

Tóthmérész Béla és Magura Tibor

# Kvantitatív ökológia elemei I.

Leíró statisztikák, diverzitás, összemérésre  
szolgáló függvények, mintázatelemzés

Szent István Egyetem

Budapest, 2002

# Tartalomjegyzék

<b>Jelölések, a formalizmus ismertetése</b>	7
<b>Az alapadatokat leíró elemi statisztikák</b>	17
Az adathalmaz elhelyezkedése	18
Az adathalmaz szóródása	22
Grafikus adatmegjelenítési módszerek	26
<b>Diverzitás jellemzésére szolgáló módszerek</b>	33
Diverzitási mutatók	35
Klasszikus diverzitásfüggvények	38
Fajsám jellegű diverzitási mérőszámok	43
A Shannon-függvény néhány jellemző tulajdonsága	47
Diverzitás skálafüggő jellemzése (diverzitási rendezések)	52
A diverzitás modern értelmezése	62
Általánosított diverzitás definíció, majorálás	68
<b>Összemérésre szolgáló függvények</b>	73
Mérési skálák típusai	75
Klasszikus bináris komparatív függvények	78
Összemérésre szolgáló függvények kvantitatív változók esetén	88
Súlyozott bináris különbözőségek	96
<b>Mintázatelemzés</b>	111
Egyfajos mintázatok	112
Kétfajos mintázatok, asszociáltság	117
Korrelációk	122
Beta-diverzitás, mozaikosság	128
<b>Irodalmi kitekintés</b>	139
<b>Irodalomjegyzék</b>	145

## 6. fejezet

### Irodalmi kitekintés

A tankönyvekben az irodalmi hivatkozásokat minimalizálni szokás. Ez nem mindig szerencsés, jóllehet a szöveg széttördelése irodalmi és történeti utalásokkal szintén okozhat zökkenőket. Célszerűnek láttuk egy olyan fejezet beiktatását, amelyben a felhasznált irodalmat ismertetjük, illetve a magyar nyelven hozzáférhető irodalom megfelelő áttekintését adjuk. Az irodalmi utalásokat fejezetenkénti bontásban ismertetjük, a tankönyv szerkezetének megfelelően.

A kvantitatív ökológia klasszikus műve Balogh János 1953-ban megjelent zoocönológia könyve. Értékállóságát mutatja, hogy kiadása óta fél évszázad telt el – mondandója és a könyvben ismertetett módszerek mégsem avultak el. Éppen ezért szomorú, hogy mégis folytatás nélkül maradt. Alapos tudomány- és kortörténeti elemzések árán sem volna egyszerű annak feltárása, hogy a kutatásoknak ez az iránya miért maradt folytatás nélkül a magyar zoológiában. A magyar botanikában a kvantitatív irányzat, elsősorban az angolszász botanikai iskolák eredményei kapcsán, főképpen Précsényi István munkásságának közvetlen és közvetett hatására kapott egyre nagyobb teret.

**Az alapadatokat leíró elemi statisztikák.** Ennek a fejezetnek az elsődleges célja a formalizmus bevezetése és néhány egyszerű módszer bemutatása volt, amelyekkel az adatokról képet alkothatunk. A fejezetben igyekeztünk Tukey (1977) szellemiségében összeválogatni a módszereket, azaz nem éltünk semmilyen szofisztikált feltevással az adatok származására, eloszlására, etc. vonatkozóan. Igyekeztünk a módszerek közül a robusztusabbakat előnyben részesíteni, valamint azokat, amelyek a történetiség okán viszonylag

rendszeresen szerephez jutnak zoológiai, ökológiai tárgyú publikációkban. Bevezető jellegű statisztikai könyv nagy számban jelent meg magyar nyelven. Mindegyik kiváló, éppen ezért nehéz választani közülük. Témája alapján ajánljuk Précésnyi *et al.* (1995) könyvét, amely főképpen zoológiai és etológiai tárgyú példákat tartalmaz és Vargha (2000) művét, amely szintén nagy hangsúlyt fektet az adatfeldolgozási kérdésekre és a robusztusságra is.

**Diverzitás jellemzésére szolgáló módszerek.** A diverzitással foglalkozó magyar nyelvű szakirodalom viszonylag bőséges. A legfrissebb könyv Izsák (2001) műve, amely mind a matematikai formalizmus, mind az eljárások biológiai lényegének megvilágítása tekintetében rendkívül igényes. A könyv tartalmában és szakmai anyagának mélységében is túlmutat a szokványos tankönyveken és számos kutatási eredményét is tartalmazza a szerzőnek. A jelen tankönyvben szereplő fejezethez hasonló tematikájában és tárgyalásmódjában Tóthmérész (1997) könyve és az ehhez tartozó példatár (Tóthmérész 2002). Terjedelménél fogva mind a könyv mind a példatár részletesebben tárgyalja az anyagot, számos további szakmai részletet bemutatva.

Napjaink diverzitásvizsgálatai, technikai apparátusukat tekintve, jelentős részben az információelmélet megszületéséhez kötődnek. Claude Shannon és Warren Weaver közösen írták 1949-ben az információelmélet első monográfiáját, ami 1986-ban magyar nyelven is megjelent. A klasszikus diverzitási statisztikák átlagos ritkasági függvényekként történő interpretálása Patil és Taillie érdeme. Ilyen tárgyú kutatásaik magas színvonalú összegzését nyújtja az idézett, 1982-ben megjelent publikációjuk.

A diverzitás skálafüggő értelmezéséhez egy magyar matematikus, Rényi Alfréd munkássága nyitotta meg az utat, aki a Shannon-entrópia (Shannon-

diverzitás) matematikai általánosítását vizsgálta (Rényi 1961). Orlóci Lászlónak komoly szerepe volt abban, hogy Rényi eredményei felkeltették az ökológusok figyelmét; ennek történetére vonatkozó utalások Orlóci (1991) könyvében található. Patil és Taillie korábban említett műve és Tóthmérész (1995) cikke is komoly szerepet játszott abban, hogy a diverzitás skálafüggő értelmezése elterjedjen. Tóthmérész mutatott rá, hogy a majorálás és a gyenge majorálás közvetlen módon összekapcsolhatók a denzitásfüggő és denzitásfüggetlen reprezentációkkal és így egy igen általános, ugyanakkor biológiai relevanciájában is nyilvánvaló definíció adható arra, hogy mi a diverzitás.

**Összemérésre szolgáló függvények.** Az ökológiai vizsgálatok esetében kritikus kérdés hogy, milyen módszer segítségével mérjük össze a kutatási objektumokat. Egészen más lehet az eredmény egy fajlistán alapuló, bináris összemérés esetén, mint egy kvantitatív adatokon alapuló távolságfüggvény esetén. Ez utóbbi esetben is kaphatunk alapvetően eltérő eredményeket attól függően, hogy egy arány vagy különbség típusú eljárást használunk-e. Éppen ezért a biológiában mindig nagy szerepet tulajdonítottak az objektumok összevetésére szolgáló eljárásoknak. Kizárólag ezzel foglalkozó könyv mégsem jelent meg. Kivételt jelent Tóthmérész (1999) oktatási segédanyaga, amely csak limitált példányszámban került terjesztésre. Angol nyelven több összefoglaló jellegű, a témát áttekintő cikk is megjelent. Részletesen és magas színvonalon tárgyalja a témát Podani (1997) monográfiája. Széleskörűen ismerteti az összemérésre szolgáló függvényeket a Podani (1980) által készített programdokumentáció. Hasonlóképpen nagy hangsúlyt kap a téma a Körmöczi (1992) által készített tankönyvben is.

**Mintázatelemzés.** A mintázati kérdések vizsgálata kapcsán elsősorban Greig-Smith szerepét szokás hangsúlyozni; erre vonatkozó korai

munkásságának összefoglalása 1957-ben megjelent könyvében található. A mintázati kérdéseket igen korán vizsgálták hazánkban is (Précsényi 1964, 1981). A mintázati és diverzitási kérdések vizsgálatának alapvetően új útját jelentik azok az eljárások, az ún. indirekt szemléletű módszerek, amelyeket Juhász-Nagy dolgozott ki. Közérthető, bevezető jellegű ismertetése a témának az 1993-ban megjelent könyvében olvasható. Vizsgálataiban következetesen ragaszkodott a térsorozati elemzések alkalmazásához és így ahhoz, hogy a vizsgálatokat léptékfüggően kell végezni. Fontos szerepe volt abban is, hogy a magyar botanikai iskolák hamar felismerték, hogy túl kell lépni a klasszikus diverzitás mérési paradigmán. Az asszociáltság, illetve a többszörös asszociáltság kérdésének vizsgálata meghatározó szerepet töltött be Juhász-Nagy munkásságában. A kontingenciátáblák loglineáris elemzésén alapulnak, mégis gyakran „információelméletinek” nevezik ezeket a módszereket. Ez az elnevezés nem túl szerencsés. Bartha (2001) kiváló áttekintését adja ezeknek a módszereknek. A direkt és indirekt térsorozati elemzések viszonyába enged bepillantást Tóthmérész (2001) cikke. Az indirekt szemléletű elemzések azonban számos szempontból olyan lényegesen eltérnek a hagyományos módszerektől, hogy ebben a tankönyvben egyelőre nem kaptak helyet, mert ez jelentősen növelte volna a terjedelmet.

A mozaikosság szerepe és jelentősége régóta ismert és általánosan elfogadott az ökológiában. A  $\beta$ -diverzitás számszerűsítésére az első javaslatot Whittaker (1960) tette. Számos szempontból a mai napig ez az egyik legegyszerűbb, mégis jól használható mércéje a  $\beta$ -diverzitásnak. Tóthmérész (1998) cikke viszonylag részletesen tárgyalja a  $\beta$ -diverzitás és a mozaikosság jellemzésére vonatkozó irodalmat. További szakmai részletekkel szolgál a kérdést illetően Tóthmérész (2002).

**Köszönetnyilvánítás.** Köszönjük könyvünk lektorainak, Hornung Erzsébetnek és Podani Jánosnak, hogy lektori munkájukkal és tanácsaikkal segítették a mű megjelenést. Köszönettel tartozunk az OTKA támogatásokért, amelyek kutatásainkat segítették; a kutatások során szerzett tapasztalatok fontos szerepet játszottak a könyv anyagának összeállításában, így ezek a támogatások közvetett módon hozzájárultak a könyv anyagának összeállításához is (OTKA T25888 és T32130). Külön köszönetünk illeti az Állatorvostudományi Egyetem illetve a Szent István Egyetem zoológus képzését, ahol a kvantitatív ökológia oktatása kapcsán a tankönyv megjelentetésének gondolata felvetődött, hogy a könyv megjelenését támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Balogh J. 1953: *A zoocönológia alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bartha, S. 2001: *Életre keltett mintázatok*. In: Oborny B. (szerk.) 2001: Teremtő sokféleség. Emlékezések Juhász-Nagy Pálra. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, pp. 61-95.
- Greig-Smith, P. 1957: *Quantitative Plant Ecology*. Butterworth, London, New York.
- Izsák J. 2001: *Bevezetés a biológiai diverzitás mérésének módszertanába*. Scientia Kiadó, Budapest.
- Juhász-Nagy P. 1993: *Az eltűnő sokféleség*. Scientia Kiadó, Budapest.
- Körmöczi L. 1992: *Ökológiai módszerek*. JATE Kiadó, Szeged.
- Orlóci, L. 1991: *Entropy and Information*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Patil, G. P. and Taillie, C. 1982: *Diversity as a concept and its measurement*. Journal of the American Statistical Association 77, 548-567.
- Podani J. 1980: *SYN-TAX: Számítógépes programcsomag ökológiai, cönológiai és taxonómiai osztályozások végrehajtására*. Abstracta Botanica 6: 1-158.
- Podani J. 1997: *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelseibe*. Scientia Kiadó, Budapest.
- Précsényi I. 1964: *A note on the problem of homogeneity*. Acta Botanica Hung. 10: 217-219.
- Précsényi I. 1981: *A növénytársulások struktúrája*. In: Hortobágyi T. és Simon T.

(szerk.): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 202-225.

Précsényi I., Bartha Z., Karsai I. és Székely T. 1995: *Alapvető kutatásszervezési, statisztikai és projektértékelési módszerek a szupraindividuális biológiában*. KLTE Kiadó, Debrecen.

Rényi A. 1961: *On measure of entropy and information*. Proceedings of the 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability (Vol. I.) (ed. by J. Neyman), pp. 547-561. University of California Press, Berkeley.

Shannon, C. E. and Weaver, W. 1986: *A kommunikáció matematikai elmélete*. Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest.

Tóthmérész B. 1995: *Comparison of different methods for diversity ordering*. Journal of Vegetation Science 6: 283-290.

Tóthmérész B. 1996: *NuCoSA: Programcsomag botanikai, zoológiai és ökológiai vizsgálatokhoz*. Scientia Kiadó, Budapest.

Tóthmérész B. 1997: *Diverzitási rendezések*. Scientia Kiadó, Budapest.

Tóthmérész B. 1998: *Kvantitatív ökológiai módszerek a skálafüggés vizsgálatára*. In: Fekete, G. (szerk.): *A közösségi ökológia frontvonalai*. Akadémiai Kiadó, pp. 141-156.

Tóthmérész B. 1999: *Összemérésre szolgáló függvények*. KLTE Oktatási segédanyag, Debrecen.

Tóthmérész B. 2001: *Mintázatelemzés ismerkedéstörténeti háttérrel*. In: Oborny B. (szerk.) 2001: *Teremtő sokféleség. Emlékezések Juhász-Nagy Pálra*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, pp. 97-108.

Tóthmérész B. 2002a: *Diverzitási rendezések példatár*. KLTE Kiadó, Debrecen.

Tóthmérész B. 2002b: *A diverzitás jellemzésére szolgáló módszerek evolúciója*. In: Salamon-Albert Éva (szerk.): Magyar botanikai kutatások az ezredfordulón - tanulmányok Borhidi Attila 70. születésnapja tiszteletére. JPTE Növénytani Tanszék és MTA Pécsi Akadémiai Bizottság közös kiadványa. Pécs.

Tukey, J. W. 1977: *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley, Reading, Mass.

Vargha A. 2000: *Matematikai statisztika. Pszichológiai, nyelvészeti és biológiai alkalmazásokkal*. Pólya Kiadó, Budapest.

Whittaker, R. H. 1960: *Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California*. Ecol. Monographs 30: 279-338.