Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium Vízügyi Intézete (1938) térképén is megjelenítettük (7. ábra), abból a célból, hogy vizualizáljuk a faj elterjedése és az 1860-as években kezdődött nagy folyószabályozások előtt időszakosan és állandóan vízborította területek közötti lehetséges egybeesést.

#### *Környezeti adatok*

A környezeti tényezőknek az *Elatine hungarica* előfordulására gyakorolt lehetséges hatását vizsgálandó az Alsó-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság 1951 és 2010 között mért csapadék adatait (PÁLFAI 2011) és a hidrológiai forrásokból (SZLÁVIK 2003, MAGYAR VÍZÜGYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI KÖZPONTI IGAZGATÓSÁG 2011) származó belvízi elöntés éves maximális területét 1936 és 2010 között vizsgáltuk. A rizs termőterületének változása befolyásolhatja a faj elterjedését, ezért a magyarországi rizs termesztésre vonatkozó adatokat HAJDÚ (2006) cikkéből vettük át.

A Magyarországra vonatkozó belvízi elöntési és csapadék adatok statisztikai elemzése lehetővé tette ezeknek a tényezőknek az *Elatine hungarica* előfordulására gyakorolt hatásának vizsgálatát. Mivel a fajnak sok évben nem volt adata (azaz ez a változó erősen 'zero inflated'), minden évet az *E. hungarica* jelenléte vagy hiánya alapján kódoltunk. Ezt a változót használtuk az ANOVA null hipotézisének tesztelésére, miszerint a csapadék mennyisége és a belvízi elöntés területe nem különbözik egymástól azokban az években amikor észlelték és amikor nem észlelték az *E. hungarica*-t. Az „elöntési” változót a normalitás javításának érdekében log-transzformáltuk.

Mivel 1997 után kevesebb évben nem észlelték a fajt (13 évből mindössze 5-ször), megvizsgáltuk, hogy van-e összefüggés az 1998 és 2010 közötti években az észlelések száma és a belvízi elöntés kiterjedése és az éves csapadék mennyisége között. Ez az elemzés lehetővé tette, hogy értékeljük a fenti faktoroknak az *Elatine hungarica* populáció méretére (nem csupán a jelenlétére/hiányára) gyakorolt hatását. Mivel az észlelések évenkénti száma nem mutatott normális eloszlást ezért Spearman rang korrelációt alkalmaztunk. Az elemzések R statisztikai környezetben (R DEVELOPMENT CORE TEAM [3]) történtek.

### 3.1.3. Eredmények

Összesen 269 florisztikai adatot gyűjtöttünk össze Magyarország, Románia, Szerbia és Szlovákia területéről, 105 flóratérképezési négyzetből (14. táblázat). A legkorábbi észlelés 1798-ból, a legkésőbbi 2011-ből származik. Az 1998 előtti és a recens (1998 utáni) elterjedést a 4–5. ábrákon mutatjuk be. Az összes előfordulás döntő többsége (86%-a) Magyarországról származik, de a Pannon-medencén belül a faj elterjedtebb lehet Románia, Szlovákia és Szerbia területén is, legalábbis a Magyarországgal határos területeken (7. ábra).

**14. táblázat.** Az *Elatine hungarica* Moesz recens és történeti florisztikai adatai a Pannon-medencében (1798–2011). Az adatok országonként, majd azon belül közigazgatási egységenként, majd azon belül a **települések** nevei szerint alfabetikusan rendezve szerepelnek.

A lelőhelyek neve után [szögletes zárójelben] található a Közép-Európai flóratérképezési rendszer (NIKLFELD 1971) azonosítója. Ezt követően a szerző(k)/megtaláló(k) neve(i). Ez után következik (kerek zárójelben) a herbáriumi példányok esetében a gyűjtemény rövidítése (HOLMGREN & HOLMGREN 1998 nyomán); a publikált adatok esetében pedig az irodalmi forrás (a szerzők neve KISKAPITÁLIS szedéssel)

---

#### Hungary

**Bács-Kiskun megye:** *Tiszakécske* [9086] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001).

**Baranya megye:** *Siklósnagyfalu* [0176] 2005, Csiky J. (CSIKY 2005).

**Békés megye:** *Békéssámsón* [9590] 2005, Jakab G. (JAKAB 2005). *Békésszentandrás* [9188] 1950-es évek, Csapody V. (CSAPODY 1953); 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Déaványa* [8891] 1999, Széll A., Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Doboz* [9293] 2010, Deli T. *Gyomaendrőd* [9091] 1881, Borbás V. (BORBÁS 1881a, 1881b; MOESZ

1908); 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 2010, Deli T., [9090] 2010, Deli T. *Gyula* [9393] 1881, Borbás V. (BORBÁS 1881a, 1881b; MOESZ 1908). *Körösladány* [9092] 2005, Jakab G. (JAKAB 2005); 2010, Deli T. & Kapocsi J. *Köröstarcsa* [9192] 2000, Molnár V. A. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Okány* [9193] 2000, Molnár V. A. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Orosháza* [9490] 2005, Jakab G. (JAKAB 2005). *Sarkadkeresztúr* [9194] 2000, Molnár V. A. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Sarkad-Tarhos* [9293] 2005, Deli T. *Szarvas* [9189] 1940-es évek, Csapody V. (CSAPODY 1953); 1947, leg. Soó R. (DE); 1947–1949, leg. Ubrizsy G. (BP, UBRIZSY 1948, 1961); 1959, leg. Boros Á. (BP); 1998, leg. Molnár V. A., Pfeiffer N. & Vidéki R. (DE, MOLNÁR V. et al. 1999); 2011, Mesterházy A. *Szeghalom* [9093] 1999, Molnár V. A., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Tarhos* [9193] 2005, Deli T. *Véztű* [9093] 1881, Borbás V. (BORBÁS 1881a, 1881b; Moesz 1908).

**Borsod-Abaúj-Zemplén megye:** *Borsodivánka* [8290] 2006, Schmotzer A., [8289] 2006, Schmotzer A., [8389] 2006, Schmotzer A. *Csobaj* [7993] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001); 2010, Takács A. *Egerlővő* [8289] 1999, leg. Molnár V. A. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Mezőkeresztes* [8290] 2006, Schmotzer A. *Mezőkövesd* [8289] 1999, leg. Molnár V. A. (DE, MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Négyes* [8290] 2006, Schmotzer A. *Prügy* [7993] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Szentistván* [8290] 2006, Schmotzer A. *Taktabáj* [7993] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001); 2010, leg. Takács A. (DE). *Tiszabábolna* [8290] 2011, Mesterházy A. *Tiszakeszi* [8291] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszaladány* [7994] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszalúc* [7992] 2011, leg. Takács A. (DE). *Tiszavalk* [8390] 2010, Mesterházy A.

**Csongrád megye:** *Algyő* [9687] 1957, leg. Csapody V. (BP); 2005, Jakab G. & Kapocsi J. (JAKAB 2005), [9787] 2005, Jakab G. (JAKAB 2005). *Baks* [9486] 2000, Molnár V. A., Gulyás G. & Virók V. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Dóc* [9586] 2005, Mesterházy A. *Hódmezővásárhely* [9587] 1950-es évek, Csapody V. (CSAPODY 1953); 1950-es évek, Timár L. (TIMÁR 1954); 1959, leg. Boros Á. (BP); 2004, Jakab G. & Deli T. (JAKAB 2005), [9588] 1999, Jakab G. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 2005, Jakab G. & Kapocsi J. (JAKAB 2005). *Maroslele* [9788] 2005, Jakab G. (JAKAB 2005). *Mindszent* [9487] 2011, Mesterházy A. *Nagyér* [9690] 2005, Jakab G., Molnár V. A., Kapocsi J., Somlyay L. & Gulyás G. (JAKAB 2005). *Szeged* [9686] 1950-es évek, Timár L. (TIMÁR 1954), [9687] 2000, Molnár V. A., Virók V. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Szeged-Sándorfalva* [9686] 1942, leg. Polgár S. (BP); 1953, Timár L. (TIMÁR 1957). *Székkutas* [9489] 2005, Jakab G. & Lukács B. A. (JAKAB 2005). *Szentes* [9388] 2000, Molnár V. A., Virók V. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001), [9387] 2005, Jakab G. (JAKAB 2005). *Szentes-Kistőke* [9287] 1951, Timár L. (TIMÁR 1952). *Tiszasziget* [9687] 2000, Molnár V. A., Virók V. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001).

**Hajdú-Bihar megye:** *Berettyóújfalu* [8795] 1999, Molnár V. A., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Egyek* [8391] 1999, Góri Sz. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Esztár* [8696] 1998, Molnár A. (MOLNÁR V. et al. 1999). *Földes* [8794] 2006, Lukács B. A. *Hajdúböszörmény* [8293] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Hajdúböszörmény-Pród* [8294] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Hajdúdorog* [8195] 1999, Molnár V. A., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Hajdúnánás* [8195] 1937, leg. Ujvárosi M. (BP, UJVÁROSI 1937), [8194] 1941, leg. Ujvárosi M. (BP). *Hajdúszovát* [8694] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Hencida* [8796] 2006, Lukács B. A. *Hortobágy* [8392] 1947, leg. Soó R. (DE, SOÓ 1948); 1947, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1961); 1951, leg. Bánó L. (BP); 1951, leg. Csapody V. (BP, CSAPODY 1953), [8393] 2006, Lukács B. A. *Konyár* [8695] 2011, leg. Király G. (DE). *Konyárisóstófürdő* [8696] 1926, leg. Boros Á. (BP, BOROS 1927). *Pocsaj* [8797] 1998, leg. Molnár A., Molnár V. A., Pfeiffer N. & Vidéki R. (DE, MOLNÁR V. et al. 1999); 1999, leg. Molnár V. A. & Vidéki R. (DE, MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Püspökladány* [8692] 1999, Molnár Zs. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Szerep és Bucsa között* [8792] 1877, Simonkai L. (SIMONKAI 1879; MOESZ 1908). *Újtikos-Tiszagyulaháza* [8093] 2010, leg. Takács A. (DE).

**Heves megye:** *Egerfarmos* [8289] 2006, Schmotzer A. *Heves* [8487] 1999, Schmotzer A. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Hevesvezekény* [8488] 1999, leg. Schmotzer A. (DE, MOLNÁR V. et al. 1999). *Kisköre* [8488] 1999, Schmotzer A. & Tóth L. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Kömlő* [8388] 2006, Schmotzer A. *Poroszló* [8389] 1803, Kitaibel P.; 2006, Schmotzer A.; 2006, Tóth L.

*Tarnaszentmiklós* [8488] 2006, Schmotzer A. *Tiszanána* [8488] 1999, leg. Schmotzer A. & Molnár V. A. (DE, MOLNÁR V. et al. 1999); 2006, Schmotzer A., [8489] 2006, Schmotzer A.

**Jász-Nagykun-Szolnok megye:** *Abádszalók* [8589] 1999, Molnár A., Molnár V. A., Vidéki R. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Alattyán* [8586] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Besenyszög* [8787] 1952, leg. Baksay L. (BP); 1953, leg. Boros Á. (BP); 1950-es évek, Csapody V. (CSAPODY 1953). *Jászboldogháza* [8685] 1999, Molnár V. A., Felföldy L. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Jászárokhalma* [8586] 1815, Kitaibel P. (KITAIBEL in LÖKÖS 2001: 275). *Jászkisér* [8587] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Karcag* [8791] 1999, leg. Molnár V. A. & Pfeiffer N. (DE, MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 2000, Molnár V. A. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Kisújszállás* [8790] 1960, leg. Boros Á. (BP). *Kunszentmárton* [9287] 1999, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 2000, Molnár V. A., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001); 2010, Mesterházy A. *Mezőtúr* [9090] 2000, Molnár V. A., Virók V. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001), [8989] 1947–1948, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1948, 1961), [9089] 1947, leg. Ubrizsy G. (BP, UBRIZSY 1948); 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Nagyrév* [9086] 2000, Molnár V. A., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Öcsöd* [9188] 2011, Mesterházy A. *Pusztabánréve* [9089] 1948, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1961). *Szajol* [8887] 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Szelevény* [9187] 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Szolnok* [8787] c. 1855–1860. Kerner A. (KERNER 1868: 228). *Tiszabura* [8588] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszaderzs* [8489] 1999, Molnár A., Molnár V. A., Vidéki R. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszaföldvár* [9087] c. 1855–1860. Kerner A. (KERNER 1868: 228). *Tiszafüred* [8491] 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Tiszagyenda* [8689] 1999, Molnár V. A., Vidéki R., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 1999, leg. Felföldy L. (CL); 2004, leg. Lukács B. A. (DE). *Tiszainoka* [9087] 2000, Molnár V. A., Pfeiffer N. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszapüspöki* [8787] 1999, leg. Molnár V. A. (DE, MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999); 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszaroff* [8688] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszasüly* [8688] 1949, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1961). *Tiszavárkony* [8987] c. 1855–1860. Kerner A. (KERNER 1868: 228); 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Túrkeve* [8890] 1948–1949, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1961). *Túrtő* [9089] 1948, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1961). *Zagyvarékas* [8786] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001).

**Pest megye:** *Abony* [8886] 2000, Molnár V. A. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Apajpuszta* [8880] 1959, leg. Péntes A. (BP); 1950-es évek, Ubrizsy G. (UBRIZSY 1961). *Cegléd* [8885] 2000, Molnár V. A. & Gulyás G. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Pilisszentkereszt* [8279] 1879, Borbás V. (BORBÁS 1879, 1881a; MOESZ 1908).

**Szabolcs-Szatmár megye:** *Csaroda* [7800] 1950-es évek, Juhász-Nagy P. (JUHÁSZ-NAGY 1959). *Dombrád* [7797] 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Szabolcsveresmart* [7698] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tarpa* [7801] 1950-es évek, Juhász-Nagy P. (JUHÁSZ-NAGY 1959). *Tiszadob* [8093] 1999, Virók V. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999), [7992] 2011, Takács A. *Tiszaeszlár* [7994] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Tiszatelek* [7796] 2000, Molnár V. A. (MOLNÁR V. & GULYÁS 2001). *Vásárosnamény* [7899] 1926, leg. Boros Á. (BP, BOROS 1927); 1929, leg. Margittai A. (BP, CL, MARGITTAI 1939).

**Veszprém megye:** *Nagyvázsony* [8972] 2005, Mészáros A. & Simon P. (MÉSZÁROS & SIMON 2005).

---

## Románia

**Arad megye:** *Várşand* [9394] 1798, leg. Kitaibel P. (BP, KITAIBEL in GOMBOCZ 1945: 286). *Ineu* [9597] 1805, leg. Kitaibel P. (BP, KITAIBEL in LÖKÖS 2001: 47).

**Satu-mare megye:** *Sanislău* [8399] (OPREA 2005: 229).

**Timiş megye:** *Timișoara* [0294] 1941, leg. Bujoreau Gh. (CL). *Uliuc* [0394] (OPREA 2005: 229). *Urseni* [0393] (OPREA 2005: 229).

---

## Szerbia

**Észak-Bánság körzet:** *Padej* [0186] 2011, leg. Peric R. (BEO).

**Nyugat-Bácska körzet:** *Bezdan* [0179] (JÁVORKA 1924–1925).

---

## Szlovákia

**Komárno körzet:** *Okánikovo* [8273] 2010, leg. Király G. & Eliáš P. (NI, KIRÁLY & ELIÁŠ 2011).

**Michalovce körzet:** *Pavlovce nad Uhom* Velké Kapušany („Pavlovce u Kapušan”) [7498] (DOSTÁL 1989: 598, 1991: 571).

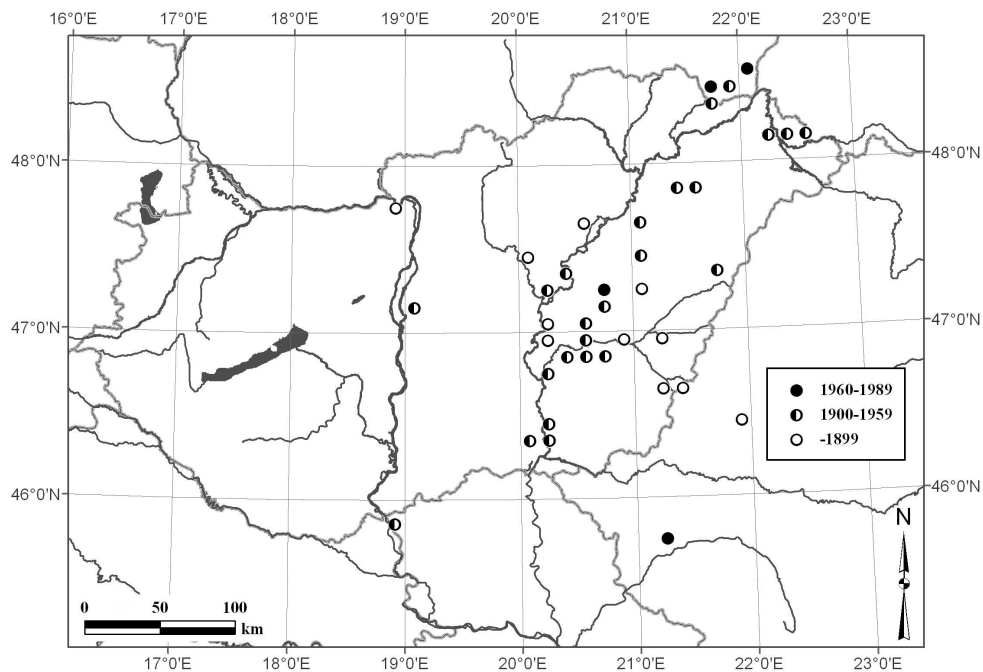
**Trebišov körzet:** *Kráľovský Chlmec* [7597] 1927, leg. Margittai A. („Helmeczy”) (BP, BRA, BRNU, CL, DE, PR, PRC, BRNM, MARGITTAI 1927, 1939). *Somotor* [7596] 1927, leg. Margittai A. („Helmeczy”) (BP, BRA, BRNU, CL, DE, PRC, BRNM, PR, SLO, MARGITTAI 1927, 1939); 1929, leg. Margittai A. (NI, MARGITTAI 1939); 1954, Novák F. A. (NOVÁK 1954, ŤAVODA & GOLIAŠOVÁ 2008); 1965, Májovský J. (ŤAVODA & GOLIAŠOVÁ 2008); 1975, Záborský J. (ŤAVODA & GOLIAŠOVÁ 2008); 1999, Molnár V. A. & Pfeiffer N. (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999). *Streda nad Bodrogom* [7696] 1927, leg. Margittai A. (BP, MARGITTAI 1927, 1939). *Svätá Mária* [7597] 1927, leg. Margittai A. (BRNU, PRC, MARGITTAI 1927, 1939).

---

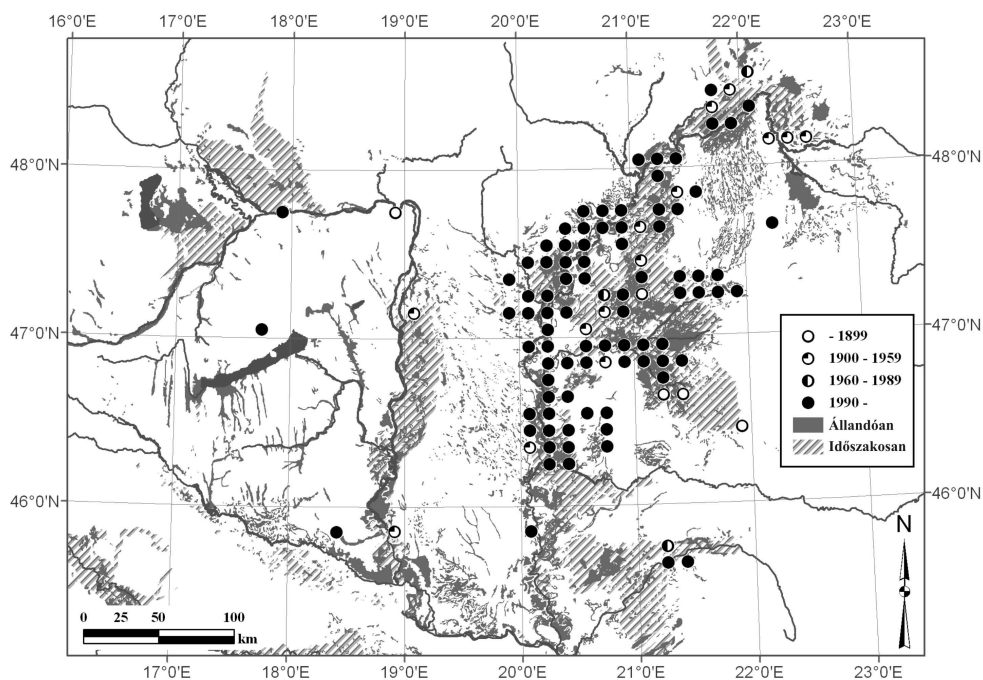
Az *Elatine hungarica* régióon belüli észlelései igen jelentős időbeli egyenlőtlenséget mutatnak (8–9. ábra). Az 1798 és 2011 közötti 213 éves időszakban mindössze 27 évben észlelték. Az 1790-es és az 1930-as évek között csak 10 esztendőből van adata, 13 flóratérképezési négyzetből. 1940 és 1960 között 13 év során találták, többnyire rizsföldeken. Magyarországon – a mesterségesen elárasztott rizsföldek adataitól eltekintve – összesen 18 évben került elő. 1951 és 2010 között a fajt Magyarországon mindössze 9 évben találták, általában 1998 után.

Az éves csapadékmennyiség és a belvízi elöntés maximális kiterjedése szignifikánsan magasabb azokban az években, amikor az *E. hungarica*-t észlelték (15. táblázat). Az *E. hungarica* éves észleléseinek száma 1998 és 2010 között szignifikánsan korrelál a belvízi elöntés maximális kiterjedésével (Spearman rang korreláció,  $n = 13$ ,  $\rho = 0,82$ ;  $P < 0,001$ ), viszont a csapadék éves mennyiségével nem ( $\rho = 0,41$ ;  $p = 0,17$ ).

A faj elterjedése a Pannon-medencében jelentékeny földrajzi egyenlőtlenséget mutat (7. ábra). Az *E. hungarica* ismert előfordulásainak többsége a Pannon-medence keleti részéről, a Tisza és mellékfolyói (Bodrog, Berettyó, Zagyva, Körös; 4–5. ábrák) környékéről vált ismertté. Bár a megfelelő termőhelyek és a fajjal együtt gyakran előforduló olyan taxonok, mint a *Schoenoplectus supinus*, *Lindernia procumbes*, *E. alsinastrum* és az *Eleocharis acicularis* viszonylag gyakoriak a Duna mellett is, az *E. hungarica* ugyanakkor kifejezetten ritka. Ez a földrajzi egyenlőtlenség tükröződik a régi adatokban is. Az *E. hungarica*-t a Tisza 1860-as években kezdődött szabályozása előtt Kitaibel Pál 4, Anton Kerner 3 lelőhelyen találta. Ezek a lelőhelyek kivétel nélkül a Tisza vagy mellékfolyói mentén voltak találhatóak. Mindazonáltal, Kitaibel és Kerner más *Isoëto-Nanojuncetea*-fajokat (*Cyperus fuscus*, *Dichostylis micheliana*, *E. alsinastrum*, *Eleocharis acicularis*, *Gnaphalium uliginosum*, *Juncus bufonius*, *Limosella aquatica*, *Lythrum hyssopifolia*, *Marsilea quadrifolia*, *Peplis portula*) is találtak (12 és 6 lelőhelyen), beleértve a Duna-síkját is (10. ábra).



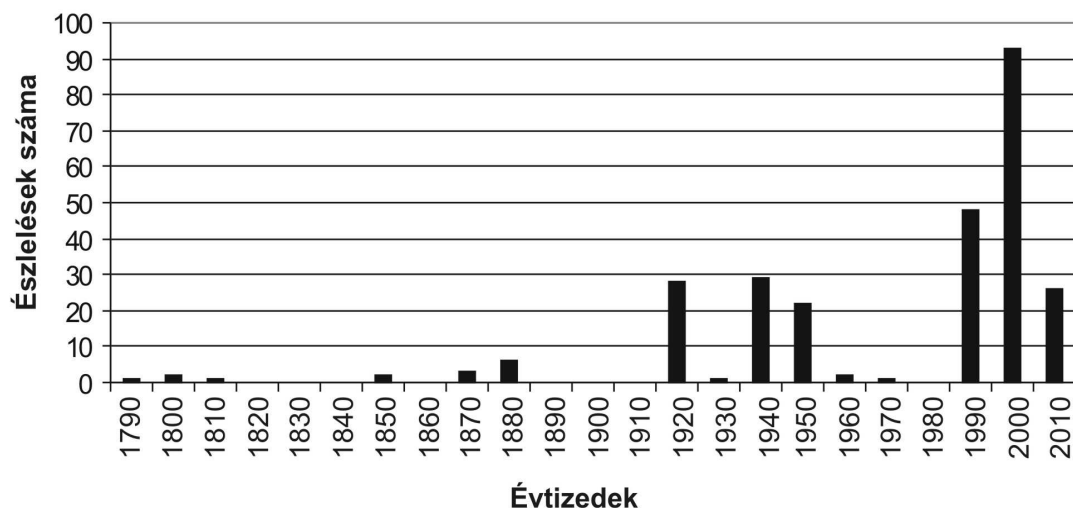
**6. ábra.** Az *Elatine hungarica* észlelései a Pannon-medencében 1989 előtt



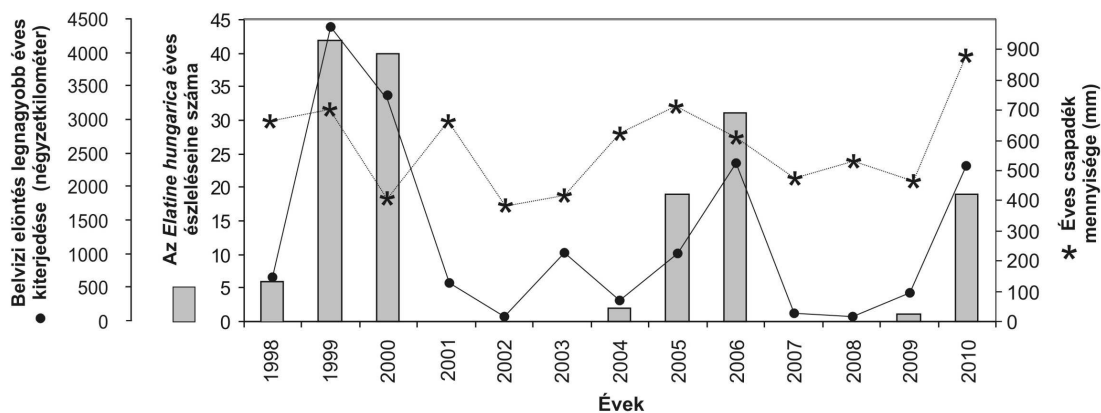
**7. ábra.** Az *Elatine hungarica* elterjedése a Pannon-medencében, valamint a folyószabályozások előtt állandóan és időszakosan elöntött területek; utóbbiak a Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium Vízügyi Intézete (1938) térképe alapján

**15. táblázat.** Az éves magyarországi csapadékösszeg (1951–2010) és a belvízi elöntés éves magyarországi maximumának (1936–2010) összehasonlítása azokban az években mikor észlelték illetve amikor nem észlelték az *Elatine hungarica*-t a Pannon-medencében

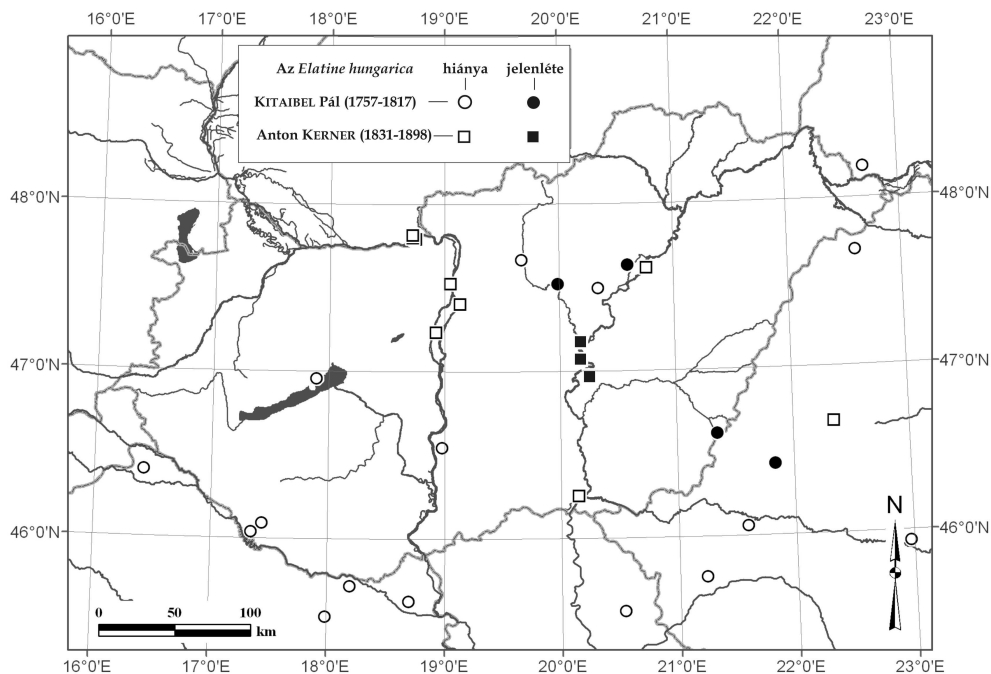
	<i>Elatine hungarica</i> észlelése	n	Átlag	Medián	SE	ANOVA
Éves csapadékösszeg (mm/év)	Igen	9	638	665	46	F <sub>1,58</sub> =8,0; (P = 0,006**)
	Nem	51	536	522	13	
Belvízi elöntés éves maximuma (1000 hektár)	Igen	13	231	186	50	F <sub>1,74</sub> =14,611; (P < 0,001***)
	Nem	63	78	42	12	



**8. ábra.** Az *Elatine hungarica* észleléseinek száma a Pannon-medencében évtizedes bontásban



**9. ábra.** Az *Elatine hungarica* éves észleléseinek száma a Pannon-medencében 1998 és 2010 között, és az éves csapadékmenyiség és a belvízi elöntés éves maximális magyarországi értékéi



**10. ábra.** Kitaibel Pál (körök) és Anton Kerner (négyzetek) által a Tiszának az 1860-as években megindult szabályozása előtt észlelt *Elatine hungarica* adatai (fekete szimbólumok), illetve más *Isoëto-Nanojuncetea* fajok adatai (üres szimbólumok)

### 3.1.4. Diszkusszió

Jelen fejezet ismerteti a kevésbé ismert, veszélyeztetett *Elatine hungarica* elterjedését a Pannon-medencében, irodalmi, herbáriumi adatok és 1998 óta gyűjtött 160 recens előfordulási adat alapján, amelyek jelentős mértékben hozzájárulnak a faj elterjedéséről ismert kép teljesebbé tételéhez. Az *E. hungarica* „szeszélyes” megjelenését több tényező okozhatja. Amint azt DANIHELKA et al. (2009) bemutatták, az adott növénycsoportra specializálódott botanikusok száma jelentős szerepet játszik az adott fajok elterjedésének és ökológiájának megismerésében. Ez talán még inkább igaz a vízi növények esetében, ahol a szakértők száma viszonylag kevés (KAPLAN 2010). Mindazonáltal, úgy véljük, hogy a florisztikai kutatás eltérő intenzitása önmagában nem magyarázza a faj időbeli megjelenésében tapasztalható és ebben a fejezetben dokumentált (8–9. ábra) egyenlőtlenségeket. A régió éghajlati adottságai, nevezetesen az éves csapadék mennyiségének és a belvízi elöntés területének jelentős mértékű ingadozása, jelentős szerepet játszanak az *E. hungarica* megjelenésének alakulásában.

Eredményeink arra utalnak, hogy az *E. hungarica* évenkénti előfordulásainak száma jelentősen emelkedik a növekvő mennyiségű éves csapadék és az elárasztott terület nagyságának növekedésével. Ez a két fontosabb környezeti változó egymástól nem független, mivel az előbbi tényező nyilvánvalóan befolyásolja az utóbbit, valamint amiatt, mert a Pannon-medencére földrajzi szempontból jellemző jelentős belvízi elöntések és közvetlen áradások általában az átlagosnál több csapadék következményei. Emiatt az éves csapadék mennyisége lehet döntő jelentőségű, de nem közvetlen módon.

Ahhoz azonban, hogy megértsük miért találtunk szignifikáns összefüggést az éves csapadékmennyiség és a faj előfordulásainak száma között az 1998 és 2010 közötti időszakban, meg kell értenünk a régióban jellemző belvízi elöntési dinamikát. A vizsgált időszakban a legcsapadékosabb évben (2010: 876 mm) több mint kétszer annyi csapadék hullott, mint a legszárazabb évben (2002: 388 mm). Azokban az években, amikor az *Elatine hungarica*-t megfigyelték, az évek átlagos csapadék mennyisége 141 mm-rel több volt, mint azon évek átlaga, amikor nem észlelték. A csapadéknak azonban késleltetett hatása van a belvízzel elöntött terület nagyságára, amely jelentősen meghatározza az *E. hungarica* megjelenését. Ezt jól példázza az 1998 és 2002 közötti időszak (9. ábra). Az első két évben az éves csapadékmennyiség viszonylag magas (~700 mm) volt, így az időszakosan elöntött terület nagysága elérte a mintegy 350 000–450 000 hektárt, amelynek hatására az *E. hungarica* megfigyelések száma jelentősen megnövekedett 1999-ben és 2000-ben. A harmadik évben (2000) viszont csak 411 mm-nyi csapadék hullott, ami az *E. hungarica* észlelések számának csökkenését vetítené előre, de ez nem következett be az előző csapadékos évek miatt még fennálló jelentős kiterjedésű belvízi elöntés miatt. Ezzel szemben annak ellenére, hogy 2001-ben jelentős mennyiségű (623 mm) csapadék hullott, de az előző év aszálya miatt nem jött létre jelentős belvízi elöntés és a növény nem került elő.

Az *Elatine hungarica* elterjedésére, megjelenésére ható további korlátozó tényezőként kell számításba vennünk a művelési módok változásait. A faj gyakran található rizsföldeken, amelyek megfelelő mélységben és időtartamban biztosítanak a faj fejlődéséhez elárasztást. A rizstermesztés északi határa a Pannon-medencében található. A 16. századtól kezdve történtek szórványos kísérletek a rizstermesztésre a térség különböző területein. A termesztés főbb körzetei és gyakorlata a második világháború előtti időszakra kialakultak Magyarországon. A rizs termesztése komoly politikai prioritás volt az 1950-es években és a rizzzel bevetett terület nagysága gyorsan emelkedett (1949-ben kb. 20 ezer hektár, míg 1955-ben kb. 87 500 hektár, HAJDÚ 2006). A rizsföldek gyomnövényzetét ebben az időszakban alaposan vizsgálták (SOÓ 1948, UBRIZSY 1948, 1961, CSAPODY 1953) és az *E. hungarica*-t számos helyen megfigyelték. A rizst termesztették Szerbiában (Vajdaság) és Dél-Szlovákiában is (HEJNÝ 1960, TOŠIĆ 1970), de sokkal kisebb területen, mint Magyarországon. Bár a rizsföldek jelenléte a flórában hasonló hatást okozott Szlovákiában is – például a *Beckmannia eruciformis* észleléseinek növekvő számát (DITĚ et al. 2011) –, de az *E. hungarica*-t nem találták rizsföldeken Szlovákiában és Szerbiában. A rizs termőterülete gyorsan csökkent Magyarországon 1970 óta. Mindazonáltal, az *E. hungarica* megfigyelések számának csökkenése nem magyarázható csupán a rizstermesztés hanyatlásával. Magyarországon nem volt dokumentált előfordulása a fajnak 1960 és 1998 között (MOLNÁR V. et al. 1998, 1999). Ebben az időszakban a magyarországi florisztikai kutatások intenzitása, legalábbis az *E. hungarica* potenciális élőhelyein (például belvizes szántókon), valószínűleg túl alacsony volt. Hasonló probléma észlelhető más ismert efemer iszaplakó fajok látszólagos ritkaságával kapcsolatban a Cseh Köztársaságban (ŠUMBEROVÁ 2003, ŠUMBEROVÁ et al. 2012) és Szlovákiában (ZLACKÁ et al. 2006, ELIÁŠ et al. 2011) is. 1998 után a megfelelő termőhelyek célzott keresése és felmérése, korábban nem látott számú élőhely előkerülését eredményezték.

Magyarországon az *Elatine hungarica*-t korábban főként rizsföldeken, az elmúlt évtized során pedig leggyakrabban olyan szántóföldeken találták, amelyek, legalábbis egyes években belvízi elöntés alá kerültek (LUKÁCS et al. 2013). Az ilyen területek mezőgazdasági művelés alatt állnak. Az *E. hungarica* magjainak jelenléte e nedves szántókon legalább háromféle módon magyarázható: (i) természetes élőhelyekről vízimadarak révén (epi- és / vagy endozoochória) kerültek ide; (ii) az emberi tevékenység eredményeként vagy (iii) a faj a korábbi természetes vizes élőhely növényzetének maradványának tekinthető, amelynek magjai átvészelik a kedvezőtlen száraz éveket a talajban. A vízimadarak általi terjesztést néhány *Isoëto-Nanojuncetea* faj magjai esetében dokumentálták, például a *Carex bohemica* propagulumai sárral tőkés récék lábára ragadva terjedhetnek (HOHENSEE & FREY 2001). KERNER (1868, 1895) pedig arról számolt be, hogy 21 növényfaj magjait találta vízimadarakra tapadt sárban. Emellett számos újabb közlemény hangsúlyozza mocsári növények és vízi makrofiták esetében az epizoochór (VIVIAN-SMITH & STILES 1994) és az endozoochór (CHARALAMBIDOU & SANTAMARÍA 2002, GREEN et al. 2002, MUELLER & van der VALK 2002, CHARALAMBIDOU et al. 2003, CHANG et al. 2005, WONGSRIPHUEK et al. 2008, BROCHET et al. 2009, 2010, FIGUEROLA et al. 2010) terjesztés jelentőségét. Mindazonáltal néhány ökológus (például CLAUSEN et al. 2002) szkeptikusak az ornithochoria valódi jelentőségét illetően a magvak nagy távolságú terjesztésében. Szembetűnő tény, hogy az *Elatine hungarica* sokkal ritkábban található a Duna, a Száva és a Dráva folyók mellett, ami a vízimadarak hatékony terjesztő szerepét megkérdőjelezi. Olyan kismagvú növények (mint az *Elatine* fajok) esetében az elterjedési területen belül megfigyelhető feltűnő hiátusok oka valószínűleg nem a terjedési képességgel magyarázható, vö. számos vizes élőhelyeken előforduló efemer faj (például *Tillaea aquatica*, *Coleanthus subtilis*, és néhány *Elatine*) hatalmas, de diszperz elterjedését (HULTÉN & FRIES 1986). Ez a jelenség tehát sokkal inkább ökológiai tényezőkkel (például a talaj jellemzőkkel) magyarázható, amely jövőbeli vizsgálatok kérdése lehet.

Bizonyították, hogy a növényi propagulumok hatékonyan terjednek emberi járművekkel (CLIFFORD 1959, BAKKER et al. 1996). Csehországban egyes izolált tavak között *Elatine* fajok terjednek járművek és az ott dolgozó emberek csizmái révén (ŠUMBEROVÁ et al. 2012). Valószínű, hogy a mezőgazdaságban használt gépek és járművek szintén nagy mennyiségű propagulumot terjeszthetnek, de ez a terjedési mód valószínűleg helyi vagy regionális szintre korlátozódik.

Másrészt, az *Elatine* fajok magjai hosszú ideig megőrzik életképességüket (MARGITTAI 1939, DEIL 2005), az *E. triandra* esetén több mint 50 évig (KASAHARA et al. 1967). Ebből a szempontból tekintetbe kell venni a viszonylag nagy területen tartósan elöntött területek nagyságát a Pannon-medencében. A 19. század közepén – amikor a folyók szabályozása indult a régióban – a terület 20,5%-a tartósan és további 17,8%-a időszakosan vízzel volt borítva (MAGYAR KIRÁLYI FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM VÍZÜGYI INTÉZETE 1938), PÁLFAI (2003) szerint a folyószabályozások utáni Magyarország alföldi területeinek 60%-át érintheti időszakosan belvízi elöntés.

Az *Elatine hungarica* viszonylagos gyakorisága a megfelelő időszakos vizes élőhelyek jelenlététől függ, különösen mezőgazdasági területen. A mezőgazdasági művelés (például szántás és talaj-tömörödés) valamint a belvíz nagy területen teremt

optimálisan nedves, nyitott talajfelszíneket a faj számára. Mindazonáltal, (a gazdálkodók érdekeit szolgáló) a helyi és regionális szintű vízelvezető csatornák az élőhelyek túlságosan gyors kiszáradását okozhatják. Az *Elatine hungarica*-t (és más apró termetű iszaplakó fajokat) veszélyezteti a hagyományos extenzív művelési módok eltűnése, valamint a fejlett agrotechnika és a herbicidek általános alkalmazása.

TIMÁR & UBRIZSY (1957) szerint a 2,4-diklór-fenoxi-ecetsav és MCP-(2-metil-4-klór-fenoxi-ecetsav) – amelyek széles körben használt gyomirtószeresek – károsítják a fajt.

Az *Elatine hungarica*-t ismeretlen státusú (valószínűleg kipusztult) fajként értékeli Szlovákiában (HOLUB et al. 1999., FERÁKOVÁ et al., 2001, ŤAVODA & GOLIAŠOVÁ 2008). Azonban a közelmúltban két helyen előkerült (MOLNÁR V. & PFEIFFER 1999, KIRÁLY & ELIÁŠ 2011), így a fajt kritikusan veszélyeztetettnek (CR) tartjuk. Hasonló történt Magyarországon, ahol BAGI (1998) vélelmezte a faj kipusztulását.

Mivel a faj ritka, valamint megjelenése és az éves csapadék mennyisége illetve főként az időszakosan elárasztott terület nagysága között szoros összefüggés van, megőrzésére a legjobb stratégia a kiválasztott helyszínek vízügyi rehabilitációja vagy alkalmas élőhelyek létrehozása. E stratégia megvalósítása biztosíthatja az *Elatine hungarica* hosszú távú túlélését lehetővé tevő magbank létrehozását a talajban. Az *E. hungarica* veszélyeztetettségét BILZ et al. (2011) irányelveit követve globálisan 'Least Concern'-nek (LC), regionálisan pedig sérülékenynek (VU) ítélik.

## 3.2. Változott-e a hazai orchideák reprodukív sikere az elmúlt 160 évben?\*

„These collections help us understand the past, and be better stewards of the future”  
DALTON R. (2003): Naturalhistory collections in crisis as funding is slashed. – Nature 423: 575.

### 3.2.1. Bevezetés

A megporzók által nyújtott természeti szolgáltatás a legtöbb szárazföldi ökoszisztémában alapvető jelentőséggel bír (CHEE 2004, BOYD & BANZHAF 2007, WALLACE 2007, FISHER & TURNER 2008). A megporzók tevékenysége elengedhetetlen a vadon élő növények állományainak hosszú távú fennmaradása (ASHMAN et al. 2004, AGUILAR et al. 2006) és a kultivált növények produktivitása szempontjából (KLEIN et al. 2007, RICKETTS et al. 2008) egyaránt. A legtöbb termesztett- és vadon élő növény számára (különösen a mérsékelt övben) rovarok, főleg méhek töltik be a legfontosabb megporzók szerepét. Az utóbbi években a megporzó rovarok állományainak jelentős mértékű hanyatlása tapasztalható világszerte (KEARNS et al. 1998, POTTS et al. 2010), így például Nyugat-Európában is (BIESMEIJER et al. 2006).

Bár a pollinációs krízisnek nevezett jelenség hátterét máig nem ismerjük pontosan, a probléma bizonyosan kapcsolódik a természetes vagy természetközeli élőhelyek fragmentációjához és pusztulásához, paraziták terjedéséhez, vegyszerek széleskörű mezőgazdasági alkalmazásához és a klímaváltozáshoz. A közelmúltban tapasztalható és jól dokumentált klímaváltozás (PARMESAN & YOHE 2003, ROOT et al. 2003, SCHRÖTER et al. 2005, IPCC 2007) ebből a szempontból is kiemelt figyelmet érdemel. A klíma változására adott fenológiai választ a növények több csoportja esetében (FITTER & FITTER 2002, PARMESAN 2006, POST et al. 2008), így az orchideák körében (ROBBIRT et al. 2011, MOLNÁR V. et al. 2012b) is vizsgálták már. Bár az orchideák megporzóinak klímaválaszáról keveset tudunk, közép-európai orchideák esetében a megporzástípus bizonyult a fenológiai választ magyarázó legfontosabb tényezőnek (MOLNÁR V. et al. 2012b). Mindazonáltal, a pollinátorok és a virágos növények fenológiai eltérése a megporzás csökkenő hatékonysága révén negatívan befolyásolja a növények reprodukív sikerét (FITTER & FITTER 2002, HEGLAND et al. 2009, BARTOMEUS et al. 2011, RAFFERTY & IVES 2011, PETANIDOU et al. 2014).

Az európai talajlakó orchideák több okból is alkalmasak a megtermékenyülési siker időbeli változásának tanulmányozására, mivel (i) az agamospermia (aszexuális magképzés) igen ritka a család képviselői körében (NYGREN 1967, CATLING & CATLING 1991), így a termés megjelenése szinte mindig a sikeres megporzásnak köszönhető (NEILAND & WILCOCK 1995); (ii) az egyedek reprodukív sikere könnyen kifejezhető a virágok és termések hajtásonkénti számával (NEILAND & WILCOCK 1998);

---

\*Az esettanulmány alapja:

MOLNÁR V. A., LÖKI V., TAKÁCS A., SCHMIDT J., TÖKÖLYI J., BÓDIS J. & SRAMKÓ G. (2015): No evidence for historical declines in pollination success in Hungarian orchids. – *Applied Ecology and Environmental Research* 13(4): 1097–1108.

(iii) a család képviselői közt különböző megporzástípusok (önmegporzás, nektárral jutalmazás, szexuális- és táplálékkal megtévesztés) fordulnak elő (DAFNI 1984, JERSÁKOVÁ et al. 2006), és ezek eltérő mértékben függenek a pollinátorok sűrűségétől és diverzitástól; (iv) a különböző orchidea fajok a megporzók különböző csoportjait vonzzák, így például méheket, darazsakat, lepkéket és bogarakat (CLAESSENS & KLEYNEN 2011).

Jelen tanulmány célja (i) a Magyarországon előforduló orchideafajok reprodukív sikerének értékelése herbáriumi adatok segítségével; (ii) a megporzástípusnak a megtermékenyülés sikerére gyakorolt hatásának értékelése; (iii) annak értékelése, hogy változott-e az orchideák reprodukív sikere az elmúlt évtizedek során?

Predikcióink szerint az önmegporzó fajok megtermékenyülési sikere időben változatlan és relatíve magas, míg a rovarmegporzású fajok közül a táplálékkal jutalmazóké magasabb, mint a megtévesztőké, ám a rovarmegporzásúak reprodukív sikere (a nektártermelők és a megtévesztők esetében is) csökkenő tendenciát mutat.

A természettudományi gyűjtemények történeti szempontból is fontos és hasznos információkat őriznek az orchideák reprodukív sikeréről (FARRELL 1985, PAUW & HAWKINS 2011). Hipotéziseink tesztelésére termésképzési adatokat gyűjtöttünk az összes hozzáférhető hazai herbáriumból, majd ezeket a megporzástípus és a gyűjtési dátumok figyelembevételével filogenetikai kontroll mellett értékeltük.

### 3.2.2. Anyag és módszer

#### *A termésképzés számszerűsítése*

Munkánk során a reprodukív siker mérésére a legszélesebb körben használt (egyúttal legegyszerűbb) módszert, vagyis a termésképzési arány számszerűsítését (NEILAND & WILCOCK 1998) alkalmaztuk. A közelmúltban létrehozott *Magyarország Orchideáinak Herbáriumi Adatbázisa* (MOLNÁR V. et al. 2012a) alapján 27 faj 681 példányának vizsgálatára nyílt lehetőségünk, amelyeket összesen 155 év alatt gyűjtöttek (16. táblázat). Csak a természetes állapotban gyűjtött ép példányokat (11. ábra) vontuk be a vizsgálatba. Minden természetes (virágzás utáni) állapotban gyűjtött, faji szinten egyértelműen azonosítható példányon megszámoltuk a (megtermékenyült és meg nem termékenyült) virágokat valamint a terméseket.

A statisztikai elemzésekbe csupán azoknak a fajoknak az adatait vontuk be, amelyekből legalább három példány adatai a rendelkezésünkre álltak. A teljes adatsor fajonként átlagosan  $23,4 \pm 25,6$  példányt jelent. Ezeket  $10,3 \pm 9,3$  lelőhelyről  $76,5 \pm 43,3$  év alatt gyűjtöttek.



**11. ábra.** Az *Orchis militaris* egy herbáriumi példánya a Debreceni Egyetem Növénytani Tanszékének gyűjteményéből (DE) A példányt Simon Tibor & Borsos Olga gyűjtötték 1951. május 23-án Dabas mellett

### Életmenetjellemezők

A fajokat megporzástípus szerint MOLNÁR V. et al. (2012b) munkájával összhangban három csoportba soroltuk: megkülönböztettük az önmegporzókat (beleértve a fakultatív és obligát önmegporzókat), a rovarmegporzású nektártermelőket és a rovarmegporzású megtévesztőket. A vizsgált fajok és adataik áttekintését a 16. táblázat adja.

**16. táblázat.** A vizsgálatba bevont fajok listája, megporzástípusaik és a vizsgálat alapjául szolgáló adataik áttekintése. Rövidítések: A – önmegporzó (*autogamous*), FD – táplálékkal megtévesztő (*food deceptive*), NR – nektártermelő (*nectar rewarding*)

Faj	Megporzás-típus	Gyűjtőhelyek száma	Gyűjtés dátuma		Példányszám
			Median±SD	Időtartam (évek)	
<i>Anacamptis coriophora</i>	NR	11	1944±17	55	33
<i>Anacamptis morio</i>	FD	7	1945±26	73	15
<i>Anacamptis palustris</i>	FD	4	1944±52	106	7
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	FD	14	1956±40	134	27
<i>Cephalanthera damasonium</i>	A	31	1946±32	132	71

Faj	Megporzás-típus	Gyűjtőhelyek száma	Gyűjtés dátuma		Példányszám
			Median±SD	Időtartam (évek)	
<i>Cephalanthera longifolia</i>	FD	23	1939±26	104	30
<i>Cephalanthera rubra</i>	FD	9	1954.5±12	29	16
<i>Cypripedium calceolus</i>	FD	3	1939.5±13	27	6
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	FD	19	1948±29	126	24
<i>Dactylorhiza viridis</i>	NR	7	1947±11	25	17
<i>Epipactis atrorubens</i>	NR	8	1919±21	61	24
<i>Epipactis helleborine</i>	NR	9	1926±19	71	17
<i>Epipactis microphylla</i>	A	22	1937±36	149	71
<i>Epipactis palustris</i>	A	16	1937±31	112	48
<i>Epipactis purpurea</i>	NR	11	1952±22	77	24
<i>Epipactis tallosii</i>	A	3	1948±38	66	6
<i>Goodyera repens</i>	NR	2	1954±1	2	6
<i>Gymnadenia conopsea</i>	NR	5	1922±39	106	7
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	NR	2	1904±55	95	8
<i>Limodorum abortivum</i>	A	14	1952±30	93	26
<i>Liparis loeselii</i>	A	2	1969±16	38	10
<i>Neottia ovata</i>	A	12	1949.5±34	134	16
<i>Neottia nidus-avis</i>	A	38	1950±29	121	119
<i>Orchis militaris</i>	FD	13	1951±31	91	59
<i>Orchis purpurea</i>	FD	5	1942±31	77	6
<i>Orchis simia</i>	FD	2	1961±42	60	9
<i>Platanthera bifolia</i>	NR	25	1946±32	137	31

### Adatelemzés

A reprodukív siker történeti változásának és a megporzástípussal való összefüggésének vizsgálatára általánosított kevert lineáris modelleket (GLMMs) alkalmaztunk. Mivel a termésképzési arányok adatsora binomiális eloszlású, binomiális GLMM segítségével értékeltük a termések és a meg nem termékenyült virágok számát. A binomiális GLMM modelleket az MCMCglmm csomag segítségével (HADFIELD 2010) R Statisztikai Környezetben (R DEVELOPMENT CORE TEAM [3]) alkalmaztuk. Az MCMCglmm a GLMM-ek Bayes-i verzióját hajtja végre, aminek előnye, hogy figyelembe veszi a random hatások komplex kovariancia struktúráját, például a vizsgált fajok filogenetikai kapcsolataiból adódó kovarianciát (GARAMSZEGI 2014); vagyis a modellt a kapcsolatok értékelése során kontrollál a filogenetikai kapcsolatokból adódóan nem független adatokra.

A vizsgált fajok közötti filogenetikai távolságot leíró fa elkészítéséhez a legalkalmasabb molekuláris filogenetikai markert, a nukleáris riboszomális DNS ITS

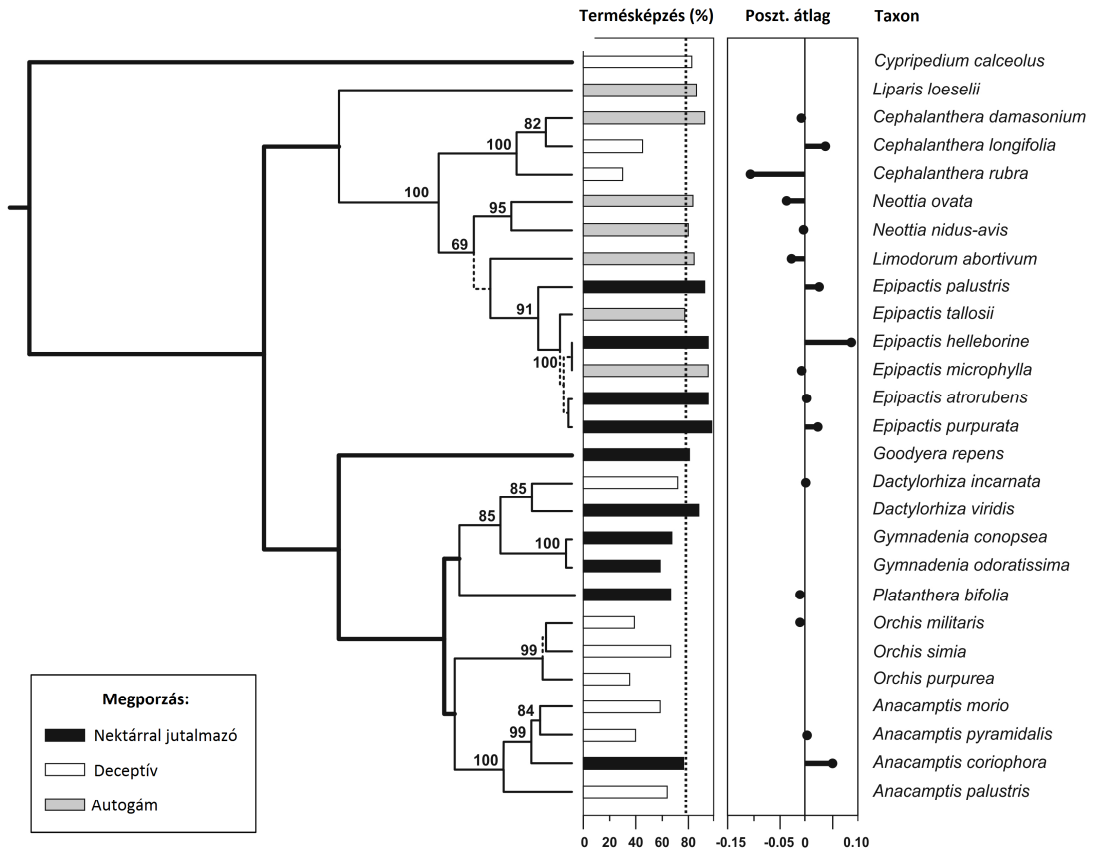
szakaszát használtuk (BALDWIN et al. 1995, ÁLVAREZ & WENDEL 2003). A szekvenciák illesztését a BioEdit v.7.1.3 (HALL 1999) szoftver segítségével végeztük. A filogenetikai kapcsolatokat Paup v.4.0\*b10 (SWOFFORD 2003) programban rekonstruáltuk maximális parszimónia keresési kritérium mellett 1000-szer megismételt heurisztikus keresésben. A beállítások megegyeztek az alapbeállításokkal, de 10 fát tartottunk meg az egyes keresés-optimalizáló lépésekben. Miután egy földrajzilag erősen limitált minta-készletünk volt (magyarországi orchideák), ami nem tette lehetővé a taxonómiai egyenletes mintázást, egy topológiai kényszert kellett alkalmaznunk a fa törzsére, hogy ezzel kerüljük el a hibás fa-szerkezetet, ami a szuboptimális mintázásból adódott. Ezért aztán az európai orchideák jól feltárt filogenetikai viszonyait (BATEMAN et al. 2003, BATEMAN et al. 2005, BATEMAN 2009) használtuk topológiai kényszerként (lásd a 11. ábrán). A leginkább parszimóniussabb fákat, amelyek megfeleltek a topológiai kényszernek elmentettük úgy, hogy a fa ágainak hossza tükrözze a bekövetkezett mutációk számát (azaz *filogram* formájában). Ezután ezt a fát tettük ultrametrikussá az ún. „non-parametric rate smoothing” algoritmus (SANDERSON 1997) segítségével r8s v.1.71 programban (SANDERSON 2003). A maximális parszimónia módszerével talált fák ágainak statisztikai robusztusságát nem-parametrikus bootstrap módszerrel becsültük meg Paup programban 1000 álreplikációt készítve. A fenti procedúra lehetővé tette, hogy a minden egyes vizsgált faj között genetikai távolságot állítsunk fel, és a kapott ultrametrikus fa (12. ábra) került felhasználásra a későbbi elemzésekben mint filogenetikai kontroll.

Elsőként a megporzástípus termésképzésre gyakorolt hatását értékeltük. Random faktorként használtuk az egyes herbáriumi adatok azonosítóját (kontrollálva az egy időben egy helyről gyűjtött hajtásokra), a fajokat (kontrollálva az egy fajhoz tartozó több adatra) és a filogenetikai pozíciót (kontrollálva a filogenetikai kapcsoltságra). Ezt követően egy hasonló modellben az évet tekintettük fix hatásnak, majd egy harmadik modellben a két tényező (megporzástípus és év) interakcióját.

Végül értékeltük a termésképzés időbeli változását azon fajok esetében, ahol a rendelkezésünkre álló adatok száma meghaladta a 10-et (ez összesen 16 faj esetében teljesült). Ez utóbbi modellek filogenetikai kontroll nélkül futottak, random faktorként a herbáriumi adatok azonosítóját használtuk.

### 3.2.3. Eredmények

A filogenetikai fa rekonstrukció a maximális parszimónia kritériumok alapján négy egyformán parszimóniussá fát talált. Az 1000 véletlenszerű újraismételt keresés ugyanezt a négy, 1320 lépésben felépíthető fát találta meg. A fák közötti különbség a csúcson jelentkezik: egy részükön a *Limodorum abortivum* a *Neottia* nemzetség testvércsoportjának adódott, valamint az *Orchis militaris* és *O. purpurea* egymáshoz viszonyított helyzetében is különbség mutatkozott. Ezek a pozíciók más kurrens tanulmányokban is feloldatlanok. A kiválasztott és alkalmazott fa (12. ábra) az egyetlen, amely kompatibilis a vonatkozó szakirodalomban publikáltakkal (BATEMAN et al. 2003, 2005, BATEMAN 2009).



**12. ábra.** A filogenetikai kontrollhoz használt maximális parszimónia alapú ultrametrikus filogenetikai fa az egyes taxonok átlagos termésképzési értékeivel (a szaggatott vonal a mediánt jelöli) és a termésképzési arányok változásával (poszterior átlag a Bayes-féle GLMM modellből, 19. táblázat). A fő leszármazási vonalakat vastag, a gyenge támogatottságúakat (bs<68%) pontvonalas ágak jelölik

A megtermékenyülési arányok a 27 faj esetében 35–98% közöttinek adódtak (17. táblázat). A megporzástípus szignifikáns hatással van a reproductív sikerre: a megtévesztő fajoknak szignifikánsan alacsonyabb a termésképzési aránya, mint a nektártermelőknek (poszterior átlag: -2.152; 95%-os konfidencia intervallum: -3.380-tól; -1.079-ig;  $p=0.004$ ). Az önmegporzó fajok termésképzési sikere viszont nem különbözött szignifikáns mértékben a nektártermelőkétől (poszterior átlag: 0.747; 95%-os konfidencia intervallum: -0.577-től; -1.796-ig;  $p=0.224$ ) (18. táblázat, 13. ábra).

A termésképzés időben nem változott (poszterior átlag: -0.004; 95%-os konfidencia intervallum: -0.011-től; 0.002-ig;  $p=0.194$ , 14. ábra). Az év és megporzástípus interakciójának értékelése sem hozott szignifikáns eredményt.

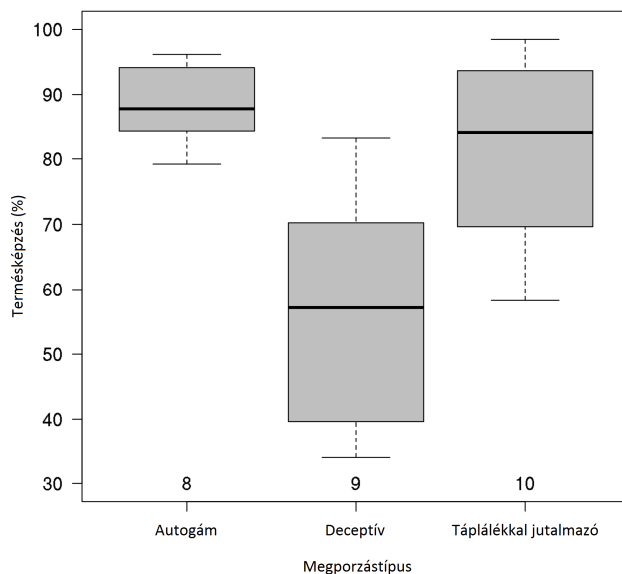
A termésképzési siker szignifikáns mértékben csökkent a *Neottia ovata* esetében, míg nőtt az *Anacamptis coriophora* esetében, a többi, legalább tíz herbáriumi adattal rendelkező faj esetében nem mutatkozott statisztikailag szignifikáns trend (17. táblázat).

17. táblázat. A vizsgált fajok termésképzési adatai

Faj	Virágok száma		Termékek száma		Termésképzési arány (%)
	Összes	Átlag	Összes	Átlag	Átlag±szórás
<i>Anacamptis coriophora</i>	512	15.5	394	11.9	77 ± 17
<i>Anacamptis morio</i>	147	9.8	86	5.7	59 ± 15
<i>Anacamptis palustris</i>	72	10.3	46	6.6	64 ± 24
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	603	22.3	241	8.9	40 ± 25
<i>Cephalanthera damasonium</i>	344	4.9	321	4.5	93 ± 13
<i>Cephalanthera longifolia</i>	236	7.9	106	3.5	45 ± 39
<i>Cephalanthera rubra</i>	164	10.3	50	3.1	30 ± 34
<i>Cypripedium calceolus</i>	6	1.0	5	0.8	83 ± 25
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	527	22.0	380	15.8	72 ± 28
<i>Dactylorhiza viridis</i>	217	12.8	190	11.2	88 ± 11
<i>Epipactis atrorubens</i>	362	15.1	347	14.5	96 ± 4
<i>Epipactis helleborine</i>	287	16.9	275	16.2	96 ± 22
<i>Epipactis microphylla</i>	799	11.3	769	10.8	96 ± 4
<i>Epipactis palustris</i>	522	10.9	486	10.1	93 ± 8
<i>Epipactis purpurata</i>	527	22.0	518	21.6	98 ± 3
<i>Epipactis tallosii</i>	85	14.2	66	11.0	78 ± 27
<i>Goodyera repens</i>	96	16.0	78	13.0	81 ± 9
<i>Gymnadenia conopsea</i>	145	20.7	99	14.1	68 ± 31
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	175	21.9	104	13.0	59 ± 19
<i>Limodorum abortivum</i>	280	10.8	239	9.2	85 ± 16
<i>Liparis loeselii</i>	38	3.8	33	3.3	87 ± 14
<i>Neottia ovata</i>	556	34.8	467	29.2	84 ± 13
<i>Neottia nidus-avis</i>	2990	25.1	2386	20.1	80 ± 7
<i>Orchis militaris</i>	1243	21.1	483	8.19	39 ± 18
<i>Orchis purpurea</i>	193	32.2	67	11.2	35 ± 14
<i>Orchis simia</i>	146	16.2	98	10.9	67 ± 24
<i>Platanthera bifolia</i>	494	15.9	330	10.7	67 ± 24

18. táblázat. A különböző megporzástípusú fajok termésképzési átlagai

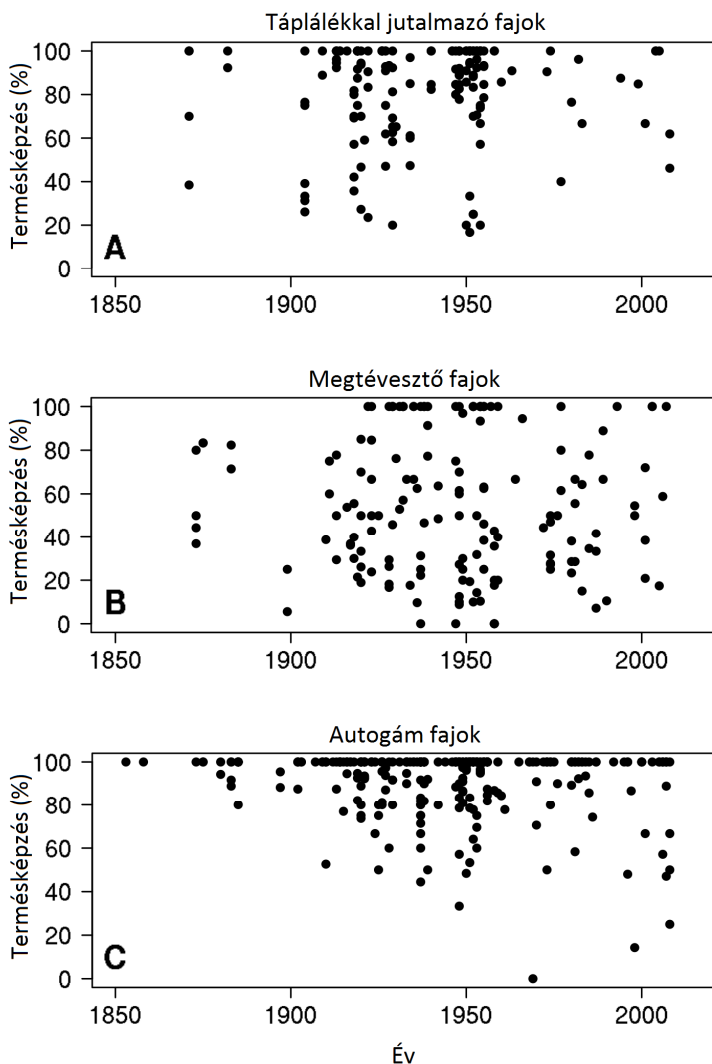
	Fajok száma	Virágok száma			Termékek száma		
		Medián	Átlag	Szórás	Medián	Átlag	Szórás
Önmegporzók	9	10.9	13.5	10.2	10.1	11.5	8.3
Táplálékkal megtévesztők	12	13	14.9	8.4	6.3	6.9	4.4
Nektártermelők	10	16.4	17.7	3.3	13.6	14.4	3.4



**13. ábra.** A különböző megporzástípusú orchideák reprodukív sikere (A csoportokba sorolt fajok számai az ábra alján vannak feltüntetve)

**19. táblázat.** A termésképzési arányok változása az idővel (a Bayes-féle Generalizált Lineáris Kevert Modell alapján). A szignifikáns változást félkövér szedés jelzi

Fajok	Paraméter becslés (poszterior átlag)	Alsó 95% CI	Felső 95% CI	pMCMC
<i>Anacamptis coriophora</i>	<b>0.052</b>	<b>0.009</b>	<b>0.094</b>	<b>0.020</b>
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	0.004	-0.016	0.023	0.750
<i>Cephalanthera damasonium</i>	-0.007	-0.035	0.024	0.622
<i>Cephalanthera longifolia</i>	0.039	-0.077	0.141	0.422
<i>Cephalanthera rubra</i>	-0.104	-0.277	0.025	0.104
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	0.003	-0.032	0.047	0.896
<i>Epipactis atrorubens</i>	0.003	-0.054	0.061	0.996
<i>Epipactis helleborine</i>	0.088	-0.376	0.875	0.734
<i>Epipactis microphylla</i>	-0.006	-0.037	0.019	0.700
<i>Epipactis palustris</i>	0.027	-0.035	0.095	0.360
<i>Epipactis purpurata</i>	0.024	-0.084	0.158	0.694
<i>Limodorum abortivum</i>	-0.026	-0.070	0.025	0.214
<i>Neottia ovata</i>	<b>-0.035</b>	<b>-0.072</b>	<b>0.001</b>	<b>0.040</b>
<i>Neottia nidus-avis</i>	-0.003	-0.021	0.012	0.666
<i>Orchis militaris</i>	-0.010	-0.026	0.010	0.266
<i>Platanthera bifolia</i>	-0.010	-0.035	0.014	0.398



**14. ábra.** A nektártermelő (A), a megtévészők (B) és az önmegporzó (C) fajok termésképzési arányainak alakulása a gyűjtési dátum függvényében. Nem tapasztalható a termésképzési siker szignifikáns időbeli változása

### 3.2.4. Diskusszió

Hosszútávú herbáriumi adatsor alapján számszerűsítettük Magyarország orchideáinak termésképzési sikerét. Az eltérő megporzási stratégiájú fajok termésképzési arányai eltérőek: a táplálékkal megtévésző fajok szignifikánsan kevesebb termést hoznak, mint az önmegporzók. Ez a tény terepi tapasztalatokkal is egybevág (NEILAND & WILCOCK 1998).

Eredményeink alapján a vizsgált hazai orchideák többségének (91%) reprodukzív sikere időben nem változott, vagyis a pollinációs krízis a 20. század végéig a vizsgált taxonok körében Magyarországon nem érzékelhető. Ez az eredmény összhangban van E. VOJTKÓ et al. (2015) megállapításaival. E. VOJTKÓ et al. (l.c.) két megtévésző

*Dactylorhiza* faj bükki populációi esetében közelmúltbeli nyugat-európai példákkal összevetve számottevően nagyobb reprodukzív sikert tapasztaltak.

A vizsgált adatsor alapján csupán két faj reprodukzív sikere mutatott szignifikáns időbeli változást: a *Neottia ovata* esetében szignifikánsan csökkent, az *Anacamptis coriophora* esetében szignifikánsan nőtt a termésképzési arány. Ugyanakkor a mintavétel időben változó gyakorisága miatt ezek az eredmények az adatsor torz voltából is adódhatnak, s nem feltétlenül rejlik mögöttük valós biológiai tartalom.

Arra, hogy az orchideák reprodukzív sikere látszólag változatlan, legalább két, egymást sem kizáró magyarázat adható. Először is, a hazai méh-közösségek gazdagabbak (SÁROSPATAKI et al. 2009), mint nyugat-európai országoké (DAUBER et al. 2003, HIRSCH & WOLTERS 2003). Másrészt, hazánkban igen magas és folyamatosan növekvő a háziméh állomány létszáma (TÓTH 2013) s ez nagyban hozzájárul az orchideák jelenlegi magas reprodukzív sikeréhez (BIRÓ et al. 2015), ahogy a megtermékenyülési siker időbeli változatlanságához is. Az egyetlen növekvő termésképzési sikerű faj (*Anacamptis coriophora*) virágait különféle rovarok látogatják (Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, CLAESSENS & KLEYNEN 2011), beleértve a háziméhet is (DAFNI & IVRI 1979, BERGER 2004).

Összességében elmondható, hogy adataink alapján nyugat-európai példákkal ellentétben Magyarországon a vadon élő orchideákat (legalábbis a megtermékenyülési siker szempontjából) jelenleg nem fenyegeti pollinációs krízis. A jelenség következményeinek globális tanulmányozása során figyelembe kell tehát venni annak földrajzi eltéréseit.

## 4. Herbáriumok taxonómiai-nevezéktani jelentősége

### 4.1. A hazánkban *Himantoglossum caprinum*-ként ismert sallangvirág valójában leíratlan faj\*

„A herbarium az egyes vidékek, megyék, országok, földrészek növényzetének hiteles alapja, bizonyító igazsága a növénynek, fajoknak s ezek mindenféle tagozatainak igazoló okmányai, tévedéseknek ellenőrzői s fontos biológiai, morfológiai s növénygeográfiai kérdések megvilágítói.

A botanika kultusza herbarium nélkül ma már el sem képzelhető.”

ALFÖLDI FLATT K. (1903): A herbáriumok történetéhez. – *Magyar Botanikai Lapok* 2(7): 213–217.

#### 4.1.1. Bevezetés

Az eurázsiai *Himantoglossum* Sprengel (1826: 694) nemzetségben a recens irodalmi források (SUNDERMANN 1980, BUTTLER 1996, KREUTZ 1998, BAUMANN et al. 2006, DELFORGE 2006) két, alaktanilag hasonló és közeli rokon keleti elterjedésű fajt különböztetnek meg a mézajkukon található anthocyanin-os foltok alapján: a *H. caprinum* (Marschall von Bieberstein 1819: 602) Sprengel (1826: 694) amelynek mézajkán vörös, papillás foltok találhatók, míg a *H. affine* (Boissier 1882: 56) Schlechter (1918: 287) esetében ezek hiányoznak. Ezen kívül, két elkülönítő kvantitatív morfológiai bélyeget tartanak számon: (1) a mézajak oldalsó karéjainak hosszát, és (2) a sarkantyú hosszát.

A *H. caprinum* leírása a 19. századba nyúlik vissza, amikor Bieberstein felfedezte a fajt a Krím-félszigeten. A *Flora Taurico-Caucasica* című művének 2. kötetében (MARSCHALL von BIEBERSTEIN 1808) azonosnak hitte a Párizs környékéről leírt „*Orchis hircina*” (= *H. hircinum* (L. 1753: 944) Sprengel 1826: 694) nevű fajjal. A harmadik kötetben azonban (MARSCHALL von BIEBERSTEIN 1819: 602) már *Orchis caprina* M. Bieb. (1819: 602) (= *H. caprinum*) néven, mint új fajt írta le. LINNÉ (1753) növényétől a krími példányokat a mézajak kevésbé szőrös alapi része, a szélesebb oldalsó mézajak-karéjok és a labellum középső karéjának rövidebb bevágása és általában a nagyobb virágok révén különítette el. Az *Orchis caprina* mézajkán lévő mintázatot nem említette sem Bieberstein, sem más botanikus a 19. században, egészen SCHMALHAUSEN (1897) művéig, amelyben először jelentek meg az oroszországi (beleértve a krími) sallangvirágok mézajkának alapi részén található “vörös foltok”. Minden releváns mű (lásd SUNDERMANN 1980, BUTTLER 1996, KREUTZ 1998, BAUMANN et al. 2006, DELFORGE 2006), beleértve az orosz forrásokat (NEVSKI 1935, VAKHRAMEEVA & TATARENKO 2008) is, a *H. caprinum*-ot nagy, bíboros színű virágokkal jellemezték, amelyek mézajkán vöröses-bíboros foltok találhatók.

---

#### \* Az esettanulmány alapja:

MOLNÁR V. A., KREUTZ C. A. J., ÓVÁRI M., SENNIKOV A. N., BATEMAN R. M., TAKÁCS A., SOMLYAY L. & SRAMKÓ G. (2012): *Himantoglossum jankae* (Orchidaceae: Orchideae), a new name for a long-misnamed lizard orchid. – *Phytotaxa* 73: 8–12. (IF<sub>2012</sub>: 1,295)

Az *Aceras affinis* Boissier (1884: 56) (= *H. affine*) nevű fajt Kis-Ázsiából írták le a BIEBERSTEIN (1819) által leírt fajjal történt összehasonlítás nélkül. A *Himantoglossum affine*-t az irodalom egyöntetűen folttalan mézajkával jellemzi. Ez a jelleg a legfontosabb elválasztó bélyeg a jelenlegi leírásokban és kulcsokban (KREUTZ 1998, BAUMANN et al. 2006, DELFORGE 2006).

Miközben a *Himantoglossum* s.l. nemzetség folyamatban levő filogenetikai kutatásához (SRAMKÓ et al. 2011) mintákat gyűjtöttünk a Krím-félszigeten, 2007-ben több lelőhelyen megtaláltuk a *H. affine*-t (YENA et al. 2008). Meglepetésünkre, az általunk megvizsgált herbáriumokban (BP, CSAU, G, H, LE, W, YALT) minden korábbi, a Krím-félszigeten gyűjtött példány *H. affine*-nek bizonyult. További terepi vizsgálatok nyomán kiderült, hogy minden a Krímben jelenleg megtalálható *Himantoglossum* példány a *H. affine* fajhoz tartozik (YENA 2012). Ugyanakkor, ahogy fent az már szerepelt, a *H. caprinum*-ot Bieberstein a Krím-félszigetről írta le. A pettyezett mézajkú sallangvirág hiánya a Krímben kétségeket vetett fel a név alkalmazásában meglevő konszenzusról. Emiatt újraértékeljük a mézajak-mintázat rendszertani értékét, különösen azt, hogy a mézajak pettyezettsége összefüggésben van-e a két, kvantitatív jelleggel, az oldalsó mézajak-karékjok hosszával és a sarkantyú hosszával, amelyek a *H. affine*-t és a *H. caprinum*-ot egymástól elkülönítik.

#### 4.1.2. Anyag és módszer

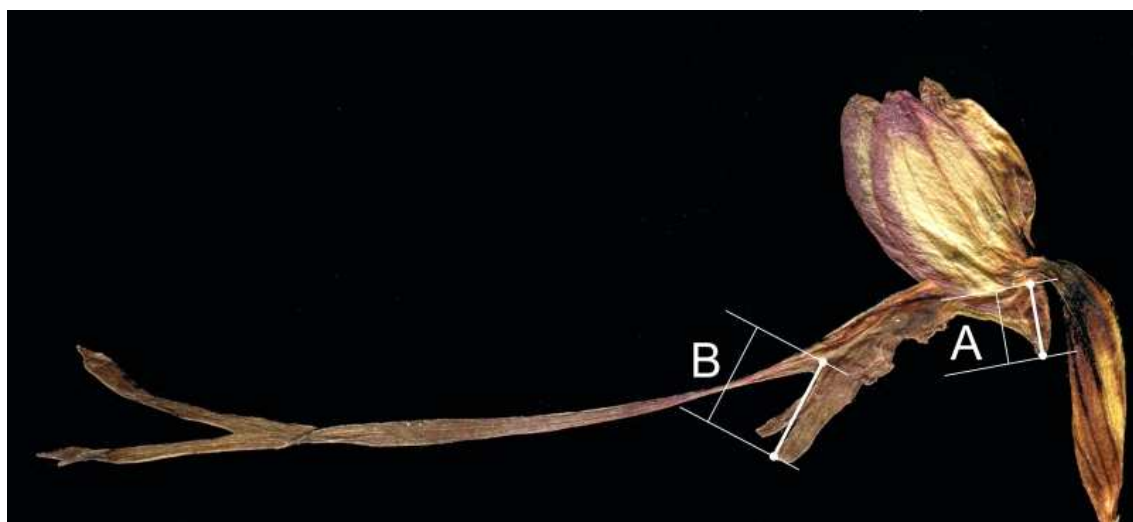
28 herbáriumi példány (20. táblázat) 174 virágán mértük az oldalsó mézajak-karékj hosszát és a sarkantyú hosszát (15. ábra). Három csoportot különítettünk el *a priori*: (1) pettyezett mézajkú példányok (a továbbiakban „pettyes”); (2) pettyezés nélküli mézajkú, Törökországban gyűjtött példányok (a továbbiakban „pettyezetlen”); és (3) a Krím-félszigeten gyűjtött példányok (a továbbiakban “krími”). A *H. affine* leírásához kapcsolódó originális anyaghoz tartozó 3 példányt (2. csoport) és a *H. caprinum* originális anyagát képező 4 példányt (3. csoport) is bevontunk az elemzésbe.

#### 20. táblázat. A vizsgált példányok adatai

(rövidítések: n= az adott lapon megmért virágok száma; Hu = Magyarország, Ro = Románia, Sl = Szlovákia, Tr = Törökország, Ua = Ukrajna. A herbáriumok rövidítései az Index Herbariorum-ot [1] követik)

Taxon	Lokalitás eredeti megjelölése	Lokalitás jelenlegi neve	Év	Gyűjtő neve	n	Herbárium
„pettyes”	Blocksberg	Hu: Budapest	<i>s.d.</i>	Sadler	3	BP
„pettyes”	Pesthidegkút	Hu: Budapest	2007	Somlyay	5	BP
„pettyes”	Gyulafirátót	Hu: Veszprém	2006	Bauer	4	BP
„pettyes”	Budapest	Hu: Budapest	1920	Wagner	6	BP
„pettyes”	Wolfsthale	Hu: Budapest	<i>s.d.</i>	Heuffel	7	BP
„pettyes”	Franzenshöhe	Hu: Budapest	1821	Müller	3	BP
„pettyes”	<i>s.n.</i>	<i>s.n.</i>	<i>s.d.</i>	Sándor	5	BP
„pettyes”	Wallendorf	Sl: Spišské Vlasy	1846	Kalchbrenner	11	BP
„pettyes”	Domugled	Ro: Bäile	1856	Heuffel	4	BP
		Herculane				
„pettyes”	A[Iba]Carolinae	Ro: Alba Iulia	1857	Haynald	6	BP

Taxon	Lokális eredeti megjelölése	Lokális jelenlegi neve	Év	Gyűjtő neve	n	Herbárium
„pettyes”	Babadag	Ro: Babadag	1912	Prodan	3	BP
„pettyes”	Szentgyörgy	Ro: Transsylvania [?]	1882	Szénert [?]	4	BP
„pettyes”	Budae	Hu: Budapest	1890	Jurányi	8	BP
„pettyezetlen”	Gheyra Cariae	Tr: Geyre (Aydin)	<i>s.d.</i>	Boissier	10	G-BOIS
„pettyezetlen”	Bulghas Kiöi	Tr: Kuyucak közelében	<i>s.d.</i>	Balansa	9	G-BOIS
„pettyezetlen”	Satt Dagh	Tr: Hakkari	1865	Haussknecht	4	G-BOIS
„pettyezetlen”	Duluk Baba	Tr: Dülük	1887	Shepard	8	K
„pettyezetlen”	Gusguthal, Gullek	Tr: Gülleç	1896	Siehe	4	WU
„pettyezetlen”	Mehmetali	Tr: Mehmetali	2010	Sramkó	3	DE
„krími”	Tauria	Ua: Crimea	1807	Bieberstein	9	LE
„krími”	Tauria	Ua: Crimea	1807	Bieberstein	6	LE
„krími”	Sudagh	Ua: Sudak	1807	Bieberstein	12	H
„krími”	Laspi	Ua: Laspi	<i>s.d.</i>	Bieberstein	9	H
„krími”	Tauria	Ua: Crimea	<i>s.d.</i>	Bieberstein	6	H
„krími”	Tauria	Ua: Crimea	<i>s.d.</i>	Steven	5	BP
„krími”	Neusatz	Ua: Krasnogorskoye	1899	Wetschky	7	BP
„krími”	Neusatz	Ua: Krasnogorskoye	1899	Wetschky	8	G
„krími”	Skalystoye Skala	Ua: Skalyste	2007	Sramkó	5	DE

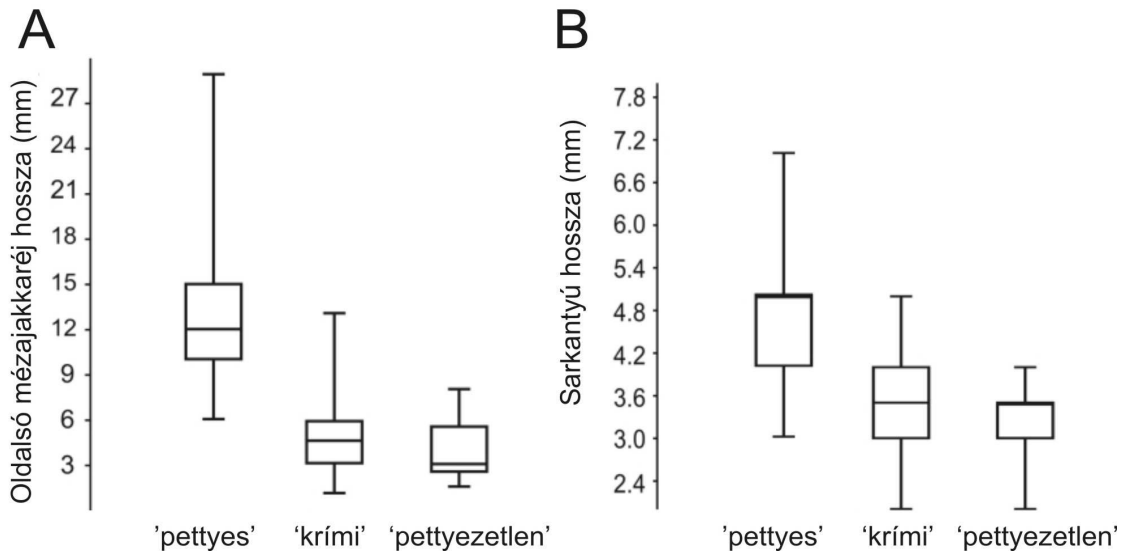


**15. ábra.** A megkülönböztető bélyegek (A: sarkantyú hossza; B: oldalsó mézajakkaréj hossza) mérésének módja egy a Krím-félszigeten gyűjtött példány virágának példáján

A “krími” példányok és a másik két csoport példányainak összehasonlításához (1) a variancia sokváltozós elemzését (MANOVA) alkalmaztuk, hogy megállapítsuk, mely mintáknak van statisztikai értelemben azonos átlaga, és (2) Kolmogorov-Smirnov tesztet használtunk annak megállapítására, hogy mely két minta tartozik egyazon csoporthoz az adatok szórásának összehasonlítása révén. Az elemzések a PAST v.2.14 programban (HAMMER et al. 2001) történtek.

### 4.1.3. Eredmények és értékelésük

A csoportok között szignifikáns különbséget találtunk (16. ábra). A MANOVA analízis szignifikáns különbségeket ( $p < 0,001$ ) mutatott ki a “pettyes” és a “krími” növények, valamint a “pettyes” és a „pettyezetlen” példányok között. Ugyanakkor hasonló különbségek nem voltak találhatóak ( $p = 0,17$ ) a „pettyezetlen” és a “krími” példányok között. A Kolmogorov-Smirnov teszt igen erős szignifikáns különbségeket ( $p < 0,001$ ) mutatott a “pettyes” valamint a „pettyezetlen” és a “krími” példányok adatai között mind az oldalsó mézajakkaréj hosszát, mind pedig a sarkantyú hosszát tekintve. A “pettyes” és a “krími” példányok közötti gyengébb, de statisztikai értelemben szignifikáns különbséget (oldalsó mézajakkaréj hossza,  $p = 0,014$ ; sarkantyú hossza,  $p = 0,017$ ) detektáltunk.



**16. ábra.** A sarkantyú hosszában (A) és az oldalsó mézajakkaréj hosszában (B) tapasztalt különbségek

Az elemzések egyrészt megerősítették ezeknek a kvantitatív jellegeknek az értékét a “pettyes” és a „pettyezetlen” fajok esetében. Másfelől kimutattuk, hogy a *H. caprinum* és a *H. affine* nevek ugyanarra a „pettyezetlen” fajra vonatkoznak, és utóbbi név az előbbinek későbbi szinonímája:

*Himantoglossum caprinum* (M.Bieb.) Sprengel (1826: 694)  $\equiv$  *Orchis caprina* Marschall von Bieberstein (1819: 602). Lektótípus (kijelölte SRAMKÓ et al. 2012): Ukrajna, Krím-félsziget: Sudak (“Sudagh”), 1807, [M. Bieberstein] s.n. 1239346 (H!) (17. ábra.). További originális anyag a H és LE herbáriumokban.

= *Himantoglossum affine* (Boiss.) Schlechter (1918: 287), syn. nov.  $\equiv$  *Aceras affinis* Boissier (1882: 56).

Lektótípus (kijelölte: NELSON 1968: 59): Törökország. Aydin: Geyre (“*Cadmi pineta ad or. Gheyracariae*”), 1842. június, Boissier (G 00150412!). További szüntípusok a G-BOIS herbáriumban.



16. ábra. A *Himantoglossum caprinum* lektótípusa (H 1239346)

botanikusok nem megfelelően alkalmazták a *H. caprinum* nevet a Krím-félszigeten kívül, kiterjesztve a faj feltételezett elterjedési területét Közép-Európára, ahol valójában a *H. caprinum* nem fordul elő.

A *H. affine* lektótípusaként Nelson által kijelölt Boissier-féle példány (G 00150412) már csak gyűjtőhelye miatt sem válhatott a *H. caprinum* típusává, hiszen utóbbi taxon *locus classicus*-a a Krím-félsziget.

A fentiekből adódóan, a *H. caprinum* nevet nem alkalmazhatjuk tovább a Szlovákiától a Balkánon keresztül Észak-Törökorszáig megtalálható sallangvirág-fajra, amelynek bíborszínű virágain vörös papillák találhatók.

Bár a *H. caprinum* név alkalmazásában történő változás a taxonómusok számára némi kellemetlenséget okozhat, a név elvetése és a széles körben használt *H. affine* konzerválása nem lehetséges. Az eredeti leírástól kezdődően a krími sallangvirág megnevezésére mindvégig következetesen és korrekten használták a *H. caprinum* nevet. Ugyanakkor, ismeretlen okok miatt, a krími növények nem megfelelő jellemzése (SCHMALHAUSEN 1897) terjedt el. További orosz források egyöntetűen és kritikátlanul átvették a nem megfelelő jellemzést egészen napjainkig (VAKHRAMEEVA & TATARENKO 2008). Ez a tény komoly konfúziót okozott; a nem megfelelő jellemzés hatására

Mivel a *H. caprinum* név formailag korrekt, ha krími növényekre alkalmazzák, a konfúzió nem nevezéktani, hanem rendszertani, amely egy név két különböző fajra történő alkalmazásában nyilvánult meg. Ám a kérdés szempontjából döntő jelentőségű, hogy a krími növényeket soha nem nevezték meg tévesen. Mivel a *H. caprinum* nevet mindig egy (még ha taxonómiaiilag nem megfelelően lehatárolt) taxonra alkalmazták (beleértve a típust is) a Nevezéktani Kódex Art. 57.1 (MCNEILL et al. 2006) nem alkalmazható. Ebből adódóan, megfelelő, faji szinten közölt prior név hiányában, új nevet adtunk a Délkelet-Európában (és nem a Krímben) előforduló taxonnak, amelyet 1897-től eddig tévesen *H. caprinum*-nak neveztek.

***Himantoglossum jankae*** Somlyay, Kreutz & Óvári (közölve: MOLNÁR V. et al. 2012c: 9.)

**Holotípus:** Magyarország. Budapest: “*Comit. Pest. In declivibus dumetosis supra Solymár*” [valószínűleg a Kálvária-hegy Budapest város és Solymár község határán], 1918. július 7, Degen Árpád (BP 337088!) (18. ábra).

**Alaktani jellemzés:** Robosztus, lágyszárú, iker gumós évelő növény. A virágzó hajtás (30–)50–72(–110) cm magas; tőlevelek 66–135(–240) × 17–40 mm-esek, a szárlevelek felfelé kisebbedők és fokozatosan válnak hasonlónak a murvalevelekhez. A virágzat 100–500 mm hosszú és (10–)20–40(–75) virágú. Az alsó murvalevél (19–)30–44(–75) mm hosszú, a felsőbbek (6–)9–20(–30) mm-esek; a legfelsők többnyire hosszabbak a bimbóknál, amelyeken üstökszerűen túlnyúlnak. A külső lepellevélek (11–)13–16(–18) mm hosszúak és (5–)6,2–7,8(–9) mm szélesek. Az oldalsó belső lepellevélek (7–)9,5–11,5(–13) mm hosszúak és (2–)2,5–3,5(–4,5) mm szélesek, többnyire háromkaréjúak. A mézajak mélyen háromkaréjú, többnyire sötét, ritkábban világos vöröses-bíbor színű, tövén fehéres és (6–)10–20(–33) sötét, papillás foltot visel. A középső karéj (25–)46–68(–85) mm hosszú és 1–3 mm széles; a végén (2–)8–50 mm hosszan bemetszett, oldalsó karéjai erősen hullámos szélűek, (4–)11–19,5(–29) mm hosszúak és (1–)2–3(–4) mm szélesek. A sarkantyú (5–)6,5–8(–9,5) mm hosszú és (2–)2,5–3,5(–4,5) mm vastag. Az érett toktermések (10–)13,5–21,5(–25) mm hosszúak és (3–)4–5(–6,5) mm szélesek. A faj jellegzetességeit és virágainak variabilitását a 19. ábra mutatja be.

**Etimológia:** A fajnév Janka Viktor (1837–1890), magyar botanikusra emlékeztet, aki a Balkán-félsziget 19. századi botanikai feltárásának vezető alakja volt.

**Elterjedés és élőhely:** Előfordulása eddig Szlovákia, Magyarország, Románia, Horvátország, Szerbia, Montenegró, Macedónia, Albánia, Bulgária, Görögország és Törökország területén ismert. Száraz gyepekben, erdőszéleken és bokorerdőkben, bázikus talajokon él.

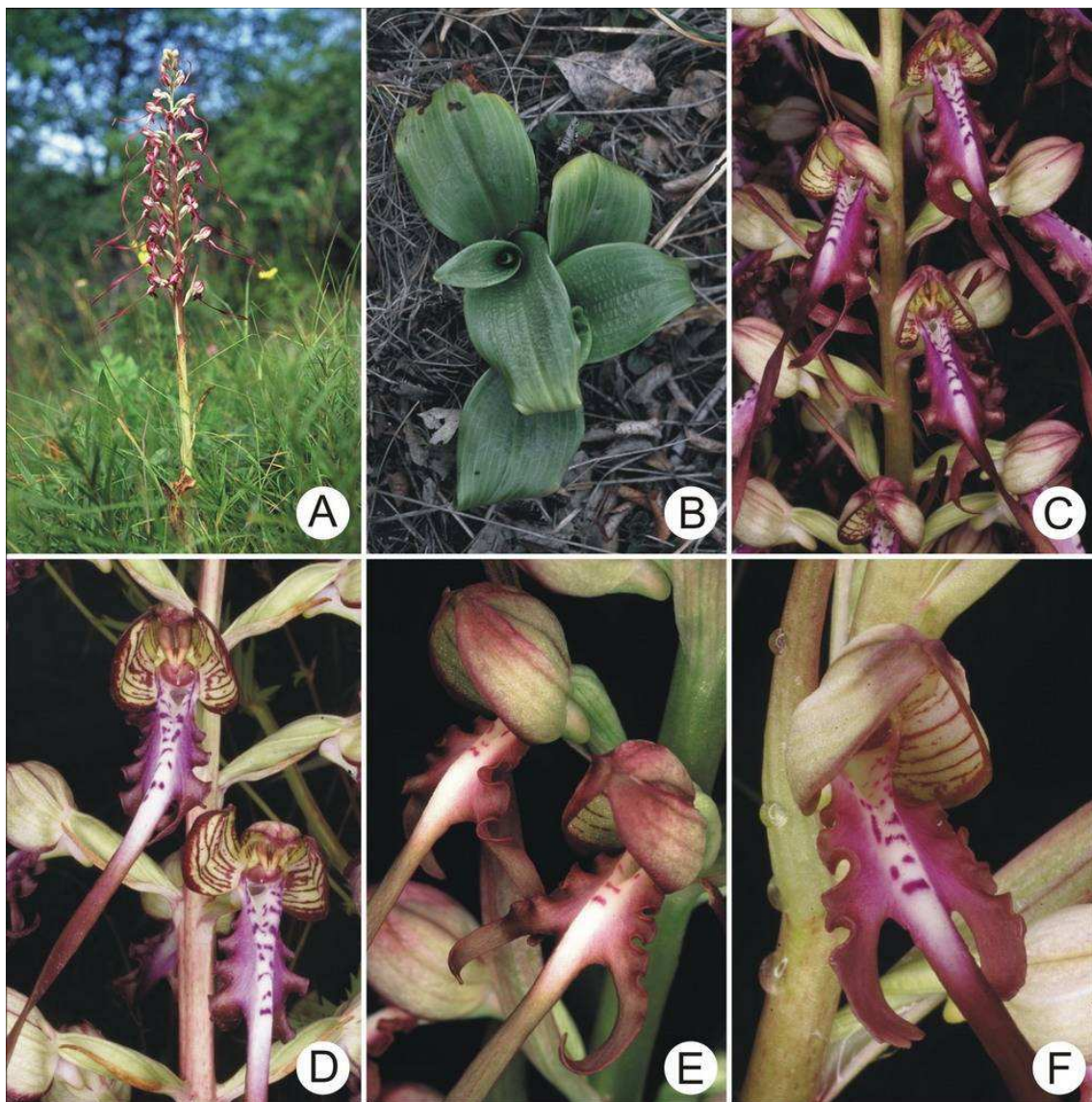
**Fenológia:** Magyarországon a faj júniusban és júliusban (kivételesen augusztusban) virágzik. Virágzásának átlagos napja 163 éves időszakban történt 51 észlelés alapján július 9-e (190. juliánus-nap) (Molnár V. et al. 2012).

**Természetvédelmi vonatkozások:** A *Himantoglossum jankae* (“*H. caprinum*” néven) veszélyeztetett és védett növényfaj a legtöbb országban ahol előfordul. “*Himantoglossum caprinum* (Bieb.) V. Koch” néven szerepel az Európa Tanács Élőhelyvédelmi Irányelveiben (Annex II of Council Directive 92/43/EEC, the ‘Habitats Directive’).

337088



18. ábra. A *Himantoglossum jankae* Degen Árpád által gyűjtött holotípusa (BP 337088)



**19. ábra.** *Himantoglossum jankae* Magyarországról. A. Habitus (Budapest). B. Téli tőlevélrózsa (Veszprém). C–F. Virágok (C. Pilisszentkereszt, D. Tarcal, E–F. Veszprém)

**Paratípusok:** Magyarország. Budapest: Budakeszi-erdő, 1899. 07. 27., Bernátsky (BP 33350!); Budapest: Farkas-völgy, 1902. 06., Lengyel (BP 348446!); Budapest: Hármashatár-hegy, 1919. 07., Vajda L. (BP 287469!); Budapest: Pesthidegkút, Kálvária-hegy, 2007. 07. 01., Somlyay L. (BP 691520!); Budapest: Fekete-fej, 1944. 07. 25., Papp J. (BP 372474!); Nagykovácsi: Remete-hegy, 1920. 08. 02., Degen Á. (BP 337090!); Nagykovácsi: Nagy-Szénás, 1930. 07. 13., Vajda L. (BP 287468!); Pilisszántó: Pilis, 1934. 06. 21., Csapody V. & Jávorka S. (BP 33385!); Süttö [?]: Sárvány-hegy, 1966. 07. 03., Jeney E. (BP 684423!); Vác: Naszály, 1948. 07. 04., Péntes A. (BP 379445!); Veszprém [?]: Esztergáli-völgy, 1929. 06. 30., Rédl R. (BP 414279!); Pécs: Misina, 1931. 07. 06., Zsák Z. (BP 33363!); Siklós: Máriagyúd, 1870.

07. 17., Simkovics (Simonkai) L. (BP 33376!); Mád: Király-hegy, 1871. 07. 26., Simkovics (Simonkai) L. (BP 33379!). Szlovákia. Svätý Jur (Pozsonyszentgyörgy), 1855. 08. 02., Részely (BP 33371!); Skalica (Skalitz, Szakolca): 1861. 06. 26., Holuby L. (BP 33384!). Románia. Băile Herculane (Herkulesfürdő): Domugled, 1856. 06., Heuffel J. (BP 33362!); Alba Iulia (Alba Carolina, Gyulafehérvár): 1857. 07. 26., Haynald L. (BP 33361!); Ghioroc (Gyorok): 1888. 07. 10., Simonkai L. (BP 33380!); Orșova (Orsova) [?]: Alsó-Kazán, 1912. 06., Jávorka S. (BP 33364!); Babadag: Babadagi erdő, 1912. 07. 15., Prodan J. (BP 63857!); Pișchia (Hidasliget): 1913. 07. 03., Lengyel G. (BP 348434!). Szerbia. Vršac (Versec): Vár-hegy, 1901. 07. 08., Bernátsky (BP 33368!). Horvátország. Rijeka (Fiume), s.d., Noë (BP 33369!). Bulgária. Madara: Madara-fennsík, 43°16'45" N, 27°07'08" E, 415m, 2010. 06. 29., Takács A. (DE!). Görögország. Kavala, 1955. 06. 08., Reching 15568 (W 4054!). Törökország. Karatoprak ("Karatoprack"), 06. (év nélkül), Frivaldszky I. (BP 63880!).

A *H. jankae* és a *H. calcaratum* (Beck 1887: 55) Schlechter (1927: 145) alaktanilag hasonló, megkülönböztető bélyegként a sarkantyú hossza jelölhető meg: (5–)6,5–8(–9,5) mm a *H. jankae* esetében, míg (7,5–)10–12(–14) mm-es a *H. calcaratum* esetében. A *H. calcaratum* szűk elterjedésű endemikus fajnak tűnik a Balkán-félsziget nyugati részén. Eltekintve a ritkán előforduló halvány (apochromatikus) virágú példányoktól, a *H. jankae* mézajkai pettyezettek, míg a *H. calcaratum* esetében nem ritkán folttalanok. Egy másik, hasonló, pettyezett mézajkú faj a *H. adriaticum* Baumann (1978: 171), amelynek minden virágrésze kisebb, a sarkantyúja pedig jelentősen rövidebb [(2–)2,5–3(–3,5) mm hosszú].

Az újonnan leírt faj magyar nevéül a 'Janka-sallangvirág' megnevezést javasoljuk.

Mindezek alapján Magyarországon két sallangvirág-faj fordul elő: *Himantoglossum adriaticum* Baumann és *H. jankae* Somlyay, Kreutz & Óvári.

## 5. Összegzés

Dolgozatom általános célkitűzése az egyre nehezebb financiális helyzetbe kerülő herbáriumok tudományos jelentőségének hangsúlyozása. E célt szolgálja a dolgozatban bemutatott öt, egymástól független esettanulmány.

A *Magyarországi Orchideák Herbáriumai Adatbázisa* című esettanulmány (18. oldal) tizennyolc hazai közgyűjtemény feldolgozásával az adatfeltárás módszertanát és eredményeit mutatja be. 55 faj 452 gyűjtőtől származó 1804–2009 közötti 7 658 adatát dolgoztuk fel. Az adatsor alapján a gyűjtés a 20. század közepén volt a legintenzívebb, míg a 20. század végén (más országokhoz hasonlóan) a gyűjtés intenzitásának csökkenése tapasztalható. Az adatok területi eloszlása hasonlóan egyenlőtlen. Azonosítottuk az orchidea-flóra tekintetében legkevesbé feltárt területeket (Tolna, Jász-Nagykun-Szolnok, Békés és Nógrád megye). Hét faj esetében a taxonok (közelmúltbeli) leírását jóval megelőző, tévesen azonosított példányaik kerültek elő.

A *magyar flóra feltártsága és dokumentáltsága vidéki herbáriumaink tükrében* című esettanulmány (29. oldal) három hazai edényes gyűjtemény teljes feldolgozásán alapul. Szélesebb taxonómiai spektrumon keresztül hasonló térbeli és időbeli trendeket mutat be, mint az előző tanulmány. Emellett 15 faj példáján rámutat a gyűjtemények flóratérképezési adatgyűjtésben betöltött szerepére.

Az *Elatine hungarica megjelenését meghatározó tényezők* című esettanulmány (37. oldal) herbáriumai, irodalmi és terepi előfordulási adatok alapján vázolja fel a közép- és kelet-európai országokban kipusztult, adathiányos, ritka és veszélyeztetett státuszúként számontartott amfibikus növényfaj elterjedését és időbeli megjelenését a Pannon régióban. Eredményeink alapján a 20. században azokban az években, amikor észlelték a faj megjelenését, szignifikánsan magasabb volt az adott év csapadékösszege és a belvízi elöntés kiterjedése, mint azokban az években, amelyekből nem származik észlelési adata. Ugyanakkor az 1998–2010 közötti intenzívebben dokumentált periódusban az adott évi észlelések száma csupán a belvízi elöntés kiterjedésével korrelált, az éves csapadékösszeggel nem, ami a csapadék késleltetett hatásának tudható be.

A *Változott-e a hazai orchideák reprodukív sikere az elmúlt 160 évben?* című esettanulmány (49. oldal) a különböző megporzástípusú taxonok reprodukív sikerét valamint a pollinációs krízis jelenségét vizsgálja archív herbáriumai adatok alapján. Az 1853–2008 periódusból származó, 27 fajt reprezentáló 663 természetes példány alapján számszerűsítettük az egyes taxonok termésképzési arányait. Eredményeink szerint a megtévesztő fajoknak szignifikánsan alacsonyabb a termésképzési aránya, mint a nektártermelőknek, míg az önmegporzóké nem különbözött szignifikáns mértékben a nektártermelőkéitől. A vizsgált időszakban a vizsgált taxonok reprodukív sikere nem változott jelentősen, vagyis a pollinációs krízis hatása nem érzékelhető.

A *házáinkban Himantoglossum caprinum-ként ismert sallangvirág valójában leíratlan faj* című esettanulmány (59. oldal) típusanyag és további herbáriumai példányok vizsgálata alapján bemutatja, hogy a Krím-félszigetről leírt *H. caprinum* nem fordul elő Közép-Európában. A téves névvel illetett, Kis-Ázsiától a Balkán-félszigeten keresztül a Kárpát-medencéig elterjedt, valójában leíratlan sallangvirág fajnak a *Himantoglossum jankae* nevet adtuk, holotípusát és paratípusait kijelöltük.

## 6. Summary

The main aim of the dissertation is to highlight the scientific importance of herbaria. The dissertation contains 5 independent case studies which are all connected to the same topic: the application of herbarium datasets and the investigation of herbarium material.

The first case study (*Herbarium Database of Hungarian Orchids*, p. 18) demonstrates the methods and results of processing the orchid material of 18 Hungarian herbaria. 7 658 records of 55 species from 452 collectros were entered to the database. The dataset ranges from 1804 to 2009. The temporal frequency of collections shows a peak in the middle of the 20<sup>th</sup> century. As in other countries, a decline in collection is seen in the last decades of the 20<sup>th</sup> century. A geographically uneven coverage of collections was observed and the heavily underrepresented regions could be identified with the help of the database. Taxonomically, seven recently described species could be identified, which were collected before their description under other names more than one century ago.

The second case study (*The level of processing and documentedness of Hungarian flora – in the light of rural herbaria*, p. 29) presents the same temporal and spatial trends in collecting plants than the 1<sup>st</sup> chapter. Additionally, the chapter illustrates the potential role of herbaria in the flora mapping process via examples of 15 species.

The third case study (*Key environmental variables affecting the distribution of *Elatine hungarica* in the Pannonian Basin*, p. 37) presents the currently known distribution of *Elatine hungarica* based on herbarium and literature data and supplemented by field records in the Pannonian Basin. When examining presence/absence data for most of the 20<sup>th</sup> century, we found a significant correlation between the number of records of this species in a given year and two key, but not independent, environmental variables: rainfall and the extent of the area inundated in the same year. In the more intensively documented period between 1998 and 2010 there is a significant correlation only between the numbers of records of this species and the extent of flooding due to a delay in the effect of an increase in rainfall.

In the fourth case study (*No evidence for historical declines in pollination success in Hungarian orchids*, p. 49) a long-term herbarium dataset was used to quantify the reproduction rate of Hungarian orchids between 1853 and 2008. Fruit-set of 663 specimens belonging to 27 species was quantified. According to our results, the reproductive success of the vast majority of orchid species has not changed during time and the pollination crisis is not apparent in Hungary at least until the end of the 20<sup>th</sup> century.

The fifth case study (*Himantoglossum jankae (Orchidaceae: Orchideae), a new name for a long-misnamed lizard orchid*, p. 59) is based on herbarium material demonstrating that the name *H. caprinum* is erroneously applied in most previous literature. A new name, *Himantoglossum jankae*, is given to the widely recognised lizard orchid species that is distributed primarily in the Balkan Peninsula and the northwestern region of Asia Minor.

## Irodalomjegyzék

- ABBOTT A., WILLS A., BURBIDGE T. (1999): Historical incidence of Perthida leafminer species (Lepidoptera) in southwest Western Australia based on herbarium specimens. – *Australian Journal of Ecology* 24: 144–150.
- AGUILAR R., ASHWORTH L., GALETTO L., AIZEN M.A. (2006): Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. – *Ecology Letters* 9: 968–980.
- ALFÖLDI FLATT K. (1902): A herbáriumok történetéhez. – *Magyar Botanikai Lapok* 1(2–3): 61–75, 1(4): 115–117., 1(5): 147–151., 1(6): 178–185., 1(7): 210–215., 1(8): 248–252., 1(9): 272–279., 1(10): 315–317., 1(11): 348–349., 1(12): 382–387.
- ALFÖLDI FLATT K. (1903): A herbáriumok történetéhez. – *Magyar Botanikai Lapok* 2(1–2): 30–37., 2(3): 86–94., 2(4): 123–127., 2(5): 150–157., 2(6): 184–194., 2(7): 213–217.
- ÁLVAREZ I. & WENDEL J. F. (2003): Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. – *Molecular Phylogenetics and Evolution* 29: 417–434.
- ALVEAR M., OCAMPO G., PARRA-O C., CARBONÓ E., ALMEDA F. (2015): Melastomataceae of the Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): floristic affinities and annotated catalogue. – *Phytotaxa* 195(1): 1–30.
- AMES M. & SPOONER D.M. (2008): DNA from herbarium specimens settles a controversy about origins of the European potato. – *American Journal of Botany* 95: 252–257.
- ASHMAN T.L., KNIGHT T.M., STEETS J.A., AMARASEKARE P., BURD M., CAMPBELL D.R., DUDASH M.R., JOHNSTON M.O., MAZER S.J., MITCHELL R.J., MORGAN M.T., WILSON W.G. (2004): Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. – *Ecology* 85: 2408–2421.
- BAGI I. (1998): *A zárvertermő növények rendszerének kompendiuma*. – JATE Press, Szeged.
- BAKKER J. P., POSCHLOD P., STRYKSTRA R. J., BEKKER R. M., THOMPSON K. (1996): Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. – *Acta Botanica Neerlandica* 45: 461–491.
- BALDWIN B.G., SANDERSON M.J., PORTER J.M., WOJCIECHOWSKI M.F., CAMPBELL C.S., DONOGHUE M.J. (1995): The ITS region of nuclear ribosomal DNA: A valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. – *Annals of Missouri Botanical Garden* 82: 247–277.
- BALDWIN B.G., SANDERSON M.J., PORTER J.M., WOJCIECHOWSKI M.F., CAMPBELL C.S., DONOGHUE M. J. (1995): The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. – *Annals of the Missouri Botanical Garden* 82: 247–277.
- BALOGH L. & KULCSÁR L. (2013): Jeanplong József (1919–2006) herbárium a szombathelyi Savaria Múzeumban. – *Savaria: a Vas Megyei Múzeumok Értesítője* 36: 23–51.
- BALOGH L., LÖKÖS L., PAPP B. & VASS G. (2004): Herbarium Waisbeckerianum. 1., Waisbecker Antal herbáriumának Piers Vilmos által összeállított gomba-, zuzmó- és mohagyűjteménye a szombathelyi Savaria Múzeumban. – *Savaria: a Vas Megyei Múzeumok Értesítője* 28: 7–47.
- BALOGH L., PINTÉR I. & SZERDAHELYI T. (2006): Herbarium Waisbeckerianum. 2., Waisbecker Antal herbáriumának harasztjai a szombathelyi Savaria Múzeumban. – *Savaria: a Vas Megyei Múzeumok Értesítője* 29: 7–43.
- BAMBARADENIYA C.N.B., EDIRISINGHE J.P., DE SILVA D.N., GUNATILLEKE C.V.S., RANAWANA K.B., WIJEKOON S. (2004): Biodiversity associated with an irrigated rice agroecosystem in Sri Lanka. – *Biodiversity and Conservation* 13: 1715–1753.

- BÁNKUTI K. (1999): A Mátra Múzeum herbárium – a Gotthárd-gyűjtemény I. (Pteridophyta, Gymnospermatophyta, Monocotyledonopsida). – *Folia historico-naturalia Musei Matraensis* 23: 103–141.
- BÁNKUTI K. (2000): A Mátra Múzeum herbárium – a Gotthárd-gyűjtemény II. (Dicotyledonopsida: Berberidaceae – Fabaceae). – *Folia historico-naturalia Musei Matraensis* 24: 77–93.
- BARÁTH K. & CSIKY J. (2012): Host range and host choice of *Cuscuta* species in Hungary. – *Acta Botanica Croatica* 71: 215–227.
- BARINA Z. & PIFKÓ D. (2012): The herbarium of Endre Jeney VI. Passifloraceae–Apiaceae. – *Studia botanica Hungarica* 43: 85–101.
- BARINA Z. (2007): The herbarium of Endre Jeney (1934–2004). I. Pteridophyta. – *Studia botanica Hungarica* 38: 41–58.
- BARINA Z., BODOR P. & PIFKÓ D. (2011): The herbarium of Endre Jeney (1934–2004) V. Geraniaceae–Violaceae. – *Studia botanica Hungarica* 42: 103–123.
- BARINA Z., KERÉNYI-NAGY V. & NÉMETH Cs. (2010): The herbarium of Endre Jeney. IV. Rosaceae. – *Studia botanica Hungarica* 41: 97–112.
- BARNA Zs. (2006): Tauscher Gyula Ágoston – egy alig ismert botanikus emlékezete. – *Botanikai Közlemények* 93: 17–25.
- BARRIE F.R., BUCK W.R., DEMOULIN V., GREUTER W., HAWKSWORTH D.L., HERENDEEN P.S. et al. (2012): *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)*. – Koeltz Scientific Books.
- BARTHA D., KIRÁLY G., SCHMIDT D., TIBORCZ V., BARINA Z., CSIKY J., JAKAB G., LESKU B., SCHMOTZER A., VIDÉKI R., VOJTKÓ A., ZÓLYOMI Sz. (szerk., 2015): *Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza*. – Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 329 pp.
- BARTKOWIAK M.E., BENNETT J.P. (2015): Floristic Study of Lichens in Portage County, Wisconsin. – *Evansia* 32(4): 176–188.
- BARTOMEUS I., ASCHER J.A., WAGNER D., DANFORD B.N., COLLA S., KORNBLUTH S., WINFREE R. (2011): Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. – *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108: 20645–20649.
- BARTOMEUS I., ASCHER J.A., WAGNER D., DANFORD B.N., COLLA S., KORNBLUTH S., WINFREE R. (2011): Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. – *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 108: 20645–20649.
- BATEMAN R.M. (2009): Evolutionary classification of European orchids: the crucial importance of maximising explicit evidence and minimising authoritarian speculation. – *Journal Europäischer Orchideen* 41: 243–318.
- BATEMAN R.M., HOLLINGSWORTH P.M., PRESTON J., YI-BO L., PRIDGEON A.M., CHASE M.W. (2003): Molecular phylogenetics and evolution of Orchidinae and selected Habenariinae (Orchidaceae). – *Botanical Journal of the Linnean Society* 142: 1–40.
- BATEMAN R.M., HOLLINGSWORTH P.M., SQUIRRELL J., HOLLINGSWORTH M.L. (2005): Tribe Neottieae. Phylogenetics. In: PRIDGEON A.M., CRIBB P.J., CHASE M.W., RASMUSSEN F.N. (eds.): *Genera Orchidacearum*. Volume 4. *Epidendroideae* (Part One). – Oxford University Press, Oxford. pp: 487–495.
- BAUMANN H. (1978): *Himantoglossum adriaticum* spec. nov. – eine bislang übersehene Riemenzunge aus dem zentralen nördlichen Mittelmeergebiet. – *Die Orchidee* 29: 165–172.
- BAUMANN H., KÜNKELE S., LORENZ, R. (2006): *Orchideen Europas mit angrenzenden Gebieten*. – Eugen Ulmer, Stuttgart, 336 pp.

- BECK G. (1887): Flora von Südbosnien und der angrenzenden Hercegovina (II. Theil). – *Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums* 2: 35–76.
- BERGAMINI A., UNGRICH S., HOFMANN H. (2009): An elevational shift of cryophilous bryophytes in the last century: an effect of climate warming? – *Diversity and Distribution* 15: 871–879.
- BERGER L. (2004): Observations sur le comportement de quelques pollinisateurs d'orchidées (3e partie). – *L'Orchidophile* 160: 19–35.
- BIESMEIJER J.C., ROBERTS S.P.M., REEMER M., OHLEMÜLLER R., EDWARDS M., PEETERS T., SCHAFFERS A.P., POTTS S.G., KLEUKERS R., THOMAS C.D., SETTELE J., KUNIN W.E. (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. – *Science* 313: 351–354.
- BILZ M., KELLM S.P., MAXTED N., LANSDOWN R.V. (2011): *European Red List of vascular plants*. – Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- BIRÓ É., BÓDIS J., NAGY T., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A. (2015): Honeybee (*Apis mellifera*) mediated increased reproductive success of a rare deceptive orchid. – *Applied Ecology and Environmental Research* 13: 181–192.
- BOISSIER E. (1884): *Flora Orientalis* 5. – H. Georg, Geneva & Basilea, 868 pp.
- BOLMGREN K. & LÖNNBERG K. (2005): Herbarium data reveal an association between fleshy fruit type and earlier flowering time. – *International Journal of Plant Sciences* 166: 663–670.
- BORBÁS V. (1879): *Budapest- és környékének növényzete*. – Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomda, Budapest, 172 pp.
- BORBÁS V. (1881a): Az alföldi mocsarak egy új növénye. – *Természettudományi Közöny* 13: 315–316.
- BORBÁS V. (1881b): *Békésvármegye flórája*. – Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 105 pp.
- BOROS Á. (1927): Az *Elatine hungarica* és az *E. ambigua* újabb hazai termőhelyei. – *Magyar Botanikai Lapok* 25: 150–153.
- BOYD J. & BANZHAF S. (2007): What are ecosystem services? – *Ecological Economics* 63: 616–626.
- BRIDSON D. & FORMAN L. (1992): *The herbarium handbook*. ed. 2. – Royal Botanic Gardens, Kew.
- BROCHET A.-L., GUILLEMAIN M., FRITZ H., GAUTHIER-CLERC M., GREEN A.J. (2009): The role of migratory ducks in the long-distance dispersal of native plants and the spread of exotic plants in Europe. – *Ecography* 32: 919–928.
- BROCHET A.-L., GUILLEMAIN M., FRITZ H., GAUTHIER-CLERC M., GREEN A.J. (2010): Plant dispersal by teal (*Anas crecca*) in the Camargue: duck guts are more important than their feet. – *Freshwater Biology* 55: 1262–1273.
- BROOKS R.R., LEE J., REEVES R.D., JAFFRÉ T. (1977): Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants. – *Journal of Geochemical Exploration* 7: 49–57.
- BUSWELL J.M., MOLES A.T., HARTLEY S. (2011): Is rapid evolution common in introduced plant species? – *Journal of Ecology* 99: 214–224.
- BUTTLER K.P. (1996): *Orchideen: Die wildwachsenden Arten und Unterarten Europas, Vorderasiens und Nordafrikas*. – Mosaik Verlag, München, 287 pp.
- CASE M.A., FLINN K.M., JANCAITIS J., ALLEY A., PAXTON A. (2007): Declining abundance of American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) documented by herbarium specimens. – *Biological Conservation* 134, 22–30.

- CATLING P.M. & CATLING V.R. (1991): A synopsis of breeding systems and pollination in North American orchids. – *Lindleyana* 6: 187–210.
- CHANG E.R., ZOZOYA E.L., KUJPER D.P.J., BAKKER J.P. (2005): Seed dispersal by small herbivores and tidal water: are they important filters in the assembly of salt-marsh communities? – *Functional Ecology* 19: 665–673.
- CHARALAMBIDOU I. & SANTAMARÍA L. (2002): Waterbirds as endozoochorous dispersers of aquatic organisms: a review of experimental evidence. – *Acta Oecologica* 23: 165–176.
- CHARALAMBIDOU I., SANTAMARÍA L., LANGEVOORD O. (2003): Effect of ingestion by five avian dispersers on the retention time, retrieval and germination of *Ruppia maritima* seeds. – *Functional Ecology* 17: 747–753.
- CHAUVEL B., DESSAINT F., CARDINAL-LEGRAND C., BRETAGNOLLE F. (2006): The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records. – *Journal of Biogeography* 33: 665–673.
- CHEE Y.E. (2004): An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. – *Biological Conservation* 120: 549–565.
- CLAESSENS J. & KLEYNEN J. (2011): *The flower of the European orchid. Form and function.* – Claessens & Kleynen, Geulle, 440 pp.
- CLAUSEN P., NOLET B.A., FOX A.D., KLAASSEN M. (2002): Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe – a critical review of possibilities and limitations. – *Acta Oecologica* 23: 191–203.
- CLIFFORD H.T. (1959): Seed dispersal by motor vehicles. – *Journal of Ecology* 47: 311–315.
- COOK C.D.K. (1968): *Elatine* L. – In: TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A. (eds), *Flora Europaea* 2., Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 295–296.
- COOK D., GARDNER D.R., PFISTER J.A., WELCH K.D., GREEN B.T., LEE S.T. (2009): The biogeographical distribution of duncecap larkspur (*Delphinium occidentale*) chemotypes and their potential toxicity. – *Journal of Chemical Ecology* 33: 643–652.
- COZZOLINO S., CAFASSO D., PELLEGRINO G., MUSACCHIO A., WIDMER A. (2007): Genetic variation in time and space: the use of herbarium specimens to reconstruct patterns of genetic variation in the endangered orchid *Anacamptis palustris*. – *Conservation Genetics* 8: 629–639.
- CSAPODY V. (1953): A rizs gyomnövényei. – *Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 4: 35–45.
- CSIKY J. (2005): Adatok Magyarország flórájához és vegetációjához I. – *Kitaibelia* 10: 138–153.
- CSONTOS P., VITALOS M., BARINA Z., KISS L. (2010a): Early distribution and spread of *Ambrosia artemisiifolia* in Central and Eastern Europe. – *Botanica Helvetica* 120: 75–78.
- CSONTOS P., VITALOS M., BARINA Z., KISS L. (2010b): Eddig feldolgozatlan herbáriumi adatok újraértelmezik a parlagfű felbukkanását és korai terjedését a Kárpát-Pannon térségben. – *Botanikai Közlemények* 97: 69–77.
- DAFNI A. & IVRI Y. (1979): Pollination ecology and hybridization between *Orchis coriophora* L. and *Orchis collina* Sol. ex Russ. (Orchidaceae) in Israel. – *New Phytologist* 83(1): 181–187.
- DAFNI A. (1984): Mimicry and deception in pollination. – *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 15: 259–278.
- DAFNI A. (1984): Mimicry and deception in pollination. – *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 15: 259–278.
- DALTON R. (2003): Natural history collections in crisis as funding is slashed. – *Nature* 423: 575.

- DANIHELKA J., NIKLFELD H., ŠÍPOŠOVÁ H. (2009): *Viola elatior*, *V. pumila* and *V. stagnina* in Austria, Czechia and Slovakia: a story of decline. – *Preslia* 81: 151–171.
- DAUBER J., HIRSCH M., SIMMERING D., WALDTHARDT R., OTTE A., WOLTERS V. (2003): Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. – *Agriculture, Ecosystems & Environment* 98(1): 321–329.
- DAVIS C.C. & CHASE M.W. (2004): Elatinaceae are sister to Malphigiaceae; Peridiscaceae belong to Saxifragales. – *American Journal of Botany* 91: 262–273.
- DE CASTRO O. & MENALE B. (2004): PCR amplification of Michele Tenore's historical specimens and facility to utilize an alternative approach to resolve taxonomic problems. – *Taxon* 53: 147–151.
- DEIL U. (2005): A review on habitats, plant traits and vegetation of ephemeral wetlands – a global perspective. – *Phytocoenologia* 35: 533–705.
- DELFORGE P. (2006): *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*. – A & C Black, London. 640 pp.
- DELISLE F., LAVOIE C., JEAN M., LACHANCE D. (2003): Reconstructing the spread of invasive plants: taking into account biases associated with herbarium specimens. – *Journal of Biogeography* 30: 1033–1042.
- DIHORU G. & NEGREAN G. (2009): *Cartea roșie a plantelor vasculare din România* [Red data book of vascular plants of Romania]. – Editura Academiei Române, București. 630 pp.
- DISKIN E., PROCTOR H., JEBB M., SPARKS T., DONNELLY A. (2012): The phenology of *Rubus fruticosus* in Ireland: herbarium specimens provide evidence for the response of phenophases to temperature, with implications for climate warming. – *International Journal of Biometeorology* 56: 1103–1111.
- DÍTĚ D., ELIÁŠ P. jun., HRIVNÁK R., MELEČKOVÁ Z. (2011): *Beckmannia eruciformis* (L.) Host in Slovakia – distribution, ecology and coenotic affinity. – *Hacquetia* 10: 171–181.
- DOMANGUE B.E. & MCMULLEN C.K. (2013): Floristic survey of the vascular plants of Shenandoah County, Virginia. – *Castanea* 78(4): 312–322.
- DOSTÁL J. (1989): *Nová Květena ČSSR 1*. [New Flora of Czechoslovakia 1.] – Academia, Praha.
- DOSTÁL J. (1991): *Velký klíč na určovanie vyšších rastlín 1*. [The big key of vascular plants 1.] – SPN, Bratislava.
- DOYLE J.J. & DOYLE J.L. (1987): A rapid DNA isolation procedure for small amounts of fresh leaf tissue. – *Phytochemical Bulletin* 19: 11–15.
- DOYLE J.J., DICKSON E.E. (1987): Preservation of plant samples for DNA restriction endonuclease analysis. – *Taxon* 36: 715–722.
- DRÁBKOVÁ L., KIRSCHNER J., VLČEK Č. (2002): Comparison of Seven DNA Extraction and amplification protocols in historical herbarium specimens of Juncaceae. – *Plant Molecular Biology Reporter* 20: 161–175.
- E. VOJTKÓ A., 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.
- E. VOJTKÓ A., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A., VOJTKÓ A. (2014): Herbarium database of the vascular collection of Eszterházy Károly College (EGR). – *Kitaibelia* 19(2): 339–348.
- EEC (1992): Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. – *Official Journal of the European Communities, Series L* 206: 7–50.
- ELIÁŠ P. jun., DÍTĚ D., MELEČKOVÁ Z., KIRÁLY G. (2011): Poznámky k výskytu vybraných zriedkavých druhov poľných depresií na Podunajskej nížine (jz. Slovensko) [Contributions

- to occurrence of some rare plant species of field depressions in the Podunajská nížina lowland (southwestern Slovakia)]. – *Zprávy Česká botanické společnosti*. 46: 265–276.
- ELOFF J.N. (1999): It is possible to use herbarium specimens to screen for antibacterial components in some plants. *Journal of Ethnopharmacology* 67: 355–360.
- ERIKSSON T. (1995): The genus *Athroisma* (Asteraceae, Heliantheae). – *Botanical Journal of the Linnean Society* 119: 101–184.
- ESSL F., DULLINGER S., KLEINBAUER I. (2009): Changes in the spatio-temporal patterns and habitat preferences of *Ambrosia artemisiifolia* during its invasion of Austria. – *Preslia* 81: 119–133.
- FARRELL L. (1985): *Orchis militaris* L. Biological flora of the British Isles No. 160. – *Journal of Ecology* 73: 141–153.
- FAWCETT H.S., JENKINS A.E. (1933): Records of citrus canker from herbarium specimens of the genus *Citrus* in England and the United States. – *Phytopathology* 23: 820–824.
- FERÁKOVÁ V., MAGLOCKÝ Š., MARHOLD K. (2001): Červený zoznam paprad'orastov a semenných rastlín Slovenska (December 2001). – *Ochrana Prírody* 20(Suppl.): 44–77.
- FEKETE G. & KOVÁTS D. (1974): A 100 éves Növénytár herbáriumának története. II. Herbarium Carpato-Pannonicum. – *Botanikai Közlemények* 61: 223–228.
- FIGUEROA J., CHARALAMBIDOU I., SANTAMARÍA L., GREEN A.J. (2010): Internal dispersal of seeds by waterfowl: effect of seed size on gut passage time and germination patterns. – *Naturwissenschaften* 97: 555–565.
- FISHER B. & TURNER R.K. (2008): Ecosystem services: Classification for valuation. – *Biological Conservation* 141: 1167–1169.
- FITTER A.H. & FITTER R.S.R. (2002): Rapid changes in flowering time in British plants. – *Science* 296: 1689–1691.
- FOAN L., SABLAYROLLES C., ELUSTONDO D., LASHERAS E., GONZÁLEZ L., EDERRA A., SIMON V., SANTAMARÍA J.M. (2010): Reconstructing historical trends of polycyclic aromatic hydrocarbon deposition in a remote area of Spain using herbarium moss material. – *Atmospheric Environment* 44: 3207–3214.
- FOLLAK S., DULLINGER S., KLEINBAUER I., MOSER D., ESSL F. (2013): Invasion dynamics of three allergenic invasive *Asteraceae* (*Ambrosia trifida*, *Artemisia annua*, *Iva xanthiifolia*) in central and eastern Europe. – *Preslia* 85: 41–61.
- FRAILE A., ESCRIU F., ARANDA M.A., MALPICA J.M., GIBBS A.J., GARC-ARENAL F. (1997): A century of tobamovirus evolution in an Australian population of *Nicotiana glauca*. – *Journal of Virology* 71: 8316–8320.
- FUENTES N., UGARTE E., KÜHN I., KLOTZ S. (2008): Alien plants in Chile: inferring invasion periods from herbarium records. – *Biological Invasions* 10: 649–657.
- FUNK V. (2003): The importance of herbaria. – *Plant Science Bulletin* 4: 94–95.
- FUNK V. (2004): *100 Uses for an Herbarium (well at least 72)*. – Division of Botany, The Yale University Herbarium, Peabody Museum of Natural History, Yale University. [http://peabody.yale.edu/sites/default/files/documents/botany/100\\_uses.pdf](http://peabody.yale.edu/sites/default/files/documents/botany/100_uses.pdf) (hozzáférés: 2013. február 10.)
- GARAMSZEGI L.Z. (2014): *Modern Phylogenetic Comparative Methods and Their Application in Evolutionary Biology*. – Springer.
- GEJDEMAN T. S. (1986): *Opređelitel' vyšših rastenij Moldavskoj SSR [Identification key for higher plants of Moldav SSR]*. Ed. 3. – Shtiintza, Kisinev.
- GIMARET-CARPENTIER C., DRAY S., PASCAL J.-P. (2003): Broad-scale biodiversity pattern of the endemic tree flora of the Western Ghats (India) using canonical correlation analysis of herbarium records. – *Ecography* 26: 429–444.
- GOODWIN Z.A., HARRIS D.J., FILER D., WOOD J.R., SCOTLAND R.W. (2015): Widespread

- mistaken identity in tropical plant collections. – *Current Biology* 25(22): R1066–R1067.
- GORSHKOVA S.G. (1949): *Elatinaceae*. – In: KOMAROV V.L. (ed.), *Flora SSSR [Flora of the U.S.S.R.]*, XV: 259–271, Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moskva–Leningrad.
- GREEN A.J., FIGUEROLA J., SÁNCHEZ M. (2002): Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. – *Acta Oecologica* 23: 177–189.
- GROPP R.E. (2003): Are university natural science collections going extinct? – *Bioscience* 53: 550
- HADFIELD J.D. (2010): MCMC Methods for Multi-Response Generalized Linear Mixed Models: The MCMCglmm R Package. – *Journal of Statistical Software* 33(2): 1–22.
- HAJDÚ Z. (2006): A szocialista természetátalakítás kérdései Magyarországon, 1948–1956. – In: KISS A., MEZŐSI G., SÜMEGHY, Z. (eds): *Táj, környezet és társadalom [Landscape, environment and society]*, pp. 245–258. – SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged.
- HALL T.A. (1999): BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. – *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. – *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- HARIPERSAUD P.P. (2009): *Collecting biodiversity*. Universiteit Utrecht, Utrecht, The Netherlands. 144 pp.
- HEGLAND S.J., NIELSEN A., LÁZARO A., BJERKNES A.L., TOTLAND Ø. (2009): How does climate warming affect plant–pollinator interactions? – *Ecology Letters* 12: 184–195.
- HEJNÝ S. (1960): *Ökologische Charakteristik der Wasser und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene (Donau- und Theissgebiet)*. – Slov. Akad. Věd, Bratislava.
- HERNÁNDEZ H.M. & NAVARRO M. (2007): A new method to estimate areas of occupancy using herbarium data. – *Biodiversity and Conservation* 16: 2457–2470.
- HERPIN U., MARKERT B., WECKERT V., BERLEKAMP J., FRIESE K., SIEWERS U., LIETH H. (1997): Retrospective analysis of heavy metal concentrations at selected locations in the Federal Republic of Germany using moss material from a herbarium. – *Science of The Total Environment* 205: 1–12.
- HIRSCH M. & WOLTERS V. (2003): Response of aculeate Hymenoptera to spatial features of an agricultural landscape. – *Journal for Nature Conservation* 11: 179–185.
- HOHENSEE C.D. & FREY W. (2001): Experiments on the epizoochoral dispersal by mallards (*Anas platyrhynchos*). – *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 123: 209–216.
- HOLMGREN P.K. & HOLMGREN N.H. (1998): *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. – New York Botanical Garden's Virtual Herbarium, URL: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>. Hozzáférés 2011 november 15.
- HOLUB J. (1972): Neue oder wenig bekannte Pflanzen der ungarischen Flora. – *Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös Nominatae Sectio Biologica* 14: 91–104.
- HOLUB J., FERÁKOVÁ V., GRULICH V., PROCHÁZKA F. (1999): Čierny zoznam kveteny Slovenskej republiky [Black list of flora of the Slovak Republic]. – In: ČEŘOVSKÝ J., FERÁKOVÁ V., HOLUB J., MAGLOCKÝ Š., PROCHÁZKA F. (eds), *Červená kniha ochrozených a vzácných druhov rastlín a živočíchov SR a ČR. Vol. 5. Vyššie rastliny [Red data book of Slovak and Czech Republic. Vol. 5. Vascular plants]*, p. 414–415, Príroda a. s., Bratislava.
- HOOD M.E., MENA-ALÍ J.I., GIBSON A.K., OXELMAN B., GIRAUD T., YOCKTENG R., ARROYO M.T.K., CONTI F., PEDERSEN A.B., GLADIEUX P., ANTONOVICS J. (2010): Distribution of the anther-smut pathogen *Microbotryum* on species of the Caryophyllaceae. – *New Phytologist* 187: 217–229.

- HUEBNER C.D. (2003): Vulnerability of oak-dominated forests in West Virginia to invasive exotic plants: temporal and spatial patterns of nine exotic species using herbarium records and land classification data. – *Castanea* 68: 1–14.
- HULTÉN E. & FRIES M. (1986): *Atlas of North European vascular plants north of the tropic of cancer*. – Koeltz, Königstein.
- HUTTUNEN S., LAPPALAINEN N.M., TURUNEN J. (2005): UV-absorbing compounds in subarctic herbarium bryophytes. – *Environmental Pollution* 133: 303–314.
- IPCC (2007): *Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. – Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- JACQUEMYN H., BRYNS R., HERMY M., WILLEMS J.H. (2005): Does nectar reward affect rarity and extinction probabilities of orchid species? An assessment using historical records from Belgium and the Netherlands. – *Biological Conservation* 121: 257–263.
- JAKAB G. (2005): Adatok a Dél-Tiszántúl flórájának ismeretéhez II. – *Flóra Pannonica* 3: 91–119.
- JÁVORKA S. (1924–1925): *Magyar Flóra (Flora Hungarica) II*. – Studium, Budapest.
- JERSÁKOVÁ J., JOHNSON S.D., KINDLMANN P. (2006): Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. – *Biological Reviews* 81: 219–235.
- JUHÁSZ-NAGY P. (1959): A beregi-sík rét-legelőtársulásai. – *Acta Universitatis Debreceniensis* 4: 195–228.
- KAPLAN Z. (2010): Hybridization of *Potamogeton* species in the Czech Republic: diversity, distribution, temporal trends and habitat preferences. – *Preslia* 82: 261–287.
- KASAHARA Y., NISHI K., UEGAMA Y. (1967): Studies on the germination of seeds and their growth in rush (*Juncus bufonius* L. var *decepiens* Buchen.) and weeds, buried for about 50 years. – *Hikobia* 5: 91–103.
- KEARNS C.A., INOUE D.W., WASER N.M. (1998): Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. – *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 83–112.
- KERÉNYI-NAGY V. (2010): Rózsa (*Rosa* spp.) herbárium - a gödöllői Szent István Egyetem gyűjteménye. – *Kanitzia* 17: 33–42.
- KERNER A. (1868): Die Vegetations-Verhältnisse des mittleren und östlichen Ungarns und angrenzenden Siebenbürgens XIII. – *Österreichische Botanische Zeitschrift* 18: 227–230.
- KERNER A. (1895): *The natural history of plants. Their forms, growth, reproduction, and distribution*. Vol. II. – Blackie & Son, London.
- KIRÁLY G. & ELIÁŠ P. jun. (2011): Elatinka maďarská (*Elatine hungarica*) na Podunajskej nížine [*Elatine hungarica* in the Danube lowland]. – *Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti* 33: 33–38.
- KIRÁLY G. (szerk., 2007): *Vörös Lista. A magyarországi edényes flóra veszélyeztetett fajai. Red list of the vascular flora of Hungary*. – Saját kiadás, Sopron. 73 pp.
- KLEIN A.M., VAISSIERE B.E., CANE J.H., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C., TSCHARNTKE T. (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. – *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274: 303–313.
- KREUTZ C.A.J. (1998): *Die Orchideen der Türkei. Beschreibung, Ökologie, Verbreitung, Gefährdung, Schutz*. – Selbstverlag, Landgraaf, 767 pp.
- KRICSFALUSY V.V., BUDNIKOV G.B., MIHALY A.V. (1999): *Red list of Transcarpathia: threatened plant species and plant communities*. – Uzhgorod State University, Uzhgorod.
- KULL T. & HUTCHINGS M. J. (2006): A comparative analysis of decline in the distribution ranges of orchid species in Estonia and the United Kingdom. – *Biological Conservation* 129: 31–39.

- LAMBERTINI C., FRYDENBERG J., GUSTAFSSON M.H.G., BRIX H. (2008): Herbarium specimens as a source of DNA for AFLP fingerprinting of *Phragmites* (Poaceae): Possibilities and limitations. – *Plant Systematics and Evolution* 272: 223–231.
- LAVOIE C. (2013): Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. – *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15: 68–76.
- LAVOIE C., JODOIN Y., DE MERLIS A.G. (2007): How did common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) spread in Québec? A historical analysis using herbarium records. – *Journal of Biogeography* 34: 1751–1761.
- LAVOIE C., LACHANCE D. (2006): A new herbarium-based method for reconstructing the phenology of plant species across large areas. – *American Journal of Botany* 93: 512–516.
- LEE J.A. & TALLIS J.H. (1973): Regional and historical aspects of lead pollution in Britain. – *Nature* 245: 216–218.
- LEES D.C., LACK H.W., ROUGERIE R., HERNANDEZ-LOPEZ A., RAUS T., AVTZIS N.D., AUGUSTIN S., LOPEZ-VAAMONDE C. (2011): Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. – *Frontiers in Ecology and Environment* 9: 322–328.
- LEINO M.W. & EDQVIST J. (2010): Germination of 151-year old *Acacia* spp. seeds. – *Genet Resources and Crop Evolution* 57: 741–746.
- LELONG B., LAVOIE C., JODOIN Y., BELZILE F. (2007): Expansion pathways of the exotic common reed (*Phragmites australis*): a historical and genetic analysis. – *Diversity and Distribution* 13: 430–437.
- LI W., SONG Q., BRLANSKY R.H., HARTUNG J.S. (2007): Genetic diversity of citrus bacterial canker pathogens preserved in herbarium specimens. – *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104: 18: 427–432.
- LIENERT J., FISCHER M., DIEMER M. (2002): Local extinctions of the wetland specialist *Swertia perennis* L. (Gentianaceae) in Switzerland: a revisitation study based on herbarium records. – *Biological Conservation* 103: 65–76.
- LINNÉ C. (1751): *Philosophia Botanica*. – Godofr. Kiesewetter, Stockholmiae.
- LINNÉ. (1753): *Species plantarum*. – L. Salvius, Holmiae [Stockholm].
- LISTER A.M. & Climate Change Research Group (2011): Natural history collections as sources of long-term datasets. – *Trends in Ecology and Evolution* 26: 153–154.
- LISTER D.L., BOWER M.A., HOWE C.J., JONES M.K. (2008): Extraction and amplification of nuclear DNA from herbarium specimens of emmer wheat: a method for assessing DNA preservation by maximum amplicon length recovery. – *Taxon* 57: 254–258.
- LOMAX B.H., FRASER W.T., SEPHTON M.A., CALLAGHAN T.V., SELF S., HARFOOT M., PYLE J.A., WELLMAN C.H., BEERLING D.J. (2008): Plant spore walls as a record of long-term changes in ultraviolet-B radiation. – *Nat. Geosci.* 1: 592–596.
- LÖKÖS L. (ed.) (2001): *Diaria itinerum Pauli Kitabelii III. 1805-1817*. – Hungarian Natural History Museum, Budapest, 460 pp.
- LUKÁCS B.A., SRAMKÓ G., MOLNÁR V. A. (2013): The conservation value of continental temporary pools. – *Biological Conservation* 158: 393–400.
- MACDOUGALL A.S., LOO J.A., CLAYDEN S.R., GOLTZ J.G., HINDS H.R. (1998): Defining conservation priorities for plant taxa in southeastern New Brunswick, Canada using herbarium records. – *Biological Conservation* 86: 325–338.
- MAGYAR KIRÁLYI FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM VÍZÜGYI INTÉZETE (1938): *A Kárpát-medence vízborította és árvízjárta területei az ármentesítő és lecsapoló munkálatok megkezdése előtt*. – Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium, Budapest.

- MAGYAR VÍZÜGYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI KÖZPONTI IGAZGATÓSÁG (2011): *Tájékoztató a 2010–2011 évi belvízi helyzetről*. – Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Budapest.
- MALMSTROM C.M., SHU R., LINTON E.W., NEWTON L.A., COOK M.A. (2007): Barley yellow dwarf viruses (BYDVs) preserved in herbarium specimens illuminate historical disease ecology of invasive and native grasses. – *Journal of Ecology* 95: 1153–1166.
- MARGITTAI A. (1927): Az Északkeleti Felvidék *Elatine*-fajai. – *Magyar Bot. Lapok* 26: 15–18.
- MARGITTAI A. (1939): Megjegyzések a magyar *Elatine*-fajok ismeretéhez. – *Bot. Közlem.* 36: 296–307.
- MARQUIS R.J. & BRAKER H.E. (1993): Plant-herbivore interactions: diversity, specificity, and impact. pp. 261–281. In: MCDADE L.A., BAWA K.S., HESPENHEIDE H.A., HARTSHORN G.S. (eds.), *La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rainforest*. Chicago.
- MARSCHALL von BIEBERSTEIN F.A. (1808): *Flora taurico-caucasica* 2. – Typis Academicis, Charkovia [Kharkov], 478 pp.
- MARSCHALL von BIEBERSTEIN F.A. (1819): *Flora taurico-caucasica* 3. – Typis Academicis, Charkovia [Kharkov], 655 pp.
- MARTINE C.T. & WARD M.E. (2013): Establishment of regional herbarium leads to more than 200 new flora atlas records for New York State 1. – *The Journal of the Torrey Botanical Society* 140(1): 125–131.
- MCGRAW J.B. (2001): Evidence for decline in stature of American ginseng plants from herbarium specimens. – *Biological Conservation* 98: 25–32.
- MCNEILL J., BARRIE F.R., BURDET H.M., DEMOULIN V., HAWSKWORTH D.L., MARHOLD K., NICOLSON D.H., PRADO J., SILVA P.C., SKOG J.E., WIERSEMA J.H., TURLAND N.J. (2006): *International code of botanical nomenclature (Vienna Code)*. – A. R. G. Gantner Verlag, Ruggell, 568 pp.
- MÉSZÁROS A. & SIMON P. (2005): Adatok Veszprém megye flórájához I. – *Kitaibelia* 14: 69–85.
- MIHULKA S. & PYŠEK P. (2001): Invasion history of *Oenothera* congeners in Europe: a comparative study of spreading rates in the last 200 years. – *Journal of Biogeography* 28: 597–609.
- MILBERG P. (1994): Germination of up to 129-year old, dry-stored seeds of *Geranium bohemicum* (Geraniaceae). – *Nordic Journal of Botany* 14: 27–29.
- MILLER S.E., KRESS W.J., SAMPER C.K. (2004): Crisis for biodiversity collections. – *Science* 303(5656): 310–310.
- MILLER-RUSHING A.J., INOUE D.W., PRIMACK R.B. (2008): How well do first flowering dates measure plant responses to climate change? The effects of population size and sampling frequency. – *Journal of Ecology* 96: 1289–1296.
- MILLER-RUSHING A.J., PRIMACK R.B., PRIMACK D., MUKUNDA S. (2006): Photographs and herbarium specimens as tools to document phenological changes in response to global warming. – *American Journal of Botany* 93: 1667–1674.
- MOESZ G. (1908): Magyarország *Elatine*-i. Die *Elatinen* Ungarns. – *Magyar Botanikai Lapok* 7: 2–35.
- MOLNÁR [V.] A. & ROBATSCH K. (1997): *Epipactis tallosii* A. Molnar et K. Robatsch spec. nova, eine neue *Epipactis*-Art aus Ungarn. – *Journal Europäischer Orchideen* (1996) 28: 787–794.
- MOLNÁR V. A. & GULYÁS G. (2001): Adatok hazai *Nanocyperion*-fajok ismeretéhez VII. – *Kitaibelia* 6: 169–198.
- MOLNÁR V. A. & GULYÁS G. (2005): Zur Kenntnis der *Ophrys holubyana* Andrasovszky 1917. – *Journal Europäischer Orchideen* 37: 625–638.

- MOLNÁR V. A. & PFEIFFER N. (1999): Adatok hazai Nanocyperion-fajok ismeretéhez II. Iszap-növényzet-kutatás az ár- és belvizek évében Magyarországon. – *Kitaibelia* 4: 395–432.
- MOLNÁR V. A. & TAKÁCS A. (2016): Az év vadvirága 2016-ban: A közönségkedvenc kockásliliom. – *Élet és Tudomány* 71: 464–466.
- MOLNÁR V. A., HORVÁTH O., TÖKÖLYI J., SOMLYAY L. (2013a): Typification and seed morphology of *Elatine hungarica* Moesz (*Elatinaceae*). – *Biologia* 68: 210–214
- MOLNÁR V. A., KREUTZ C.A.J., ÓVÁRI M., SENNIKOV A.N., BATEMAN R.M., TAKÁCS A., SOMLYAY L., SRAMKÓ, G. (2012c): *Himantoglossum jankae* (Orchidaceae: Orchideae), a new name for a long-misnamed lizard orchid. – *Phytotaxa* 73: 8–12.
- MOLNÁR V. A., MOLNÁR A., VIDÉKI R. (1998): Flóránk üstököse, a magyar látonya. – *Élet és Tudomány* 53: 1391–1393.
- MOLNÁR V. A., MOLNÁR A., VIDÉKI R., PFEIFFER N. (1999): Adatok hazai Nanocyperion-fajok ismeretéhez I. *Elatine hungarica* Moesz. – *Kitaibelia* 4: 83–94.
- MOLNÁR V. A., POPIELA A., LUKÁCS B.A. (2013b): *Elatine gussonei* (Sommier) Brullo et al. (*Elatinaceae*) in Sicily. – *Plant Biosystems* DOI:10.1080/11263504.2013.788099
- MOLNÁR V. A., TAKÁCS A., HORVÁTH O., E. VOJTKÓ A., KIRÁLY G., SONKOLY J., SRAMKÓ G. (2012a): Herbarium Database of Hungarian Orchids I. Methodology, dataset, historical aspects and taxa. – *Biologia* 67: 79–86.
- MOLNÁR V. A., TÓTH J.P., SRAMKÓ G., HORVÁTH O., POPIELA A., MESTERHÁZY A., LUKÁCS B.A. (2015): Flood induced phenotypic plasticity in amphibious genus *Elatine* (*Elatinaceae*). – *PeerJ* 3: e1473.
- MOLNÁR V. A., TÖKÖLYI J., VÉGVÁRI Zs., SRAMKÓ G., SULYOK J., BARTA Z. (2012b): Pollination mode predicts phenological response to *climate* change in terrestrial orchids: a case study from central Europe. – *Journal of Ecology* 100: 1141–1152.
- MORROW P.A. & FOX L.R. (1989): Estimates of pre-settlement insect damage in Australian and North American forests. – *Ecology* 70: 1055–1060.
- MOSYAKIN I. (2009): *Ruslica uhorska. Elatine hungarica* Moesz. – In: DIDUKH Y.P. (ed.), *Chervona kniga Ukraini [Red Data Book of Ukraine.]* Globalkonsulting, Kiev.
- MOSYAKIN S.L. & FEDORONCHUK M.M. (1999): *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist.* – Kholodny Institute of Botany, Natinal Acadademy of Sciences, Ukraine, Kiev.
- MUELLER M.H. & van der VALK A.G. (2002): The potential role of ducks in wetland seed dispersal. – *Wetlands* 22: 170–178.
- NAGY L. (2005): A Mátra Múzeum herbárium a – a Gotthárd-gyűjtemény III. (Fabaceae – Euphorbiaceae). – *Folia historico-naturalia Musei Matraensis* 29: 33–41.
- NAGY L. (2006): A Mátra Múzeum herbárium a – a Gotthárd-gyűjtemény IV. (Lythraceae – Polygonaceae). – *Folia historico-naturalia Musei Matraensis* 30: 91–100.
- NAGY L. (2007): A Mátra Múzeum herbárium a – a Gotthárd-gyűjtemény V. (Asteraceae I.). – *Folia historico-naturalia Musei Matraensis* 31: 5–9.
- NEIL K.L., LANDRUM L., WU J. (2010): Effects of urbanization on flowering phenology in the metropolitan phoenix region of USA: Findings from herbarium records. – *Journal of Arid Environments* 74: 440–444.
- NEILAND M.R.M. & WILCOCK C.C. (1995): Maximization of reproductive success by European Orchidaceae under conditions of infrequent pollination. – *Protoplasma* 187: 39–48.
- NEILAND M.R.M. & WILCOCK C.C. (1998): Fruit set, nectar reward, and rarity in the Orchidaceae. – *American Journal of Botany* 85: 1657–1671.
- NEVSKI S.A. (1935): Orchidaceae Lindl. In: KOMAROV V.L. (ed.) *Flora of the USSR* 4. – Academy of Sciences of the USSR, Leningrad, pp. 589–730.
- NIKLFIELD H. (1971): Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. – *Taxon* 20: 545–571.

- NOVÁK F.A. (1954): Přehled československé květeny z hlediska ochrany přírody a krajiny. [Conservation biological overview of the Czechoslovak flora]. – In: VESELÝ J. (ed.). *Ochrana československé přírody a krajiny*. 2. [Nature and landscape protection in Czechoslovakia.]. p. 193–409.
- NYGREN A. (1967): Apomixis in the angiosperms. In: RUHLAND W. (ed.): *Encyclopedia of plant physiology*. Vol. XVIII. *Sexuality, reproduction, alternation of generations*. – Springer, Berlin, pp. 551–596.
- OPREA A. (2005): *Lista critică a plantelor vasculare din România*. [Critical list of vascular plants of Romania.]. – Editura Universității „A. I. Cuza”, Iași.
- OTERO S., NUÑEZ-OLIVERA E., MARTÍNEZ-ABAIGAR J., TOMÁS R., HUTTUNEN S. (2009): Retrospective bioindication of stratospheric ozone and ultraviolet radiation using hydroxycinnamic acid derivatives of herbarium samples of an aquatic liverwort. – *Environmental Pollution* 157: 2335–2344.
- PÁLFAI I. (2003): Magyarország belvív-veszélyeztetettségi térképe. – *Vízügyi Közlemények* 85: 510–521.
- PÁLFAI I. (2011): A 2010. évi belvív hidrológiai értékelése. – *Klíma 21 Füzetek* 61: 43–51.
- PARMESAN C. & YOHE G. (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. – *Nature* 421: 37–42.
- PARMESAN C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. – *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637–669.
- PARMESAN C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. – *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637–669.
- PÁSZTÓ Á., SZEKERES P. & CSIKY J. (2012): JPU (JPU online), a Pécsi Egyetemi Herbárium digitális adatbázisa: első eredmények, Nagy István gyűjteménye alapján. Absztrakt, Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében IX. – *Kitaibelia* 17 (1): 135.
- PAUW A. & HAWKINS J.A. (2011): Reconstruction of historical pollination rates reveals linked declines of pollinators and plants. – *Oikos* 120: 344–349.
- PEAT H.J., CLARKE A., CONVEY P. (2007): Diversity and biogeography of the Antarctic flora. – *Journal of Biogeography* 34(1): 132–146.
- PEDICINO L.C., LEAVITT S.W., BETANCOURT J.L., van de WATER P.K. (2002): Historical variations in  $\Delta^{13}\text{C}_{\text{leaf}}$  of herbarium specimen sin the Southwestern U.S. – *Western North American Naturalist* 62: 348–359.
- PEÑUELAS J. & AZCÓN-BIETO J. (1992): Changes in leaf  $\Delta^{13}\text{C}$  of herbarium plant species during the last 3 centuries of  $\text{CO}_2$  increase. – *Plant, Cell and Environment* 15: 485–489.
- PEÑUELAS J. & FILELLA I. (2001): Herbaria century record of increasing eutrophication in Spanish terrestrial ecosystems. – *Global Change Biology* 7: 427–433.
- PEÑUELAS J. & FILELLA I. (2002): Metal pollution in Spanish terrestrial ecosystems during the twentieth century. – *Chemosphere* 46: 501–505.
- PEÑUELAS J. & MATAMALA R. (1993): Variations in the mineral composition of herbarium plant species collected during the last three centuries. – *Journal of Experimental Botany* 44: 1523–1525.
- PETANIDOU T., KALLIMANIS A.S., SGARDELIS S.P., MAZARIS A.D., PANTIS J.D., WASER N. M. (2014): Variable flowering phenology and pollinator use in a community suggest future phenological mismatch. – *Acta Oecologica* 59: 104–111.
- PHILIPSON J.D. (1982): Chemical investigations of herbarium material for alkaloids. – *Phytochemistry* 21: 2441–2456.
- PIFKÓ D. (2008): The herbarium of Endre Jeney (1934–2004). II. Leguminosae. – *Studia botanica Hungarica* 39: 149–170.

- PITCAIRN C.E.R. & FOWLER D. (1995): Deposition of fixed atmospheric nitrogen and foliar nitrogen content of bryophytes and *Calluna vulgaris* (L.) Hull. – *Environmental Pollution* 88: 193–205.
- POCZAI P., TALLER J., SZABÓ I. (2009): Molecular genetic study on a historical *Solanum* (Solanaceae) herbarium specimen collected by Paulus Kitaibel in the 18th century. – *Acta Botanica Hungarica* 51: 337–346.
- POST E.S., PEDERSEN C., WILMERS C.C., FORCHHAMMER M.C. (2008): Phenological sequences reveal aggregate life-history response to climatic warming. – *Ecology* 89: 363–370.
- POTTS S.G., BIESMEIJER J.C., KREMEN C., NEUMANN P., SCHWEIGER O., KUNIN W.E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. – *Trends in Ecology and Evolution* 25: 345–353.
- PRATHER L.A., ALVAREZ-FUENTES O., MAYFIELD M.H., FERGUSON C.J. (2004): The decline of plant collecting in the United States: a threat to the infrastructure of biodiversity studies. – *Systematic Botany* 29: 15–28.
- PRIMACK D., IMBRES C., PRIMACK R.B., MILLER-RUSHING A.J., DEL TREDICI P. (2004): Herbarium specimens demonstrate earlier flowering times in response to warming in Boston. – *American Journal of Botany* 91: 1260–1264.
- PRIMACK R.B. & MILLER-RUSHING A.J. (2009): The role of botanical gardens in climate change research. – *New Phytologist* 182: 303–313.
- PROKUDIN J. N. (1987): *Opređelitel' vysših rastenij Ukrainy [Identification key for higher plants of Ukraine]*. – Naukova Dumka, Kiev.
- PYKE G.H. & EHRLICH P.R. (2010): Biological collections and ecological/environmental research: a review, some observations and a look to the future. – *Biological Reviews* 85: 247–266.
- PYŠEK P. & PRACH K. (1995): Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera*: a century of spreading reconstructed. – *Biological Conservation* 74: 41–48.
- PYŠEK P. (1991): *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic: dynamics of spreading from the historical perspective. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 26: 439–454.
- PYŠEK P. (2003): How reliable are data on alien species in Flora Europaea? – *Flora* 198: 499–507.
- QIU Y-L., LI L., WANG B., XUE J-Y., HENDRY T.A., LI R-Q., BROWN J.W., LIU Y., HUDSON G.T., CHEN Z-D. (2010): Angiosperm phylogeny inferred from sequences of four mitochondrial genes. – *Journal of Systematics and Evolution* 48: 391–425.
- RÁCZ I. (2009): The herbarium of Endre Jeney (1934–2004). III. Gymnospermae. – *Studia botanica Hungarica* 40: 163–171.
- RAFFERTY N.E. & IVES A.R. (2011): Effects of experimental shifts in flowering phenology on plant-pollinator interactions. – *Ecology Letters* 14: 69–74.
- RENNER S. S. & ROCKINGER A. (2016): Is plant collecting in Germany coming to an end? – *Willdenowia* 46: 93–97.
- RICKETTS T.H., REGETZ J., STEFFAN-DEWENTER I., CUNNINGHAM S.A., KREMEN C., BOGDANSKI A., GEMMILL-HERREN B., GREENLEAF S.S., KLEIN A.M., MAYFIELD M.M., MORANDIN L.A., OCHIENG A., VIANA B.F. (2008): Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? – *Ecology Letters* 11: 499–515.
- RISTAINO J.B., GROVES C.T., PARRA G.R. (2001): PCR amplification of the Irish potato famine pathogen from historic specimens. – *Nature* 411: 695–697.
- RIVERA G. & BORCHERT R. (2001): Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. – *Tree Physiology* 21: 201–212.
- ROBATSCH K. (1990) *Epipactis bugacensis* K. Robatsch, spec. nova. – eine neue *Epipactis*-Art

- aus Ungarn. – *Berichte aus den Arbeitskreisen Heimische Orchideen* 7: 12–15.
- ROBATSCH K. (1991) *Epipactis nordenorium* K. Robatsch, spec. nova, eine neue *Epipactis*-Art aus der Steiermark. – *Mitteilungen des Abteilung der Botanik am Landesmuseum Joanneum (Graz)* 20: 31–35.
- ROBATSCH K. (1993) *Epipactis voethii* K. Robatsch, spec. nova, eine neue *Epipactis*-Art aus Niederösterreich. – *Mitteilungen des Abteilung der Botanik am Landesmuseum Joanneum (Graz)* 21–22: 21–26.
- ROBBIRT K.M., DAVY A.J., HUTCHINGS M.J., ROBERTS D.L. (2011): Validation of biological collections as a source of phenological data for use in climate change studies: a case study with the orchid *Ophrys sphegodes*. – *Journal of Ecology* 99: 235–241.
- ROGERS S.O. & BENDICH A.J. (1985): Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. – *Plant Molecular Biology* 5: 69–76.
- ROOT T.L., PRICE J.T., HALL K.R., SCHNEIDER S.H., ROSENZWEIG C., POUNDS J.A. (2003): Fingerprints of global warming on wild animals and plants. – *Nature* 421: 57–60.
- RYAN K.G., BURNE A., SEPPELT R.D. (2009): Historical ozone concentrations and flavonoid levels in herbarium specimens of the Antarctic moss *Bryum argenteum*. – *Global Change Biology* 15: 1694–1702.
- SALTONSTALL K. (2002): Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 99: 2445–2449.
- SANDERSON M. J. (1997): A nonparametric approach to estimating divergence times in the absence of rate constancy. – *Molecular Biology and Evolution* 14: 1218–1231.
- SANDERSON M.J. (2003): r8s: inferring absolute rates of molecular evolution and divergence times in the absence of a molecular clock. – *Bioinformatic* 19: 301–302.
- SÁROSPATAKI M., BÁLDI A., BATÁRY P., JÓZAN Z., ERDŐS S., RÉDEI T. (2009): Factors affecting the structure of bee assemblages in extensively and intensively grazed grasslands in Hungary. – *Community Ecology* 10: 182–188.
- SAVOLAINEN V., CUÉNOUD P., SPICHTER R., MARTINEZ M.D., CRÉVECOEUR M., MANEN J-F. (1995): The use of herbarium specimens in DNA phylogenetics: evaluation and improvement. – *Plant Systematics and Evolution* 197: 87–98.
- SAVOLAINEN V., FAY M.F., ALBACH D.C., BACKLUND A., van der BANK M., CAMERON K.M., JOHNSON S.A., LLEDÓ M.D., PINTAUD J.-C., POWELL M., SHEAHAN M.C., SOLTIS D.E., SOLTIS P.S., WESTON P., WHITTEN W.M., WURDACK K.J., CHASE M.W. (2000): Phylogeny of the Eudicots: A nearly complete familial analysis based on rbcL gene sequences. – *Kew Bulletin* 55: 257–309.
- SCHLECHTER R. (1918): Mitteilungen über einige europäische und mediterrane Orchideen I. 1. Die Gattungen *Aceras*, *Himantoglossum* und *Anacamptis*. – *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 15: 273–290.
- SCHLECHTER R. (1927): Monographie der Gattungen und Arten (mit Blütenanalysen). In: KELLER G. & SCHLECHTER R. (eds), *Monographie und Iconographie der Orchideen Europas und des Mittelmeergebietes*. I. Band. Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis, Sonderbeilage A 1, 1925–1928 (10 Lieferungen), 304 pp. + 38 Tafel.
- SCHMALHAUSEN I.I. (1897): *Flora sredney i yuzhnoy Rossii, Kryma i Severnogo Kavkaza* [*Flora of the Middle and Southern Russia, the Crimea and Northern Caucasus*] 2. Kushnerev & Co., Kiev, 752 pp.
- SCHMIDT M., KREFT H., THIOMBIANO A., ZIZKA G. (2005): Herbarium collections and field data-based plant diversity maps for Burkina Faso. – *Diversity and Distributions* 11: 509–516.

- SCHRÖTER D., CRAMER W., LEEMANS R., PRENTICE I.C., ARAÚJO M.B., ARNELL N.W., BONDEAU A., BUGMANN H., CARTER T.R., GRACIA C.A., DE LA VEGA-LEINERT A.C., ERHARD M., EWERT F., GLENDINING M., HOUSE J.I., KANKAANPÄÄ S., KLEIN R.J.T., LAVOREL S., LINDNER M., METZGER M.J., MEYER J., MITCHELL T.D., REGINSTER I., ROUNSEVELL M., SABATÉ S., SITCH S., SMITH B., SMITH J., SMITH P., SYKES M.T., THONICKE K., THUILLER W., TUCK G., ZAEHLE S., ZIERL B. (2005): Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. – *Science* 310: 1333–1337.
- SHAPOVAL V.V. (2006): Endemichnij element flori depresij Livoberezhnogo Zlakovogo Stepu [Endemic floral elements of Livoberezhnogo Zlakovogo Step]. – *Chornomorskij Botanicheski Zhurnal* 2: 60–78.
- SHIH J.G. & FINKELSTEIN S.A. (2008): Range dynamics and invasive tendencies in *Typha latifolia* and *Typha angustifolia* in eastern North America derived from herbarium and pollen records. – *Wetlands* 28: 1–16.
- SHOTBOLT L.B.P. & ASHMORE M.R. (2007): Reconstructing temporal trends in heavy metal deposition: assessing the value of herbarium moss samples. – *Environmental Pollution* 147: 120–130.
- SIMONKAI (SIMKOVICS) L. (1879): Nagyvárad és a Sebes-Körös felsőbb vidéke. – *Mathematicai és Természettudományi Közlemények* 16: 71–150.
- SOÓ R. (1948): Tiszántúli flórákutásaink újabb eredményei. – *Borbásia* 8: 48–57.
- SOÓ R. (1973): Növénygyűjtéseim 1917-1968. – *Botanikai Közlemények* 59: 211–214.
- SPRENGEL K.P. (1826): *Systema vegetabilium* ed. 16, 3. – Dietrich, Göttingen, 936 pp.
- SRAMKÓ G., MOLNÁR V. A., HAWKINS J.A., BATEMAN R.M. (2011): Evolution of the Eurasiatic genus *Himantoglossum* (Orchideae, Orchidoideae): an integrative phylogenetic approach. – *Abstracts of the XVIII International Botanical Congress*. Committee of the XVIII IBC 2011, Melbourne, pp. 286–287.
- SRAMKÓ G., ÓVÁRI M., YENA A. V., SENNIKOV A. N., SOMLYAY L., BATEMAN R. M., MOLNÁR V. A. (2012): Unravelling a century of misuse: typification of the name *Himantoglossum caprinum* (Orchidaceae: Orchideae). – *Phytotaxa* 66: 21–26.
- STAATS M., CUENCA A., RICHARDSON J.E., VRIELINK-VAN GINKEL R., PETERSEN G., SEBERG O., BAKKER F.T. (2011): DNA damage in plant herbarium tissue. – *Plos One* 6: e28448.
- STERN M.J. & ERIKSSON T. (1996): Symbioses in Herbaria: Recommendations for More Positive Interactions between PlantSystematists and Ecologists. – *Taxon* 45: 49–58.
- SUAREZ A. V. & TSUTSUI N.D. (2004): The value of museum collections for research and society. – *Bioscience* 54: 66–74.
- ŠUMBEROVÁ K. (2003): Veränderungen in der Teichwirtschaft und ihr Einfluss auf die Vegetation in der Tschechischen Republik. Mit Beispielen von *Isoëto-Nanojuncetea*-, *Littorelletea*-und *Bidentetea*-Arten im Becken von Třeboň (Wittingauer Becken). – *Mitteilungen des badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* 18: 7–24.
- ŠUMBEROVÁ K., LOSOSOVÁ Z., DUCHÁČEK M., HORÁKOVÁ V., FABŠIČOVÁ M. (2012): Distribution, habitat ecology, soil seed bank and seed dispersal of threatened *Lindernia procumbens* and alien *Lindernia dubia* (*Antirrhinaceae*) in the Czech Republic. – *Phyton* 52: 39–72.
- SUNDERMANN H. (1980): *Europäische und mediterrane Orchideen. Eine Bestimmungsflora mit Berücksichtigung der Ökologie*. 3. erw. u. verb. Ausgabe. – Brücke Verlag, Hildesheim. 279 pp.
- SWOFFORD D.L. (2003): *PAUP\*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods)*. Version 4. – Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- SZARVAS V. E., TAKÁCS A. & NAGY M. (2010): A Debreceni Egyetem Herbáriumának mohagyűjteménye. – *Kitaibelia* 15 (1–2): 65–72.

- SZLÁVIK L. (2003): Az ezredforduló árvizeinek és belvizeinek hidrológiai jellemzése. – *Vízügyi Közlemények* 85: 547–565.
- TAKÁCS A. & MOLNÁR V. A. (2014): Az év vadvirága 2013-ban: A nyári tözike (*Leucojum aestivum* L.). – *Kitaibelia* 19: 354–364.
- TAKÁCS A., LACZKÓ L., MOLNÁR V. A. (2013a): A herbáriumok „új típusú” felhasználásai. – *Botanikai Közlemények* 100: 217–238.
- TAKÁCS A., LUKÁCS B.A., SCHMOTZER A., JAKAB G., DELI T., MESTERHÁZY A., KIRÁLY G., BALÁZS B., PERIC R., ELIÁŠ P. jun., SRAMKÓ G., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V., A. (2013b): Key environmental variables affecting the distribution of *Elatine hungarica* in the Pannonian Basin. – *Preslia* 85(2): 193–207.
- TAKÁCS A., NAGY T., MOLNÁR V. A. (2016): Herbáriumok: porosodó szénakazlak, vagy információs aranybányák? – *Interpress Magazin* 36(1): 32–38.
- TAKÁCS A., NAGY T., SALAMON-ALBERT É., MOLNÁR V. A. (2015a): Az év vadvirága 2014-ben: a szibériai nőszirm (*Iris sibirica* L.). – *Kitaibelia* 20: 268–285.
- TAKÁCS A., SÜVEGES K., LJUBKA T., LÖKI V., LISZTES-SZABÓ ZS., MOLNÁR V. A. (2015b): A Debreceni Egyetem Herbárium (DE) II.: A „Siroki Zoltán Herbárium”. – *Kitaibelia* 20(1): 15–22.
- TAKÁCS A., NAGY T., FEKETE R., LOVAS-KISS Á., LJUBKA T., LÖKI V., LISZTES-SZABÓ Zs., MOLNÁR V. A. (2014): A Debreceni Egyetem Herbárium (DE) I.: A „Soó Rezső Herbárium”. – *Kitaibelia* 19(1): 124–137.
- TAUBENHEIM G. (1975): *Epipactis pontica* Taubenheim spec. nov., eine neue Stendelwurz aus Kleinasien. – *Die Orchidee* 26: 68–74.
- ŤAVODA O. & GOLIAŠOVÁ K. (2008): *Elatine* L. pp. 68-79. In: Goliašová K. & Šípošová H. (eds), *Flóra Slovenska* Vol. VI/I. – Veda, Bratislava.
- THIERS B. (2016) [continuously updated]: *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. – New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- THOMAS R.H. (1994): Molecules, museums and vouchers. – *Trends in Ecology and Evolution* 9: 413–414.
- TIMÁR L. & UBRIZSY G. (1957): Die Ackerunkräuter Ungarns mit besonderer Rücksicht auf die chemische Unkrautbekämpfung. – *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae* 7: 123–155.
- TIMÁR L. (1952): Egyéves növénytársulások a Szeged környéki szikesek iszapján I. – *Annales Biologicae Universitatis Hungariae* 2: 311–321.
- TIMÁR L. (1954): Adatok a Tiszántúl (Crisicum) flórájához. – *Annales Biologicae Universitatis Hungariae* 2: 491–499.
- TIMÁR L. (1957): Zonációtanulmányok szikes vizek partján. [Tonation-studies on alkali pond sin Hungary.] – *Botanikai Közlemények* 47: 157–163.
- TOŠIĆ M. (1970): Pirinač [Rice]. – In: JOSIFOVIĆ M. (ed.), *Poljoprivredna enciklopedija [Agricultural encyclopaedia]* Vol. 2., Jugoslavenski Leksikografski Zavod, Zagreb. pp.: 506–511.
- TÓTH P. (2013): *Magyar Méhészeti Nemzeti Program Környezetterhelési Monitoring vizsgálata 2012–2013*. – Országos Magyar Méhészeti Egyesület.
- UBRIZSY G. (1948): A rizs hazai gyomnövényzete [La végétation des mauvaises herbes dans les cultures de riz en Hongrie]. – *Acta Agrobotanica Hungarica* 1: 1–43.
- UBRIZSY G. (1961): Unkrautvegetation der Reiskulturen in Ungarn. – *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 7: 175–220.
- UJVÁROSI M. (1937): Hajdúnánás vegetációja és flórája. [Flora and vegetation of Hajdúnánás.] – *Acta Geobotanica Hungarica* 1: 169–214.





- UOTILA P. (2009). Elatinaceae. Euro+Med Plantbase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. <http://www.emplantbase.org/home.html>. (hozzáférés: 2011.11.11.)
- VAKHRAMEEVA M.G. & TATARENKO I.V. (2008): *Himantoglossum caprinum* (M. Bieb.) C. Koch. In: VAKHRAMEEVA M.G., TATARENKO I.V., VARLYGINA T.I., TOROSYAN G.K., ZAGULSKI M.N. (eds.), *Orchids of Russia and adjacent countries (within the borders of the former USSR)*. – A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, pp. 274–276.
- van DAM H., MERTENS A. (1993): Diatoms on herbarium macrophytes as indicators for water quality. – *Hydrobiologia* 269–270: 437–445.
- VIVIAN-SMITH G. & STILES E.W. (1994): Dispersal of salt marsh seeds in the feet and feathers of waterfowl. – *Wetlands* 14: 316–319.
- WALLACE K.J. (2007): Classification of ecosystem services: problems and solutions. – *Biological Conservation* 139: 235–246.
- WANDELER P., HOECK P.E.A., KELLER L.F. (2007): Back to the future: museum specimens in population genetics. – *Trends in Ecology and Evolution* 22: 634–642.
- WEILER E.W., KRUGER H., ZENK M.H. (1980): Radioimmunoassay for the determination of the steroidal alkaloid solasodine and related compounds in living plants and herbarium specimens. – *Planta medica; Journal of medicinal plant research* 39: 122–124.
- WILLIS F., MOAT J., PATON A. (2003): Defining a role for herbarium data in Red List assessments: a case study of *Plectranthus* from eastern and southern tropical Africa. – *Biodiversity and Conservation* 12: 1537–1552.
- WILSON D., STOCK W.D., HEDDERSON T. (2009): Historical nitrogen content of bryophyte tissue as an indicator of increased nitrogen deposition in the Cape Metropolitan Area, South Africa. – *Environmental Pollution* 157: 938–945.
- WONGSRIPHUEK C., DUGGER B.D., BARTUSZEVIĆ A.M. (2008): Dispersal of wetland plant seeds by mallards: influence of gut passage on recovery, retention, and germination. – *Wetlands* 28: 290–299.
- WOODWARD F.I. (1987): Stomatal numbers are sensitive to CO<sub>2</sub> from pre-industrial levels. *Nature* 327: 617–618.
- YENA A., SRAMKÓ G., ÓVARI M., KISH R. (2008): *Himantoglossum affine* (Boiss.) Schltr. In: W. GREUTER & T. RAUS (eds), *Med-Checklist Notulae*, 27. – *Willdenowia* 38: 472.
- YENA A.V. (2012): *Prirodnaya flora Krymskogo poluostrova [Spontaneous Flora of the Crimean Peninsula]*. – N.Orianda, Simferopol, 232 pp.
- ZLACKÁ S., SÁDOVSKÝ M., DÍTĚ D., ELIÁŠ P. jun. (2006): Recent knowledge to the occurrence and phytocoenological relations of *Schoenoplectus supinus* (Cyperaceae) in Slovakia. – *Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti* 28: 149–158.

## Világháló-helyek

- [1] Index herbariorum - <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (hozzáférés: 2016.04.14.)
- [2] European Environment Agency (2016): *Biogeographical regions, Europe*. – <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/biogeographical-regions-europe-3> (hozzáférés: 2016.04.14.)
- [3] R DEVELOPMENT CORE TEAM (2014): *R: A language and environment for statistical computing*. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/> (hozzáférés: 2016.04.14.)

## Publikációk listája

### Az értekezés alapjául szolgáló impakt faktoros publikációk (ΣIF: 5,136)


	Folyóirat szakterülete, helyzete	IF
MOLNÁR V. A., <u>TAKÁCS A.</u> , HORVÁTH O., E. VOJTKÓ A., KIRÁLY G., SONKOLY J., SRAMKÓ G. (2012): Herbarium Database of Hungarian Orchids I. Methodology, dataset, historical aspects and taxa. – <i>Biologia</i> 67(1): 79–86.	Plant Science 259/367 	0,506
<u>TAKÁCS A.</u> , LUKÁCS B. A., SCHMOTZER A., JAKAB G., DELI T., MESTERHÁZY A., KIRÁLY G., BALÁZS B., PERIC R., ELIÁŠ P. JUN., SRAMKÓ G., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A. (2013): Key environmental variables affecting the distribution of <i>Elatine hungarica</i> in the Pannonian Basin. – <i>Preslia</i> 85(2): 193–207.	Plant Science 46/373 Ecology 50/291 	2,778
MOLNÁR V. A., LÖKI V., <u>TAKÁCS A.</u> , SCHMIDT J., TÖKÖLYI J., BÓDIS J., SRAMKÓ G. (2015): No evidence for historical declines in pollination success in Hungarian orchids. – <i>Applied Ecology and Environmental Research</i> 13(4): 1097–1108.	Ecology, Evolution, Behavior and Systematics 404/525 	0,500
MOLNÁR V. A., KREUTZ C. A. J., ÓVÁRI M., SENNIKOV A. N., BATEMAN R. M., <u>TAKÁCS A.</u> , SOMLYAY L., SRAMKÓ G. (2012): <i>Himantoglossum jankae</i> (Orchidaceae: Orchideae), a new name for a long-misnamed lizard orchid. – <i>Phytotaxa</i> 73: 8–12.	Plant Science 11/367 	1,295

### Az értekezés alapjául szolgáló további publikációk

- E. VOJTKÓ A., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A., VOJTKÓ A. (2014): Herbarium database of the vascular collection of Eszterházy Károly College (EGR). – *Kitaibelia* 19(2): 339–348.
- TAKÁCS A., NAGY T., FEKETE R., LOVAS-KISS Á., LJUBKA T., LÖKI V., LISZTES-SZABÓ Zs., MOLNÁR V. A. (2014): A Debreceni Egyetem Herbárium (DE) I. A „Soó Rezső Herbárium”. – *Kitaibelia* 19(1): 124–137.
- TAKÁCS A., SÜVEGES K., LJUBKA T., LÖKI V., LISZTES-SZABÓ Zs., MOLNÁR V. A. (2015): A Debreceni Egyetem Herbárium (DE) II: A „Siroki Zoltán Herbárium”. – *Kitaibelia* 20(1): 15–22.

### Az értekezés témaköréhez kapcsolódó további publikációk

#### Impakt faktoros közlemények (ΣIF: 4,104)

	Folyóirat szakterülete, helyzete	IF
MOLNÁR V. A., SONKOLY J., LOVAS-KISS A., FEKETE R., <u>TAKÁCS A.</u> , SOMLYAY L., TÖRÖK P. (2015): Seed of the threatened annual legume, <i>Astragalus contortuplicatus</i> , can survive over 130 years of dry storage. – <i>Preslia</i> 87(3): 319–328.	Plant Science 24/293 Ecology 33/376 	2,711

## Nem impakt faktoros közlemények

- SZARVAS V. E., TAKÁCS A., NAGY M. (2010): A Debreceni Egyetem Herbáriumának mohagyűjteménye. – *Kitaibelia* 15(1–2): 65–72.
- TAKÁCS A. & MOLNÁR V. A. (2014): Az év vadvirága 2013-ban: A nyári tőzike (*Leucojum aestivum* L.) – *Kitaibelia* 19(2): 354–364.
- TAKÁCS A., LACZKÓ L., MOLNÁR V. A. (2013): A herbáriumok „új típusú” felhasználásai. – *Botanikai Közlemények* 100: 217–238.
- TAKÁCS A., NAGY T., SALAMON-ALBERT É., MOLNÁR V. A. (2015): Az év vadvirága 2014-ben: A szibériai nőszirm (*Iris sibirica* L.) – *Kitaibelia* 20(2): 268–285.

## Könyvfejezetek



- MOLNÁR V. A. & TAKÁCS A. (2011): Vertikális elterjedés. In: MOLNÁR V. A. (szerk.): *Magyarország orchideáinak atlasza*. – Kossuth Kiadó, Budapest, p. 158.
- MOLNÁR V. A., TAKÁCS A., SRAMKÓ G., HORVÁTH O., E. VOJTKÓ A., KIRÁLY G., KOVÁCS D., LOVAS-KISS Á., ÓVÁRI M., SONKOLY J., SÜLYÖK J., WIRTH T. (2011): A Magyarországi Orchideák Herbáriumi Adatbázisa. In: MOLNÁR V. A. (szerk.): *Magyarország orchideáinak atlasza*. – Kossuth Kiadó, Budapest, pp. 171–182.

## Ismeretterjesztő cikkek

- MOLNÁR V. A. & TAKÁCS A. (2016): Az Év vadvirága 2016-ban. A közönségkedvenc kockásliliom. – *Élet és Tudomány* 71: 464–466.
- MOLNÁR V. A., SONKOLY J., TAKÁCS A. (2015): Meddig életképesek a magvak? Növények Csipkerózsika-álma. – *Élet és Tudomány* 70: 1222–1224.
- MOLNÁR V. A., TAKÁCS A., SRAMKÓ G. (2013): Új orchideafaj Magyarországról. Mutasd a pettyeidet! – *Élet és Tudomány* 68: 336–338.
- TAKÁCS A. & MOLNÁR V. A. (2013): Az Év vadvirága, a nyári tőzike. Verseny az ártéri élőhelyekért. – *Élet és Tudomány* 68: 745–747.
- TAKÁCS A., NAGY T., MOLNÁR V. A. (2016): Herbáriumok: porosodó szénakazlak, vagy információs aranybányák? – *Interpress Magazin* 36(1): 32–38.

## Az értekezés témájához nem kapcsolódó közlemények

Impakt faktoros közlemények ( $\Sigma$ IF: 1,895)

	Folyóirat szakterülete, helyzete	IF
LOVAS-KISS A., SONKOLY J., VINCZE O., GREEN A. J., <u>TAKÁCS A.</u> , MOLNÁR V. A. (2015): Strong potential for endozoochory by waterfowl in a rare, ephemeral wetland plant species ( <i>Astragalus contortuplicatus</i> , Fabaceae). – <i>Acta Societatis Botanicorum Poloniae</i> 84(3): 321–326.	Plant Science 237/376 	1,213
<u>TAKÁCS A.</u> , NAGY T., MOLNÁR V. A. (2014): <i>Epipactis muelleri</i> Godfery. p. 296. In: RAAB-STRAUBE E. von & RAUS Th. (ed.): Euro+Med-Checklist Notulae, 3 – <i>Willdenowia</i> 44: 287–299.	Ecology, Evolution, Behavior and Systematics 337/525 Plant Science 194/376 	0,721

## Nem impakt faktoros közlemények

- CSÁBI M., CSIRMAZ K., GREGORITS J., HASZONITS GY., HERNÁDI L., KITICSICS A., LUKÁCS R., MAKÁDI S., MARTON J., MOLNÁR V. A., NAGY T., PÁNCZÉL M., RAKSÁNYI ZS., RESZLER G., TAKÁCS A. (2015): Kiegészítések a Magyarország orchideáinak atlasza elterjedési adataihoz. – *Kitaibelia* 20(1): 170–172.
- LJUBKA T., LOVAS-KISS Á., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A. (2014): *Epipactis albensis* Nováková et Rydlo (Orchidaceae) in Ukraine – new data on occurrence and ecology. – *Acta Botanica Hungarica* 56(3–4): 399–408.
- NAGY T. & TAKÁCS A. (2014): A *Cardaminopsis petraea* (L.) Hiit. különös termőhelyi előfordulása Gyenesdiáson. – *Kitaibelia* 19(1): 174–175.
- TAKÁCS A. & LÖKI V. (2015): Néhány adat Debrecen urbán-flórájához. – *Kitaibelia* 20(1): 168–170.
- TAKÁCS A. & ZSÓLYOMI T. (2010): Adatok a Taktaköz flórájának ismeretéhez. – *Kitaibelia* 15(1–2): 25–34.
- TAKÁCS A. (2014): 130 éve született Hulják János. – *Kitaibelia* 19(1): 5–10.
- TAKÁCS A., NAGY T., MOLNÁR V. A. (2014): Három szórványos előfordulású, behurcolt pázsítfűfaj [*Dasyphyrum villosum* (L.) Borbás, *Eleusine indica* (L.) Gaertn. és *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth.] új adatai a Dél-Dunántúlról. – *Kitaibelia* 19(1): 176.
- TAKÁCS A., SCHMOTZER A., SULYOK J. (2013): Florisztikai adatok a Sajó-Hernád-sík területéről. – *Kitaibelia* 18(1–2): 73–88.
- TÖRÖK P., MIGLÉCZ T., VALKÓ O., TÓTH K., KELEMEN A., ALBERT Á., MATUS G., MOLNÁR V. A., RUPRECHT E., PAPP L., DEÁK B., HORVÁTH O., TAKÁCS A., HÜSE B., TÓTHMÉRÉSZ B. (2013): New thousand-seed weight records of the Pannonian flora and their application in analysing Social Behaviour Types. – *Acta Botanica Hungarica* 55(3–4): 429–472.
- TÖRÖK P., TÓTH E., TÓTH K., VALKÓ O., DEÁK B., KELBERT B., BÁLINT P., RADÓCZ SZ., KELEMEN A., SONKOLY J., MIGLÉCZ T., MATUS G., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A., SÜVEGES K., PAPP L., PAPP L. JR., TÓTH Z., BAKTAY B., MÁLNÁSI CSIZMADIA G., OLÁH I., PETI E., SCHELLENBERGER J., SZALKOVSZKI O., KISS R., TÓTHMÉRÉSZ B. (2016): New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian Flora. – *Acta Botanica Hungarica* 58(1–2): 187–198.

## Ismeretterjesztő cikkek

- MOLNÁR V. A. & TAKÁCS A. (2014): Az Év vadvirága 2014-ben. Kutyaharapást nőszirmmal. – *Élet és Tudomány* 69(21): 656–658.
- MOLNÁR V. A. & TAKÁCS A. (2016): Megporzási válság. A pollináció mint természeti szolgáltatás. – *Természet Világa* 147(7): 303–305.
- NAGY T. & TAKÁCS A. (2015): Ligeti csillagvirág. – *Élet és Tudomány* 70: 543–544.
- TAKÁCS A. & MOLNÁR V. A. (2015): Istenek, szent királyok, lovagok füvei. Az év vadvirágai 2015 – a fehér szegfüvek. – *Élet és Tudomány* 70: 1030–1032.

## Könyvfejezetek

- MOLNÁR V. A., LOVAS-KISS Á., TAKÁCS A., ÓVÁRI M., E. VOJTKÓ A., SÜLYOK J. (2011): Az orchideák és a talaj kémhatása. In: MOLNÁR V. A. (szerk.): *Magyarország orchideáinak atlasza*. – Kossuth Kiadó, Budapest, pp. 158–161.
- SCHMOTZER A. & TAKÁCS A. (2014): Janka-tarsóka (*Thlaspi jankae* Kerner 1867). In: HARASZTHY L. (szerk.): *Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon*. – Pro Vértes Közalapítvány, Csákvár, pp. 55–57.

## Az értekezés témájához kapcsolódó konferencia előadások

- TAKÁCS A. & SCHMIDT D.: Polgár Sándor herbárium. Áttekintés a tudós-tanár születésének 140. évfordulója alkalmából. *Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1472. szakülés*, Budapest, 2016. március 21.
- MOLNÁR V. A., SONKOLY J., LOVAS-KISS Á., FEKETE R., TAKÁCS A., SOMLYAY L., TÖRÖK P.: A magok hosszú távú túlélése: a veszélyeztetett tekert csüdfű (*Astragalus contortuplicatus*) magjai 131 évnyi herbáriumi tárolás után is csíráztak. – *XI. Aktuális flóra- és vegetációkutató a Kárpát-medencében*, Budapest, 2016. február 12–14.
- NAGY T., TAKÁCS A., BÓDIS J.: A keszthelyi Balatoni Múzeum Herbárium. – *Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1469. szakülés*, Budapest, 2015. október 26.
- TAKÁCS A., LOVAS-KISS Á., LJUBKA T., LISZTES-SZABÓ ZS., MOLNÁR V. A.: A Debreceni Egyetem Herbáriumának digitalizálása és adatfeltárása. – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutató a Kárpát-mendencében X.*, Sopron, 2014. március 07–09.
- LÖKI V., TÖKÖLYI J., SCHMIDT J., TAKÁCS A., SRAMKÓ G., MOLNÁR V. A.: Változott a magyarországi orchideák szaporodási sikere az elmúlt száz évben? – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutató a Kárpát-mendencében X.*, Sopron, 2014. március 07–09.
- LOVAS-KISS Á., SONKOLY J., FEKETE R., TAKÁCS A., TÖRÖK P., SOMLYAY L., MOLNÁR V. A.: A tekert csüdfű (*Astragalus contortuplicatus* L.) évszázados magvainak csíráképessége. – *III. Növénybiológiai Workshop*, Debrecen, 2014. november 07.
- TAKÁCS A., ZSÓLYOMI T., TÖKÖLYI J., SRAMKÓ G.: A *Galatella* × *subvillosa* Tzvelev Magyarországon: morfológiai és molekuláris bizonyítékok. – *II. Növénybiológiai Workshop*, Debrecen, 2013. november 07.
- TAKÁCS A., LISZTES-SZABÓ ZS., LOVAS-KISS Á., LÖKI V., MOLNÁR V. A.: A Debreceni Egyetem Herbáriumának digitális adatbázisa – előzetes eredmények. – *Növénybiológiai Workshop Haraszty Árpád emlékére*, Debrecen, 2012. október 30.

- TAKÁCS A., LUKÁCS B. A., MOLNÁR V. A.: Egy efemer makrofiton, az *Elatine hungarica* (Elatinaceae) ökológiája. – *LIV. Hidrobiológus Napok*, Tihany, 2012. október 3–5.
- SRAMKÓ G., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A.: Él-e tölcseres laposkorpafű – *Diphasiastrum tristachyum* (Pursh) Holub – Magyarországon? – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-mendencében IX.*, Gödöllő, 2012. február 24–26.
- TAKÁCS A., SONKOLY J., MOLNÁR V. A.: Orchideák virágzásfenológiai viszonyai és vertikális elterjedése Magyarországon – herbáriumi adatok alapján. – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-mendencében IX.*, Gödöllő, 2012. február 24–26.

## Az értekezés témájához nem kapcsolódó konferencia előadások

- FEKETE R., NAGY T., BIRÓ É., BÓDIS J., TAKÁCS A., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A.: Útszegélyek, mint orchidea élőhelyek. – *XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében*, Budapest, 2016. február 12–14.
- LÖKI V., SCHMOTZER A., SÜVEGES K., NAGY T., TAKÁCS A., KOSCSÓ J., FEKETE R., MAGOS G., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A.: A Kárpát-medence temetőinek növénytani öröksége. – *XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében*, Budapest, 2016. február 12–14.
- TAKÁCS A., MÁTÉ A., MOLNÁR A., LÖKI V., NAGY T., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A.: A csipkés gyöngyvessző (*Spiraea crenata*) előfordulása temetőkben. – *XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében*, Budapest, 2016. február 12–14.
- LÖKI V., TÖKÖLYI J., SÜVEGES K., LOVAS-KISS Á., TAKÁCS A., SRAMKÓ G., HÜRKAN K. – NAGY T., BIRÓ É., FEKETE R., LJUBKA T., MOLNÁR V. A.: Törökországi temetők, mint veszélyeztetett orchideák élőhelyei. – *10. Magyar Ökológus Kongresszus*, Veszprém, 2015. augusztus 12–14.
- SÜVEGES K., TAKÁCS A., LOVAS-KISS Á., NAGY T., LJUBKA T., LÖKI V., MOLNÁR V. A.: Az *Epipactis tallosii* veszélyeztetettségi státuszának felülvizsgálata. – *III. Növénybiológiai Workshop*, Debrecen, 2014. november 07.
- LÖKI V., LOVAS-KISS Á., SÜVEGES K., FEKETE R., TAKÁCS A., BIRÓ É., NAGY T., HÜRKAN K., LJUBKA T., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A.: Törökországi temetők, mint veszélyeztetett orchideák élőhelyei. – *III. Növénybiológiai Workshop*, Debrecen, 2014. november 07.
- LJUBKA T., TAKÁCS A., TÓTH J. P., MOLNÁR V. A.: Két *Epipactis* faj elterjedésének modellezése a Kárpát-medence térségében. – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-mendencében X.*, Sopron, 2014. március 07–09.
- BIRÓ É., BÓDIS J., NAGY T., TAKÁCS A., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A.: Sallangvirág fajok szaporodási sikere. – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-mendencében X.*, Sopron, 2014. március 07–09.
- MOLNÁR V. A., LÖKI V., LOVAS-KISS Á., SÜVEGES K., LJUBKA T., SRAMKÓ G., LUKÁCS B. A., VINCZE O., TAKÁCS A.: Nyár (*Populus*) ültetvények mint orchidea élőhelyek a Kárpát-medencében. – *Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-mendencében X.*, Sopron, 2014. március 07–09.
- SONKOLY J., E. VOJTKÓ A., TAKÁCS A., HORVÁTH O. ÉS MOLNÁR V. A.: Botanikai gyűjtőút az Ibériai-félszigeten, Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1459. szakülés, Budapest, 2013. december 9.
- BIRÓ É., BÓDIS J., NAGY T., TAKÁCS A., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A.: A méret a lényeg? Sallangvirágok reprodukzív sikerét befolyásoló tényezők. – *II. Növénybiológiai Workshop*, Debrecen, 2013. november 07.

- TAKÁCS A., LOVAS-KISS Á., LÖKI V., LUKÁCS B. A., MIZSEI E., MOLNÁR V. A.: Botanikai gyűjtőút Szicíliaiban és Szardínián (2012. április-május). – *Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1454. szakülés*, Budapest, 2012. december 3.
- TAKÁCS A., LOVAS-KISS Á., SONKOLY J., MOLNÁR V. A.: A magyarországi orchideák talajreakciója. – *Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1453. szakülés*, Budapest, 2012. november 19.
- LÖKI V., LOVAS-KISS Á., MIZSEI E., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A.: Az európai közösségi jelentőségű *Elatine gussonei* előfordulása Szicíliaiban. – *Növénybiológiai Workshop Haraszty Árpád emlékére*, Debrecen, 2012. október 30.
- LJUBKA T., LOVAS-KISS Á., TAKÁCS A., MOLNÁR V. A.: Az *Epipactis tallosii* és az *E. albensis* előfordulása Ukrajna és Románia területén. – *Növénybiológiai Workshop Haraszty Árpád emlékére*, Debrecen, 2012. október 30.
- LOVAS-KISS Á., MIZSEI E., TAKÁCS A., HORVÁTH O., MOLNÁR V. A.: Adatok az *Anacamptis (Orchis) elegans* szaporodásbiológiájához. – *Növénybiológiai Workshop Haraszty Árpád emlékére*, Debrecen, 2012. október 30.
- HORVÁTH O., TAKÁCS A., TÓTH J. P., MOLNÁR V. A.: Amfibikus *Elatine*-fajok összehasonlító alaktani vizsgálata. – *LIV. Hidrobiológus Napok*, Tihany, 2012. október 3–5.
- TAKÁCS A., LOVAS-KISS Á., SONKOLY J.: Hazai kosborfélék talajreakciója. – *Nemzetközi Tehetséggondozási-, Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia*, Szolnok, 2012. szeptember 28–29.
- LOVAS-KISS Á. & TAKÁCS A.: Endozoochoria lehetősége vízparti növényfajoknál. – *Nemzetközi Tehetséggondozási-, Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia*, Szolnok, 2012. szeptember 28–29
- TAKÁCS A. & MATUS G.: A zempléni Gyertyán-kúti-rétek csengettyűvirág állományának elterjedése, demográfiai és vitalitási alapfelmérése. – *Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1446. szakülés*, Budapest, 2011. november 14.
- TAKÁCS A.: Adatok a Taktaköz flórájának ismeretéhez. – *Magyar Biológiai Társaság, Botanikai Szakosztály, 1442. szakülés*, Budapest, 2010. december 6.

## Fontosabb tudományos mutatók

Nemzetközi, referált folyóiratokban megjelent cikkek száma: 7

Kumulatív IF: 9,724

Angol nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent cikkek száma: 3

Magyar nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent cikkek száma: 14

ResearchGate score: 13.50 (is higher than 52.5% of ResearchGate members')

Idézetek száma

- ResearchGate: 55
- Google Scholar: 38
- Web of Science: 12
- MTMT: 82

H-index

- Researchgate: 4
- Google Scholar: 3

## Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt köszönetemet fejezem ki témavezetőmnek, Molnár V. Attilának, az utóbbi tíz év során nyújtott rendkívül sokrétű támogatásáért.

Kiemelten hálás vagyok Sramkó Gábornak, Tökölyi Jácintnak, és a dolgozatban bemutatott esettanulmányok alapjául szolgáló publikációk további társszerzőinek: Balázs Boglárkának, Richard M. Bateman-nek, Bódis Juditnak, Deli Tamásnak, E. Vojtkó Annának, Pavol Eliáš-nak, Fekete Rékának, Horváth Orsolyának, Jakab Gusztávnak, Király Gergelynek, Carel A. J. Kreutz-nak, Lisztes-Szabó Zsuzsának, Ljubka Tibornak, Lovas-Kiss Ádámnak, Löki Viktornak, Lukács Balázs Andrásnak, Mesterházy Attilának (Celldömölk), Nagy Timeának, Óvári Miklósnak, Ranko Perić-nek, Schmidt Júliának, Schmotzer Andrásnak, Alexander N. Sennikov-nak, Somlyay Lajosnak, Sonkoly Juditnak, Süveges Kristófnak és Vojtkó Andrásnak.

Köszönettel tartozom a Debreceni Egyetem Növényteni Tanszéke vezetőinek, Borbély Györgynek, Mészáros Ilonának és Vasas Gábornak munkám mindenkorai támogatásáért és infrastruktúrális feltételeinek biztosításáért. Hálás vagyok a Tanszék minden munkatársának, különösen a Növényrendszertani, florisztikai és ökológiai kutatócsoport tagjainak az inspiráló légkör mellett a remek hangulatú háttér megteremtéséért.

Köszönöm a feldolgozott herbáriumok (BCS, BP, BPU, CL, CORV, CSAU, DE, DMD, DRK, EGR, G, H, JPU, KFM, LE, MM, NYME, PECS, SAMU, SMMI, SZE, SZIE, W, YALT, ZIRC) kurátorainak, hogy a gyűjtemények vizsgálatát lehetővé tették.

Terepmunkában és herbáriumi munkában, valamint szakmai tanácsokkal segített Balogh Lajos, Barina Zoltán, Barta Zoltán, Bauer Norbert, Biró Éva, Kovács Dániel, Laczkó Levente, Lőkös László, Matus Gábor, Molnár Zsolt, Nagy Miklós, Pifkó Dániel, Schmidt Dávid, Sulyok József, Szarvas Vera, Török Péter, Varga Zoltán, Végvári Zsolt, Wirth Tamás, Zsólyomi Tamás, akiknek szintén nagyon hálás vagyok.

Munkámat a Nemzeti Kiválóság Program Eötvös Loránd Hallgatói Ösztöndíja (A2-ELMH-12-0066), a Nemzeti Tehetség Program Egyedi fejlesztést biztosító ösztöndíja (NTP-EFÖ-P-15) továbbá az OTKA K108992 és TÁMOP-4.2.2.B-15/1/KONV-2015-0001 pályázatok támogatták.