

# **A földrajzi távolság és a környezeti faktorok szerepe a pánccélosatka közösségek kis- és nagyléptékű mintázatképzésében**

Doktori értekezés tézisei

**Gergócs Veronika Eszter**

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Biológia Doktori Iskola (vezető: Dr Erdei Anna)

Ökológia, konzervációbiológia és szisztematika

Doktori Program (vezető: Dr Podani János)

Témavezetők:

Dr Podani János DSc., egyetemi tanár

Dr Hufnagel Levente DSc., egyetemi docens

Kutatóhely:

MTA-ELTE-MTM Ökológia Kutatócsoport

2015

## 1. Bevezetés, célkitűzések

A hasonló életmódú élőlények közösségi mintázatképződésében két fontos tényező játszhat szerepet: a környezeti faktorok és a diszperziós limitáltság. Az első alapján az élőlények ott fordulnak elő, ahol a biotikus és az abiotikus faktorok kedvezőek számukra, közösségi összetételük korrelál a megfelelő környezeti tényezők változásával. A diszperziós limitáltság alapján a közösségi szerkezet változatossága független a környezeti változóktól, a fizikai korlátok (pl. földrajzi távolság) határozzák meg mintázataikat. Közösségformálásnál a kérdés arra vonatkozik, hogy melyik tényező játszik fontosabb szerepet. A válasz megismeréséhez a talajban élő pácélosatka (oribatida) közösségek többféle térléptéken történő vizsgálatát végeztem el.

A pácélosatkák már kb. 370 millió éve élnek a szárazföldön, a világon mindenfelé elterjedtek, és sok helyen nagy fajszámmal és abundanciával fordulnak elő. Velük kapcsolatos vizsgálataim négy fő részből állnak. Először az oribatidák globális mintázatát vizsgáltam az eddigi legteljesebb fajlista (Subias 2015) alapján. A fauna- vagy flórabirodalmak közötti viszonyokat eddig főleg szárazföldi gerinces állatokon illetve növénycsoportokon vizsgálták, a gerinctelen állatokról rendelkezésre álló nagy mennyiségű irodalom ellenére csak kevés számú globális tanulmány létezik. A fajlisták összehasonlítását legfőképpen távolsági függvényekkel elvégzett ordinációkkal és osztályozásokkal végzik el. A megfelelő távolsági index kiválasztása azonban nem egyszerű, mivel önmagában egyik függvény sem képes minden szerkezeti hasonlóságot kifejezni. A béta-diverzitás komponensei (fajszámkülönbség és fajkicserelődés) azonban olyan közösségi mutatók, melyek a távolsági függvényekkel kifejezett viszonyokat kiegészíthetik. Értekezésemben faunabirodalmak pácélosatka faj-, genusz- és családlisátit hasonlítottam össze két távolsági függvénnyel és az eredményeket a béta-diverzitás komponenseinek elemzésével vettem össze.

A második részben közvetlenül a földrajzi távolság és a környezeti faktorok szerepét vizsgáltam globális, regionális és lokális szinten a pácélosatkák mintázatképződésében. A földrajzi távolság növekedésével általában növekszik a közösségek béta-diverzitása, de ennek eltérő állatcsoportok esetében eltérő mintázatai lehetnek, amelyet befolyásol az élőhely minősége is. Genusz szintű listákon keresztül vizsgáltam az oribatidák béta-diverzitás komponenseinek változásait, melybe belevontam a mikrohabitat és élőhely minőségének szerepét. A vizsgálat célja volt feltárni a fenti faktorok mintázatképződésben játszott szerepének fontosságát a különböző térbeli szinteken.

A harmadik részben azt vizsgáltam, hogy a mikrohabitatot alkotó avar típusának milyen befolyásoló hatása van a páncélosatkák fajközösségére. Régóta kutatott kérdés, hogy az oribatidák közösségformálásában pontosan mely biotikus és abiotikus faktorok játszanak döntő szerepet. Az eddigi eredmények szerint a mikrohabitat minősége fontos szerepet játszik a közösségformálásban. Tanulmányomban mikrokozmosz labor kísérletben elemeztem három oribatida közösség mikrohabitat specifikitását azzal, hogy idegen avartípusba oltottam át őket. A közösségi tulajdonságok mellett a szaporodási és táplálkozási mód arányos változását is figyeltem.

A negyedik részben a páncélosatka közösségek indikációs hatékonyságát elemeztem. Az oribatida közösségeket gyakran használják ember okozta természetkárosítások súlyosságának kimutatására. A talajban élő közösségek tulajdonságain keresztül detektálhatók a mezőgazdaság, az erdőgazdálkodás és a nehézfémzennyezés okozta változások. Az indikációs vizsgálatok esetében azonban fontos szempont a megfelelő módszerek alkalmazása. A gyakran alkalmazott diverzitási és hasonlósági indexek nem minden esetben alkalmasak a változások kimutatására, továbbá a referenciaterületek megválasztása sem feltétlenül megfelelő a valós változások indikálására. Ennél fogva tanulmányomban az élőhelyek változatosága miatt létrejött közösségi sokféleséget összehasonlítottam az emberi beavatkozás hatására létrejött változásokhoz többféle népszerű módszert felhasználva.

## **2. Anyag és módszerek**

Az első kettő és a negyedik vizsgálatomban főleg irodalmi és csak kis részben saját adatsorokat dolgoztam fel. A hét faunabirodalom összehasonlítását Subias (2015) páncélosatka katalógusa alapján végeztem el. A birodalmakat Jaccard és Simpson távolsági függvények felhasználásával UPGMA osztályozással és PCoA ordinációval hasonlítottam össze három taxonómiai szinten (faj, génusz és család). Ezeket az eredményeket aztán Podani és Schmera (2011) új, béta-diverzitás komponenseket kimutató elemzésével vettem össze. Ebben a vizsgálatban egy simplex diagramon ábrázolható egyszerre a béta-diverzitás – Jaccard-hasonlóság, fajszaám különbség – fajszaám egyezés és a beágyazottság – fajkicserélődés párok értékei.

A második elemzéshez azonos és eltérő típusú minták (mikrohabitatok) és élőhelyek génusz listáit használtam fel, többféle kategóriát létrehozva. Az első kategóriákba tartoztak az egyazon élőhelyről származó azonos és eltérő típusú mikrohabitatok. A következő kategóriák már azonos és eltérő típusú élőhelyek listáit vetette össze egy adott országon belül, illetve különböző országokból, utóbbi esetben egyazon kontinensen, vagy eltérő kontinensen. A

kategóriákon belül kiszámítottam a Podani és Schmera (2011) által fejlesztett béta-diverzitás komponenseket, és ezeket összehasonlítottam az egyes kategóriák között.

A harmadik vizsgálatban, egy mikrokozmosz labor kísérletben, három avartípusból (csertölgy, erdei fenyő és fehér akác) származó oribatida közösségeket oltottam át ugyanebbe a három, de előzetesen defaunált avartípusba. Így olyan mikrokozmoszokat kaptam, amelyekben vagy hazai (pl. akácavarból akácavarba) vagy idegen típusú avarba (pl. akácavarból tölgyavarba) kerültek az állatok. Kontroll rendszerként néhány avarmintát átoltás nélkül, intakt állapotban hagytam mikrokozmoszokban. Három illetve 12 hónapnyi inkubációt követően a páncélosatkákat kinyertem, és minden rendszer esetében meghatároztam az abundanciát, fajszámot, közösségi szerkezetet és az ivartalanul szaporodó valamint a mindenevő egyedek arányát.

A negyedik vizsgálat esetében természetes és bolygatott élőhelyekről származó oribatida abundancia listákat elemeztem. A vizsgálat első felében Shannon- és Berger-Parker index értékeket számítottam ki adott tanulmányokból származó adatok alapján fás és fátlan természetes élőhelyekről, valamint bolygatott fás és fátlan élőhelyekről. Az így kapott diverzitási értékeknek vettem az abszolút különbségét természetes élőhelyek között, valamint bolygatott és referenciaként szolgáló természetes élőhelyek között. A vizsgálat második felében pedig természetes élőhelyeken belül, valamint megint ember által bolygatott és kontroll élőhelyek között számítottam ki a Jaccard és Bray-Curtis indexek értékét. A fentiek alapján összehasonlítottam, hogy a természetes élőhelyeken belül fellelhető diverzitási és hasonlósági indexekkel kifejezhető változatosság meghaladja-e a zavart és kontroll területek között, páncélosatka közösségek alapján mérhető különbségeket.

### **3. Tézisek**

1.1 Kimutattam, hogy a simplex diagramok kiegészítették a távolsági indexek alapján megállapított birodalmak közti viszonyokat az oribatidák globális mintázatával kapcsolatban.

1.2 Kimutattam, hogy a páncélosatkák alapján készített faunabirodalom hasonlósági viszonyok nem minden esetben azonosak más állatcsoportok alapján készített hasonlósági viszonyokkal.

2.1 Megállapítottam, hogy oribatidák esetében a génusz listák nem alkalmasak mikrohabitat és élőhely típusok megkülönböztetésére, mivel génusz szintű listák esetében a mikrohabitat és habitat típusa nem befolyásolja a hasonlóságot páncélosatka közösségek összetételei között egyik vizsgált térbeli léptéken sem.

2.2 Kimutattam, hogy a mikrohabitatok oribatida génusz listái közti hasonlóság szignifikánsan nagyobb, mint a habitatok listáinak egymás közti hasonlósága.

2.3 Egy országon belül, eltérő élőhelyeken felvételezett oribatida génusz listák között szignifikánsan nagyobb a hasonlóság, mint különböző országokban, akár különböző kontinensekről származó élőhelyek listái között, kivéve ha azonos típusú élőhelyeket hasonlítunk össze.

2.4 Megállapítottam, hogy egy országon belül a beágyazottság mértékét nem befolyásolja, hogy a génuszlisták mikrohabitat- vagy élőhely szintűek-e. Ehhez képest a beágyazottság mértéke szignifikánsan lecsökken országhatárok átlépésével és habitat minőségének eltéréseivel.

3.1 Kimutattam, hogy a ritkán alkalmazott átoltásos mikrokozmosz kísérleti módszer oribatida közösségek esetében nem okoz szignifikánsan alacsonyabb fajsza- és abundancia-különbséget a három avar típus esetében az intakt mikrokozmosz rendszerekhez képest.

3.2 Kimutattam, hogy a három avar típusból származó oribatida közösségek fajszáma és abundanciája egy év alatt nem csökkent le a tölgy- és fenyőavarában a hazai mikrokozmoszokhoz képest.

3.3 Kimutattam, hogy akácavarában a tölgy- és fenyőavárból származó páncélosatka közösségeknek szignifikánsan lecsökken a fajszáma és abundanciája.

3.4 Kimutattam, hogy egyéves inkubációt követően fenyő- és tölgyavarába oltva az oribatida közösségek hasonlóbbá válnak egymáshoz, mint akácavarába oltva.

4.1 Megállapítottam, hogy a páncélosatkák indikátorként való vizsgálatakor a legtöbb mérőszámmal kifejezhető élőhely állapotváltozás faj- és génusz szinten is hasonló értéket mutat.

4.2 Kimutattam, hogy a Shannon-diverzitási index és a Berger-Parker index használata kevésbé hatékony a zavart és a természetes élőhelyek összehasonlításához, mint a Bray-Curtis index.

#### **4. Következtetések és kitekintés**

Az ökológiai közösségek összetételét a környezeti faktorok és az élőlények diszperziós lehetőségei alakítják, ám ezek a tényezők különböző térbeli léptékeken eltérően hatnak. Az ökológiai mintázatok és folyamatok megértéséhez nem elég tehát lokális szintű vizsgálatokat végezni, hanem szükséges megismerni a magasabb térbeli szinteken létrejövő szerkezeti mintákat is. A többféle térléptéken történő vizsgálódás a közösségi szerkezetet kialakító faktorok feltárását segíti elő.

Páncélosatkák adatai alapján a Palaearctis és Nearctis nagyfokú hasonlóságot mutatott, ami néhány más állatcsoporton végzett vizsgálattól eltért. Ez a mintázat feltehetően a

különböző állatcsoportok eltérő diszperziós képességére és evolúciós múltjára vezethető vissza. A gerinctelen állatok felhasználása biogeográfiai elemzésekben új távlatokat nyithat a globális biogeográfia vizsgálatában és segíthet megérteni a mai mintázatok kialakulását. A rövidebb távú földtörténeti események megértéséhez a térleptéket is kisebbre kell venni. A páncélosatkák fajelterjedési vizsgálatait szükséges lenne egy-egy kontinensen belül a nagyobb tájegységek listáinak elemzésére kiterjeszteni, amely a közelmúlt fajkeletkezési és migrációs eseményeit segítenék megérteni.

A béta-diverzitás több léptékű mérése képes feltárni a biodiverzitás térbeli mintázatának eredetét és azon folyamatokat, amelyek fenntartják azt (Lindo és Winchester 2009; Qian 2009). Ennek megfelelően fontos fejleszteni az ezzel kapcsolatos módszereket. Tanulmányomban kimutattam, hogy a beágyazottság és a taxonszámbeli különbség figyelembevétele jobb megértést biztosít a távolsági indexek által tükrözött információk vizsgálatakor, így hatékonyabb lehet az adatszerkezet feltárása e módszerek kombinálásával például biogeográfiai elemzéseknél.

A különböző térbeli léptékek páncélosatka génusz listáinak összehasonlításakor a közelebbi mikrohabitatok és élőhelyek génusz listái jobban hasonlítottak egymásra, a távolabbi élőhelyeké kevésbé. Ez a magától értetődő mintázat azonban kontinens léptéken már nem volt igaz, ami azt mutatja, hogy a gyakori és sok élőhelyen előforduló génuszok elterjedése a kontinenseken is átível. Ennek a jelenségnek az okát a fentiekben említett módon, kontinensek nagyobb egységein előforduló taxon listák alaposabb vizsgálatával lehetne feltárni. A vizsgálat megmutatta továbbá, hogy míg a globális mintázatok és a nagyobb térbeli léptékek közötti trendek vizsgálatához a taxon listák elegendőek lehetnek, regionális szinten (tehát élőhely típusok megkülönböztetésekor) már szükséges a mennyiségi adatok figyelembe vétele. Az oribatida közösségek nagy térleptékű hierarchikus mintázatelemzésének abundancia adatokra való kiterjesztése közelebb vihet minket a mintázatképzés okainak feltárásához.

Lokális szinten főleg biotikus és abiotikus faktorok befolyásolják a közösségszerveződést. A mikrokozmosz kísérlet feltárta, hogy a fenyő- és tölgyavarra feltehetően olyan közös tulajdonságok jellemzőek, amelyek mindhárom vizsgált oribatida közösség számára kedvezőek. Az akácavarnak viszont olyan jellemzői lehetnek, melyek csak az akácusból származó közösségnek lehet kedvező. Ezek a tulajdonságok feltehetően az avarban élő mikrobióta közösségekkel lehetnek kapcsolatban, amit azonban a kísérlet nem vizsgált. Lehetséges, hogy a fenyő- és tölgyavar gazdagabb és az akácavar szegényebb mikrobiális

közössége állt a mintázat háttérében. Az oribatida közösségek lokális fajdiverzitását és szerkezetformálását feltehetően a táplálkozásuk sokfélesége és változékonysága befolyásolja. A táplálékul szolgáló fonálférgék és gombaközösségek vizsgálata a különböző mikrohabitat típusokban segítené pontosabban feltárni azokat a változókat, amelyek bizonyos avartípusokat kedvezőbbekké tesznek az oribatida közösségek számára.

Ember okozta bolygatások oribatidákra gyakorolt hatásának kimutatásához mindenképpen közösségi szerkezetek összehasonlítására van szükség, mert a diverzitási indexek és a taxon listák erre a legtöbb esetben nem alkalmasak. Ezzel együtt azonban a génusz és a faj szintű eredmények között nem találtam szignifikáns különbségeket. Ebből arra következtetek, hogy regionális szintű, azaz élőhelyek vagy mikrohabitatok páncélosatka közösségeit összehasonlító elemzésekhez mennyiségi, azaz abundancia adatokra van szükség, viszont nem feltétlenül szükséges faj szintű adatsor. Nagyszámú különböző adatbázis felhasználásakor a különböző szerzők eltérő taxonómiai ismeretei eltérő faj szintű döntéseket eredményezhetnek. Ennek megfelelően a faj szinten előforduló taxonómiai vélemény eltérések orvoslására a génusz szint alkalmazását javaslom regionális léptékű, több különböző forrásból származó munka együttes vizsgálatához.

Egy adott élőlénycsoport lokális közösségszerveződési folyamatainak megértéséhez elengedhetetlenül szükséges a nagyobb térléptékű mintázatainak vizsgálata is. Páncélosatka közösségek mintázatának esetében minden térléptéken még sok kérdés maradt nyitott, de tanulmányom irányt mutathat a lokális és regionális közösségszerveződési vizsgálatok fejlesztéséhez.

## 5. A tézisek alapjául szolgáló közlemények

Referált tudományos folyóirat cikkek

- Balogh, P., **Gergőcs, V.**, Farkas, E., Farkas, P., Kocsis, M., Hufnagel, L., 2008, Oribatid assembles of tropical high mountains on some points of the „Gondwana-bridge”- a case study.- Applied Ecology and Environmental Research, 6, 3, 127-158.
- Gergőcs, V.**, Hufnagel, L., 2009, Application of Oribatid Mites as Indicators.- Applied Ecology and Environmental Research , 7, 1, 79-98.
- Gergőcs, V.**, Garamvölgyi, Á., Hufnagel, L., 2010, Indication strength of coenological similarity patterns based on genus-level taxon lists.- Applied Ecology and Environmental Research, 8,1, 63-76. IF: 0,547
- Gergőcs, V.**, Garamvölgyi, Á., Homoródi, R., Hufnagel, L., 2011, Seasonal change of Oribatid mite communities (Acari, Oribatida) in three different types of microhabitats in an oak forest.- Applied Ecology and Environmental Research, 9, 2, 181-195. IF: 0,379
- Gergőcs, V.**, Hufnagel, L., 2012, Oribatid mites (Acari: Oribatida) in microcosms- a review.- Applied Ecology and Environmental Research, 9, 4, 355-368. IF: 0,379

**Gergócs, V., Rétháti, G., Hufnagel, L., 2015, Litter quality indirectly influences community composition, reproductive mode and trophic structure of oribatid mite communities -a microcosm experiment.- Experimental and Applied Acarology DOI: 10.1007/s10493-015-9959-3**

**Gergócs, V., Hufnagel, L., 2015, Global pattern of oribatid mites (Acari: Oribatida) revealed by fractions of beta diversity and multivariate analysis.- International Journal of Acarology DOI: 10.1080/01647954.2015.1084044**

#### Könyvfejezet

**Gergócs V, Homoródi R, Hufnagel L Genus lists of Oribatid mites – A unique perspective of climate change indication in research, In: Gbolagade Akeem Lameed (szerk.) Biodiversity Conservation and Utilization in a Diverse World, Rijeka: InTech, 2012, ISBN: 978-953-51-0719-4, (pp.175-208).**

#### Konferencia előadások

**Gergócs, V., Podani, J., Hufnagel, L., 2011, Cönológiai hasonlósági mintázatok indikációs ereje genusszintű taxonlisták alapján, 4. Kvantitatív Ökológiai Szimpózium, Szeged.**

**Gergócs V., Podani, J., Hufnagel L., 2012, A New Method to Evaluate Habitat Status Based on the Use of Genus-level Data on Oribatid Mites (Acari: Oribatida), 7th Symposium of the European Association of Acarologists, Bécs**

**Gergócs V., 2013, Die Auswirkungen der Lebensraumbedingungen auf die Oribatiden-Gemeinschaften in einem Mikrokosmos-Experiment, 9. Milbenkundliche Kolloquium, Graz**

#### Konferencia posztterek

**Gergócs, V., Podani, J., Hufnagel, L., 2011, Új módszer élőhelyek állapotának értékelésére páncélosatkák (Acari: Oribatida) taxonlistái segítségével, VII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Debrecen**

**Gergócs V., 2012, Oribatida közösségek  $\beta$ -diverzitásának többféle léptékű vizsgálata, 9. Magyar Ökológus Kongresszus, Keszthely**

## 6. Egyéb irodalom

Podani, J., Schmera, D. (2011). A new conceptual and methodological framework for exploring and explaining pattern in presence–absence data. *Oikos* 120, 1625-1638.

Subias, L.S. (2015). Listado sistemático, sinonímico y biogeográfico de los acaros oribátidos (Acariformes: Oribatida) del mundo (excepto fósiles). (Originally published in *Graellsia*, 60 (número extraordinario): 3-305 (2004), actualized pdf in March 2015, 587 pp., online capture)