

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Kárpát-medencei hajtásos növényfajok elterjedésének
bioklimatikus vizsgálata**

Molnár Attila

Témavezetők: Dr. Tóthmérész Béla egyetemi tanár és
Dr. Végvári Zsolt c. egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2021

Bevezetés és célkitűzések

Disszertációmban biogeográfiai problémákat vizsgállok klimatikus tényezők tükrében. Az alábbi kérdésekre koncentráltam és a következő hipotéziseket vizsgáltam:

1. A fehér fagyöngy (*Viscum album*) elterjedését limitáló klimatikus tényezők miben térnek el az eddig kutatott északi areaperemtől? Mivel az area határa a vizsgált területen (Magyarország) hozzávetőleg egybeesik az erdősztyepp-klíma határával, ezek a klimatikus tényezők valószínűsíthetően a vízellátással állnak összefüggésben (Molnár & Végvári 2017).

2. Az óholocén meleg periódusa (Huntley & Prentice 1993) évi átlagos hőmérsékletének a recens állapotoktól való eltérését becsültem olyan új módszerrel, ami szemléletében és metodikájában is eltér a hagyományos, paleontológiai eszköztártól (Molnár & Végvári 2016). A megközelítés alapjául szolgáltak:

(1) a Kárpát-medence kellően izolált, 1000-1200 m-nél nem magasabb középhegységeinek montán bükköseiben hiányoznak az erdei fenyőfajok (*Abies alba*, *Picea abies*) (Soó 1930);

(2) a tágabb értelemben vett Bihar-hegység legmagasabb csúcsain a Kárpátoktól izoláltan fennmaradt a törpefenyő-öv (Csűrös 1981).

Hipotézisem szerint (1) az óholocén átlaghőmérsékletnek legalább olyan magasnak kellett lennie, ami az említett montán bükkösökből a jegenyefenyő és a lucfenyő kipusztulását eredményezte; és (2) ez az átlaghőmérséklet nem lehetett magasabb attól az értéktől, ami az egyre feljebb kényszerülő

törpefenyő-övnek a Bihar-hegységből való kipusztulásához vezetett volna. A két jelenség segítségével az óholocén éves középhőmérsékletének a recenstől való eltérése (MATD = Mean Annual Temperature Difference) mértékét intervallumként becsültem.

3. Az óholocén meleg periódusában, a ma termofil reliktum elterjedésű növényfajok (Brown & Lomolino 1998, Habel & Assmann 2009) jóval északabbra fordultak elő jelenlegi areájuknál. Erre utal, hogy egyes enklávék izoláltan fennmaradtak. Hipotézisem szerint az enklávé és az összefüggő elterjedési terület közti észak-déli különbség a Kárpát-medence síksági-dombvidéki viszonyai közepette klimatikus különbségeknek felel meg. A kárpát-medencei flórából ez alapján összegyűjtöttem az érdemi észak-déli diszjunkcióval rendelkező termofil fajokat. Az egyes fajoknál mért észak-déli távolságok (N-SD, North-South Distance) alapján elvégeztem az óholocén és korábbi interglaciális származású reliktumok explicit elkülönítését (Molnár et al. 2017).

Anyag és módszer

1. A fehér fagyöngy magyarországi areahatárának feltérképezése után (saját megfigyelések és irodalmi adatok, pl. Bartha & Mátyás 1995, Bartha et al. 2015, Roth 1926, Tubeuf 1923, Varga et al. 2014 felhasználásával) az országos meteorológiai állomások hálózatának 1901-1950-es adatain (Kakas 1967) és az európai adatbázis (European Climate Assessment & Dataset, ECAD) 0,25°-os grid-méretű E-OBS adatbázis 1950-2010 közötti adatain (<http://www.ecad.eu>) vizsgáltam kiválasztott klimatikus paraméterek elkülönülését

areán belüli és areán kívüli viszonylatban, lineáris diszkriminancia analízis segítségével.

2. Kárpátokbeli és bihari jegenyefenyő és lucfenyő alsó vertikális előfordulási adatokat gyűjtöttem össze (saját megfigyelések és irodalmi adatok, pl. Soó 1930 és Vojtkó 2001), és ezeket vetettem össze az Északi-Középhegység domborzati adottságaival (maximális magasság, ahol még életképes populáció maradhatna fenn ezekből a fenyőfajokból hosszú távon), az alábbi képlet szerint:

$$T_{dc} = \frac{A_h - A_{lc} + 150}{100} 0,65 \text{ (}^\circ\text{C)},$$

ahol T_{dc} a korai holocénre vonatkozó becsült minimális éves középhőmérsékleti különbség; A_h az Északi-Középhegység azon legmagasabb részének magassága, melyen egy fenyőfaj fennmaradása biztosított (mely fölötti tetőszint elegendően nagy területű életképes populáció fennmaradásához ezekből a fenyőfajokból hosszú távon); A_{lc} jelentése: a legalacsonyabb kárpáti fenyő-előfordulások értéke, a 150-es korrekció a Massenerhebung-effektus (Crawford 2008) becsült hatása. A 0,65 °C-os szorzó az adiabatikus, vertikális hűlés 100 m-kénti globális értéke.

Ugyancsak összegyűjtöttem a törpefenyő bihari, nem extrazonális-edafikus előfordulásainak adatait (saját megfigyelések és irodalmi adatok, pl. Csűrös 1981) melyekből, az élőhelyet jelentő hegycsúcsok domborzati adataival összevetve az alábbi számolást végeztem:

$$T_{dpm} = \frac{A_{pm} - A_{lpm}}{100} 0,65 \text{ (}^\circ\text{C)},$$

ahol T_{dpm} a korai holocénre vonatkozó maximális éves középhőmérsékleti különbség; A_{pm} a bihari hegyeken

legmagasabb tetőszint-magassága, ahol még elegendő felszín áll rendelkezésre domborzatilag a törpefenyő hosszú távú fennmaradásához, az extrazonális és edafikus előfordulások kivételével; Al_{pm} a bihari hegyeken legalacsonyabb törpefenyő előfordulások magassága.

3. Összegyűjtöttem (irodalmi adatok, pl. Bartha et al. 2015, Soó 1964-1985 és elterjedési térképek felhasználásával) azokat a kárpát-medencei edényes növényfajokat melyeknél az N-SD 150-350 km közti, ami a globális, sarkok felé megvalósuló átlagos hűléssel (0,69 °C/100 km a közepes szélességeken, Chen et al. 2014) 1,0-2,5 °C eltérést jelent a diszjunkció két oldalán az évi középhőmérsékletben (a hűlés értékét kárpát-medencei meteorológiai állomások adatain ellenőriztem). A továbbiakban a kritériumnak megfelelő fajok diszjunkció-távolságait, annak eloszlását értékeltem.

Új tudományos eredmények

Fehér fagyöngy elterjedését limitáló klimatikus faktorok

1. A meteorológiai adatsorok (1901-1950 ill. 1950-2010-es) statisztikai elemzése azt mutatta, hogy a július ariditási indexe bírt a legerősebb predikciós erővel; ezt követte a júliusi középhőmérséklet és a vegetációs periódus hőösszege.

2. A *Viscum album* areaperemi szerkezete inkább *limes divergens*, mint *limes convergens* jellegű, azaz izolátumokkal vegyes, diffúz képet mutat. Emiatt megvizsgáltam az areaperemtől távolabb eső (10-30 km-nél messzebbi) néhány lokális előfordulás hatását az eredményeimre, az ilyen előfordulások figyelembevételével és ezek nélkül. A diszkriminancia-analízis eredményei nem mutattak érdemi

különbséget az izolátumokat figyelembevéve, vagy nélkülük. A mai gyakorlatban faj elterjedési modellek (species distribution model, SDM) használatakor az összefüggő areaperemtől távoli izolátumok figyelembevétele gyakran szubjektív. A fentebbi próbát javaslom honosítani diffúz areaperemek vizsgálatakor.

3. Az eredményeket újszerű szemlélettel ellenőriztem, mely eltér a faj-elterjedési modelleknél alkalmazott gyakorlattól (Czúcz et al. 2013, Rasztovics et al. 2012, Ruiz-Labourdette 2013). Osztályozásom hatékonyságát olyan extrém körülmények között vizsgáltam, amikor az areán belülség és kívülség az egymáshoz lehető legközelebb eső mintavételi helyekkel valósul meg. Az E-OBS hálózathoz azon gridek meteorológiai adatait választottam az ellenőrzéshez, melyek egymáshoz legközelebb vannak a fehér fagyöngy area-határának két oldalán, de nem metszik az area szegélyvonalát. Ily módon a gridek átlagos távolsága 0.25° lett. Az eredmények megerősítették a klasszifikáció helyességét és a választott paraméterek predikciós erejét. Az SDM-vizsgálatok másképp ellenőriznek, a megszerkesztett area két oldalán, távol eső mintákat vetnek össze, vagy nincsenek tekintettel a kétoldali minták elhelyezésére. Eljárásom ennél jóval szigorúbb megerősítésként értékelhető, ezért javaslom alkalmazását az SDM-technikákban.

Az óholocén meleg periódusa középhőmérsékleti viszonyaira vonatkozó becslés új megközelítéssel

1. Az általam bevezetett modellen végzett számítások szerint az óholocén meleg periódusában az évi középhőmérséklet $1,3-1,7^\circ\text{C}$ -kal volt melegebb a recens

állapotnál. Ezt a becslést összehasonlítottam a régióra vonatkozó irodalmi adatokkal (Feurdean et al. 2014, Magyarai et al. 2012, Tóth et al. 2015), és többségükkel jó egyezést tapasztaltam, bár egy részük eredményei némileg magasabb eltérést (kb. 2,0-2,5 °C) mutatnak.

Ez a megközelítési mód használható vertikális esetben (a bemutatott esethez hasonló logikával, környező, összefüggő előfordulásoktól izolált vegetációzóna vagy ahhoz kötődő elterjedésű faj vizsgálatával), de horizontális esetben is, ha egy klíma-limitált elterjedésű faj összefüggő areájától poláris vagy ekvatoriális irányban jelentősebb távolságban izolált előfordulás van.

2. A Massenerhebung-effektus figyelembevétele ma még ritkaságszámba megy, de terjedőben van (Collinson 1988, Crawford 2008). Mellőzése azonban sok paleontológiai klímarekonstrukció interpolálhatóságát rontja, mivel nincs tekintettel az izolált és peremi hegységek-hegyek vegetációöveltolódásaira.

Jelentős észak-déli area-diszjunkcióval rendelkező kárpát-medencei reliktum növényfajok lokális izolátumai kialakulásának korolása.

1. A MATD leggyakoribb szakirodalmi becsléseire tekintettel (1,0-2,5 °C) olyan fajokat kerestem, melyeknél az N-SD 150-350 km. 15 taxont találtam a Kárpát-medence mintegy 3.000 fajos flórájából, ami megfelelt ezeknek a kritériumoknak. Közülük 5 faj esetében feltételezhető többféle migrációs útvonal, melyeket logikai úton súlyoztam, meghatározva a legvalószínűbb útvonal-verziójukat. A 15 faj a következő: *Asplenium lepidum*, *Aethionema saxatile*, *Carpinus*

orientalis, *Cuscuta approximata*, *Hypericum umbellatum*, *Ilex aquifolium*, *Micromeria thymifolia*, *Onosma viridis*, *Physospermum cornubiense*, *Potentilla pedata*, *Ranunculus psilostachys*, *Saponaria bellidifolia*, *Silene flaveszens*, *Trigonella gladiata*, *Vincetoxicum pannonicum*.

2. A 15 fajból 12 esetében a diszjunkció 1,0–1,7 °C MATD értéket indikál és három fajé 1,8-2,5 °C-ot (ez a két fele az alapfeltételként bevezetett 1,0-2,5 °C intervallumnak). A binomiális teszt eredményeképpen szignifikánsan több faj esik a hűvösebb fél-intervallumba, mint a melegebbe. Az utóbbi három faj (*Hypericum umbellatum*, *Physospermum cornubiense*, *Silene flaveszens*), vagy legalábbis közülük egy-kettő esetében lehetséges, hogy előző interglaciális melegidőszakból származnak, erre utalhat a melegebbik fél-intervallum feltűnően alacsony fajsza.

3. Ez az alacsony fajsza valószínűsíti azt is, hogy korábbi (fenyőfélék elterjedésén alapuló) MATD becslésem nem alulbecslés. A 2,0-2,5 °C-os értéket valószínűsítő közlemények becsülik túl a MATD értékét.

4. A négy, a kárpát-medencei botanikai szakirodalomban jól ismert, idősebb megtelepedésűnek gondolt termofil reliktum faj (*Colchicum hungaricum*, *Medicago orbicularis*, *Orobancha nana*, *Stipa bromoides*) (Soó 1968) N-SD értéke általában jóval nagyobb, mint a vizsgált 150-350 km tartomány. Ez is alátámasztja, hogy legalábbis a holocénnél melegebb csúcshőmérsékletekkel rekonstruált Eemi (Riss-Würm) interglaciálisból, vagy annál még régebbi időszakból származnak.



Nyilvántartási szám: DEENK/361/2020.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Molnár Attila
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10063983

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

1. **Molnár, A.,** Végvári, Z.: Bioclimatic constraints of European mistletoe *Viscum album* at its southern distribution limit at past and present temporal scales, Pannonian Basin, Hungary.
Clim. Res. 71 (3), 237-248, 2017. ISSN: 0936-577X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3354/cr01439>
IF: 1.859
2. **Molnár, A.,** Végvári, Z., Tóthmérész, B.: Identification of floral relicts based on spatial distance of isolation.
Forests. 8 (11), 1-13, 2017. ISSN: 1999-4907.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/f8110459>
IF: 1.956
3. **Molnár, A.,** Végvári, Z.: Reconstruction of early Holocene Thermal Maximum temperatures using present vertical distribution of conifers in the Pannon region (SE Central Europe).
Holocene. 27 (2), 236-245, 2016. ISSN: 0959-6836.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0959683616658528>
IF: 2.324

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

4. **Molnár, A.:** Signs of Holocene Thermal Maximum in horizontal and vertical distribution patterns of vascular plant species in the Carpathians and the Pannon region.
Stud. Univ. Babeş-Bolyai, Biol. 67, 168-169, 2017. ISSN: 1221-8103.
5. **Molnár, A.,** Végvári, Z.: Reconstruction of early Holocene Thermal Maximum using recent vertical distribution of conifer species = Korai holocén hőmaximum mértékének becslése fenyőfélék recens vertikális elterjedése alapján.
In: XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region", Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 196-197, 2016. ISBN: 9789639877252





További közlemények

Magyar nyelvű könyvek (1)

6. Szerk. **Molnár, A.**: Hortobágyi mozaikok. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 105 p., 2005. ISBN: 963217836x

Magyar nyelvű könyvrészletek (8)

7. **Molnár, A.**: Adatok a Hortobágy flórájának ismeretéhez.
In: Hortobágyi mozaikok / szer. Molnár A, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 41-72, 2005. ISBN: 963217836x
8. **Molnár, A.**: A Hortobágy térségének Branchiopoda faunájáról.
In: Hortobágyi mozaikok. Szerk.: Molnár A, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 83-90, 2005. ISBN: 963217836x
9. **Molnár, A.**, Fintha, I.: A tájhasználat okozta változások a Hortobágyon, különös tekintettel a nemzeti park pusztai területeire.
In: Hortobágyi mozaikok. Szerk.: Molnár A, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 11-30, 2005. ISBN: 963217836x
10. Molnár, Z., Papp, L., **Molnár, A.**, Horváth, A., Kevey, B., Schmotzer, A., Vidra, T., Király, G., Bölöni, J., Virágh, K.: Az alföldi erdőssztyepek mai helyzete magyarországon: a fennmaradt állományok adatbázisa.
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 42-48, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
11. Molnár, Z., Fekete, G., Varga, Z., Kun, A., Sümegi, P., **Molnár, A.**, Facsar, G., Szodfridt, I., Sipos, J. V.: Az alföldi erdőssztyepek típusai.
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 26-35, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
12. Varga, Z., Borhidi, A., Fekete, G., Debreczy, Z., Bartha, D., Bölöni, J., **Molnár, A.**, Kun, A., Molnár, Z., Lendvai, G., Szodfridt, I., Rédei, T., Facsar, G., Sümegi, P., Kósa, G., Király, G.: Az erdőssztyepp fogalma, típusai és jellemzésük.
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 7-19, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
13. Medzihradzky, Z., Bölöni, J., Molnár, Z., Kertész, M., Varga, Z., Debreczy, Z., **Molnár, A.** Mit tudunk a múlttól?
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 20-25, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)





14. **Molnár, A.:** A magas tarackbúza (*Agropyron elongatum*) a Hortobágyon.
In: Ohattól Meggyesig : A Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor huszonkét éve. Szerk.:
Tóth Albert, Természet és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest, 116-122, 1996.
ISBN: 963047462x

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

15. Sümegi, P., Szilágyi, G., Gulyás, S., Jakab, G., **Molnár, A.:** The late quaternary paleoecology and environmental history of Hortobágy, a unique mosaic alkaline steppe from the heart of the Carpathian Basin.
In: Steppe Ecosystems: Biological Diversity, Management and Restoration. Ed.: Morales Prieto, J. Traba Diaz, Nova Science Publishers, New York, 165-193, 2013. ISBN: 9781628082982

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (15)

16. **Molnár, A.,** Széll, L., Demeter, L.: A Rochel-törpezanót (*Chamaecytisus rochellii*) két új előfordulása az Alföldön.
Kitaibelia. 24 (1), 108-108, 2019. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.24.106>
17. Lukács, B. A., Gulyás, G., Horváth, D., Hödör, I., Schmotzer, A., Sramkó, G., Takács, A., **Molnár, A.:** Florisztikai adatok a Tiszántúli középső részéről.
Kitaibelia. 22 (2), 317-357, 2017. ISSN: 1219-9672.
18. **Molnár, A.,** Molnár, V. A.: Csalánlevél gubacsszúnyog (*Dasineura urticae* Perris, 1840) előfordulása kúszó csalánon (*Urtica kioviensis* Rogow.) = Occurrence of *Dasineura urticae* (Perris, 1840) on *Urtica kioviensis* Rogow. in Hungary.
Kitaibelia. 21 (1), 162, 2016. ISSN: 2064-4507.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/21.159>
19. Lisztes-Szabó, Z., Kiss, H. J., Kovács, S., **Molnár, A.,** Pető, Á.: A hajdúszoboszlói Kéthalom recens löszvegetációjának fitolit morfológus-diverzitás vizsgálata.
Bot. Közl. 101 (1-2), 243-261, 2014. ISSN: 0006-8144.
20. Németh, A., **Molnár, A.,** Széll, L., Horváth, T., Demeter, L., Csorba, G.: Hogyan telepítsünk át földikutyt? Módszertani megfontolások szélsőségesen talajlakó rágcsálók megmentéséhez.
Termvéd. Közl. 19 (1), 15-33, 2013. ISSN: 1216-4585.
21. Bók, T., **Molnár, A.,** Novák, T., Végvári, Z.: A Hortobágyi Nemzeti Park határvonalán megjelenő veszélyeztető tényezők vizsgálata.
Tájökol. Lapok. 10 (1), 41-54, 2012. ISSN: 1589-4673.
22. Endrédi, A., **Molnár, A.,** Nagy, J.: A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) ex-situ védelme.
Termvéd. Közl. 18 (1), 150-158, 2012. ISSN: 1216-4585.





23. Deák, B., **Molnár, A.**, Gál, L., Lukács, B. A., Tihanyi, G., Török, P.: *Rumex pseudonatronatus* (Borb.) Murb. új előfordulási adatai a Hortobágyi Nemzeti Park területén.
Flora Pannon. 6 (1), 132-132, 2008. ISSN: 1589-7788.
24. Csiky, J., Oláh, E., **Molnár, A.**: *A Cirsium boujartii* (Pill. et Mitterp.) Schultz Bip. a Tihanyi-félsziget Európa Diplomás védett területén.
Flora Pannon. 4 (1), 134-134, 2006. ISSN: 1589-7788.
25. Lesku, B., Katona, L., **Molnár, A.**: Néhány veszélyeztetett növényfaj "ex situ" védelmi programjának tapasztalatai.
Kitaibelia. 11 (1), 31-31, 2006. ISSN: 1219-9672.
26. Szigetvári, C., **Molnár, A.**: *Az Agropyron elongatum* (Host.) P. B. újabb (öshonos) hazai állománya.
Kitaibelia. 9 (1), 221-221, 2004. ISSN: 1219-9672.
27. **Molnár, A.**: *Calamagrostis villosa* (Chaix) Gmel. Debrecen mellett.
Kitaibelia. 5 (1), 229-230, 2000. ISSN: 1219-9672.
28. **Molnár, A.**: A magvak csírázását segítő módszerről.
Kitaibelia. 2 (1), 84-86, 1997. ISSN: 1219-9672.
29. **Molnár, A.**: *Az öldöklő aszat* (*Cirsium furiens*) Gris. et Sch. új termőhelye Debrecen mellett.
Kitaibelia. 2 (1), 84-86, 1997. ISSN: 1219-9672.
30. **Molnár, A.**: A bélmegyeri Fás-pusztá növényzete.
Bot. Közl. 76 (1-2), 65-82, 1989. ISSN: 0006-8144.
- Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)
31. Nagy, J., **Molnár, A.**, Cserhalmi, D., Szerdahelyi, T., Szirmai, O.: The aims and results of the nature-protection management on the North-east Hungarian mires.
Cereal Res. Commun. 35 (2), 813-816, 2007. ISSN: 0133-3720.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/CRC.35.2007.2.162>
IF: 1.19
32. Nagy, J., Figecky, G., Penksza, K., Fintha, I., **Molnár, A.**, Tóth, Z., Kalapos, T.: Contribution to the flora and vegetation of lake Bence-tó, NE Hungary.
Studia Bot. Hung. 27-28 (1), 151-161, 1998. ISSN: 0301-7001.





**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**
H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

33. Molnár, V. A., Löki, V., Máté, A., **Molnár, A.**, Takács, A., Nagy, T., Lovas-Kiss, Á., Lukács, B. A.,
Sramkó, G., Tökölyi, J.: The occurrence of *Spiraea crenata* and other rare steppe plants in
Pannonian graveyards.
Biologia. 72 (5), 500-509, 2017. ISSN: 0006-3088.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/biolog-2017-0060>
IF: 0.696

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 8,025

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
6,139**

A DEENK a Jelölt által az IDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai
ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján
elvégezte.

Debrecen, 2020.11.27.



Short thesis for the degree of doctor of philosophy (PhD)

**Bioclimatic research of the distribution of vascular plant
species in the Pannonian Basin**

by: **Attila Molnár**

Supervisors: Dr. Béla Tóthmérész and
Dr. Zsolt Végvári



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Juhász-Nagy Pál Doctoral School

Debrecen, 2021

Bioclimatic research of the distribution of vascular plant species in the Pannonian Basin

Introduction and objectives

My dissertation addresses biogeographic problems in the context of climatic impacts on species-distribution. I investigated the following hypotheses and questions:

1. I investigated climatic factors limiting a significant section of the southern range boundary (the Pannonian region) of the European Mistletoe (*Viscum album*) (Molnár & Végvári 2017). As the area-edge and the climatic boundary between forest-steppe and forest is closely overlapping, I supposed that not only too high temperature conditions are important in limiting climatic predictors but also driven by water availability.

2. I aimed to reconstruct the mean annual temperature conditions of the early Holocene Thermal Maximum (HTM) (Huntley & Prentice 1993) (as mean annual temperature difference /e.g. from recent/, MATD) (Molnár & Végvári 2016). The model is based on (1) the absence of forest-dwelling conifers (*Abies alba*, *Picea abies*) in the isolated Pannonian mountains (highest altitudes are below 800-1.100 m a.s.l.) and their presence in the surrounding Carpathians on the same altitude (Soó 1930); (2) the presence of isolated *Pinus mugo* zones on the highest peaks of the West Transylvanian Mountains between 1550 and 1848 m a.s.l. (Csűrös 1981).

I suppose that (1) the HTM was warm enough (i.e. MATD is large enough) to drive conifers to extinction from the highest elevations of the isolated Pannonian hills and mountains below 1.100 m, on which altitude they are recently widespread in the inner Carpathians; and (2) HTM allowed the survival of residual Dwarf Pine (*Pinus mugo*) stands on the isolated peaks of the West Transylvanian Mountains between 1550 and 1848 m a.s.l. indicating the possible maximum value of the MATD. I suppose that these two phenomena allow the reconstruction of a reasonable interval of MATD of the HTM.

3. I introduce a novel approach to improve the identification of climatic relicts (Brown & Lomolino 1998, Habel & Assmann 2009). I suppose that thermophilic relict plants of the Pannonian Basin expanded northward during the HTM. Later cooling resulted in isolated poleward occurrences. Latitudinal distances between the recent northernmost occurrences of relicts and those of the main distribution found further south (N-SD, north-south distance) can be modelled as a measure of MATD due to the less diverse topography of the Pannonian Basin. I suppose that this N-SD value can also indicate the origin of the investigated thermophilic relict species (e.g. Holocene or earlier interglacial period, Molnár et al. 2017).

Material and methods

1. I collected data from literature on the local distribution of *V. album* L. subsp. *album* (for instance: Bartha & Mátyás 1995, Bartha et al. 2015, Roth 1926, Tubeuf 1923, Varga et al. 2014), complemented by my own observations, in order to identify the southern boundary of the local range. I collected

data of Hungarian meteorological stations (period of 1901-1950) (Kakas 1967) and I used also the database of the European Climate Assessment & Dataset (ECAD), E-OBS grid records in a 0.25° resolution (period of 1950-2010) (<http://www.ecad.eu>). I investigated the distinction of the collected climatic data in- and outside of the area of mistletoe using linear discriminant analysis.

2. I collected as many altitudinal records of the lowest occurrences of *Abies alba* and *Picea abies* in the Carpathians as possible (for instance Soó 1930 és Vojtkó 2001). I compared these data with the topographic conditions of the N-Hungarian Mts. (highest altitude providing substantial area size for viable conifer populations over time), using the next formula (a simplified version of the extended one in the dissertation):

$$T_{dc} = \frac{A_h - A_{lc} + 150}{100} 0,65 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

where T_{dc} is the maximal value of MATD; A_h is the highest altitude of the North Hungarian Mts. providing substantial area size for viable conifer populations over longer time periods and A_{lc} is the lowest conifer occurrences in the N- and E-Carpathians (in metres). The term '+150' is the correction with the calculated impact of the Massenerhebung-effect (Crawford 2008). The multiplier (0,65 °C) is the global value of adiabatic cooling.

I also collected lowest occurrence-data of *Pinus mugo* in the W. Transylvanian Mts. (except of extrazonal and edaphic relict occurrences) (own data and literature as Csűrös 1981). I compared these values with the topographic data of the highest peaks as follows:

$$T_{dpm} = \frac{A_{pm} - A_{lpm}}{100} 0,65 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

where T_{dpm} is the maximal value of MATD; A_{pm} is the highest altitude providing enough space for *P. mugo* to survive around peaks of the W-Transylvanian Mts.; A_{lpm} is the lowest present occurrence (A_{lpm}) of *P. mugo* around these peaks.

3. Based on available distribution data (for instance Bartha et al. 2015, Soó 1964-1985, <http://hirc.botanic.hr/fcd/>) I collected those species of the vascular plant flora of the Pannonian Basin for which the N-SD distance value falls between 150-350 km. Due to the global cooling trend poleward (estimated to be 0,69 °C/100 km at middle latitudes, Chen et al. 2014), this interval indicates 1,0-2,5 °C difference in the MAT value of the isolated occurrence and the continuous area. I tested the cooling trend on some meteorological stations of the Pannonian Basin. In the next step, I investigated the distribution of N-SD value of the selected plant species by binomial test.

New scientific findings

Climatic factors limiting the distribution (the Pannonian region) of the European mistletoe (Viscum album) in the Pannonian region

1. In all cases (data of meteorological stations, 1901-1950, EOBS-grid data, 1951-2010) the following variables exhibited the most significant predictive power in the classification: the presence of *Viscum album* is predicted by i) lower July aridity; ii) lower July temperatures and iii) lower total of air temperature during the growing season (the importance of the

last two parameters on the southern edge of the area was expected).

2. As the area edge of *Viscum album* is rather *limes divergens* than *limes convergens*, I tested the impact of in- or exclusion of the isolated occurrences far (10-30 kms) from the continuous area on model performance with repeating the discriminant analysis. The results indicated the irrelevance of these occurrences. I propose to employ this approach in similar cases of species or habitats with divergent range boundaries (first of all in species distribution models, SDMs).

3. Unlike most of the presented SDM investigations (Czúcz et al. 2013, Rasztovcics et al. 2012, Ruiz-Labourdette 2013), I tested the efficiency of my classification under extreme conditions where in the two groups (in- and outside of the area), grids were selected on both sides of the boundary of the distribution as close to each other as possible, on average at a distance of 0.25° (but the grids were all outside of the delineated area-edge itself), which supported the classification procedure. Most of SDMs favour usually comparison of data as far as possible from each other (in- and outside of the predicted area) or the selection of the data has not any special condition. My approach results in much stronger confirmation of the validity of the applied model than the far-distance samples can do that's why I propose to use it.

Estimation of the Early Holocene MATD in the Pannonian region with a novel approach

1. Substituting the occurrence and topographic data into the formulas, the range between the estimated minimum and estimated maximum provides a reasonable estimation for the

MATD of the HTM from the present time with an interval of 0.4 °C. I calculated the MATD of the HTM to be 1.3–1.7 °C warmer than the present values. I compared this result with those of palaeoecological studies dealing with palaeoclimate in this region (Feurdean et al. 2014, Magyari et al. 2012, Tóth et al. 2015) and the majority of other results correspond to our findings although a significant proportion of them provide slightly higher values (2.0–2.5 °C).

2. A novelty is the modelling approach. My presented method can be used in a general sense, if conditions meet the requirements of our approach (absence or presence of vertical vegetation zone or species of a zone in isolated circumstances from surrounding, much bigger occurrences). It can also be applied in horizontal cases, where isolated occurrences show significant disjunction from the continuous area poleward or towards the equator.

3. Furthermore, I considered the Massenerhebung-effect which is still rarely controlled for (Collinson 1988, Crawford 2008).

Aging the relict status of Pannonian relict plant species having significant S-N-distance considering their disjunction distribution

1. Considering most of the frequent paleontological estimates for MATD (1.0–2.5 °C), I employed species with distributions showing a 150–350 km wide gaps in North-South directions. Thus, 15 species were found from the total vascular flora of the Pannonian Basin (ca. 3,000 species). Five of them have multiple root possibilities. In these cases – on a logical way – I selected those scenarios which seem to have higher

probabilities than the others. The 15 species are as follows: *Asplenium lepidum*, *Aethionema saxatile*, *Carpinus orientalis*, *Cuscuta approximata*, *Hypericum umbellatum*, *Ilex aquifolium*, *Micromeria thymifolia*, *Onosma viridis*, *Physospermum cornubiense*, *Potentilla pedata*, *Ranunculus psilostachys*, *Saponaria bellidifolia*, *Silene flavesces*, *Trigonella gladiata*, *Vincetoxicum pannonicum*.

2. The indicated MATD ranges between 1.0–1.7 °C in the case of 12 species and three species range between 1.8-2.5 °C. Although the number of items is very low, binomial test indicates significantly larger number of species falling into the “cooler half” which have surely HTM-origin while at least some of the other three species are presumably interglacial in origin (*Hypericum umbellatum*, *Physospermum cornubiense* and *Silene flavesces*), that is why the number of the species in this half of the MATD-interval is small.

3. This low number enlarges the probability that my former calculations of MATD were correct and those articles which reconstructed 2,0-2,5 °C, resulted in overestimation.

4. The four locally well-known thermal relict species in the Pannonian region (*Colchicum hungaricum*, *Medicago orbicularis*, *Orobanche nana*, *Stipa bromoides*) (Soó 1968), have much greater N-SD value than the selected 150-350 km interval hence they are presumably earlier relicts than HTM (Eemian or even older).

Irodalomjegyzék / References

Bartha D, Király G, Schmidt D, Tiborcz V, Barina Z, Csiky J, ... & Vojtkó A. *Distribution atlas of vascular plants of*

- Hungary. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron 2015.
- Bartha D & Mátyás Cs. *Erdei fa- és cserjefajok előfordulása Magyarországon*. Hillebrand, Sopron, 1995.
- Brown JH & Lomolino MV. *Biogeography*. Cambridge University Press: Sunderland, MA, USA, 1998: 300.
- Chen J, Wan S, Henebry G, Qi J, Gutman G, Sun G & Kappas M (Eds.). *Dryland East Asia: Land Dynamics Amid Social and Climate Change*. Walter de Gruyter: Berlin, Germany, 2014: 251.
- Collinson PE. *Introduction to World Vegetation*. London: Unwin Hyman. 1988: 117-119.
- Crawford RM. *Plants at the margin: ecological limits and climate change*. Cambridge Univ. Press, 2008: 353-355.
- Csűrös I. *A Nyugati-szigethegység élővilágáról*. Bukarest: Tudományos és Enciklopédiai Könyvkiadó, 1981: 74-96.
- Czucz B, Gálhidy L & Mátyás C. A bükk és a kocsánytalan tölgy elterjedésének szárazsági határa. *Erdészettudományi Közlemények*, 2013, 3(1): 39-53.
- Feurdean A, Perşoiu A, Tanţău I et al. Climate variability and associated vegetation response throughout Central and Eastern Europe (CEE) between 60 and 8 ka. *Quaternary Science Reviews*, 2014, 106: 206–224.
- Huntley B & Prentice IC. Holocene vegetation and climates of Europe. In: Wright HE, Kutzbach JE et al. (eds) *Global Climates since the Last Glacial Maximum*. University of Minnesota Press, Minneapolis, 1993: 136–168.
- Kakas J (ed.). *Magyarország éghajlati atlasza II. kötet. Adattár*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- Magyari EK, Jakab G, Bálint M et al. Rapid vegetation response to Lateglacial and early Holocene climatic fluctuation in the South Carpathian Mountains (Romania). *Quaternary Science Reviews*, 2012, 35: 116–130.
- Molnár A, Végvári Z. Reconstruction of early Holocene Thermal Maximum temperatures using present vertical

- distribution of conifers in the Pannonian region (SE Central Europe). *Holocene* 2016, 27: 236–245.
- Molnár A, Végvári Z. Bioclimatic constraints of European mistletoe *Viscum album* at its southern distribution limit at past and present temporal scales, Pannonian Basin, Hungary. *Climate Research* 2017, 71: 237–248.
- Molnár A, Végvári Z & Tóthmérész B. Identification of floral relicts based on spatial distance of isolation. *Forests*, 2017, 8(11): 459.
- Rasztovits E, Móricz N, Berki I, Poetzelsberger E & Mátyás C. Evaluating the performance of stochastic distribution models for European beech at low-elevation xeric limits. *Időjárás*, 2012, 116(3): 173–194.
- Roth Gy. A fehér fagyöngy (*Viscum album* L.) elterjedése hazánkban. *Erdészeti Kutatások*, 1926, 29: 44–63.
- Ruiz-Labourdette D, Schmitz MF, Pineda FD. Changes in tree species composition in Mediterranean mountains
- Habel JC & Assmann T (Eds.). *Relict Species: Phylogeography and Conservation Biology*. Springer Science & Business Media, New York, NY, USA, 2009: 324.
- Soó R. Összehasonlító erdei vegetációtanumányok az Alpokban, a Kárpátokban és a Magyar Középhegységben. *Erdészeti Kísérletek* XXXII. évf., 1930, 3-4: 439–475.
- Soó R. The history of the vegetation of Hungary. *Collect. Bot.*, 1968, 7: 1109–1120.
- Soó R. (1964–1985). A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve I–V., VII. – *Akadémiai Kiadó, Budapest*.
- Tóth M, Magyari E, Buczkó K et al. Chironomid-inferred Holocene temperature changes in the South Carpathians (Romania). *The Holocene*, 2015, 25(4): 569–582.
- Tubeuf K, Neckel G & Marzell H. *Monographie der mistel*. R. Oldenbourg, München. 1923.

- Varga I, Poczai P, Tiborcz V, Aranyi NR, ... & Hyvönen J.
Changes in the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) in Hungary during the last hundred years. *Folia Geobotanica*, 2014, 49(4): 559-577.
- Vojtkó A (ed) (2001). *A Bükk hegység növényvilága 1. A Bükk hegység flórája. (Vegetation of Bükk hills 1. Flora of Bükk hills)* Sorbus, Eger.



Registry number: DEENK/361/2020.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Attila Molnár
Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences
MTMT ID: 10063983

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in international journals (3)

1. **Molnár, A.,** Végvári, Z.: Bioclimatic constraints of European mistletoe *Viscum album* at its southern distribution limit at past and present temporal scales, Pannonian Basin, Hungary.
Clim. Res. 71 (3), 237-248, 2017. ISSN: 0936-577X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3354/cr01439>
IF: 1.859
2. **Molnár, A.,** Végvári, Z., Tóthmérész, B.: Identification of floral relicts based on spatial distance of isolation.
Forests. 8 (11), 1-13, 2017. ISSN: 1999-4907.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/f8110459>
IF: 1.956
3. **Molnár, A.,** Végvári, Z.: Reconstruction of early Holocene Thermal Maximum temperatures using present vertical distribution of conifers in the Pannon region (SE Central Europe).
Holocene. 27 (2), 236-245, 2016. ISSN: 0959-6836.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0959683616658528>
IF: 2.324

Foreign language abstracts (2)

4. **Molnár, A.:** Signs of Holocene Thermal Maximum in horizontal and vertical distribution patterns of vascular plant species in the Carpathians and the Pannon region.
Stud. Univ. Babeş-Bolyai, Biol. 67, 168-169, 2017. ISSN: 1221-8103.
5. **Molnár, A.,** Végvári, Z.: Reconstruction of early Holocene Thermal Maximum using recent vertical distribution of conifer species = Korai holocén hőmaximum mértékének becslése fenyőfélék recens vertikális elterjedése alapján.
In: XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében : nemzetközi konferencia = "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpato-Pannonian region", Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 196-197, 2016. ISBN: 9789639877252





List of other publications

Hungarian books (1)

6. Szerk. **Molnár, A.**: Hortobágyi mozaikok. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 105 p., 2005. ISBN: 963217836x

Hungarian book chapters (8)

7. **Molnár, A.**: Adatok a Hortobágy flórájának ismeretéhez.
In: Hortobágyi mozaikok / szer. Molnár A, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 41-72, 2005. ISBN: 963217836x
8. **Molnár, A.**: A Hortobágy térségének Branchiopoda faunájáról.
In: Hortobágyi mozaikok. Szerk.: Molnár A, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 83-90, 2005. ISBN: 963217836x
9. **Molnár, A.**, Fintha, I.: A tájhasználat okozta változások a Hortobágyon, különös tekintettel a nemzeti park pusztai területeire.
In: Hortobágyi mozaikok. Szerk.: Molnár A, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen, 11-30, 2005. ISBN: 963217836x
10. Molnár, Z., Papp, L., **Molnár, A.**, Horváth, A., Kevey, B., Schmotzer, A., Vidra, T., Király, G., Bölöni, J., Virágh, K.: Az alföldi erdőssztyepppek mai helyzete magyarországon: a fennmaradt állományok adatbázisa.
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 42-48, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
11. Molnár, Z., Fekete, G., Varga, Z., Kun, A., Sümegi, P., **Molnár, A.**, Facsar, G., Szodfridt, I., Sipos, J. V.: Az alföldi erdőssztyepppek típusai.
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 26-35, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
12. Varga, Z., Borhidi, A., Fekete, G., Debreczy, Z., Bartha, D., Bölöni, J., **Molnár, A.**, Kun, A., Molnár, Z., Lendvai, G., Szodfridt, I., Rédei, T., Facsar, G., Sümegi, P., Kósa, G., Király, G.: Az erdőssztyepp fogalma, típusai és jellemzésük.
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 7-19, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
13. Medzihradsky, Z., Bölöni, J., Molnár, Z., Kertész, M., Varga, Z., Debreczy, Z., **Molnár, A.** Mit tudunk a múlttól?
In: Alföldi erdőssztyeppmaradványok Magyarországon. Szerk.: Molnár Zsolt, Kun András, WWF Magyarország, Budapest, 20-25, 2000, (WWF füzetek, ISSN 1216-2825 ; 15.)
14. **Molnár, A.**: A magas tarackbúza (*Agropyron elongatum*) a Hortobágyon.
In: Ohattól Meggyesig : A Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor huszonkét éve. Szerk.:



Tóth Albert, Természet és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest, 116-122, 1996.
ISBN: 963047462x

Foreign language international book chapters (1)

15. Sümegi, P., Szilágyi, G., Gulyás, S., Jakab, G., **Molnár, A.**: The late quaternary paleoecology and environmental history of Hortobágy, a unique mosaic alkaline steppe from the heart of the Carpathian Basin.
In: *Steppe Ecosystems: Biological Diversity, Management and Restoration*. Ed.: Morales Prieto, J. Traba Diaz, Nova Science Publishers, New York, 165-193, 2013. ISBN: 9781628082982

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (15)

16. **Molnár, A.**, Széll, L., Demeter, L.: A Rochel-törpezanót (*Chamaecytisus rochelii*) két új előfordulása az Alföldön.
Kitaibelia. 24 (1), 108-108, 2019. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.24.106>
17. Lukács, B. A., Gulyás, G., Horváth, D., Hödör, I., Schmotzer, A., Sramkó, G., Takács, A., **Molnár, A.**: Florisztikai adatok a Tiszántúli középső részéről.
Kitaibelia. 22 (2), 317-357, 2017. ISSN: 1219-9672.
18. **Molnár, A.**, Molnár, V. A.: Csalánlevél gubacsűnyog (*Dasineura urticae* Perris, 1840) előfordulása kúszó csalánon (*Urtica kioviensis* Rogow.) = Occurrence of *Dasineura urticae* (Perris, 1840) on *Urtica kioviensis* Rogow. in Hungary.
Kitaibelia. 21 (1), 162, 2016. ISSN: 2064-4507.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/21.159>
19. Lisztes-Szabó, Z., Kiss, H. J., Kovács, S., **Molnár, A.**, Pető, Á.: A hajdúszoboszlói Kéthalom recens löszvegetációjának fitolit morfológus-diverzitás vizsgálata.
Bot. Közl. 101 (1-2), 243-261, 2014. ISSN: 0006-8144.
20. Németh, A., **Molnár, A.**, Széll, L., Horváth, T., Demeter, L., Csorba, G.: Hogyan telepítsünk át földikuttyát? Módszertani megfontolások szélsőségesen talajlakó rágcsálók megmentéséhez.
Termvéd. Közl. 19 (1), 15-33, 2013. ISSN: 1216-4585.
21. Bók, T., **Molnár, A.**, Novák, T., Végvári, Z.: A Hortobágyi Nemzeti Park határvonalán megjelenő veszélyeztető tényezők vizsgálata.
Tájökol. Lapok. 10 (1), 41-54, 2012. ISSN: 1589-4673.
22. Endrédi, A., **Molnár, A.**, Nagy, J.: A kunsági bükköny (*Vicia biennis* L.) ex-situ védelme.
Termvéd. Közl. 18 (1), 150-158, 2012. ISSN: 1216-4585.
23. Deák, B., **Molnár, A.**, Gál, L., Lukács, B. A., Tihanyi, G., Török, P.: *Rumex pseudonatronatus* (Borb.) Murb. új előfordulási adatai a Hortobágyi Nemzeti Park területén.
Flora Pannon. 6 (1), 132-132, 2008. ISSN: 1589-7788.





24. Csiky, J., Oláh, E., **Molnár, A.**: A *Cirsium boujartii* (Pill. et Mitterp.) Schultz Bip. a Tihanyi-félsziget Európa Diplomás védett területén.
Flora Pannon. 4 (1), 134-134, 2006. ISSN: 1589-7788.
25. Lesku, B., Katona, L., **Molnár, A.**: Néhány veszélyeztetett növényfaj "ex situ" védelmi programjának tapasztalatai.
Kitaibelia. 11 (1), 31-31, 2006. ISSN: 1219-9672.
26. Szigetvári, C., **Molnár, A.**: Az *Agropyron elongatum* (Host.) P. B. újabb (őshonos) hazai állománya.
Kitaibelia. 9 (1), 221-221, 2004. ISSN: 1219-9672.
27. **Molnár, A.**: *Calamagrostis villosa* (Chaix) Gmel. Debrecen mellett.
Kitaibelia. 5 (1), 229-230, 2000. ISSN: 1219-9672.
28. **Molnár, A.**: A magvak csírázását segítő módszerről.
Kitaibelia. 2 (1), 84-86, 1997. ISSN: 1219-9672.
29. **Molnár, A.**: Az öldöklő aszat (*Cirsium furiens*) Gris. et Sch. új termőhelye Debrecen mellett.
Kitaibelia. 2 (1), 84-86, 1997. ISSN: 1219-9672.
30. **Molnár, A.**: A bélmegyeri Fás-pusztá növényzete.
Bot. Közl. 76 (1-2), 65-82, 1989. ISSN: 0006-8144.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

31. Nagy, J., **Molnár, A.**, Cserhalmi, D., Szerdahelyi, T., Szirmai, O.: The aims and results of the nature-protection management on the North-east Hungarian mires.
Cereal Res. Commun. 35 (2), 813-816, 2007. ISSN: 0133-3720.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/CRC.35.2007.2.162>
IF: 1.19
32. Nagy, J., Figecky, G., Pensza, K., Fintha, I., **Molnár, A.**, Tóth, Z., Kalapos, T.: Contribution to the flora and vegetation of lake Bence-tó, NE Hungary.
Studia Bot. Hung. 27-28 (1), 151-161, 1998. ISSN: 0301-7001.





UNIVERSITY of
DEBRECEN

UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY

UNIVERSITY OF DEBRECEN

H-4002 Egyetem tér 1, Debrecen

Phone: +3652/410-443, email: publikaciok@lib.unideb.hu

Foreign language scientific articles in international journals (1)

33. Molnár, V. A., Löki, V., Máté, A., **Molnár, A.**, Takács, A., Nagy, T., Lovas-Kiss, Á., Lukács, B. A., Sramkó, G., Tökölyi, J.: The occurrence of *Spiraea crenata* and other rare steppe plants in Pannonian graveyards.
Biologia. 72 (5), 500-509, 2017. ISSN: 0006-3088.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/biolog-2017-0060>
IF: 0.696

Total IF of journals (all publications): 8,025

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 6,139

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

27 November, 2020

