

## A fitoplankton funkcionális csoportjainak hatása a fajtelitődési görbék alakjára egy eutróf állóvíz esetén

Görgényi Judit\*, Várbíró Gábor\*, T-Krasznai Enikő\*\*, Abonyi András\*\*\*, Tóthmérész Béla\*\*\*\*, Borics Gábor\*

\* MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, Tisza Kutató Osztály, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c.

\*\* Hajdú-Bihar Megyei Kormányhivatal, Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály, 4025 Debrecen, Hatvan utca 16.

\*\*\* MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet, Hidro- és Növényökológiai Osztály, 1113 Budapest, Karolina út 29.

\*\*\*\* Debreceni Egyetem, Ökológiai Osztály, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

### Kivonat

Egy adott élőhely fajszámának megadásához térben és időben ismételt mintavételre van szükség, a mintavételi erőfeszítés növelésével ugyanis a fajszám növekvő tendenciát mutat. Ugyanakkor nem ismert, hogy az adott közösséget alkotó fajok funkcionális csoportjai milyen mértékben járulnak hozzá a fajszám növekedéséhez. A kérdés tisztázásához, térben és időben is intenzív mintavételt alkalmazva vettünk mintát egy sekély, eutróf állóvíz, a Malom-Tisza holtág hossz-szelvénye (11 ponton összesen 33 minta) és kereszt-szelvénye (5 függélyből összesen 69 minta) mentén. Az időbeli mintavételre 2004 -2010 (vegetációs időszak) között került sor. Vizsgálatunk célja az volt, hogy meghatározzuk, hogy a fitoplankton funkcionális csoportjai milyen jellegű mintaszám-fajszám görbékkel jellemezhetők egy sekély, eutróf állóvíz esetén. Eredményeink alapján elmondható, hogy a fitoplankton funkcionális csoportjai fajtelitődési görbéinek alakja tekintetében lényeges eltérések vannak. A K-stratégista, többnyire domináns taxonokat magában foglaló csoport (Cianobaktériumok, planktonikus kovaalgák) esetén a görbe néhány minta után telítődött. Ezzel szemben a többnyire metafítikus elemeket fölvonultató csoportok (Euglenophyton, Desmidiáles) esetén meredek emelkedést mutat. Ezen csoportok taxonjai ugyanis folyamatosan kerülnek be a litorális zónából a pelágiumba, így esetükben egy folyamatos fajszám növekedés várható. A többi funkcionális csoport görbéje e két típus között helyezkedett el. Eredményeink igazolták, hogy egy közösség különböző funkcionális sajátosságú csoportjainak lényegesen eltérő módon járulnak hozzá az összdiverzitáshoz.

### Kulcsszavak

fitoplankton, holtág, diverzitás, funkcionális csoportok, fajtelitődési görbe

## Effects of phytoplankton functional group on the shape of the species accumulation curves in a shallow eutrophic oxbow (Hungary)

### Abstract

The purpose of our study was to determine the shape of the accumulation curves of the different phytoplankton functional groups in case of a shallow, eutrophic standing water (Malom-Tisza oxbow). Using a spatially and temporally intensive sampling scheme, a total of 33 samples were taken at 11 locations along the longitudinal axis, and a total of 69 samples were taken at 5 locations (left, middle-left, centre, middle-right, right) along the vertical axis of the oxbow. The temporal sampling was carried out between 2004 -2010 (growing season). The shape of the accumulation curves of the different phytoplankton functional groups was not similar. In case of those groups which contained k-strategist, dominant taxa, the curves saturated after some samples. In contrast, the groups involved metaphytic taxa produced a nearly linear curve. While the accumulation curves of the other functional group lie between these two extreme cases. Our results demonstrate that the shape of the species accumulation curves are influenced by the ecological role of the functional groups played in the system.

### Keywords

phytoplankton, oxbow, diversity, functional traits, accumulation curve

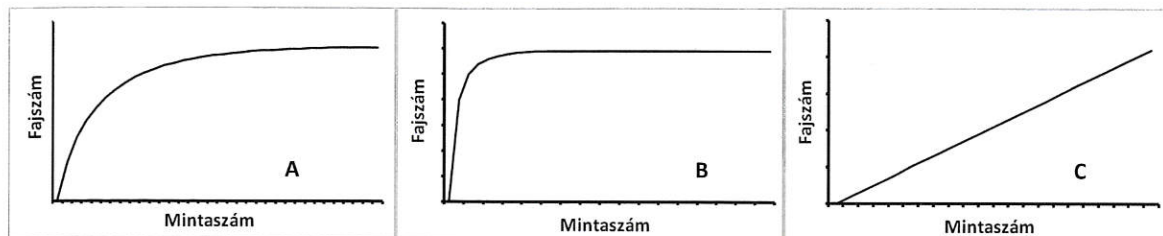
### BEVEZETÉS

Az élőlényközösségek egyik legfontosabb leíró jellemzője a diverzitás, melynek számos mérőszáma ismert, s e mérőszámok főként abban különböznek, hogy milyen mértékben veszik figyelembe az előforduló szervezetek relatív abundanciáját (Rényi 1961). A diverzitás matematikai szempontból legegyszerűbb mérőszáma a fajszám, ennek megadása azonban különösen a mikroszkopikus méretű szervezetek esetén rendkívül munkaigényes feladat, melyhez térben és időben ismételt mintavételre van szükség. A mintaszám és a fajgazdagság közötti kapcsolatot jellemzésére használt fajtelitődési görbék többnyire hatványfüggvénnyel írhatók le (1/A ábra).

A közösségek diverzitása összehasonlítható oly mó-

don, ha azonos mintavételi erőfeszítés esetén e hatványfüggvények kitevőit vetik össze. Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy egy eutróf holtmeder fitoplanktonja esetén, hogyan alakulnak a fajtelitődési görbék akkor, ha a diverzitást kis, ill. nagy térbeli skálán, valamint egy hosszabb időbeli skálán (2004 és 2010 között) kívánjuk értelmezni.

A fenti kérdés megválaszolásán túl arra is választ kerestünk, hogy egy adott közösséget alkotó fajok funkcionális csoportjai milyen mértékben járulnak hozzá a fajszám növekedéséhez, azaz a fitoplankton felbontható-e olyan funkcionális egységekre, amelyek különböző fajtelitődési görbékkel jellemezhetők?

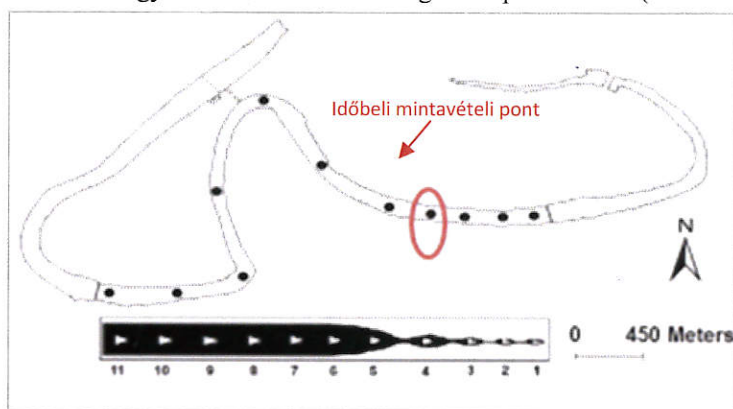


1. ábra. A: Klasszikusnak tekinthető fajtelitődési görbe; B és C: a fajtelitődési görbék szélsőséges esetei  
Figure 1. A: Classic species-accumulation curve; B and C: extreme cases of species-accumulation curves

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a Tiszadobi Malom-Tisza-holtágon végeztük. A holtmeder jelentős része pelágium, csupán a keleti, sekély részén találunk litorális dominanciát. A nagy térbeli skálához a holtmeder hosszanti tengely mentén csómintavételel 11 ponton 33 oszlopmintát gyűjtöttünk 2007 júliusában. Ezzel egy időben a kis tér-

beli skálához a holtmeder egy jellemző keresztmetszében végeztünk gyűjtéseket 5 függélyből (bal part, bal közép, középső, jobb közép, jobb part), 25 cm-es vertikális felbontásban. E mintázás során összesen 69 minta került begyűjtésre. Az időbeli mintákat a holtág egy kijelölt pontjáról gyűjtöttük (2. ábra) 2004-2010 között a vegetáció periódusban (1-6 mintavétel/év).



2. ábra. Mintavételi pontok  
Figure 2. Location of the sampling points

A fitoplankton mintákat Lugol-oldattal fixáltuk feldolgozásig. A taxonok azonosítása Leica DMIL fordított mikroszkóppal, 630× nagyítás mellett történt. Minden esetben 400 egyedig számoltunk (*Utermöhl 1958, Lund és társai 1958*). A nagyméretű taxonok számának megadása érdekében a teljes kamrát átvizsgáltuk 200× nagyí-

tás mellett. A fajokat *Reynolds és társai (2002)* szerint funkcionális csoportokba soroltuk. Mivel néhány csoport igen kevés fajszámmal képviseltette magát, így a hasonló tulajdonságokkal rendelkező funkcionális csoportokat összevontuk (1. táblázat).

1. táblázat. Összevont funkcionális csoportok  
Table 1. Merged functional groups

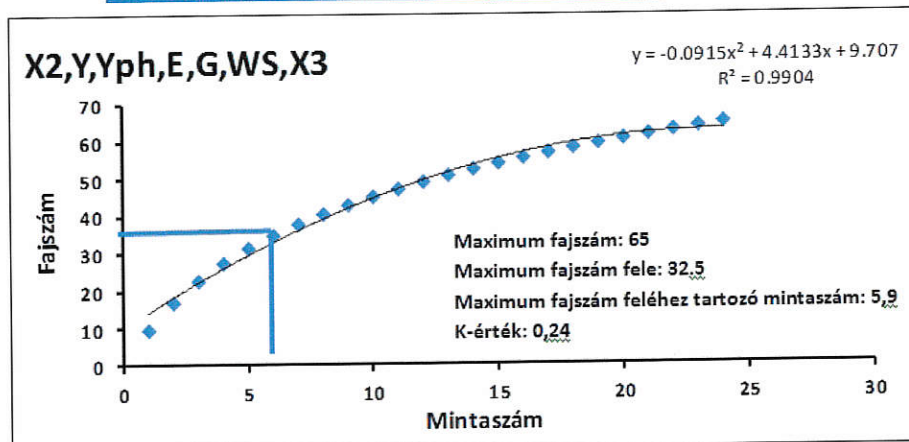
Összevont csoportok	Funkcionális csoportok
Egysejtés chlorococcalesek	X1
Planktonikus kovaalgák	B,C,D,MP
Cianobaktériumok	H1,S1,SN,K,Z
Euglenophyta	W1,W2
Chrysophyceae, Cryptophyta és kisméretű ostoros zöldalgák	X2,X3,Y,Yph,E
Cönóbiális chlorococcalesek	F,J
Desmidiálesek	P,N
Dinoflagelláták	Lo

A fajtelitődési görbék készítése során az összevont csoportok eredeti adatait virtuálisan almintáztuk (bootstrap módszer). Mivel a görbékre a hatvány-függvények nem mutattak szoros illeszkedést, az összehasonlításokat úgy végeztük, hogy az enzimkinetikában gyakran használt ún. „féltelítési konstanshoz” hasonlóan, meghatároz-

tuk a maximum fajszám felének eléréséhez tartozó mintaszámot (3. ábra). Mivel a tér és időbeli gyűjtések mintaszámait eltérő volt, az összehasonlíthatóság érdekében, az egyes kísérleti elrendezéseken belül, a kapott értékeket elosztottuk a maximum mintaszámmal (továbbiakban k-érték) (3. ábra).



$$K\text{-érték} = \frac{\text{Maximum fajszám felének eléréséhez tartozó mintaszám}}{\text{Különböző mintavételi elrendezésekhez tartozó mintaszám}}$$

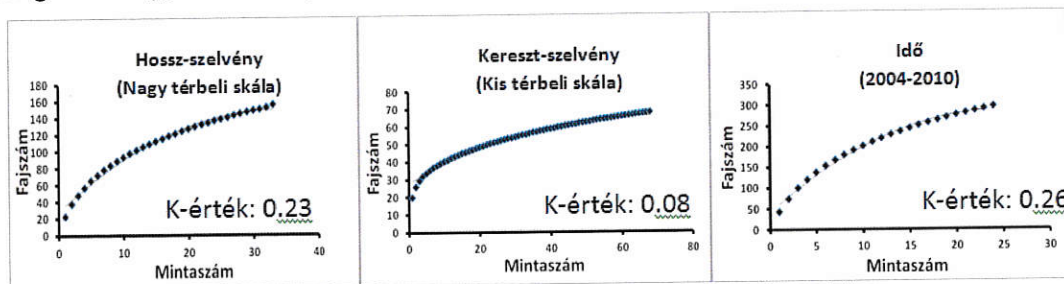


3. ábra. K-érték megadása  
Figure 3. Define the K-value

## EREDMÉNYEK

A hossz-szelvény 33 pontjából 155, a kereszt-szelvény 69 pontjából 68, míg 2004 és 2010 között 299 fajt sikerült kimutatnunk. Az idő és a hossz-szelvény esetén közel hasonló k-értékeket kaptunk (Hossz-szelvény: 0.23; Idő: 0.26) és az ezen adatsorra illesztett fajtelitődési görbék hatvány jellegű összefüggést mutattak, azaz a klasszikus

fajtelitődési görbével voltak leírhatóak (4. ábra). Ugyanakkor a kis térbeli skála vizsgálata során rendkívül alacsony k-értéket (0.08) kaptunk, így a kereszt-szelvény adataira illesztett fajtelitődési görbénk hirtelen fajszám emelkedést mutatott, mely után egy lassú fajszám növekedési szakasz volt megfigyelhető. (4. ábra).



4. ábra. A különböző mintavételi elrendezések fajtelitődési görbéi  
Figure 4. Species-accumulation curves of the different sampling layouts

Funkcionális csoportok tekintetében kis k-értékeket figyeltünk meg planktonikus kovaalgák esetén mindhárom mintázati elrendezés mellett (hossz-szelvény: 0.08; kereszt-szelvény: 0.04; idő: 0.13). Ezen kívül mindkét térbeli skálán a Cianobaktériumok (hossz-szelvény, kereszt-szelvény: 0.01), illetve kizárólag kis térbeli skálán az egysejtes chlorococcalesek (0.05) is rendkívül alacsony k-értékkel voltak jellemezhetőek (2. táblázat). Ezen funkcionális csoportok az 1/B ábra görbéjéhez hasonló lefutást mutattak, azaz már az első néhány mintával sikerült megfognunk az ezekben a funkcionális csoportokba tartozó fajok nagy részét.

Ezzel szemben nagy k-értékeket találtunk nagy térbeli skálán és időbeli skálán a Desmidiáles (hossz-szelvény: 0.35; idő: 0.30) funkcionális csoportnál, illetve kizárólag nagy térbeli skálán az Euglenophytonokat tartalmazó funkcionális csoportnál (0.29) és kizárólag kis térbeli skálán a kisméretű ostoros algák (0.31) alkotta funkcionális csoportnál (2. táblázat). A nagy k-értéket adó csoportok esetén a fajtelitődési görbe alakja az 1/C görbéhez hasonló lefutást mutatott, így ezen funkcionális csoportok

fajai folyamatosan hozzájárulnak a fajszám növekedéséhez.

A többi funkcionális csoport nem mutatott kiemelkedően alacsony, illetve magas k-értékeket (0.14-0.27), fajtelitődési görbéjük pedig a klasszikus telitődési görbére jellemző lefutást mutatott (1/A ábra).

Az adott funkcionális csoportokhoz tartozó k értékek és a fajszámok összevetése egyértelműen igazolta, hogy a két változó közötti kapcsolat nem pusztán statisztikai. Kis- és nagy fajszámhoz egyaránt tartozhatnak alacsony és magas k-értékek is (5. ábra).

## KÖVETKEZTETÉSEK

Nagy térbeli skálán (hossz-szelvény) több fajt sikerült kimutatni, mert a vizsgált holtmeder horizontálisan strukturált, emellett a vizsgált habitatok között jelentős különbségek vannak (pelagiális és változatos litorális élőhelyek). A hossz-szelvényre kapott fajtelitődési görbe alakja alapján elmondható, hogy további mintavételek még jelentősen növelhetik a fajok számát nagy térbeli skála esetén. Kis térbeli skálán a vizsgált habitatok nem mutat-

nak jelentős eltérést, ugyanis a mintavételi pontok közelsége miatt már az első pár mintával sikerült megfognunk a kereszt-szelvényben fellelhető fajok döntő részét. A görbe alakjából arra következtetünk, hogy kereszt-szelvény esetén további mintavételeket követően sem várható jelentős fajszám növekedés. Az időbeli skálán talált magas fajszám magyarázata az, hogy a vizsgált hét év (2004-2010) májustól októberig terjedő időszaka a fitoplankton szukcesszió több stádiumát is érinti, mely során változatos ökológiai szituációk játszódnak le és hozzávetőleg száz algageneráció váltja egymást. Az így kapott telítési görbénk arra enged következtetni, hogy további mintavételekkel jelentős fajszám növekedést lehetne elérni.

Igazoltuk, hogy a különböző csoportok hozzájárulása a görbe alakjához eltérő, azaz nem minden csoport a klasszikus görbét követi, bizonyos csoportok a két szélső-

séges görbéhez hasonló lefutást mutattak. Az, hogy nem volt kimutatható érdemi összefüggés a k-értékek és a fajszámok között egyértelműen jelzi, hogy a jelenség háttérben ökológiai magyarázatot kell keresnünk.

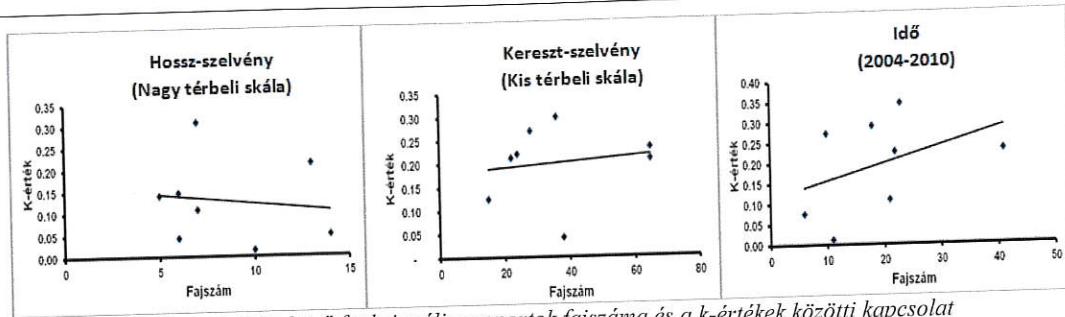
Az 1/B ábra görbéjéhez hasonló lefutást a jó fénykompetitorként ismert Cianobaktériumok és planktonikus kovaalgák mutatták. Ez azt jelenti, hogy azon csoportok esetén melyek gyakorta dominánsak a fitoplanktonban a csoporton belüli kompetíció is jelentős, ami csökkenti az előforduló fajok számát. Ugyanakkor a többnyire metafitikus elemeket tartalmazó csoportok (Euglenophyton, Desmidiáles) görbéje mindvégig meredeken emelkedett (1/C ábra). Ezen csoportok taxonjai bár csak véletlenszerűen, de folyamatosan kerülnek be a litorális zónából a pelágiumba, így esetükben egy folyamatos fajszám növekedés várható.

2. táblázat. A különböző mintavételi elrendezések funkcionális csoportjaihoz tartozó k-értékek

Table 2. K-values of the functional groups belonging to different sampling layouts

Hossz-szelvény funkcionális csoportjai	Fajok száma	K-érték
Egysejtes chlorococcalesek	21	0.11
Planktonikus kovaalgák	6	0.08
Cianobaktériumok	11	0.01
Euglenophyton	18	0.29
Chrysophyceae, Cryptophyta és kisméretű ostoros zöldalgák	22	0.23
Cönóbiális chlorococcalesek	41	0.23
Desmidiálesek	23	0.35
Dinoflagelláták	10	0.27
Kereszt-szelvény funkcionális csoportjai	Fajok száma	K-érték
Egysejtes chlorococcalesek	14	0.05
Planktonikus kovaalgák	6	0.04
Cianobaktériumok	10	0.01
Euglenophyton	5	0.14
Chrysophyceae, Cryptophyta és kisméretű ostoros zöldalgák	7	0.31
Cönóbiális chlorococcalesek	13	0.21
Desmidiálesek	6	0.15
Dinoflagelláták	7	0.11
Időbeli (2004-2010) funkcionális csoportok	Fajok száma	K-érték
Egysejtes chlorococcalesek	38	0.19
Planktonikus kovaalgák	15	0.13
Cianobaktériumok	24	0.22
Euglenophyton	28	0.27
Chrysophyceae, Cryptophyta és kisméretű ostoros zöldalgák	65	0.21
Cönóbiális chlorococcalesek	65	0.23
Desmidiálesek	36	0.30
Dinoflagelláták	22	0.21





5. ábra. A különböző funkcionális csoportok fajszáma és a k-értékek közötti kapcsolat  
 Figure 5. The relationship between the number of species of the different functional groups and the k-values in case of the three sampling layouts

## IRODALOM

Lund J.W.G., Kipling C. and Cren E.D. (1958). The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, **11**(2), 143-170.

Rényi A. (1961). On Measures of Entropy and Information. In: *Fourth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, vol 1, 2nd edn, Univ. of Calif. Press, California, pp. 547-561.

Reynolds C. S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L. and Melo S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, **24**(5), 417-428.

Utermöhl H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, **9**, 1-38.

## A SZERZŐK



**GÖRGÉNYI JUDIT** Fialat kutatóként dolgozik a Duna-kutató Intézet Tisza-kutató Osztályán. Fitoplanktonnal kapcsolatos kutatásokban vesz részt. Elsősorban alga biogeográfiával foglalkozik. Főbb kutatási témája a fitoplankton összetételének és diverzitásának kapcsolata a térbeli skálákkal.

**DR. VÁRBÍRÓ GÁBOR** A Duna-kutató Intézet Tisza-kutató Osztályának tudományos munkatársa. Legfőbb kutatási területe a

makrogerinctelen élőlénycsoport térbeli és időbeli változásainak feltárása. Emellett biológiai adatbázisok felépítésével, elemzésével, illetve a különböző statisztikai módszerek ökológiai alkalmazásával foglalkozik.

**DR. TÖRÖK-KRASZNAI ENIKŐ** A Hajdú-Bihar Megyei Körményhivatal - Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztályán dolgozik biológusként. Fitoplankton ökológiával foglalkozik. Kutatási területe

elsősorban a sekély tavak hidrobiológiai vizsgálatára terjed ki.

**DR. ABONYI ANDRÁS** Jelenleg tudományos munkatársként dolgozik a Duna-kutató Intézet Hidro- és Növényökológiai Osztályán. Fitoplankton ökológiai kutatásokban vesz részt. Főbb kutatási témája a fitoplankton funkcionális csoportjainak ökológiai vizsgálata.

**PROF. DR. TÓTHMÉRÉSZ BÉLA** A Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára. Legfőbb kutatási témái közé tartoznak a kvantitatív ökológiai kutatások, a skálafüggő kvantitatív ökológiai módszerek, illetve a szekunder szukcessziós folyamatok vizsgálata.

**DR. BORICS GÁBOR** A Duna-kutató Intézet Tisza-kutató Osztályának tudományos főmunkatársa, a Tisza-kutató osztály osztályvezetője. Fitoplankton ökológiai kutatásokkal foglalkozik. Elsősorban ökológiai állapotértékeléssel, a folyók és tavak bentikus algaflórájának ökológiájával, illetve a makrofiton és alga interakciók vizsgálatával kapcsolatosan folytat kutatásokat.