

***A Linaria biebersteinii* Bess. és a *L. angustissima* (Lois.) Borbás részleges földrajzi és virágzásfenológiai elkülönülése a Kárpát-medencében**

LENDVAI Gábor

7000 Sárbogárd, Tompa M. u. 38/C.; gaborlendvai@hotmail.com

Elfogadva: 2021. október 29.

Kulcsszavak: hibridizáció, morfológiai variáció, reprodukzív izoláció, szimpatikus elterjedés, sztyep.

Összefoglalás: E dolgozatban a *Linaria* szekcióba tartozó *Linaria biebersteinii* és *L. angustissima* kárpát-medencei elterjedését és virágzásfenológiáját elemeztem a Magyar Természettudományi Múzeum herbáriuma, valamint saját megfigyeléseim alapján. Arra kerestem választ, hogy van-e köztük különbség a fentiek tekintetében, és fennáll-e kereszteződésük lehetősége a Kárpát-medencében.

A két faj kárpát-medencei előfordulási helyeit ellenőrzött herbáriumi példányok lelőhelyadatai és saját terepi megfigyeléseim és gyűjtéseim alapján tájegységenként részleteztem, illetve térképen összegeztem. Virágzásfenológiájuk meghatározását kizárólag herbáriumi példánnyal dokumentált adatok alapján végeztem, a gyűjtési időpont és a begyűjtött példányok fenológiai állapota szerint, úgy, hogy az azonos időpontban és azonos helyen gyűjtött példányok közül csak egyet vettem figyelembe. A virágzási valószínűségeket a gyűjtési időpontok alapján egy egyszerű statisztikai modell segítségével becsültem.

Az eredmények szerint a két faj elterjedése és virágzásának ideje jelentősen, de nem teljesen különbözik. A *L. biebersteinii* előfordulása csak az erdélyi Mezőségre és a Nagyalföldre korlátozódik, míg a *L. angustissima* elsősorban a Kárpátok előhegyein és alacsonyabb régióiban fordul elő. Elterjedési területük a Nagyalföld egyes részein és a Mezőség nyugati szélén azonban részlegesen átfed, így földrajzi izolációjuk nem teljes. A *L. angustissima* virágzási idejének kezdete és csúcsa 4–5 héttel megelőzi a *L. biebersteinii*-ét, de csúcsvirágzását követően virágzásuk átfedése nagymértékű. Ezek alapján a két faj közti hibridizáció lehetősége a Kárpát-medencén belül nem zárható ki.

Bevezetés

A *Linaria vulgaris* alakkörén belül hagyományosan három alakot különböztetnek meg faji rangon a hazai szakirodalomban (JÁVORKA 1924–25, JÁVORKA és SOÓ 1951, SOÓ 1968, SIMON 1992, 2000, KIRÁLY 2009). Ezek a *L. vulgaris* Mill., a *L. angustissima* (Lois.) Borb., valamint az itthon jelenleg *L. biebersteinii* subsp. *strictissima* (Schur) Soó névvel illetett taxon (lásd SIMON 1992, 2000, BARTHA és KIRÁLY 2015). Míg azonban a *L. vulgaris* és *L. angustissima* taxonómiai megítélése lényegében egyértelmű és stabil, a *L. biebersteinii* subsp. *strictissima*-ról ugyanez nem mondható el. E taxon rendszertani értékelése jelentősen változott

az idők folyamán (BORBÁS 1902, SOÓ 1949, 1964, 1970, KUPRIANOVA 1955, GHIŞA 1960, VALDÉS 1970, CHATER et al. 1972, IVANINA 1981, SUTTON 1988), ráadásul a később leírt, majd idesorolt taxonok megítélése is változatos. Vannak köztük önálló fajokként leírt alakok (JANKA 1880, BŁOŃSKI 1895), feltételezett hibridek (ASCHERSON 1865, SIMKOVICS 1878, BORBÁS 1879, NYÁRÁDY 1942), és a *L. angustissima* egy alakjaként leírt taxon (SCHUR 1866) is. A *L. beibersteinii* subsp. *strictissima* máig bizonytalan megítélését jól jelzi, hogy különböző szerzők még újabban is ellentétes véleményre jutottak rendszertani hovatartozását és taxonómiai státuszát illetően (VALDÉS 1970, IVANINA 1981, SUTTON 1988).

Máig tisztázatlan rendszertani lehatárolása miatt e taxon elkülönítése a hozzá számos tekintetben hasonló *L. angustissima*-tól hazai viszonyok között kifejezetten bizonytalan, és a rendelkezésre álló, de nem kielégítő részletességű határozókulcsok alapján tapasztalataim szerint esetenként nem is lehetséges. Megbízható elválasztásukat tovább nehezíti a taxonokon belüli morfológiai variabilitás, illetve morfológiai tekintetben átmeneti alakok előfordulása. Ez utóbbi jelenség kézenfekvő magyarázata lehet a két taxon közti reprodukív izoláció teljes vagy részleges hiánya miatt bekövetkező kereszteződés (esetleg introgresszív hibridizáció). E lehetőséget ez idáig azonban senki nem vetette föl és nem is vizsgálta annak ellenére, hogy az idesorolt taxonok egy részét éppen interspecifikus hibrideknek tekintették (ASCHERSON 1865, SIMKOVICS 1878, BORBÁS 1879, NYÁRÁDY 1942).

Az alakkörön belüli rendszertani viszonyok tisztázása érdekében az elmúlt években részletes vizsgálatot folytattam a Magyar Természettudományi Múzeum herbáriumában (BP) az idetartozó taxonok anyagán, valamint terepi körülmények között a Kárpát-medence különböző részein, élő anyagon. Ennek eredményeként vált bizonyossá, hogy a Kárpát-medencében a *L. beibersteinii* Besser töalakja is előfordul. A munka melléktermékeként összegyűlt nagyszámú előfordulási adat, valamint a megfigyelési és gyűjtési időpontok lehetőséget adtak arra, hogy a két faj tér- és időbeli izolációjának mértékét és ennek alapján hibridizációjuk lehetőségét is vizsgáljam.

Az alábbiakban e munka eredményeként a két faj jelenleg ismert kárpát-medencei elterjedését és virágzásfenológiai viszonyát ismertetem saját terepi és herbáriumi adatok alapján. A céloom egyfelől a két taxon elterjedésének minden eddiginél pontosabb meghatározása, másfelől egymáshoz viszonyított fenológiai eloszlásgörbéjének becslése volt. Ezek segítségével arra a kérdésre kerestem választ, hogy kárpát-medencei viszonylatban kimutatható-e lényegi különbség közöttük elterjedésükben és fenológiájukban, így van-e tényleges lehetőség hibridizációjukra.

Anyag és módszer

A *L. biebersteinii* és a *L. angustissima* a nemzetség *Linaria* szekciójában egy jól körülhatárolt alakkör, a *L. vulgaris* fajcsoport tagjai (v.ö. CHATER et al. 1972). Morfológiai tekintetben sok szempontból hasonlóak, de diagnosztikus jellegeik viszonylag stabilak és jelentősen eltérők, így elkülönítésük elterjedési területük legnagyobb részén nem okoz nehézséget. Ez alól kivételt képez a Kárpát-medence, ahol már a XIX. század közepétől kezdve, különböző neveken és taxonómiai rangon, átmeneti jellegű alakok sorát írták le (lásd SUTTON 1988). A helyzetet bonyolítja, hogy a *L. biebersteinii* rendszertani lehatárolásának kérdésében sincs egységes álláspont. Az orosz-ukrán botanikusok többsége a *L. biebersteinii*-t és a *L. ruthenica* Błoński-t két külön fajként kezeli (KUPRIANOVA 1955, Plantarium 2020). Ezzel szemben mások (pl. VALDÉS 1970) a *L. ruthenica*-t a *L. biebersteinii* alá vonják, vagy legföljebb mint alfajt különböztetik meg (IVANINA 1981). Munkámban, a terepi és herbáriumi példányok meghatározása során a nemzetközi szakirodalomban (KUPRIANOVA 1955, VALDÉS 1970, CHATER et al. 1972, SUTTON 1988) tárgyalt jellegeket vettem figyelembe, de elfogadtam BESSER (1822) és VALDÉS (1970) véleményét, akik szerint a szár és a levelek szőrözöttségének mértéke, valamint a levelek szélessége tág határok között változik még egyazon populáción belül is, így ezeket nem tekintettem a *L. biebersteinii* diagnosztikus jellegének. Ilyenformán az orosz botanikusok *L. ruthenica* taxonját (lásd KUPRIANOVA 1955) nem választottam el a *L. biebersteinii*-től.

A két faj földrajzi elterjedési területe irodalmi és herbáriumi adatok alapján lényegesen eltérő. A fenti értelmezés szerinti *L. biebersteinii* az Altajtól a dél-orosz és ukrán sztyepekig húzódó sztyepzónát magában foglalva egészen a Fekete-tenger nyugati partvidékéig előfordul (BIEBERSTEIN 1819, BESSER 1822, IVANINA 1981), de elhatol délkelet Lengyelorszáig (Podólia, WOJEWODA 1963) és legnyugatabbra a Kárpát-medencéig (VALDÉS 1970). Ezzel szemben a *L. angustissima* Európa déli felének hegyvidékein, a Pireneusok keleti részén és különösen az Alpok déli, hegylábi vidékein (Piemont) és völgyeiben elterjedt közép- és dél-európai faj szubmediterrán jelleggel, amely északra egészen Svájcig (VALDÉS 1970, SUTTON 1988), keletre pedig a Kárpátokon túl Olténia és Munténia hegylábi vidékéig (GHIŞA 1960) és Bulgáriáig (SZTOJANOV és SZTEFANOV 1948) megtalálható. Dél felé a Balkán-félsziget hegyvidékein át észak-Albániáig terjed (JOSIFOVIĆ 1974, SUTTON 1988), de megjelenik a Velebit tengerparti lejtőin is (saját megfigyelés). Elterjedésének északkeleti határát a Kárpát-medencében éri el, ahol elsősorban az alacsonyabb hegy- és dombvidékek száraz lejtőin és völgyeiben él (DOSTÁL 1950, SOÓ 1968, FERÁKOVÁ 1999).

A két faj térbeli (földrajzi) izolációjának mértékét a Kárpát-medencén belüli lelőhelyadataik, időbeli izolációjuk mértékét pedig a megfigyelések és gyűjtések időpontjai, valamint a példányok fenológiai állapota alapján becsültem. A taxonómiai tévedések lehetőségének csökkentése érdekében a két faj előfordulási adatait csak saját megfigyeléseim és gyűjtéseim, továbbá revideált herbáriumi példányok adatai alapján állítottam össze. A szakirodalomban megjelent, de bizonyító példánnyal nem dokumentált lelőhelyeket a fentebb vázolt határozási bizonytalanságok miatt nem vettem figyelembe. A lelőhelyeket tájegységekre lebontva közlöm. Azon belül először személyes (zömében herbáriumi anyaggal alátámasztott) megfigyeléseimet, majd a Magyar Természettudományi Múzeum herbáriumában található és ellenőrzött példányok (herb.) lelőhelyeit adom meg. Utóbbiaknál a gyűjtő nevét és a herbáriumi lap leltári számát zárójelben tüntetem föl. Abban az esetben, amikor egy lapon több és esetenként eltérő taxonhoz tartozó példány található, a hivatkozott példány helyét is megjelöltem. Az adatok alapján elterjedési térképet szerkesztettem, amihez kizárólag a revideált herbáriumi adatokat és saját terepi megfigyeléseimet használtam fel.

A virágzásfenológiai különbségeket saját terepi megfigyeléseim, továbbá a herbáriumi lapokon feltüntetett gyűjtési időpontok alapján jellemeztem. A fenológiai eloszlásgörbék egy saját fejlesztésű egyszerű statisztikai modell segítségével becsültem. A becsléshez, és ekként az eloszlásgörbék szerkesztéséhez azonban csak (részben saját) herbáriumi – vagyis dokumentált – adatokat használtam fel.

A fenológiai eloszlásgörbe lényegében a virágzás valószínűségének sűrűségfüggvénye: annak valószínűségét adja meg, hogy az adott faj egy véletlenül kiválasztott egyede egy adott időszakban virágzó állapotban található. Így

$$P_i(t) = F_i(t)/N_i,$$

ahol $P_i(t)$ az i -edik faj virágzásának valószínűsége a t időintervallumban, $F_i(t)$ az i -edik faj virágzó egyedeinek a száma a t időintervallumban, és N_i az i -edik faj egyedeinek a száma. Megmutatható, hogy $P_i(t)$ becslése lehetséges az i -edik faj adott időintervallumra eső sikeres gyűjtési kísérleteinek (a t időintervallum során virágzó példányok begyűjtésének) száma ($c_i(t)$) és az i -edik faj teljes időszak során gyűjtött virágzó példányainak száma (C_i) alapján, és hogy ez a becslés torzítatlan, ha az időintervallumra eső gyűjtési kísérletek száma ($n(t)$) állandó:

$$p_i(t) = c_i(t)/C_i$$

ahol $p_i(t)$ a becsült virágzási valószínűség, $c_i(t)$ a t időintervallum során begyűjtött virágzó példányok száma, és C_i az i -edik faj teljes időszak során gyűjtött virágzó példányainak száma, továbbá

$$c_i(t)/C_i = \alpha \times n \times F_i(t) / (\sum_i \alpha \times n \times F_i(t)) = \\ = \alpha \times n \times P_i(t) \times N_i / (\alpha \times n \times N_i \times \sum_t P_i(t)) = P_i(t) / (\sum_t P_i(t)) = P_i(t),$$

ahol α az i -edik faj egy egyedének megtalálási valószínűsége. Ezt a változót időben állandónak tekintettem. Az is megmutatható, hogy amennyiben az egyes időintervallumok során a gyűjtési kísérletek száma változik, úgy a becslés már nem torzítatlan.

Az időintervallum hosszának egy naptári hónapot választottam, majd meghatároztam az egyes intervallumokra eső virágzó példányok számát mindkét faj esetében, és becsültem a havi virágzási valószínűségeket. Az adatok alapján megszerkesztettem az eloszlásgörbéket, ügyelve arra, hogy az azonos helyről azonos időpontban begyűjtött növények adatait csak egyszer használjam fel, és így a pszeudoreplikációt elkerüljem. A begyűjtött példányok fenológiai állapotát figyelembe véve csak azok adatait használtam föl, melyeken legalább egy teljesen kinyílt virág volt.

A becsült eloszlásgörbék alakját a mintavétel egyenletlenségei, így a mintavételek (gyűjtési események) számának időbeli eloszlása, valamint a gyűjtők viselkedése (mit gyűjtött és mit nem, célzottan vagy véletlenszerűen gyűjtött) befolyásolhatják. Ha a virágzásfenológiai eloszlás és a mintavételek gyakorisági eloszlása között nem mutatkozik szignifikáns összefüggés, úgy az eloszlások egymástól függetlennek tekinthetők, azaz a virágzásfenológiai eloszlás nem tulajdonítható a mintavétel következményének. A mintavételek számát az alakkörnek a *L. vulgaris* kivételével összes hazai taxonjára vonatkozó gyűjtési események számával becsültem. A mintavételi események számának gyakorisági eloszlását összevettem a két faj virágzásfenológiájának eloszlásával. Az eloszlások azonosságára vonatkozó statisztikai hipotézist khi-négyzet próbával, $p < 0,05$ szignifikancia szint alapján teszteltem.

Bár a virágzási idők elemzésének ez a módszere számos hibával terhelt (részben a szükséges előfeltételezések miatt), és emiatt az eloszlásgörbék önmagukban a tényleges valószínűségi eloszlásoktól eltérhetnek, az egyes időszakok tekintetében a két faj eloszlásgörbéjének egymáshoz való viszonya, helyzete és alakja valószínűleg jó közelítése a tényleges helyzetnek.

Eredmények

A *Linaria biebersteinii* Bess. tájegységekre lebontott előfordulási adatai az alábbiak:

MAROS-KÖRÖS KÖZE: Tótkomlós (kaszaperi útszéli mezsgye), Orosháza (47. út széle), Pusztaföldvár (Kistatársánc, Orosháza-Kaszaper műút mezsgyéje), Székkutas (47. út széle), Csorvás (vasútoldal, Sarkadi tanya), Hódmezővásárhely

(45. út széle), Királyhegyes-Csikópuszta (útszéli mezsgye). – *Herb.*: Bánhegyes-Medgyesegyháza (Wagner J. 543718). Bánhegyes-Medgyesbodzás (Wagner J. 543544). Magyarbánhegyes (Thaisz L. 147946).

NAGYKUNSAÉG: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Hortobágy (Filarszky N., Kümmerle J. 147717 jobb oldalon). Hortobágy: Bürök halom (Tóth A. 471718). Karcag (Kárpáti Z. 546088). Kunmadaras (Szujkó-Lacza J., Fekete G., Kovács 471742).

HAJDÚSAÉG: nem vizsgáltam. – *Herb.*: nincs adat.

BIHAR: nem vizsgáltam. – *Herb.*: nincs adat.

DUNA-TISZA KÖZE: Cegléd-Abony (44. út széle), Cegléd (Cigányszék földútjai mentén). Nyárlőrinc (nyílt tölgyes tisztásán). – *Herb.*: Abony (Moesz G. 147715, 237610).

MEZŐFÖLD: Aba (löszmélyút pereme), Adony (Nyugati-völgy), Alsószentiván (Határ-völgy), Aba-Belsőbáránd (Ebvár és környéke), Aba-Külsőkajtor (partoldal), Bölcske (Ürge-völgy), Dunaföldvár (Gyűrűs-völgy, Kanacsi-völgy, Nagyhegy, Alsó Öreg-hegy), Dunaújváros (déli magaspárt), Előszállás (Füredős), Érd (Sánc-hegy), Kőszárhegy (Szár-hegy), Mezőfalva (Bolondvár), Nagykarácsony (Nagy-völgy), Nagylók (Lóki-völgy), Paks (téglagyár), Sárbogárd (Bolondvár, Bolondvári-völgy). – *Herb.*: nincs adat.

GÖDÖLLŐI-DOMBSÁG: nem találtam. – *Herb.*: Albertirsa (Schmotzer A. 653658).

BÁCSKA ÉS BÁNSÁG: Óbecsénél nem találtam. – *Herb.*: Óbecse: Szerbtemető (Boros Á. 455989). Óbecse (Kovács F. 456032, 456033). Pancsova (Simonkai L. 147724).

ERDÉLYI-MEDENCE: Kolozsvár, Aranyosgyéres-Aranyosegerbegy, Bonchida. – *Herb.*: Szénafű (Vajda L. 285784, Gulyás A. 332792, Simonkai L. 544850). Klausenburg (Barth J. 343859). Gella-koporsó (Papp J. 369741, Kárpáti Z. 395262, 456119). Morgó-hegy (Kárpáti Z. 395249). Elővölgy (Kárpáti Z. 395263, Cholnoky B. 456047, 456080).

ÉSZAKI-KÖZÉPHEGYSÉG: Mátra: a gyöngyösi Sár-hegyen nem találtam. – *Herb.*: nincs adat.

A Linaria angustissima (Lois.) Borbás tájegységenkénti előfordulási adatai:

MAROS-KÖRÖS KÖZE: nem találtam. – *Herb.*: Battonya: Száraz-ér (Thaisz L. 332736). Csorvás (Thaisz L. 147699, Borbás V. 561319 bal oldalon). Gyula (Borbás V. 561320). Orosháza (Boros Á. 456049). Tótkomlós (Károlyi Á. 292432). Új-Arad (Simonkai L. 147658).

NAGYKUNSAÉG ÉS HEVESI-SÍK: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Törökszentmiklós-Szajol (Boros Á. 456060). Pély (Boros Á. 456061).

HAJDÚSAÉG: nem vizsgáltam. – *Herb.*: nincs adata.

GÖDÖLLŐI-DOMBSÁG: Pánd, Isaszeg. – *Herb.*: Csömör: Tatár-halom (Felföldy L. 403167). Pánd (Lendvai G. 650595).

DUNA-TISZA KÖZE: nem találtam. – *Herb.*: Pusztavacs (Boros Á. 456041). Pestszentlőrinc (Thaisz L. 147697). Cinkota (Kárpáti Z. 395255, 456110).

MEZŐFÖLD: nem találtam. – *Herb.*: nincs adata.

BIHAR: nem vizsgáltam. – *Herb.*: nincs adata.

BÁCSKA ÉS BÁNSÁG: Óbecsénél nem találtam. – *Herb.*: Új-Moldova (Simonkai L. 147672).

KISALFÖLD: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Győr (Polgár S. 258896, adventív megjegyzéssel).

ERDÉLY: Tordai-hasadék. – *Herb.*: Mühlbach (Barth J. 544649). Alvinc (Barth J. 147651). Alsó Jára [jelenleg Alsójára] (Bernátsky J. 147713). Torda (Barth J. 147652). Váralja-Hátszeg (Simonkai L. 147655). Vajdahunyad (Simonkai L. 147657). Kovaszínek (Simonkai L. 147925). Tordai-hasadék (Simonkai L. 147668 bal oldalon). Déva (Simonkai L. 147654). Szucsény (Barth J. 147674). Szászváros (Jávorka S. 147676).

ÉSZAKI-KÖZÉPHEGYSÉG: Cserhát: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Naszály (Boros Á. 456058). Kosd (Boros Á. 456052).

Bükk: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Kács (Boros Á. 455991). Nagyvisnyó (Boros Á. 455993). Bélkő (Hegedüs A. 600014). Kis-Győr (Budai J. 147665). Noszvaj (Lengyel G. 332780). Kiseged (Lengyel G. 332781). Répáshuta (Boros Á. 455992). Lillafüred (Boros Á. 456036).

Mátra: Gyöngyös: Sár-hegy. – *Herb.*: Sár-hegy (Boros Á. 456031; Lendvai G. 650731). Gyöngyös (Sadler J. 147927 jobb oldalon). Nagy-Galya (Szépligeti Z. 147680). Mátraháza (Vajda L. 285787). Ágasvár (Vajda L. 285788).

Gömör–Tornai-karszt: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Szádelői-völgy (Thaisz L. 147646). Jósvafő: Tohonyabérc (Hulják F. 395260).

Eperjes–Tokaji-hegység: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Füzér (Jávorka S. 147649). Erdőbénye (Somlyay L. 638972).

DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG: Budai-hegység: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Szentendre: Pismány-hegy (Jávorka S. 147692). Csiki-hegyek (Goszleth E. 147662). Bucsina (Jávorka S. 147648). Széchenyi-hegy (Dégen Á. 303413).

Balaton-felvidék: nem vizsgáltam. – *Herb.*: bizonytalan adata van: Tihany (Károlyi Á. 292433).

Keszthelyi-hegység: nem vizsgáltam. – *Herb.*: nincs adata.

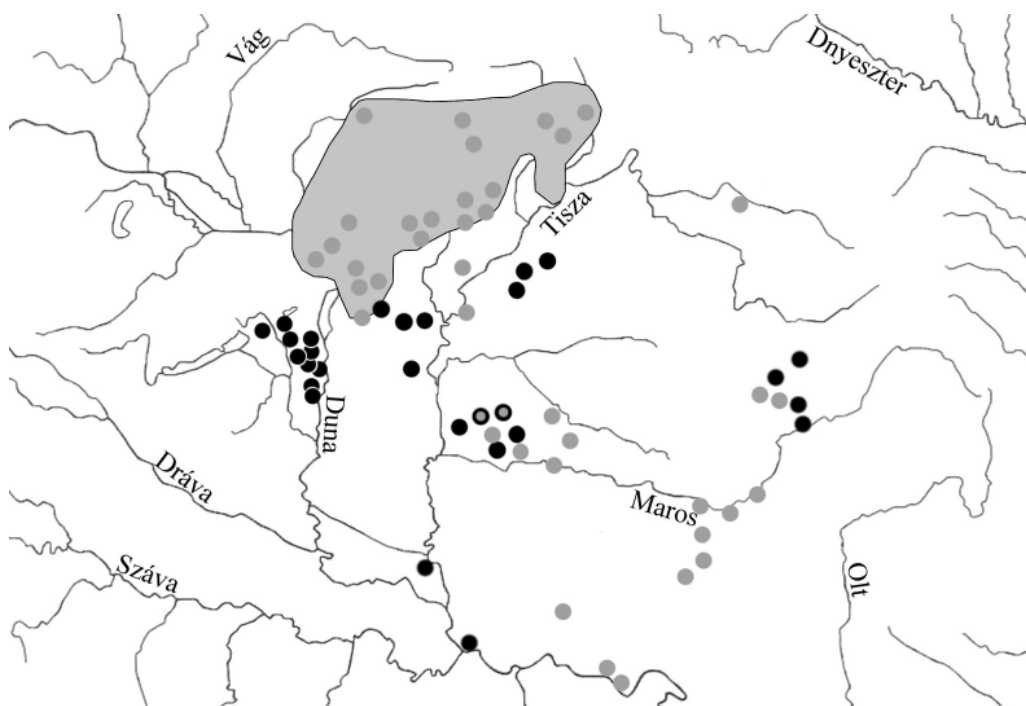
KÜLSŐ-SOMOGY ÉS TOLNAI-DOMBSÁG: nem találtam. – *Herb.*: nincs adat.

ÉSZAKI- ÉS KELETI-KÁRPÁTOK: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Máramaros [jelenleg Máramaros] (Vágner L. 147718). Pelsőcz [jelenleg Pelsőc] (Jávorka S. 147720).

ALDUNA: nem vizsgáltam. – *Herb.*: Verseci-hegyek (Bernátsky J. 147689). Treszkowatz (Bohátsch F. 147673).

A felsorolt herbáriumi és saját megfigyelési adatok alapján megrajzolt elterjedési térkép (1. ábra) jól mutatja, hogy a *L. beibersteinii* kizárólag a Kárpát-medence erdőssztyep zónájában, az Alföldön és az erdélyi Mezősége fordul elő. A *L. angustissima* ezzel szemben elsősorban az alacsonyabb hegyvidékekre, mindenekelőtt a magyar középhegységekre, a Kárpátok előhegyeire és a Maros menti hegyekre, valamint az aldunai hegyekre korlátozódik. E faj ugyanakkor megjelenik az Alföldön is, részben az Északi-középhegység déli előterében (Pest környéke, Gödöllői-dombság) Cegléd és a Hortobágy vonaláig, részben pedig a Maros-Körös között nyugatra a Tiszáig.

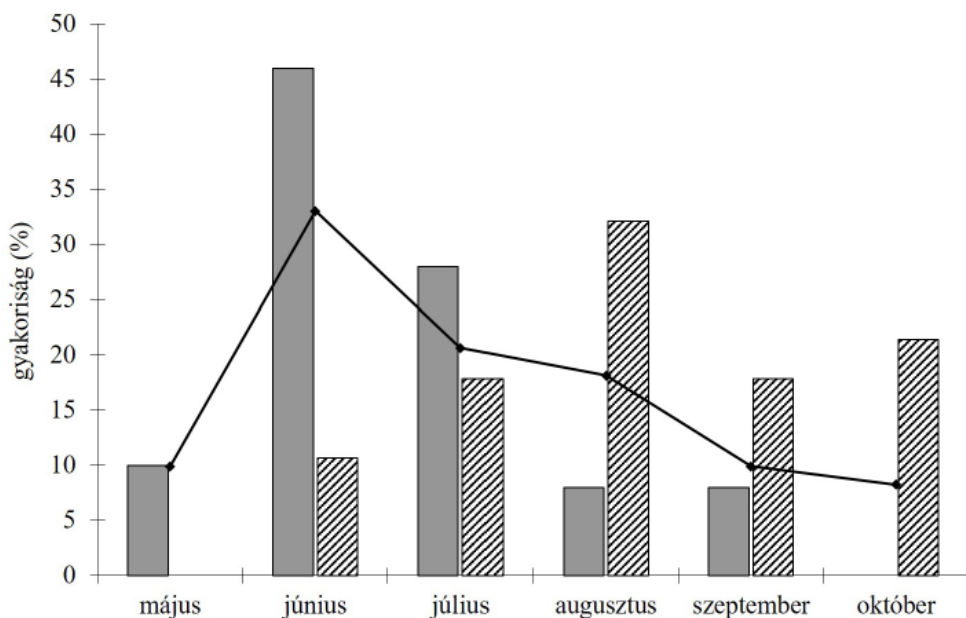
A virágzásfenológiai eloszlások meghatározásához átvizsgált revideált herbáriumi anyagban az egyértelműen azonosított 114 *L. angustissima* példány közül 50, míg a 81 *L. beibersteinii* példányból 27 felelt meg a kiválasztási feltételek-



1. ábra. A *Linaria beibersteinii* Bess. (fekete pontok) és a *L. angustissima* (Lois.) Borbás (szürke pontok és terület) előfordulási helyei a Kárpát-medencében, ellenőrzött herbáriumi adatok és saját megfigyeléseim alapján. A fekete körvonalú szürke pontok a két faj együttes előfordulását jelzik.
Fig. 1. Occurrence of *Linaria beibersteinii* Bess. (black dots) and *L. angustissima* (Lois.) Borbás (grey dots and shading) in the Carpathian Basin based on data of revised herbarium specimens and personal observations. Gray dots with a black outline indicate the co-occurrence of the two species.

nek. A gyűjtési időpontok alapján a *L. angustissima* virágzása május közepe táján kezdődik, és egészen szeptemberig elhúzódik. A virágzási időszak csúcsa júniusra esik (2. ábra). Az eloszlásgörbe jellemzően jobbra elnyújtott és a lognormális eloszlásgörbéhez hasonlít. Ezzel szemben a *L. biebersteinii* június végén, július elején kezd virágozni, s a virágzás elhúzódik egészen az októberi hidegek beálltáig (2. ábra). A csúcsidőszak augusztusban van. Az eloszlásgörbék maximumai (csúcsvirágzás) között körülbelül 5 hét eltérés van. A *L. angustissima* virágzik korábban, de virágzási idejének második fele teljes mértékben átfed a *L. biebersteinii* virágzási időszakának legnagyobb részével.

A gyűjtési események gyakorisági eloszlásának meghatározásához 121 gyűjtési adatot használtam föl. A gyűjtési események gyakorisági eloszlása a lognormális eloszlás alakjához hasonlít, maximuma júniusra esik (2. ábra). A *L. angustissima* fenológiai eloszlása hasonlít a gyűjtési események számának eloszlásához, bár ereszkedése meredekebb. A két eloszlás között gyenge össze-



2. ábra. A *L. vulgaris* allakkör taxonjait (kivéve a *L. vulgaris*) érintő gyűjtési események (mintavételek) számának ($n = 121$) százalékos gyakorisági eloszlása hónapos intervallumok alapján (folytonos vonal), valamint a *L. angustissima* (szürke oszlopok, $n = 50$) és a *L. biebersteinii* (sávazott oszlopok, $n = 28$) virágzó herbáriumi példányainak fenológiai eloszlása ugyanazon időszakokban.

A példányokat az egész Kárpát-medence területéről több évtized során gyűjtötték.

Fig. 2. Percent frequency distribution of collection events (sampling) of all taxa in the *L. vulgaris* alliance (except for *L. vulgaris*) based on monthly intervals ($n = 121$), and the distribution of percent frequency of flowering herbarium specimens of *L. angustissima* (gray bars, $n = 50$) and *L. biebersteinii* (hatched bars, $n = 28$) based on monthly intervals. The specimens were collected through several decades from all over the Carpathian Basin.

függés mutatkozik (khi-négyzet próba, $df = 5$, $p = 0,051$). Ezzel szemben a *L. biebersteinii* fenológiai eloszlása nem áll összefüggésben a gyűjtési események számának eloszlásával (khi-négyzet próba, $df = 5$, $p = 0,008$).

Megvitatás

A *Linaria biebersteinii* kárpát-medencei elterjedése egészen mostanáig nem tisztázott. Ennek legfőbb oka a taxonómiai bizonytalanságban, és az alakkörhöz tartozó taxonok nem kielégítő részletességű lehatárolásában keresendő. Az elmúlt évszázad során viszonylag nagy számban jelentek meg előfordulási adatok (PÉTERFI 1918, SOÓ 1937, SOÓ és MÁTHÉ 1938, TATÁR 1939, SOÓ 1949, ZÓLYOMI és JANKÓ 1962, MOLNÁR 1992, LENDVAI és HORVÁTH 1994, MOLNÁR 1997, SCHMOTZER és VIDRA 1998, TÓTH és JAKAB 2003, JAKAB 2005, LENDVAI és HORVÁTH 2010, VOIGT és SOMAY 2013), amelyek túlnyomó része a SOÓ (1937, 1949, 1964, 1970) által felállított taxonokra vonatkozik, de valószínű, hogy egy részük a *L. biebersteinii*, más részük pedig a *L. angustissima* adatait is tartalmazza. Az adatok keveredése nagy valószínűséggel érvényes SOÓ (1968) összefoglaló munkájára és a hazai határozókban megjelent általános leírásokra (JÁVORKA és SOÓ 1951, SIMON 1992, 2000, KIRÁLY 2009), valamint az eddig közölt három elterjedési térképre is (TATÁR 1939, FARKAS 1999, BARTHA és KIRÁLY 2015).

A *L. angustissima* kárpát-medencei elterjedése még kevésbé ismert. Összefoglaló jellegű munka egy kivétellel (SOÓ 1968) máig nem jelent meg a fajról. A határozókban (JÁVORKA 1924-25, JÁVORKA és SOÓ 1951, SIMON 1992, 2000, KIRÁLY 2009) megjelent elterjedési adatok túlságosan általánosak és így nem használhatóak. A Magyar Természettudományi Múzeum herbáriumában nagyszámú lap tanúskodik a faj középhegységi jelenlétéről egészen a legutóbbi időkig, de az alföldi területeken, ahol korábbi elterjedése sem volt kellő mértékben ismert, jelenlegi státusza lényegében ismeretlen. A fentebb vázolt taxonómiai problémák miatt a szakirodalomban megjelent alföldi adatainak (legutóbb VOIGT és SOMAY 2013) megbízhatósága is megkérdőjelezhető.

Az itt közölt adatok alapján a *Linaria angustissima* és a *L. biebersteinii* kárpát-medencei elterjedése között jelentős különbség mutatkozik, de az adatok arra is utalnak, hogy földrajzi elkülönülésük nem teljes. Az Alföld egyes területein populációik közvetlen fizikai kapcsolatba kerülhetnek egymással, ami lehetőséget teremt a két faj közti génáramlásra és a hibridképződésre. Az elterjedési adatok tételes felsorolásából azonban az is kirajzolódik, hogy az egyes tájegységekre vonatkozóan az adatok igen egyenetlenül oszlanak meg. Ez rámutat arra, hogy melyek azok a területek és országrészek, amelyek további ellenőrzése feltétlenül szükséges a két faj elterjedésének pontosabb meghatározásához.

A két faj szakirodalomban (FARKAS 1999, BARTHA és KIRÁLY 2015) eddig megjelent és az itt megrajzolt hazai elterjedési képe között jelentős eltérés mutatkozik. A fő különbség az itt közöltekhez képest a *L. biebersteinii* esetében a hiányok nagyobb számából, illetve a *L. angustissima* esetében az alföldi lelőhelyadatok bőségből származik. A *L. biebersteinii* elterjedésében mutatkozó hiányok az idesorolt taxonok tisztázatlan rendszertani viszonyai és az azonosításhoz szükséges pontos leírások és határozókulcsok hiánya miatt érthetőek. Erről a fajról megfelelő részletességű leírás még nincsen a hazai szakirodalomban. Az eddig megjelent egyetlen rövid fajleírás (FARKAS 1999) e hiányt nem pótolja.

A *L. angustissima* irodalomban közölt adatainak bősége viszont annak gyanúját veti föl, hogy itt több taxon adatai keveredhetnek. Ennek fő oka a téves azonosítás lehet, mivel a rendelkezésre álló határozókulcsok nem alkalmasak arra, hogy e faj a legtöbb fejlődési állapotában egyértelműen és megbízhatóan elkülöníthető legyen a *L. biebersteinii*-től, illetve más, meglehetősen hasonló taxontól. Emiatt valószínűnek tartom, hogy az idesorolt adatok egy (ismeretlen) része valójában más taxonokra (főként a *L. biebersteinii*-re) vonatkozhat. Az a lehetőség sem zárható ki azonban, hogy e lelőhelyek egy része olyan alakokra vonatkozik, amelyek morfológiai jellegeik tekintetében köztesek, és jellegkombinációik függvényében vagy az egyik, vagy a másik fajhoz soroltattak. Ilyen köztes alakok nem ismeretlenek a szakirodalomban sem (lásd ASCHERSON 1865, BORBÁS 1879, SUTTON 1988). A jelenség kézenfekvő magyarázata lehet az introgresszív hibridizáció (GRANT 1981, ARNOLD 1997), amelynek előfeltétele azonban a két faj közti génkicserélődés tényleges lehetősége. Hibridizáció csak akkor következhet be, ha egyebek mellett a két taxon egyedeit a génkicserélődést akadályozó földrajzi távolság vagy egyéb fizikai barrier nem választja el, és szaporodási időszakuk legalább részben egybeesik (STEBBINS 1950, MAYR 1970, GRANT 1981, LEVIN 2000). E feltételek teljesülése azonban csupán a hibridizáció lehetőségét teremti meg, de nem jelenti azt, hogy hibridizáció ténylegesen be is következik.

A *L. biebersteinii* és a *L. angustissima* virágzási ideje a hazai szakirodalom szerint (SOÓ 1968, SIMON 2000) azonos. Ezzel szemben a herbáriumi adatokon alapuló elemzés szerint a két faj között szembetűnő eltérés mutatkozik, elsősorban a virágzás kezdetének és csúcának időpontjában. Az is megállapítható azonban, hogy nyár közepétől kezdődően egyidejűleg virágoznak. Az eloszlásgörbéik között mutatkozó eltérés nem tulajdonítható a mintavétel torzításának, mint-hogy a mintavételi események számának eloszlása mindkét faj esetében ugyanaz. Mindez alátámasztja azt a megállapítást, hogy virágzási idejük tekintetében közöttük a génáramlás lehetősége, ha részlegesen is, de fennáll, ami lehetőséget teremt hibridképződésre, amennyiben egyéb pre- és/vagy posztzigotikus izolációs mechanizmusok azt nem zárják ki (STEBBINS 1950, MAYR 1970, LEVIN 2000).

Számos példa mutatja, hogy a virágzásfenológiai eltéréseknek jelentős szerepe lehet két közeli rokon, szimpatrikus elterjedésű faj közti génáramlás mértékének csökkentésében, és így végső soron hozzájárulnak e fajok genetikai integritásának megőrzéséhez (GRANT 1981). A virágzásfenológiai eloszlás éppen olyan faji sajátosság, mint a genetikailag meghatározott morfológiai, fiziológiai, vagy ökológiai jellegek. Az eddigi ismeretek szerint a virágzásfenológiai különbségek mögött szintén genetikai különbségek húzódnak meg, melyekért a felelős egyaránt lehet számos, kis hatást eredményező, vagy csupán néhány, de nagy hatást eredményező, kvantitatív jelleget szabályozó lokusz (QTL) (MARTIN et al. 2007, LOWRY et al. 2008). A virágzásfenológiai különbségek, mint általában a reprodukzív izolációs akadályok, vagy a fajok között bekövetkező genetikai divergencia melléktermékeként, vagy direkt szelekciós nyomásra alakulnak ki és szilárdulnak meg (GRANT 1981, LEVIN 2000). Amennyiben az itt demonstrált fenológiai különbség szintén genetikailag meghatározott, akkor az csak megerősíti azt a nézetet, hogy a vizsgált két taxon két külön fajt, és nem egyazon faj eltérő alakjait képviseli.

Az itt megrajzolt fenológiai eloszlásgörbék nagy valószínűséggel csak durva megközelítései a tényleges fenológiai eloszlásoknak, ami a becslés pontatlanságai-ból adódik. A becsléshez alkalmazott statisztikai modellben adathiány miatt egyszerűsítő feltételezéseket kellett tenni számos olyan tényező esetében, amelyek a becslést befolyásolhatják. Ilyen tényező például a kis mintaelemszámokból adódó véletlen eltérés, a szóban forgó *Linaria* fajok megtalálási valószínűsége, ami nem szükségszerűen állandó a virágzási időszak során, vagy a gyűjtők gyűjtési viselkedése, ami bizonyosan nem tekinthető teljesen véletlenszerűnek. Szintén befolyásolta az eloszlásgörbék lefutását a mintavételek számában mutatkozó egyenetlenség, ami az adott időszak virágzási valószínűségének túl- vagy alulbecsléséhez vezethet. E hibaforrások azonban mindkét fajt egyformán érintik, így, ha abszolút értékekben nem is, de egymáshoz viszonyítva az eloszlásgörbék valószínűleg megbízható képet nyújtanak a két faj közti eltérések jellegéről és mértékéről.

Az eredmények értelmezésekor azt is figyelembe kell venni, hogy az adatok több évtizedet átfogó időszakból, továbbá mindenféle földrajzi régióból és élőhelyről származnak. Ezért a fenológiai eloszlásgörbék csak a kárpát-medencei léptékben fennálló és időben átlagos fenológiai eltéréseket tükrözik, de nem nyújtanak felvilágosítást az egyazon élőhelyen belül érvényesülő tényleges fenológiai izoláció mértékére vonatkozóan. Valószínű azonban, hogy a jelen módszerrel kapott eredmények a virágzási időszakok átfedését túlbecsülik. A ténylegesen fennálló átfedéshez képest az évek és az élőhelyek közti különbségekből eredő variáció ugyanis valószínűleg nagyobb, legfőlegbb ugyanakkora, de semmiképpen sem kisebb, átfedést eredményez a két faj virágzásfenológiai eloszlása között.

Eredményeim alapján végső soron az a következtetés adódik, hogy a két faj között határozott különbség látszik a Kárpát-medencén belüli földrajzi elterjedé-

sükben és virágzási idejükben, de ezek a különbségek nem zárják ki teljes mértékben a génáramlás lehetőségét közöttük. Azokon a területeken, ahol viszonylag közel, hasonló élőhelyen fordulnak elő, mint a Maros-Körös köze néhány pontján, hibridizációjuk lehetséges. Ezt látszik alátámasztani az a megfigyelés is, hogy a Maros-Körös közén vizsgált, és elnevezésük alapján (*L. angustissima* subsp. *kocianovichii*) valószínűleg átmeneti jellegeket mutató egyedek egy részénél igen magas volt a pollensterilitás mértéke, amit a szerző hibrid sterilitásként értékel (JANKÓ 1964). Azon túl azonban, hogy a két faj között sem a térbeli, sem az időbeli reprodukív izoláció nem teljes, hibridizációjuk tényleges bekövetkezésére közvetlen bizonyítékok nem állnak rendelkezésre.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretném kifejezni hálás köszönetemet az MTM Növénytára munkatársainak, főként néhai Kováts Dezsőnek, Barina Zoltánnak, néhai Szollát Györgynek, Somlyay Lajosnak, Pifkó Dánielnek és Bóhm Évának, hogy ottani munkámat lehetővé tették, türellemmel elviseltek és minden módon támogattak. Szintén köszönettel tartozom a két bírálónak a kézirat színvonalának érdekében tett javaslataiért és észrevételeiért. Ez a munka semmiféle külső forrásból nem kapott anyagi támogatást.

Irodalomjegyzék

- ARNOLD M. L. 1997: Natural hybridization and evolution. Oxford University Press, Oxford, 232 pp.
- ASCHERSON P. 1866: Néhány magyar növényről. In: KANKA K., RÓMER F., RÓZSAY J. (szerk.) A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1965. augusztus 28-tól September 2-ig Pozsonyban tartott XI. nagygyűlésének történeti vázlata és munkálatai. Pozsony. pp. 272–279.
- BARTHA D., KIRÁLY G., SCHMIDT D., TIBORCZ V., BARINA Z., CSIKY J., JAKAB G., LESKU B., SCHMOTZER A., VIDÉKI R., VOJTKÓ A., ZÓLYOMI SZ. (szerk.) 2015: Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 330 pp.
- BESSER W. S. J. G. VON 1822: Enumeratio Plantarum Hucusque in Volhynia, Podolia, gub. Kiioviensi, Bessarabia cys-tyraica et circa Odessam collectarum, simul cum observationibus in primitias florum Galiciae Austriacae. Typis Josephi Zawadzki universitatis typographi, Vilniae, 111 pp.
- BIEBERSTEIN M. F. 1819: Flora Taurico-Caucasica. Tomus III. Supplementum continens plantas phanerogamas, per Tauriam atque Caucasum, post edita priora volumina detectas, et in pristina animaduersiones. Typis Academicis, Charkouiae, 655 pp.
- BŁOŃSKI F. 1895. Nowy gatunek lniarki. Wszechswiat 14(22): 347–348.
- BORBÁS V. 1879: Floristicai adatok különös tekintettel a Roripákra. Értekezések a természettudományok köréből IX., 15: 1–64.
- BORBÁS V. 1902. Apró közlemények. Magyar Botanikai Lapok 1: 117–118.
- CHATER A. O., VALDÉS B., WEBB D. A. 1972. *Linaria*. In: TUTIN T. G., BURGESS N. A., EDMONDSON J. R., CHATER A. O., HEYWOOD V. H., MOORE D. M., VALENTINE D. H., AKEROYD J. R., WALTERS S. M., WEBB D. A., NEWTON M. E., MILL R. R. (eds.) *Flora Europaea*. vol. 3. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 226–236.
- DOSTÁL J. 1950: Květena ČSR. Přírodovědecké nakladatelství, Praha.
- FARKAS S. (szerk.) 1999: Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 419 pp.

- FERÁKOVÁ V. 1999: *Linaria pallidiflora* (Lam.) Valdés. In: ČEROVSKÝ J., FERÁKOVÁ V., HOLUB J., MAGLOCKÝ S., PROCHÁZKA F. (eds.) Červená kniha 5. ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR. 5. Vyšší rostliny. Příroda, Bratislava, p. 224.
- GHIȘA E. 1960: *Linaria*. In: SĂVULESCU T., NYARADY E. J. (eds.) Flora Republicii Populare Romîne 7. Editura Academiei Republicii Populare Romîne, Bucuresti. pp. 459–471.
- GRANT V. 1981: Plant Speciation. 2nd edition. Columbia University Press, New York, 563 pp.
- IVANINA L. A. 1981: *Linaria*. In: FEDOROVA A. A. (ed.) Flora Evropejszkoj csasztyi SzSzSzR. Vol V. Nauka, Leningrad, p. 233.
- JAKAB G. 2005: Adatok a Dél-Tiszántúl flórájának ismeretéhez II. Flora Pannonica 3: 91–119.
- JANKA V. 1880: Scrophularineae Europaeae. Természetráji Füzetek 4: 284–320.
- JANKÓ B. 1964: Variation-pattern investigations in natural *Linaria* populations. I. Pollen examinations. Acta Botanica Hungarica 10(3–4): 257–274.
- JÁVORKA S. 1924–25: Magyar Flóra I-II. Stúdium, Budapest, 1307 pp.
- JÁVORKA S., SOÓ R. 1951: A Magyar Növényvilág Kézikönyve. Akadémiai Kiadó, Budapest, 583 pp.
- JOSIFOVIĆ M. (ed.). 1974: Flora SR Srbije. Vol. VI. Srpska Akademija Nauka i Umetnosti, Beograd, 599 pp.
- KIRÁLY G. (szerk.) 2009. Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 616 pp.
- KUPRIANOVA A. 1955: *Linaria*. In: SISKIN B. K., BOBROV J. G. (eds.) Flora URSS. Vol. XXII. Izdatyelsztvo Akagyemii Nauk, Moszkva, pp. 178–225.
- LENDVAI G., HORVÁTH A. 1994: Adatok a Mezőföld löszflórájához. Botanikai Közlemények 81(1): 9–12.
- LENDVAI G., HORVÁTH A. (2010) 2011: Adatok a Mezőföld löszflórájához II. Kitaibelia 15(1–2): 119–132.
- LEVIN D. A. 2000: The origin, expansion, and demise of plant species. Oxford University Press, Oxford, 240 pp.
- LOWRY D. B., MODLISZEWSKI J. L., WRIGHT K. M., WU C. A., WILLIS J. H. 2008: The strength and genetic basis of reproductive isolating barriers in flowering plants. Philosophical Transactions of the Royal Society B, London 363: 3009–3021.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0064>
- MARTIN N. H., BOUCK A. C., ARNOLD M. L. 2007: The genetic architecture of reproductive isolation in Louisiana Irises: flowering phenology. Genetics 175(4): 1803–1812.
<https://doi.org/10.1534/genetics.106.068338>
- MAYR E. 1970: Populations, species, and evolution. An abridgement of animal species and evolution. Harvard University Press, Massachusetts, 453 pp.
- MOLNÁR A. 1997: Az öldöklő aszat (*Cirsium furiens* Gris et Sch.) új termőhelye Debrecen mellett. Kitaibelia 2: 84–86.
- MOLNÁR Zs. 1992: A Pitvarosi-puszták növénytakarója, különös tekintettel a löszpusztagyeprekre. Botanikai Közlemények 79(1): 19–27.
- NYÁRÁDY E. GY. 1942: Új növények a Délkeleti-Kárpátok és a Feketetenger vidékének flórájához. Acta Universitatis Szegediensis, Sectio scientiarum naturalium, Pars botanica 1: 31–45.
- PÉTERFI M. 1918: Adatok Erdély flórájához. Magyar Botanikai Lapok 17: 58–63.
- Plantarium 2020. *Linaria ruthenica* Blonski. Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: an open online atlas and plant identification guide 2007–2020. <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/22937.html> Utolsó elérés: 2020.12.04.
- SCHMOTZER A., VIDRA T. 1998: Flórákutató a Monor-Irsai-dombság löszvidékén. Kitaibelia 3(2): 321–328.
- SCHUR F. 1866: Enumeratio plantarum Transsilvaniae. Apud G. Braumhuller, Vindobonae, 984 pp.

- SIMKOVICS (SIMONKAI) L. 1878: Descriptiones plantarum novarum. Új növények leírásai. Természetrzaji Füzetek 2: 143–148.
- SIMON T. 1992: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények. Tankönyvkiadó, Budapest, 892 pp.
- SIMON T. 2000: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények. 2. kiadás. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 976 pp.
- SOÓ R. 1937: A Mátrahegység és környékének flórája. (Flora regionis montium Mátra). Magyar Flóraművek I. Editio Instituti Botanici Universitatis Debreceniensis, Debrecen, 89 pp.
- SOÓ R. 1949: Az erdélyi Mezőség flórája. Editio Instituti Botanici Universitatis Debrecen, Debrecen, 127 pp.
- SOÓ R. 1964. Species et combinationes novae florae Europae praecipue Hungariae II. Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae 10(3–4): 369–376.
- SOÓ R. 1968: A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve III. Akadémiai Kiadó, Budapest, 506 pp.
- SOÓ R. 1970: Species et combinationes novae florae Europae praecipue Hungariae IX. Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae 16(3–4): 363–372.
- SOÓ R., MÁTHÉ I. 1938. A Tiszántúl flórája. Magyar Flóraművek II. Editio Instituti Botanici Universitatis Debreceniensis, Debrecen, 192 pp.
- STEBBINS G., L. 1950: Variation and evolution in plants. Columbia University Press, New York, 643 pp.
- SUTTON D. A. 1988: A revision of the tribe Antirrhineae. Oxford University Press, Oxford, 575 pp.
- SZTOJANOV N., SZTEFANOV B. 1948: Flora na Bulgarija. Sofia, pp. 1022–1025.
- TATÁR M. 1939. A pannóniai flóra endemikus fajai. Tisia 3: 63–127.
- TÓTH T., JAKAB G. 2003: Adatok a Dél-Tiszántúl flórájának ismeretéhez. Kitaibelia 8: 89–98.
- VALDÉS B. 1970: Revisión de las especies Europeas de *Linaria* con semillas aladas. Publ. Univ. Sevilla, Ser. Cienc. 7: 28–56.
- VOIGT W., SOMAY L. 2013: Florisztikai adatok Paks környékéről. Kitaibelia 18(1-2): 35–72.
- WOJEWODAW. 1963: *Linaria* Mill. In: PAWLOWSKI B. (ed.) Flora Polska. Tom. X. Panstowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, pp. 266–267.
- ZÓLYOMI B., JANKÓ B. 1962: *Salvia nutans* L. und \times *S. betonicifolia* Ettl. in Ungarn. Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae 8(1–2): 263–277.

Partial geographical and phenological isolation of *Linaria biebersteinii* Bess. and *L. angustissima* (Lois.) Borbás in the Carpathian Basin

G. LENDVAI

H–7000 Sárbogárd, Tompa M. u. 38/C, Hungary; gaborlendvai@hotmail.com

Accepted: 29 October 2021

Key words: hybridization, morphological variation, pre-zygotic reproductive barriers, steppe, sympatric distribution.

I compiled data on the geographical distribution and flowering phenology of *Linaria biebersteinii* and *L. angustissima* within the Carpathian Basin using my own field observations and herbarium data from the collections of the Hungarian Natural History Museum (BP). All locations where the species have been reported or collected are listed. The distribution maps are based solely on data of the revised herbarium material and personal field observations. Phenology was determined from the actual date of collection and phenological state of the collected specimens excluding duplicate specimens from the same location on the same day. I developed an unbiased estimator of flowering probability using the number of collected flowering specimens in time intervals of fixed length and the total number of collected flowering specimens.

In the Carpathian Basin, *L. biebersteinii* is confined to the lowlands of the Hungarian Plain, whereas *L. angustissima* occurs primarily in the low mountains and foothills of the Carpathians. Their ranges, however, partially overlap on the plain. Their flowering distributions are considerably different, although they overlap later in the flowering season after the peak flowering of *L. angustissima*. The degree of geographical and phenological isolation supports the designation of the two taxa as distinct and well-established species but does not exclude their potential for hybridization.