



Debreceni Egyetem
Természettudományi és Technológiai Kar
Hidrobiológiai Tanszék



XXXII. OTDK Biológia Szekció

A Tóció-patak kovaalga közösségének kolonizációs vizsgálata



Lukács Áron

III. évfolyam, Biológia BSc

Debreceni Egyetem

Témavezetők:

Dr. B-Béres Viktória

biológus

Dr. Bácsi István

egyetemi adjunktus

Debrecen, 2014

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Irodalmi áttekintés	4
2.1. Az algataxonok ökológiai csoportosítása	5
2.1.1. <i>A bevonatalkotó kovaalgák életstratégia (CSR-stratégia) szerinti csoportosítása ..</i>	<i>5</i>
2.1.2. <i>A bevonatalkotó kovaalgák ökológiai guildekbe sorolása</i>	<i>6</i>
2.1.3. <i>A bevonatalkotó kovaalgák mérettartományokba sorolása</i>	<i>6</i>
2.2. A kolonizációs folyamatok és az azt befolyásoló tényezők	7
2.2.1. <i>Kovaalga kolonizációs folyamatok – víztértypológia.....</i>	<i>7</i>
2.2.2. <i>A Kovaalga kolonizációs folyamatok – aljzatminőség</i>	<i>9</i>
3. Anyag és módszer	10
3.1. Mintavételi terület	10
3.2. Kísérleti összeállítás.....	11
3.2.1. <i>A kolonizációs vizsgálat időtartama</i>	<i>11</i>
3.2.2. <i>Az aljzat kiválasztása</i>	<i>11</i>
3.3. Gyűjtési módszer	11
3.4. A minták roncsolása, preparátum készítése és taxonómiai azonosítás	12
3.5. A kovaalga taxonok csoportosítása	12
4. Eredmények	13
4.1. A kovaalga ökológiai guildek időbeli változása	13
4.1.1. <i>A guildek relatív gyakoriságának változása</i>	<i>13</i>
4.1.2. <i>A guildek taxonszámának változása</i>	<i>15</i>
4.2. A különböző mérettartományok időbeli változása	17
4.2.1. <i>A mérettartományok relatív gyakoriságának változása.....</i>	<i>17</i>
4.2.2. <i>A mérettartományok taxonszámának változása</i>	<i>18</i>
5. Diskusszió	22
5.1. A kovaalga ökológiai guildek időbeli változása	22
5.2. A különböző mérettartományok időbeli változása	25
6. Konklúzió	27
7. Irodalomjegyzék	28
8. Köszönetnyilvánítás.....	32
9. Nyilatkozat	34

1. Bevezetés

A bevonatalkotó kovaalgák olyan, az egész világon elterjedt (kontinentális vizekben és tengerekben, óceánokban; vízfolyásokban és állóvizekben - Defelice et al. 1981; Weckström és Korhola 2001; Hering et al. 2006; Wu et al. 2009; Bolla et al. 2010; Chetelat et al. 2010; Kireta et al. 2012; Sorayya et al. 2012; Stenger-Kovács 2014) fotoszintetizáló mikroorganizmusok, melyek közösségeinek összetételét, az egyes taxonok jelenlétét, vagy hiányát a víz fizikai és kémiai paraméterei, valamint biotikus tényezői (pl. vízsebesség, vízhozam, vízkémiai paraméterek, tápanyagtartalom, szerves-anyag tartalom, interakciós kapcsolatok, stb.) nagyban befolyásolja (Biggs et al. 1998; Passy 2007; Berthon et al. 2011; Várbíró et al. 2012; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014). Így az, hogy az egyes algataxonok a kolonizáció során mikor jelennek meg, nagyban függ az adott taxon (i) kolonizációs képességétől (pl.: pionír taxonok – Ács és Kiss 1993), (ii) életstratégiájától (CSR stratégista – Ács et al. 2000), (iii) ökológiai guildbe tartozásától (planktonikus, alacsony profilú, magas profilú, mozgékony guild – Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014); és (iv) sejtméretétől (Ács és Kiss 1993; B-Béres et al. 2014).

Az egyes algataxonok ökológiai csoportosítása nem új keletű dolog (pl. planktonikus algák és cianobaktériumok kodonokba sorolása – Reynolds et al. 2002; Padisák et al. 2006; Padisák et al. 2009; Krasznai et al. 2010a,b), a bevonatalkotó kovaalgák ilyen jellegű besorolása csak az elmúlt években kezdődött meg (ökológiai guildok – Passy 2007; Rimet és Bouchez 2012a,b; B-Béres et al. 2014; sejtméret tartományok szerinti besorolás – Berthon et al. 2011; Kókai et al. 2014a). A kovaalgák ökológiai guildekbe sorolása azon alapszik, hogy bizonyos nagyobb taxonómiai csoportok (pl. nemzetségek) fajainak előfordulását elsődlegesen a tápanyag-ellátottság, valamint a kovaalga közösségre ható zavarás mértéke (pl. a vízfolyás sodrása, a megvilágítottság mértéke, vagy a bevonatot fogyasztó élőlények negatív hatása) befolyásolja (Passy 2007). Ezek alapján a bevonatalkotó kovaalgákat jelenleg négy ökológiai guildbe sorolják (Passy 2007; Rimet és Bouchez 2012a). A négy guild környezeti változásokra adott reakciói (pl. arány- és/vagy taxonösszetételbeli változások) még a guildok robusztus jellege ellenére is viszonylag jól predesztinálhatók (Stenger-Kovács et al. 2013), bár a legújabb vizsgálatok a guildok további alcsoportokra bontására hívják fel a figyelmet (B-Béres et al. 2014).

A bevonatalkotó kovaalga taxonokat napjainkban 5 mérettartományba sorolják (Berthon et al. 2011), melyek közösségen belüli megoszlása, ill. annak a változása szintén számos

információt hordoz az adott víztér fizikai és kémiai állapotával kapcsolatban (pl. szerves szennyezés, víztér típusa, eutrofizáció mértéke, globális felmelegedés - Finkel et al. 2009; Winder et al. 2009; Berthon et al. 2011). Adott helyen a közösség sejtméret összetételének változása jelentősen befolyásolhatja mind a táplálék-hálózatot, mind a víztér biogeokémiai ciklusait (Finkel et al. 2009; Winder et al. 2009).

Bár hazánkban a kolonizációs vizsgálatoknak nagy hagyománya van (nagy folyók esetében – Ács és Kiss 1993a; Ács et al. 2000, 2007; dombvidéki kis vízfolyás esetében – Bíró 2011), az alföldi kis vízfolyások kolonizációs folyamatairól nagyon keveset tudunk. Annak ellenére, hogy víztértípustól függetlenül nagy hasonlóság van a kolonizációs folyamatokban, mégis fontos kiemelni, hogy a víztér típusa nagyban befolyásolja az egyes taxonok, valamint a nagyobb ökológiai csoportok megjelenését, ill. gyakoriságát (Ács és Kiss 1993a; Bíró 2011).

Munkánk során egy alföldi kisvízfolyás (Tócó-patak felső szakasza, Józsa felett) kovaalga összetételének, az ökológiai guildok és a sejtméret osztályok arányának, valamint taxon-összetételének változását vizsgáltuk kolonizációs kísérletben (9 hét) szemi-mesterséges aljzaton.

Hipotézisek

A kovaalga ökológiai guildekkel kapcsolatban a következőket feltételeztük:

- Az alacsony profilú guild tagjai, kiváltképp a pionír fajok, a kolonizáció kezdeti szakaszában lesznek jelen nagy egyedszámban, a későbbiekben pedig arányuk csökkeni fog;
- A magas profilú guildról feltételeztük, hogy a közösségen belüli aránya, valamint a taxonszáma az idő előrehaladtával nőni fog ;
- A mozgékony guildról azt feltételeztük, hogy legnagyobb arányban az érett bevonatban lesz jelen;

A különböző mérettartományokkal kapcsolatban a következőket feltételeztük:

- A kis mérettartományba tartozó taxonok aránya a kolonizáció kezdeti szakaszában lesz magas, majd arányuk csökkeni fog;
- A nagyobb méretű taxonok száma és aránya a kolonizáció későbbi fázisában lesz magas.

2. Irodalmi áttekintés

Napjainkban a vízfolyások és állóvizek biológiai sokféleségének megóvása, illetve a vízi életközösségek változásainak előrejelzése kiemelt jelentőséggel bír (CBD Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020). Az „édesvízi” ökoszisztémák felépítése, összetétele, így a kovaalga közösségeké is, érzékenyen reagál a környezeti változásokra, legyen szó akár természetes, akár antropogén eredetű változásokról (Ács et al. 2000; Rusanov et al. 2012; Porter et al. 2013; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014). A közösségek felépítése és összetétele, illetve a változó környezeti feltételekre adott válaszreakciójuk elsősorban a jelen lévő taxonok alkalmazkodóképességétől függ (Ács et al. 2000; Passy 2007; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014; Kókai et al. 2014a,b). Többek között ez az oka annak, hogy a kovaalga alapú ökológiai állapotfelmérés és minősítés faji alapon történik (Ács et al. 2006; Berthon et al. 2011; Várbíró et al. 2012; B-Béres et al. 2014). Mindemellett, kiegészítve ezt a faj-központú megközelítést, napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak az ökológiai igényeket figyelembe vevő csoportosítások is az állapotfelmérésekben (ökológiai guildek, életforma típusok, CSR- stratégia, illetve sejtméret – Passy 2007; Berthon et al. 2011; Gottschalk és Kahlert 2012; Rimet és Bouchez 2012a,b; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014). Fontos hangsúlyozni, hogy ezen ökológiai szempontok szerinti csoportosítások jelenleg még csupán kiegészítő információként szolgálnak és nem helyettesíthetik a faj-alapú állapotértékelést (Berthon et al. 2011; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014). Ám mindenképp ki kell emelni azt is, hogy míg az egyes fajok megjelenésének illetve eltűnésének előrejelzése szinte lehetetlen, addig az egyes ökológiai csoportok (guildek, CSR-stratégia, különböző sejtmérettartományba tartozó csoportok) gyakoriságának növekedése vagy csökkenése egészen jól predesztinálható adott fizikai-, kémiai-, és biológiai tényezők függvényében (Berthon et al. 2011; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014). Mindez igaz „vica versa” is: egy adott ökológiai csoport gyakoriságának ismeretében következtetni lehet a vízminőségre, az adott víztest egyéb fizikai-, kémiai tulajdonságaira, vagy akár az adott vízfolyás ökoszisztémáját érintő jelentősebb hatásokra. A különböző ökológiai csoportosítások különösen hasznos információval szolgálhatnak az úgynevezett "ismeretlen" területeken, ahonnan nincsenek rendelkezésre álló kovaalga adatok, vagy azok hiányosak (Berthon et al. 2011). Ezek fényében tehát elmondható, hogy a különböző ökológiai csoportosítások hasznos többlet információval szolgáltathatnak az egyes víztestekre vonatkozóan, azonban ezen ökológiai jellegek rutinszerű használatához még több, szélesebb

körű ismeretre van szükség, mind a különböző víztestekre (pl.: különböző típusú vízfolyások és állóvizek; Berthon et al. 2011; Gottschalk és Kahlert 2012), vagy vízminőségre vonatkozóan (pl.: különböző típusú szennyezések esetén; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014; Kókai et al. 2014).

2.1. Az algataxonok ökológiai csoportosítása

Bár az egyes fajok különböző csoportokba sorolásának lehetősége szinte végtelen, mégis legyen szó planktonikus, vagy bentikus algákról, a különböző ökológiai csoportok létrehozása azon alapszik, hogy adott fizikai-, kémiai és biológiai feltételek mellett az egyes taxonok képesek-e életben maradni, ill. képesek-e és milyen ütemben képesek szaporodni. Viszont míg a planktonikus életmódot folytató eukarióta algák és cianobaktériumok ökológiai csoportosítása több évtizedes múltra tekint vissza (CSR-startégia – Sommer 1981; Reynolds 1988a; Olrik 1994; Padisák 2003; kodonok - Reynolds 1980; Reynolds et al. 2002; Padisák et al. 2006; Padisák et al. 2009; Krasznai et al. 2010a,b), addig a bevonatalkotó kovaalgák hasonló jellegű csoportosítása sokkal újkeletűbb dolog (CSR-startégia – Biggs et al. 1998, 2002; Burliga et al. 2004; Passy 2007; ökológiai guildek - Passy 2007; Passy és Larson 2011; Rimet és Bouchez 2012a,b; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014).

2.1.1. A bevonatalkotó kovaalgák életstratégia (CSR-stratégia) szerinti csoportosítása

A taxonok életstratégia szerinti csoportosításának alapja az, hogy az adott taxon hogyan, milyen hatékonyan, ill. milyen gyorsan tudja környezetében rendelkezésre álló erőforrásokat kiaknázni, milyen a stressz-toleranciája és adott feltételek mellett milyen gyorsan tud szaporodni (Sommer 1981; Reynolds 1988a; Olrik 1994; Biggs et al. 1998, 2002; Burliga et al. 2004; Padisák 2003; Passy 2007). A C-, vagy kompetitív stratégista taxonok (pl. *Gomphonema* spp.) a nagy tápanyag-ellátottságú (eutróf), kis zavarású (alacsony stressz) környezethez adaptálódtak. Ezzel szemben az S-, vagy stressz-toleráns stratégista taxonok alacsony metabolikus rátájuknak és tápanyagraktáraiknak köszönhetően jól tolerálják a tápanyagban szegény (oligotróf), stabil környezetet. Az R-, vagy ruderalis stratégisták (pl. *Achnanthes* spp., *Amphora pediculus*, *Am. inariensis*, *Cocconeis placentula*, *Melosira varians*, *Diatoma vulgare*) pedig gyors reprodukciójuknak köszönhetően képesek fennmaradni akár fizikai, akár biológiai zavarásnak kitett környezetben is (Burliga et al. 2004; Padisák 2003). Egy közösségben először R-stratégista taxonok jelennek meg nagyobb

számban, majd a klímax társulás felé haladva egyre nő a C-, C-S-, ill. S-stratégista taxonok gyakorisága (Biggs et al. 1998).

2.1.2. A bevonatalkotó kovaalgák ökológiai guildekbe sorolása

A bentikus kovaalgák guildekbe sorolásának alapja a következőképpen foglalható össze: Az egyes növekedési formák (pl. láncképző, motilis, fonalas, nyéllel rögzült, stb. – ld. Berthon et al. 2011) megjelenése és gyakorisága és adott környezeti tényezők közti összefüggés jól ismert (Pringle 1990; Steinman et al. 1992; Ács et al. 2000; Carrick és Steinman 2001; Berthon et al. 2011). Biggs és munkatársai (1998) azt is megfigyelték, hogy ezen növekedési formák diverzitása két nagy környezeti tényező köré csoportosul: tápanyag-ellátottság és diszturbancia. Passy (2007) ezek alapján hozta létre a kovaalga guildeket (alacsony profilú, magas profilú, mozgékony guild), ahol az egyes taxonok tápanyag-igényük és zavarás tűrésük alapján kerültek besorolásra. Mivel a bevonatban kisebb-nagyobb egyed-, és taxonszámban gyakran megjelennek alapvetően planktonikus életmódot folytató kovaalga taxonok is, Rimet és Bouchez (2012a) egy további csoporttal, a planktonikus guilddel egészítette ki Passy eredeti felosztását. Az elmúlt években pedig megkezdődött ezen guildek és a különböző környezeti tényezők közti összefüggések mind szélesebb körű vizsgálata (Passy 2007; Berthon et al. 2011; Gottschalk és Kahlert 2012; Rimet és Bouchez 2012a,b; Stenger-Kovács et al. 2013, 2014; B-Béres et al. 2014; Kókai et al. 2014b). Ezek alapján egyre inkább úgy tűnik, a kovaalga alapú guildek további alcsoportokra osztása elengedhetetlen a guildek szélesebb körű, akár vizeink ökológiai állapotértékelésében (vízminősítésben) is történő alkalmazására (B-Béres et al. 2014; Kókai et al. 2014a).

2.1.3. A bevonatalkotó kovaalgák mérettartományokba sorolása

Egy adott helyen létrejött algaközösség sejtméretének megoszlása számos, az adott környezeti tényezőkre vonatkozó információt (pl. zavarás mértéke, tápanyag-ellátottság, fényellátottság) hordoz (Ács et al. 1993; Finkel et al. 2009; Winder et al. 2009; Berthon et al. 2011; Kókai et al. 2014a).

Napjainkban a bevonatalkotó kovaalgákat 5 sejtméret tartományba sorolják (1. táblázat; Berthon et al. 2011). Berthon és munkatársai (2011) szignifikáns összefüggést mutattak ki a kis (S2) és legnagyobb (S5) mérettartományú osztályok aránya és az adott víztér trofitási szintje, valamint szerves szennyezettsége között.

Kókai és munkatársai (2014a) alföldi vízfolyások kovaalga közösségének méretösszetételét vizsgálta egy extrémén száraz évben. A kis (S1 és S2), valamint a nagy (S5) mérettartományok taxonszáma, valamint aránya és a vízutánpótlás hiánya miatt kialakult szalinizálódás között szoros összefüggést tapasztaltak. Ezzel szemben az algaközösségek egyenletessége a vezetőképesség emelkedésével arányosan csökkent.

1. táblázat Kovaalga sejtméret osztályok Berthon et al. 2011 alapján

Kovaalga sejtméret osztályok	Sejttérfogat (μm^3)
S1	5 - 99
S2	100 - 299
S3	300 - 599
S4	600 - 1499
S5	≥ 1500

2.2. A kolonizációs folyamatok és az azt befolyásoló tényezők

Egy taxon kolonizációs képessége az egyik elsődleges tényező, mely adott taxon adott közösségben való megjelenésének idejét befolyásolja (Ács és Kiss 1993). A kolonizációs képesség pedig döntően azon alapszik, hogy bizonyos fizikai-, kémiai és biológiai feltételek mellett az egyes taxonok képesek-e életben maradni, ill. képesek-e és milyen ütemben képesek szaporodni.

2.2.1. Kovaalga kolonizációs folyamatok – víztértypológia

Annak ellenére, hogy a kolonizáció alapvető folyamatai víztértypológiától függetlenül megegyeznek, mégis fontos hangsúlyozni, hogy az egyes taxonok megjelenésének ideje eltérhet a különböző típusú vizekben (Ács et al. 1993; Bíró 2011).

Ács és Kiss (1993) a Duna haza szakaszán (Göd) vizsgálta a perifiton kolonizációs folyamatait egy hosszú távú (május-november) kísérletsorozatban. A vizsgálat ideje alatt többször is megfigyelték, hogy a bevonat bizonyos mintázat alapján újra és újra szerveződik. A mintákban azonosított algákat 3 nagy csoportra osztották: A pionír csoportba azokat a taxonokat sorolták, melyek – nevükből adódóan – a kolonizáció kezdeti szakaszában jelentek meg, a klimax társulás felé haladva gyakoriságuk csökkent. Ilyen taxonok voltak az ún. arafid fajok (pl. *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Ulnaria ulna*), valamint bizonyos nagyméretű birafid fajok (pl. *Navicula tripunctata*, *Navicula lanceolata*). Ezek a

nagy, vagy közepes méretű algák ugyanis méretükből adódóan sokkal gyorsabban tudtak leülepedni a kolonizáció során, mint a kisebbek. Viszont gyenge kompetíciós képességük miatt az idő előrehaladtával gyakoriságuk egyre csökkent. A késői kolonizálók közé a közepes méretű mono-, és birafid fajokat soroltak (pl. *Planothidium lanceolatum*, *Gomphonema angustatum*, *Gomphonema olivaceum*, *Rhoicosphenia abbreviata*). Bár ezen taxonok immigrációs képessége nagyon alacsony, viszont jó kompetítorok, ezért elsősorban az érett bevonatban találhatók meg. A harmadik csoportba a köztes, vagy indifferens kolonizálókat sorolták, melyek relatív gyakorisága a vizsgálat ideje alatt sokkal stabilabb volt, mint a másik két csoportba tartozóké (pl. kisméretű mono-, és birafid fajok – pl. *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema minutum*, *Reimeria sinuata*). Ezen fajok kompetíciós előnye (pl. nagy növekedési ráta) tápanyag-szegény környezetben érvényesül elsősorban, ami a vizsgált folyószakaszra nem, ill. csak nagyon speciális körülmények között és rövid ideig jellemző.

Ács és munkatársai (2000) szintén a Duna gödi szakaszán rövid-távú kolonizációs kísérleteket is folytattak. Ezek eredményei alapján elmondható, hogy már az aljzat kihelyezése utáni 6. órában olyan fajok jelentek meg, mint a *D. vulgaris* és a *Melosira varians*. A 9. órától megjelentek a mintában az ex-Centrales planktonikus taxonok (pl. *Stephanodiscus invisitatus*, *Cyclotella meduane*) is. A vizsgálat során azt tapasztalták, hogy a kolonizáció kezdeti fázisában az R-stratégista fajok száma és gyakorisága volt magas, ill. nagy volt a közösség egyenletessége is. A 2. héten jelentek meg a C-S-, és C-stratégista fajok a bevonatban, melyek gyakorisága ezt követően ~20-40% közt mozgott a mintákban.

Bíró (2011) a Csigere-patak hosszú-távú kolonizációját vizsgálta. A patakba kihelyezett mesterséges aljzaton a legelső között jelenek meg és váltak dominánssá olyan fajok, mint a *Cocconeis placentula*, a *Cocconeis pediculus* és az *Amphora pediculus*. Míg bizonyos taxonok az érett bevonatban csak szezonálisan váltak dominánssá (pl. *Nitzschia palea*), addig más taxonok dominanciája a vizsgálat teljes ideje alatt magas volt (pl. *Cocconeis placentula*, *Amphora pediculus*, *Rhoicosphenia abbreviata*). Eredményeik rámutattak arra is, hogy egy olyan dombvidéki kis vízfolyásnak, mint a Csigere-pataknak kovaalga közösségére milyen nagy befolyással van a patakra épített tározó (Széki-tó) jelenléte.

2.2.2. A Kovaalga kolonizációs folyamatok – aljzatminőség

A természetes aljzatokon történő élőbevonatok vizsgálatára vonatkozó tudományos kísérletes munkát már régóta megnehezíti a módszertani standardizáció hiánya (Sand-Jensen és Bohr 1993). Az aljzatok eltérő felülete, illetve a biomassza eltávolításának különböző technikái, valamint ezen technikák hatékonysága közti különbségek nagyban megnehezítették az egyes tanulmányok eredményeinek összevetését, ezért az élőbevonatok vizsgálata során előszeretettel alkalmaznak mesterséges aljzatokat (Barbiero 2000). A mesterséges aljzatok előnye, hogy könnyen kezelhetők, felületük mérete pontosan meghatározható, ill. az inkubálás pontos ideje és konkrét helye is könnyen megadható (Barbiero 2000). Azonban az aljzat kiválasztásával kapcsolatban mai napig megoszlanak a vélemények.

Barbiero és munkatársai (2000) természetes és mesterséges (homok-fújt üveglap) aljzatokon kialakuló bevonat felépítését hasonlították össze. Azt tapasztalták, hogy a természetes aljzatokon sokkal diverzebb algaközösségek jelennek meg, mint a mesterségeseken.

Danilov és Ekelund különböző típusú mesterséges aljzatokon (különböző üveg és PVC lapok és csövek), ill. természetes fa aljzaton kialakuló élőbevonatokat hasonlított össze. Míg a PVC-t egyáltalán nem ajánlják bevonat vizsgálatokhoz, addig legmegfelelebbnek az üveglapokat tartják.

Hasonló eredményre jutottak Kröpfel és munkatársai (2006) is, akik többféle aljzaton (pl. gránit, plexi, andezit, polikarbonát) kialakuló biofilm taxonómiai összetételét, ill. az ezek alapján megadható vízminőséget hasonlítottak össze. Azt tapasztalták, hogy bár a polikarbonát aljzaton volt a legnagyobb az algabiomassza, a rajta kialakuló kova-közösségben nagyon magas volt egy taxonnak, az *Achnanthes helvetica*-nak a gyakorisága (több, mint 50%). Így az összes vizsgált paramétert figyelembe véve ők a plexi-lapokat ajánlták bevonatvizsgálatokra.

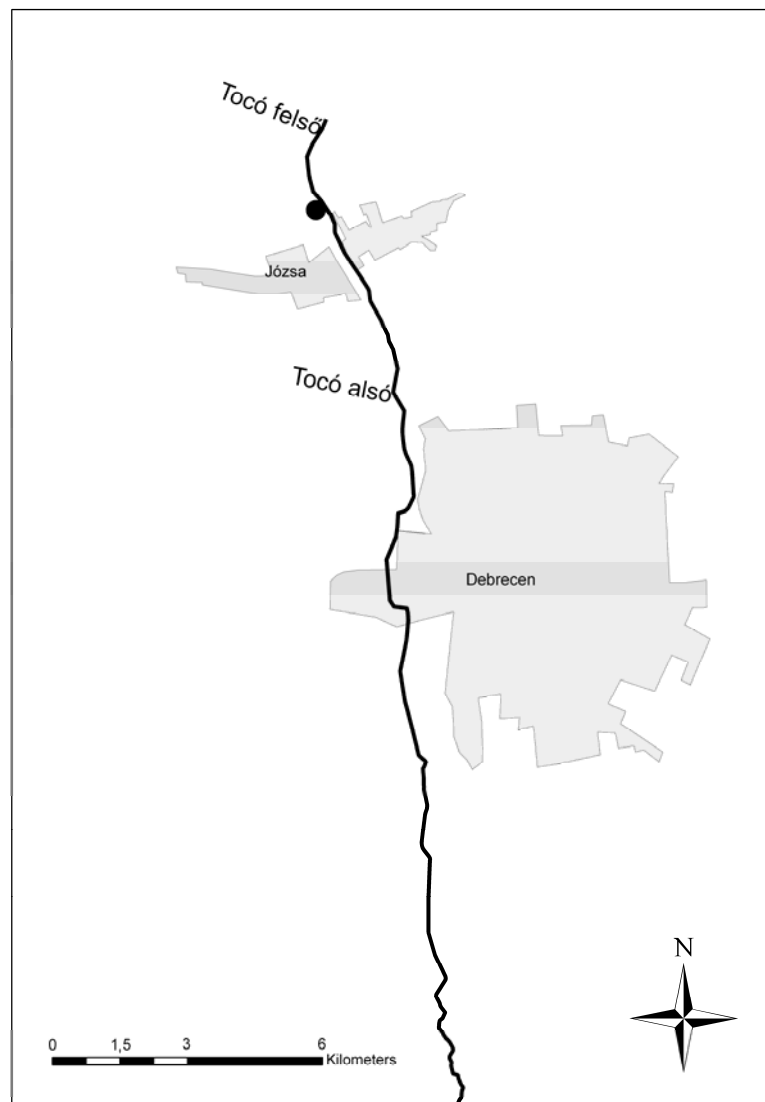
Lane és munkatársai (2003) arról számoltak be, hogy az üveg vagy agyag mesterséges aljzatok reprezentatív módon mutatják be az epipelon, epilithon vagy epifiton természetes közösségeit.

Cattaneo és Amireault (1992) azt javasolja, hogy amennyiben rendelkezésre állnak előzetes fizikai-, kémia-, és biológiai adatok, akkor azok felhasználásával a vizsgálatok konkrét célja határozza meg az aljzat típusát.

3. Anyag és módszer

3.1. Mintavételi terület

A Tóció-patak Debrecenről északra ered, majd Debrecen-Józsa és Debrecenen keresztül haladva a Köselybe torkollik. Hossza 26 km, melyből 20 km-es szakasza a város belterületére esik. A kolonizációs kísérletre Debrecen-Józsa határán, Józsa felett került sor (EOVX: 254755; EOYV: 839873; 1. ábra). Ezen a szakaszon a patak típusa síkvidéki, meszes alapkőzetű, közepes-finom mederanyagú kisvízgyűjtőjű vízfolyás, melynek vízjárása erősen időjárásfüggő.



1. ábra. Mintavételi pont a Tóció-patakon.

3.2. Kísérleti összeállítás

3.2.1. A kolonizációs vizsgálat időtartama

A kolonizációs kísérletre 2014.03.15.-2014.05.14. között került sor. A kolonizáció első, kezdeti szakaszában gyakrabban (óránként, majd 24 óránként), egy hét eltelte után hetente kétszer, majd végül heti egyszer vettünk mintákat.

3.2.2. Az aljzat kiválasztása

A patak partját ezen a szakaszon két oldalról fák és nádas szegélyezi, ennek következtében a patakmeder növényi maradványokban (ágak, levelek), valamint gyökerező vízínövényben (nád) gazdag (1a. kép). Ezért a kolonizációs kísérlethez szemi-mesterséges aljzatot (falapocskákat) használtunk (1b. kép). A falapokat kihelyezés előtt a következő módon sterilizáltuk: a lapok mindkét oldalát 2×12 órán keresztül UV fénnel világítottuk meg.



1. kép. A Tóció-patak felső szakaszának patakmedre és partszakasza (a) és a kolonizációs kísérlethez használt szemi-mesterséges aljzatok (b) a kísérlet indításakor (A fotót készítette: Lukács Áron).

3.3. Gyűjtési módszer

Egy-egy mintavételi időpont alkalmával három, egymás mellé kihelyezett falapot gyűjtöttünk be ($3 \times$ ismétlésszám; 1b. kép), melyek feldolgozása jelenleg is tart. Jelen dolgozatban egy mintavételi sorozat ($1 \times$ ismétlés) eredményeit mutatjuk be. A falapocskákat a helyszínen műanyag-edénybe helyeztük, majd desztillált vizet töltöttünk rá és Lugol-oldattal

tartósítottuk (MSZ EN 13946:2003). A laboratóriumba szállítást követően a falapokról fogkefével távolítottuk el a bevonatot, a minták térfogatát minden esetben rögzítettük.

3.4. A minták roncsolása, preparátum készítése és taxonómiai azonosítás

A bevonatmintákból kovaalga vizsgálatokra 5 ml-t vettünk ki. Ezeket a mintákat hideg, ill. forró hidrogén-peroxidos roncsolással tártuk fel (MSZ EN 13946:2003). A feltárt mintákból a fénymikroszkópos vizsgálatokhoz tartós preparátumot készítettünk (MSZ EN 14407:2004). A Styrax gyantába ágyazott mintákat Leica DMRB kutatómikroszkóppal, 1000-1600×-os nagyításon, olajimmerziós lencsével vizsgáltuk látótérrel látótérre haladva mindaddig, amíg legalább 400 valvát meg nem határoztunk (MSZ EN 14407:2004).

3.5. A kovaalga taxonok csoportosítása

Az azonosított taxonokat négy ökológiai guildbe (Passy 2007 módosítva Rimet és Bouchez 2012a), valamint 5 sejtméret-osztályba soroltuk (Berthon et al. 2011 1. táblázat) soroltuk.

4. Eredmények

4.1. A kovaalga ökológiai guildok időbeli változása

4.1.1. A guildok relatív gyakoriságának változása

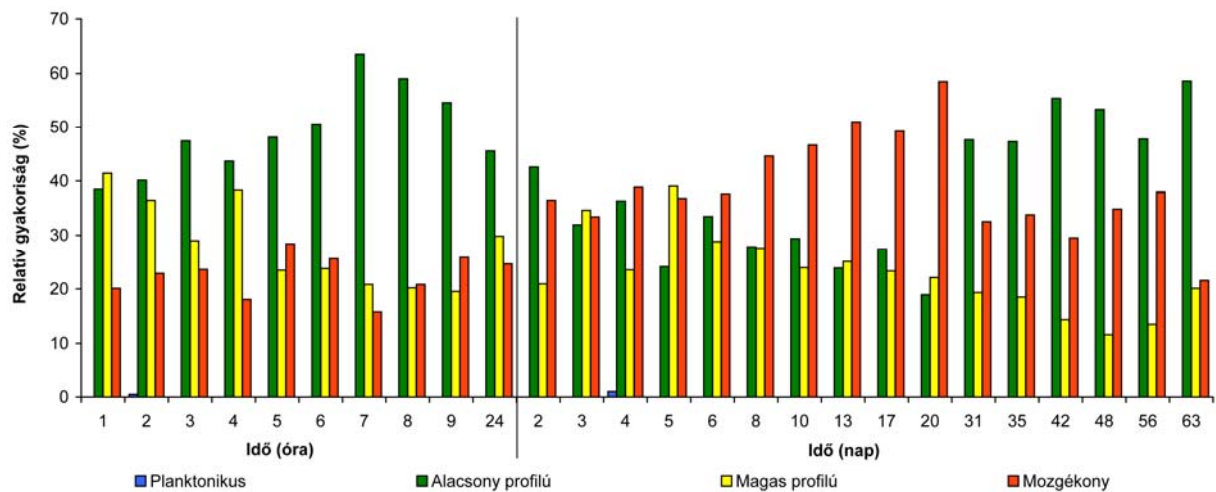
Az alacsony profilú guild gyakorisága az első napon 38-63% között változott, maximumát a 7. órában érte el (2. ábra). Ezt követően a guild gyakorisága a 20. napig csökkent (min. 18%; 2. ábra), majd a 31. naptól a kísérlet végéig 47-50% közt mozgott (2. ábra). A guildbe tartozó taxonok közül a *Planothidium lanceolatum* relatív gyakorisága minden mintában meghaladta az 5%-ot. Emellett a 35. napig a *Meridion circulare* is több mint 5%-ban volt jelen a mintákban (3a. ábra). A mintákban szintén nagy gyakorisággal fordult elő az *Achnanthes minutissimum* és a *Planothidium frequentissimum*. A két taxon gyakoriságának változása közt nagy volt a hasonlóság: az első napokban viszonylag nagy számban voltak jelen a mintákban, majd számuk folyamatosan csökkent a 20. napig, a 31. naptól kezdve azonban gyakoriságuk újra nőtt. Különbség csak a növekedés mértékében volt: az *Achnanthes minutissimum* gyakorisága a kísérlet végére 10-20%-ra, míg a *Planothidium frequentissimum* gyakorisága 2,5-3,5%-ra emelkedett (3a. ábra).

A magas profilú guild gyakorisága az első 4 órában ~40% volt, majd a nap végére 20% alá csökkent (2. ábra). Az első nap végére bekövetkező csökkenés után a guild gyakorisága újra emelkedett: maximumát (~40%) az 5. napon érte el (2. ábra). Ettől kezdve azonban aránya fokozatosan csökkent; a 48. napon nem érte el a 15%-ot (2. ábra). A guild nagy relatív gyakorisága – mind az első órákban, mind a 20. napig – elsősorban a *Fragilaria capucina* var. *capucina* és a *Melosira varians* taxonoknak volt köszönhető (3b. ábra). Ki kell emelni, hogy a *Fragilaria capucina* var. *capucina* relatív gyakorisága többé-kevésbé csökkenő, míg a *Melosira varians* gyakoriságának változása hullámzó tendenciát mutatott (3b. ábra). A 31. és 35. naptól azonban mindkét faj gyakorisága, ahogy a guildé is, jelentősen csökkent (3b. ábra).

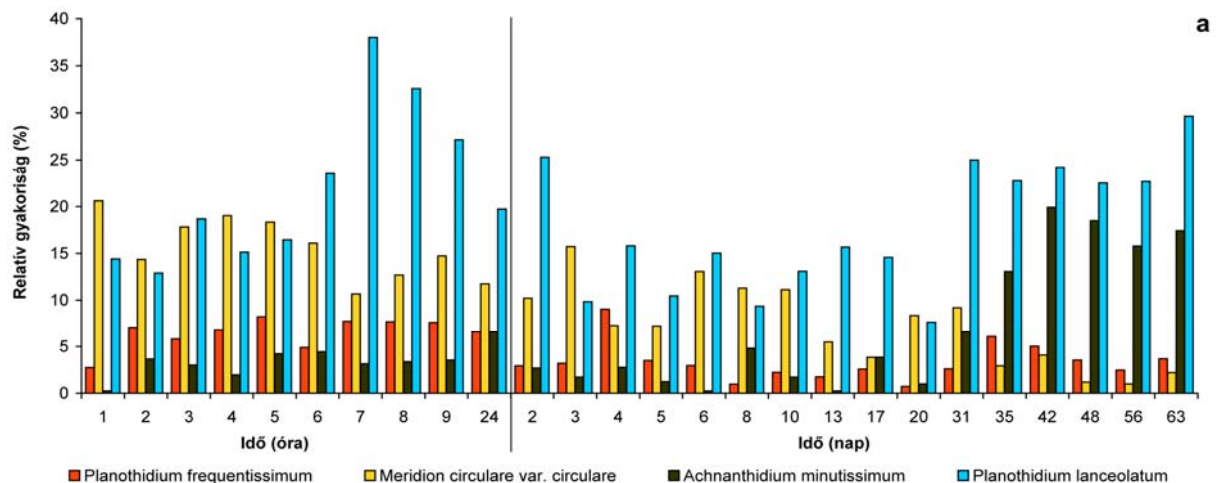
A mozgékony guild gyakoriságának változása az első 7 órában haranggörbe-szerű volt (2. ábra). Ezt követően a kísérlet 20. napjáig egyenletesen emelkedett, a guild gyakorisága ekkor ~60% volt (2. ábra). A 31. naptól a kísérlet végére a mozgékony guildbe tartozó taxonok gyakorisága drasztikusan lecsökkent (20-40%; 2. ábra). A guildbe tartozó taxonok közül a *Navicula gregaria* gyakorisága a vizsgálat teljes ideje alatt magas volt (min. 2% - max. 16%), a 2-20. napok közötti egyértelmű növekedést követően a taxon gyakorisága jelentősen

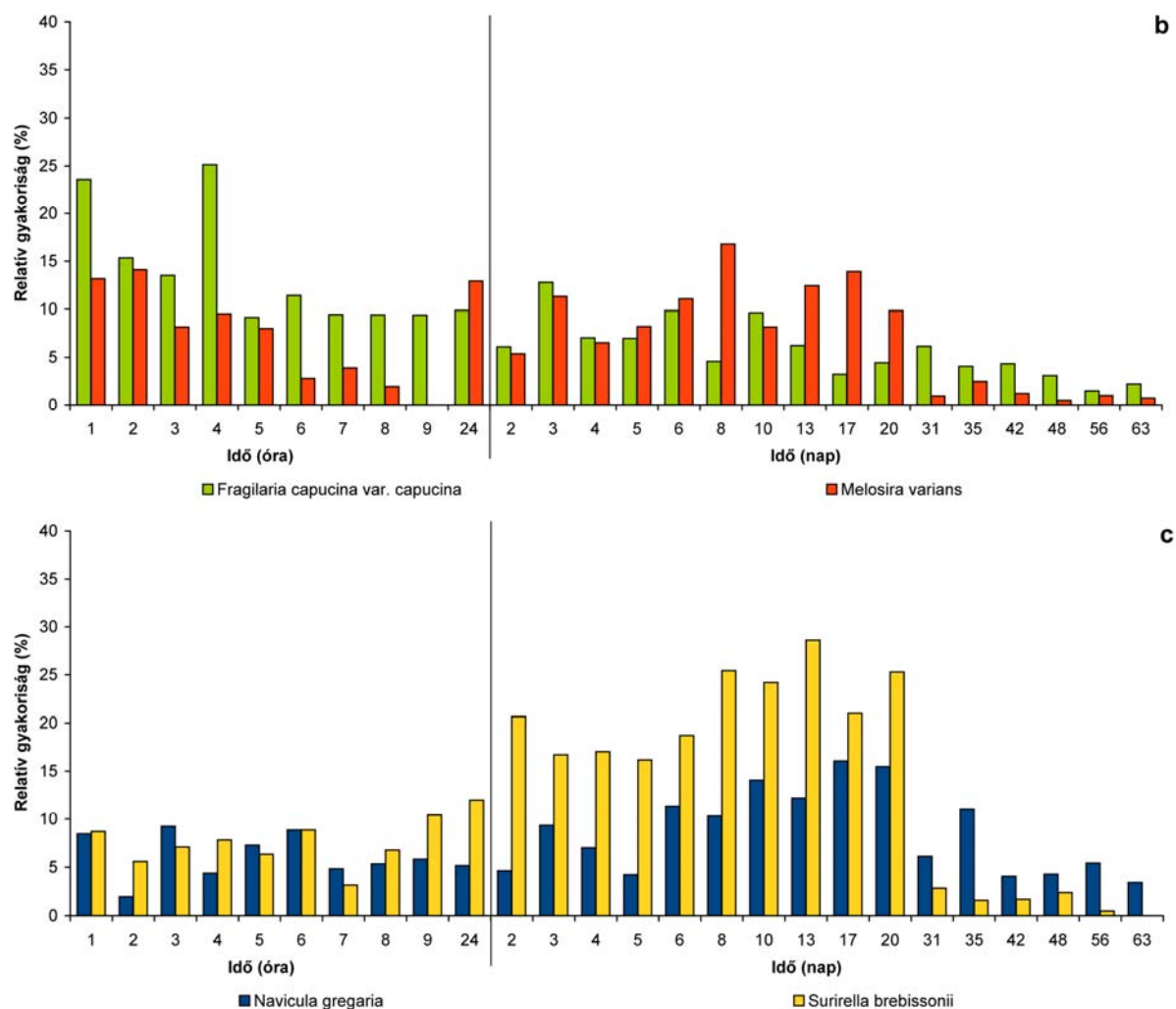
viSSzaesett (3c. ábra). Egy másik faj, a *Surirella brebissonii* gyakoriságában bekövetkező változást is fontos kiemelni, ugyanis ez a taxon is már a kísérlet elejétől kezdve nagy számban fordult elő a mintákban, gyakorisága a 2-3. hétre 25-30%-ra emelkedett (3c. ábra). A 31. naptól azonban ennek a taxonnak is drasztikusan lecsökkent az egyedszáma, a vizsgálat végén gyakorisága 5% alá esett (3c. ábra).

A planktonikus guild aránya a kísérlet ideje alatt igen alacsony volt (2. ábra). Összesen két alkalommal, a 2. órában és a 4. napon találtunk planktonikus fajokat, a guild gyakorisága ezekben a mintákban 0,5% és 1% volt (2. ábra).



2. ábra. A kovaalga ökológiai guildok relatív gyakoriságának változása a Tóció-patak kolonizációja során.





3. ábra. Az alacsony profilú guild (a), a magas profilú guild (b) és a mozgékony guild (c) legfontosabb képviselőinek relatív gyakoriság-változása a Tócsó-patak kolonizációja során.

4.1.2. A guildek taxonszámának változása

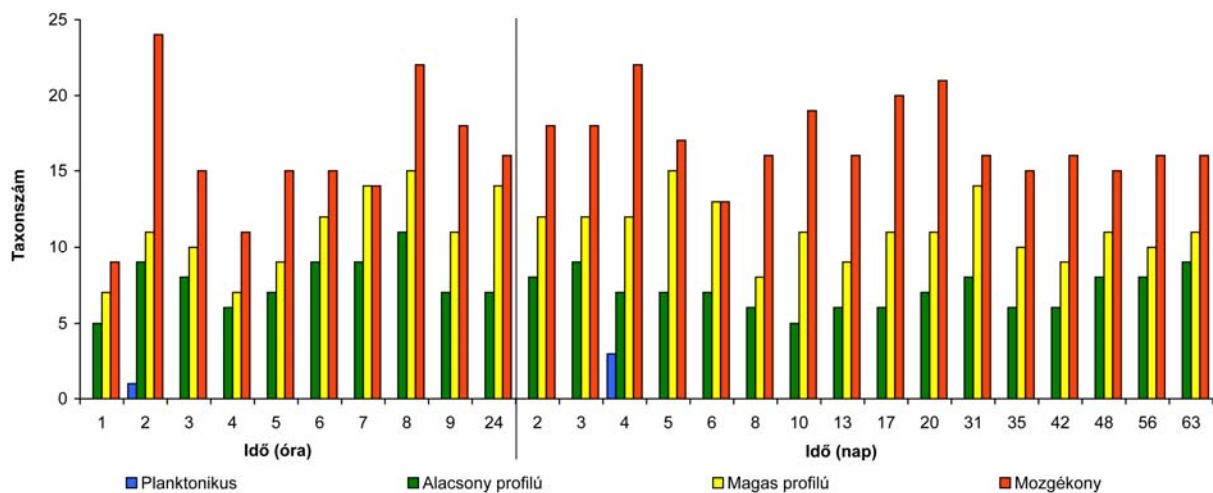
A kísérlet során azonosított kovaalga taxonok közül 18 taxon tartozott az alacsony profilú guildbe. A guild taxonszámában egyértelmű trendeket (növekedést, vagy csökkenést) nem lehet kimutatni (4. ábra), azonban mindenképp hangsúlyozni kell, hogy a kísérlet első napjaiban, valamint a 31. naptól kezdve valamivel magasabb a guildbe tartozó taxonok száma, mint a köztes időszakban (4. ábra). A vizsgálatok ezen kezdeti és záró szakaszának taxonösszetétele nagy hasonlóságot mutatott, bizonyos fajok (pl. *Achnanthes eutrophilum* és *Amphora pediculus*) csak ezekben a periódusban voltak jelen. Ezen túlmenően meg kell jegyezni, hogy míg bizonyos taxonok minden mintában (26 minta; *Achnanthes minutissimum*, *Planorthis frequentissimum*, *P. lanceolatum* és *Meridion circulare*), vagy 10-nél több mintában (*Achnanthes eutrophilum*, *Amphora pediculus* és *Rhoicosphenia*

abbreviata) előfordultak, addig a taxonok jelentős része (8 taxon) 1-2 mintából került csak elő (pl. *Achnanthydium exiguum*, *Amphora veneta*).

A magas profilú guildbe 23 taxon tartozott a vizsgálat során. Bár egyértelmű tendenciák ezen guild taxonszáma esetében sem voltak kimutathatóak, fontos megjegyezni, hogy a magas profilú taxonok száma már az első órákban, ill. napokban magas volt (4. ábra), továbbá a kísérlet előrehaladtával bizonyos genusok (pl. *Gomphonema*) fajszáma emelkedett. Hét olyan taxon volt, mely 20-26 mintában fordult elő (pl. *Eunotia bilunaris*, *Fragilaria capucina* var. *capucina* és *Melosira varians*). A 10-20 mintában megtalált taxonok száma 6 (pl. *Gomphonema insigne*, *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum* és *Ulnaria ulna*), míg a csak 1-3 mintában megtaláltaké 10 volt (pl. *Eunotia formica*, *Gomphonema acuminatum*, *Gomphonema gracile* és *Gomphonema truncatum*).

A kísérlet során talált taxonok közül 58 taxon tartozott a mozgékony guildbe. Megvizsgálva a guild taxonszámának változását, három szakaszt lehetett többé-kevésbé elkülöníteni egymástól: Az első napon a guild taxonszáma két alkalommal is – a 2. és a 8. órában – meghaladta a 20-at, átlagosan 14-15 körül mozgott (4. ábra). Ezt követően a 20. napig valamelyest emelkedett az átlagos taxonszám (18-ra), majd a kísérlet utolsó szakaszában újra lecsökkent (16-ra; 4. ábra). Az azonosított taxonok közül 8 fordult elő 20-26 mintában (*Navicula gregaria*, *Navicula tripunctata*, *Navicula veneta*, *Naviculadicta seminulum*, *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia linearis*, *Nitzschia perminuta*, *Surirella brebissonii*). Más *Navicula* sl. és *Nitzschia* sl. fajokat 10-19 mintában találtunk meg (pl. *Craticula buderii*, *Eolimna minima*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula radiosa*, *Navicula recens* és *Nitzschia acidoclinata*). Az 1-3 mintában megjelenő taxonok száma igen magas (26 taxon) volt (pl. *Adlafia minuscula*, *Navicula capitatoradiata*, *Navicula germainii*, *Nitzschia capitellata*, *Tryblionella apiculata* és *Tryblionella hungarica*).

A kísérlet ideje alatt planktonikus guildbe tartozó taxont, ill. taxonokat a 2. órában és a 4. napon találtunk (4. ábra). A taxonok száma ekkor 1 és 4 volt (*Aulacoseira granulata*, *Cyclotella atomus*, *Cyclotella meneghiniana* és *Cyclotella ocellata*).



4. ábra. A kovaalga ökológiai guildék taxonszámának változása a Tóció-patak kolonizációja során.

4.2. A különböző mérettartományok időbeli változása

4.2.1. A mérettartományok relatív gyakoriságának változása

A kisméretű taxonok (S1 és S2 csoport) gyakorisága a vizsgálat első napján 1-15% (S1) és 20-36% (S2) közt változott (5a. és 5b. ábra), összes gyakoriságuk a 4. órában meghaladta a 40%-ot. Ezt követően a 20. napig mindkét csoport aránya jelentősen csökkent (5a. és 5b. ábra). A 31. naptól gyakoriságuk újra megemelkedett, kiváltképpen az S1 csoporté, mely a kísérlet végére elérte a ~25%-ot (5a. és 5b. ábra). Az S1 csoportba tartozó taxonok közül ki kell emelni az *Achnanthydium minutissimum* fajt, mely minden mintában viszonylag nagy számban fordult elő, azonban relatív gyakorisága jelentősen csak a 31. naptól nőtt meg (10-20%; mint azt fentebb már említettük, ld. 3a. ábra). Az S2 csoportba tartozik a *Planothidium frequentissimum*, mely gyakorisága, ahogy az feljebb olvasható, a vizsgálat első napjaiban magas volt, ezt követően a 20. napig csökkent, majd a 31. naptól újra emelkedni kezdett (ld. 3a. ábra). A csoportba tartozó taxonok közül ki kell még emelni a *Fragilaria capucina* var. *capucina* gyakoriságában bekövetkező változásokat (ld. 3b. ábra). Ahogy azt fentebb olvashattuk, a *F. capucina* var. *capucina* gyakorisága már az első órákban is magas volt, ami azonban a vizsgálatok ideje alatt szinte folyamatosan csökkent (ld. 3b. ábra).

A közepes méretű (S3) csoport relatív gyakorisága a 7-9. órára 40-50% volt, majd a 20. napig 25-30% közt mozgott (5c. ábra). A 31. naptól a csoport gyakorisága némileg újra emelkedett (~35-40%; 7. ábra). A csoportba tartozó taxonok közül a *P. lanceolatum* minden mintában igen nagy számban volt jelen, bár gyakorisága tartósan 25% felett csak az első

napokban, ill. a vizsgálatok utolsó szakaszában volt (ld. 3a. ábra). A *Na. gregaria* is ebbe a méretcsoportba tartozik. Bár ennek a taxonnak a gyakorisága a vizsgálatok ideje alatt szintén végig nagy volt, újra hangsúlyozni kell, hogy a vizsgálatok végére a *Na. gregaria* relatív gyakorisága jelentősen visszaesett (ld. 3c. ábra).

A nagyméretű S4 és S5 csoportok már az első órában több mint 20%-ban voltak jelen a mintában (5d. és 5e. ábra). Az S4 csoport gyakorisága ezt követően is viszonylag magas maradt mind az első napon, mind pedig az első héten (5d. ábra). Ezzel szemben az S5 csoport gyakorisága a 9. órára visszaesett 10-13%-ra (5e. ábra). A 2. naptól kezdve azonban a 20. napig szinte folyamatosan nőtt az S5 csoport relatív gyakorisága (35-45%; 5e. ábra). A 31. naptól viszont drasztikusan lecsökkent a legnagyobb méretű (S4 és S5) kovaalga taxonok gyakorisága (~2-6%; 5d. és 5e. ábra). Az S4 csoportba tartozik a *Meridion circulare*, melynek gyakorisága a 35. napig igen magas volt (ld. 3a. ábra), bár meg kell említeni, hogy aránya az első hét után némiképp visszaesett a mintákban (ld. 3a. ábra). Az S5 csoportba tartozó taxonok közül a *Melosira varians* és a *Surirella brebissonii* fajokat érdemes kiemelni, mivel mindkét taxon a vizsgálatok 20. napjáig nagy számban volt jelen (ld. 3b. és 3c. ábra). A *M. varians* gyakorisága az első órákban meghaladta a 10%-ot, majd mennyisége jelentősen lecsökkent, a 2. naptól azonban újra 5% fölé emelkedett (ld. 3b. ábra). Drasztikus változás csak a 31. naptól következett be, a taxon gyakorisága a vizsgálat legvégén nem érte el az 1%-ot (ld. 3b. ábra). A *S. brebissonii* gyakorisága, ahogy azt már említettük, a kezdetektől magas volt a mintákban (ld. 3c. ábra), s az idő előrehaladtával mennyisége egyre emelkedett (ld. 3c. ábra). Viszont a 31. naptól, hasonlóan a *M. varians*-hoz, gyakorisága jelentős mértékben lecsökkent (5% alá esett; ld. 3c. ábra).

4.2.2. A mérettartományok taxonszámának változása

Az S1 csoportba az azonosított taxonok közül 10 faj tartozott. A csoport taxonszámának változásában egyértelmű tendencia csak a 10. naptól (6a. ábra) volt kimutatható; innentől kezdve az ezen csoportba tartozó taxonok száma a vizsgálat végéig emelkedett (6a. ábra). A csoportba sorolt taxonok közül 3 fajt találtunk meg 20-nál több mintában (*Achnanthydium minutissimum*, *Fragilaria capucina* var. *gracilis* és *Naviculadicta seminulum*). Az *Amphora pediculus*, az *Achnanthydium eutrophilum* és az *Eolimna minima* 10-19 mintában, míg más taxonok (pl. *Nitzschia inconspicua*) 10-nél kevesebb mintában fordultak elő.

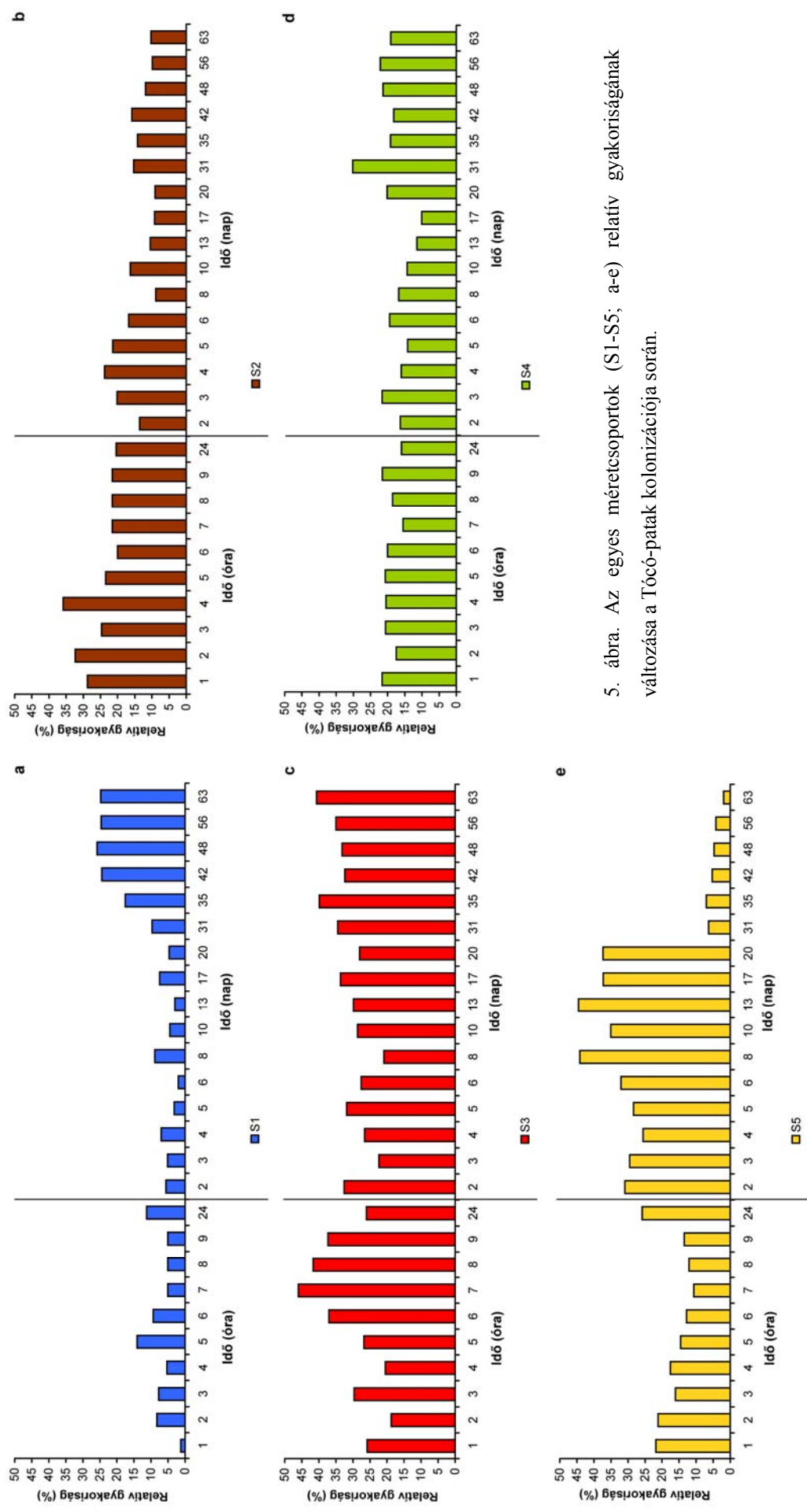
Az S2 méretcsoportba 19 faj tartozott. A taxonszám időbeli megoszlásában nem mutatott egyértelmű tendenciát (6b. ábra). Összesen öt olyan taxon volt, melyet legalább 20 mintában

megtaláltunk (*Fragilaria capucina* var. *capucina*, *Fragilaria capucina* var. *rumpens* *Navicula veneta*, *Nitzschia perminuta*, és *Planothidium frequentissimum*). Két taxon (*Nitzschia acidoclinata* és *Nitzschia liebetruithii*) 10-19 mintából, öt taxon (pl. *Achnanthidium exiguum*, *Eolimna subminuscule*, *Nitzschia hantzschiana*) pedig csak 1-3 mintából került elő.

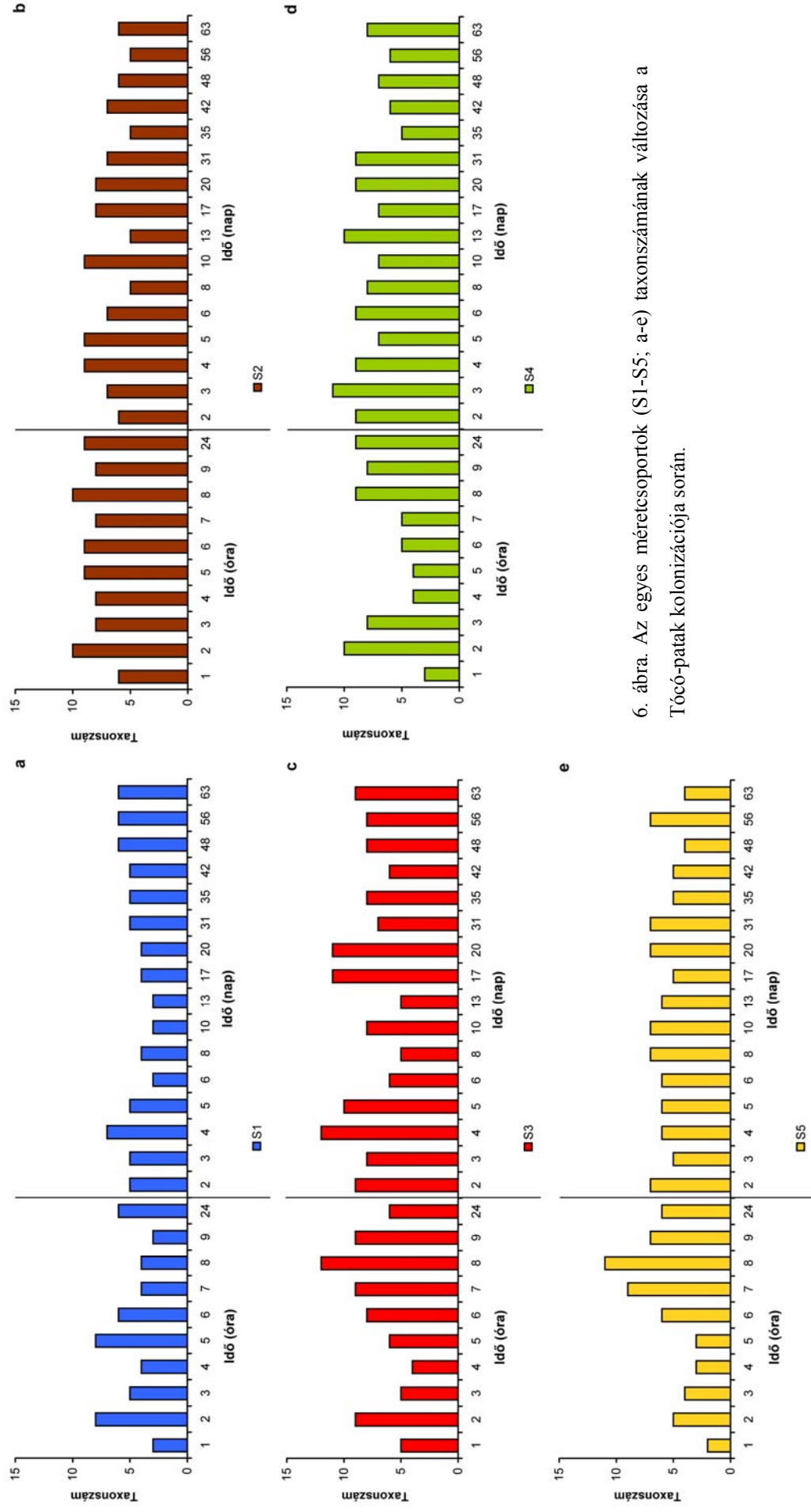
A közepes méretű (S3) csoportba tartozó taxonok száma 24 volt. Bár egyértelmű tendenciát itt sem találtunk a taxonok számának változásában (6c. ábra), mindenképp megemlítendő, hogy a második órában kiugróan magas volt a taxonok száma (6c. ábra). Olyan taxonok fordultak elő ekkor a mintában (pl. *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema angustatum*, *Nitzschia fonticola*), melyek ezt követően csak később jelentek meg tartósan a bevonatban. Három olyan taxon volt, mely 20-nál több mintában fordult elő (*Gomphonema micropus*, *Navicula gregaria* és *Planothidium lanceolatum*). A 10-19 mintában előforduló taxonok száma 5 (pl. *Gomphonema olivaceum*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptotenella*), míg az 1-3 mintában megtalált taxonoké (pl. *Amphora montana*, *Navicula germainii*, *Nitzschia capitellata*, *Nitzschia fonticola*) 8 volt.

Az S4 méretcsoportba 22 faj tartozott. A taxonok száma a 2. és 3. órában kiemelkedően magas volt (6d. ábra). Olyan fajok voltak jelen ekkor a mintákban, (pl. *Navicula salinarum*, *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia intermedia*), melyek csak később jelentek meg újra a kísérlet során. A 8. órára a taxonok száma újra megnőtt, majd a 31. napig nem volt látható trend a taxonok számának változásában (6d. ábra). A 35-56. napok között a taxonok száma csökkent az előzőekhez képest, majd az utolsó mintavételi napra újra megnőtt (6d. ábra). Öt taxon minimum 20 mintában megjelent (*Eunotia bilunaris*, *Gomphonema clavatum*, *Meridion circulare*, *Navicula tripunctata* és *Nitzschia dissipata*), kettő 10-19 mintában volt megtalálható (*Navicula recens* és *Navicula salinarum*), 10 taxon csupán 1-3 mintában fordult elő (pl. *Nitzschia recta*, *Tryblionella apiculata*, *Tryblionella hungarica*).

Az azonosított taxonok közül 23 tartozott a legnagyobb (S5) méretcsoportba. Bár a 8. órára nőtt a taxonok száma az 1. órához képest (6e. ábra), ezután újra lecsökkent és a vizsgálat ideje alatt nem mutatott egyértelmű tendenciát (6e. ábra). Szembetűnő volt viszont a különbség a 20-26, vagy 10-19 mintában és a csupán 1-3 mintában megtalált taxonok száma között: előbbieké csupán 3-3 volt (20-26 mintában: *Melosira varians*, *Nitzschia linearis* és *Surirella brebissonii*; 10-19 mintában: *Craticula buderi*, *Navicula radiosa* és *Ulnaria ulna*). A ritkán előforduló taxonok száma pedig 14 volt (pl. *Cocconeis placentula*, *Cymatopleura solea*, *Epithemia turgida* *Fragilaria pulchella*, *Gyrosigma acuminatum*).



5. ábra. Az egyes méretcsoportok (S1-S5; a-e) relatív gyakoriságának változása a Tócsó-patak kolonizációja során.



6. ábra. Az egyes méretecsoportok (S1-S5; a-e) taxonszámának változása a Tóó-patak kolonizációja során.

5. Diskusszió

A bevonatlakó élőlényeknek, legyen szó akár fotoszintetizáló mikroorganizmusokról akár prokarióta-, vagy eukarióta heterotróf szervezetekről, egy adott aljzat kolonizációja során idővel más és más stressz-tényezőkhez kell alkalmazkodni. A kolonizáció első, kezdeti szakaszában elsősorban a nagy fény mennyiség és a víz áramlási sebességéből adódó nyíróerők befolyásolják a bevonat mennyiségi és taxonómia összetételét. Később, a bevonat vastagodásával, a taxonszám-, és vagy egyedszám növekedésével egyre inkább olyan abiotikus és biotikus tényezők fogják meghatározni a bevonat összetételét, mint a tápanyag-, és a fényhiány (Stenger-Kovács et al. 2013), valamint az interspecifikus interakciós kapcsolatok (Zhang et al. 1997, 1999; Bhagavathy et al. 2011; Bhagavathy és Sumathi 2012).

5.1. A kovaalga ökológiai guildek időbeli változása

A Passy (2007) által létrehozott ökológiai guildek és az egyes taxonok guildekbe való besorolása a taxonok (elsősorban nemzetségek-ok) tápanyag-igényén és diszturbancia-tűrésén alapul. Míg az alacsony profilú guild tagjai R-stratégistaként olyan körülményekhez is képesek alkalmazkodni, mint az alacsony tápanyag-ellátottság és nagy diszturbancia, addig a magas profilú guild tagjai előnyben részesítik a nagy tápanyag-ellátottságú és kevésbé zavart környezetet. A mozgékony guild tagjai, köszönhetően nagyfokú mozgékonyáguknak, el tudják hagyni a számukra kedvezőtlené vált habitatot (Passy 2007; Stenger-Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014).

Ezek alapján feltételeztük, hogy a kolonizáció kezdeti fázisában, mikor elsősorban olyan abiotikus tényezők befolyásolják a kolonizációt, mint a magas fényintenzitás, ill. a vízsebesség által okozott fizikai zavarás, az alacsony profilú guild gyakorisága és taxonszáma lesz magas szemben a többi guildével. Továbbá azt feltételeztük az alacsony profilú guilddel kapcsolatban, hogy a kolonizáció elején a pionír fajok (*Achnanthes minutissimum*, *Amphora pediculus* és *Am. inariensis*) gyakorisága lesz magas, majd idővel ez csökkeni fog helyt adva más, a guildbe tartozó taxonoknak is. Feltételezésünk csak részben igazolódott be. A guild gyakorisága már a kolonizáció első óráiban igen magas volt (38-63%), majd a 20. napig, a szukcesszió előrehaladtával fokozatosan csökkent. Azonban a guildbe tartozó taxonok közül nem, ill. nem elsődlegesen a pionír fajok gyakorisága volt kiemelkedően magas, hanem más taxonok jelentek meg a bevonatban már a kolonizáció első órájában nagy

menyiségben (*Meridion circulare*, *Planothidium lanceolatum* és *Planothidium frequentissimum*). A *Planothidium* fajokat Ács és munkatársai (1993) a késői kolonizáló taxonok közé sorolják, melyek elsősorban az érett bevonatban fordulnak elő nagy számban. A *M. circulare*, ahogy a *P. lanceolatum* is kis alföldi vízfolyások (erek és patakok) érett bevonatának gyakori szubdomináns fajai (Ács et al. 2009). Azt, hogy már a kolonizáció kezdeti szakaszában ilyen nagy számban voltak jelen a mintákban, feltehetően az okozta, hogy az aljzatok kihelyezésekor a sekély vízben a már korábban kialakult érett bevonatból leszakadtak ezek a Tócióra jellemző karakterfajok és kiüledhettek az aljzatainkra. Mivel ezek a taxonok is az alacsony profilú guildbe tartoznak (Passy 2007), és jól tűrik a fizikai diszturbanciát, így képesek voltak megtelepedni az általunk kihelyezett falapokon. Fontos hangsúlyozni, hogy ezek a fajok a kolonizáció késői szakaszában is nagy számban voltak jelen.

Viszont mindenképp ki kell emelni azt is, hogy a pionír fajok közül az *Achnanthidium minutissimum* a vizsgálat ideje alatt végig nagy számban volt jelen a mintákban. Az azonban igaz, hogy az idő múlásával (a 20. napig) aránya csökkent, majd a 31. naptól jelentősen megnőtt. Az *A. minutissimum* bevonatban való megjelenésének idejével, valamint indikátor értékével kapcsolatban megoszlanak a vélemények (Ács et al. 1993; Passy 2007; Berthon et al. 2011). Míg Ács és munkatársai (1993) az indifferens kolonizálók közé sorolják a taxont, addig mások (Passy 2007; Berthon et al. 2011) pionír fajnak tartják ezt az *Achnanthidium* fajt.

Szintén megoszlanak a vélemények az *Amphora pediculus*-szal kapcsolatban. Ács és munkatársai (1993) hasonlóan az *A. minutissimum*-hoz, ezt a fajt is indifferens kolonizálónak tartják. Ezzel szemben mások (Passy 2007; Berthon et al. 2011) a pionír fajok közé sorolják. Eredményeink inkább ez utóbbit látszanak alátámasztani, ugyanis az *Am. pediculus* a kolonizáció kezdeti szakaszában, ill. a 31. naptól jelent meg ismét nagy egyedszámban. Bíró (2011) Csigere-patakon végzett kolonizációs kísérletében szintén az elsőként megjelenő fajok közt számolt be az *Am. pediculus* fajról. Ám az ő vizsgálataiban a taxon gyakorisága a vizsgálat teljes ideje alatt magas maradt.

A guilddel kapcsolatban további feltételezésünk volt, hogy taxonszáma a kolonizáció elején lesz magas, majd az érett bevonat kialakulásával a taxonok száma csökkenni fog. Ez a feltételezésünk csak részben igazolódott be: Határozott trendet nem lehetett kimutatni a guild taxonszámával kapcsolatban. Viszont a kolonizáció kezdeti szakaszában, ill. a 31. naptól a guildbe tartozó taxonok száma magasabb volt, mint a köztes időszakban. Ez az eredmény összhangban van azokkal a megfigyelésekkel, melyek a guild taxonjainak megjelenését elsősorban a fizikai-, és kémiai zavarással hozzák összefüggésbe (Passy 2007; Stenger-

Kovács et al. 2013; B-Béres et al. 2014; Kókai et al. 2014b).

A magas profilú guilddel kapcsolatban azt feltételeztük, hogy a szukcesszió előrehaladtával nőni fog a guild gyakorisága és taxonszáma. Ez a predikciónk csak részben igazolódott. A magas profilú guild aránya már az első órákban igen magas volt (~40%), majd az első nap végére jelentősen lecsökkent. A guild nagy aránya a kezdeti órákban, ill. a későbbiekben is elsősorban a *Fragilaria capucina* var. *capucina* és a *Melosira varians* taxonoknak volt köszönhető, melyek egyedszáma csak a 31. és 35. naptól esett vissza jelentősen a mintákban. A *Fragilaria capucina* egy láncképző és/vagy nyéllel rögzült taxon, mely így a fizikai zavarást kevésbé tolerálja, ill. tolerálhatja (Passy 2007; B-Béres et al. 2014). Mégis, Ács és munkatársai (1993) az első kolonizálók közé sorolja a *F. capucina* taxont, mely elsősorban méretéből adódóan gyorsan ki tud ülepedni az aljzatra, viszont az érett bevonat kialakulásával gyakorisága egyre csökken. A *M. varians* annak ellenére, hogy a magas profilú guildbe tartozik, R-stratégista faj. Mind Ács és munkatársai (1993), mind B-Béres és munkatársai (2014) a taxon jó zavartűrő képességéről számoltak be.

A magas profilú guild taxonszámának változásával (szukcesszió előrehaladtával nőni fog) kapcsolatos predikciónk nem igazolódott be, csak bizonyos C-stratégista taxonok száma (pl. *Gomphonema* spp.) nőtt az idő előrehaladtával. A C-stratégista fajok a késői kolonizálók közé tartoznak (Ács et al. 1993, 2000; Biggs et al. 1998), amihez feltehetően az is hozzájárul, hogy gyakran nyéllel rögzülnek az aljzathoz, melyre stabilabb környezetben (érett, vastag, jó tapadási területű aljzat) nagyobb „esély” van (Berthon et al. 2011).

A mozgékony guilddel kapcsolatban azt feltételeztük, hogy legnagyobb arányban és taxonszámban az érett bevonatban lesz jelen, mivel jó kompetíciós képességű fajok tartoznak a guildbe (Passy 2007). Vizsgálatunk első óráiban a várttal ellentétben magas volt a guild gyakorisága és taxonszáma is. Ennek oka valószínűleg a már említett bolygatás-hatás volt. Azonban további eredményeink a 8. órától a 20. napig alátámasztották a feltevésünket. Mindenképp ki kell emelni, hogy a 31. naptól drasztikusan lecsökkent a guild gyakorisága és a guildbe tartozó taxonok száma is.

A 31. naptól kezdődően, ahogy azt az előzőekben olvashattuk, minden guild esetében (gyakoriság, és/vagy taxonszám, és/vagy összetétel) jelentős változások következtek be. Ennek oka feltehetően a következő: A Tóció-patak felső szakaszán a vízjárás nagyban függ az adott időszak időjárásától, a lehullott csapadék mennyiségétől. Vizsgálataink időtartama alatt az időjárás meglehetősen szélsőséges volt: nagyon kevés eső volt, az is ritkán és egyszerre hullott le. Így a tavaszi csapadékhiány ekkortól éreztette igazán hatását a mintavételi helyen, a víz szintje drasztikusan lecsökkent, s egy új kolonizációs fázis indult be. A szélsőséges

időjárás miatt a vizsgálatokat meg is kellett szakítani.

5.2. A különböző mérettartományok időbeli változása

Az adott helyen kialakuló algaközösség méreteloszlása indirekt módon számos, az adott környezet fizikai-, kémiai-, és biológiai tényezőire vonatkozó információt hordoz. Ismereteink szerint a bemutatott eredményeink az elsők, melyek a jelenleg elterjedt 5 tagú kategorizálás (Berthon et al. 2011) és a kolonizációs folyamatok viszonyával kapcsolatban születtek. Predinkcióink megalkotásakor egymásnak látszólag ellentmondó eredményekre támaszkodhattunk: Míg a kolonizáció kezdeti szakaszán a megtelepedő taxonokra elsősorban olyan stressz-tényezők hatnak, mint a víz áramlása miatti nyíró hatás, vagy a fénysokk, addig a klímax társulás felé haladva egyre nő a táplálékhiányból, a fényhiányból adódó interspecifikus interakciós hatásoknak a szerepe. Ezek ismeretében feltételezhető, hogy a kolonizáció kezdeti szakaszán a pionír fajok telepednek meg legelőször, melyek ellenállóak a már említett zavaró-tényezőkkel szemben. Viszont ahogy azt fent említettük, már maguknak a pionír fajoknak a besorolása is eltéréseket mutat. Egyesek a kisméretű, alacsony profilú guildbe tartozó fajokat (*Achnanthes minutissimum*, *Amphora pediculus* és *Am. inariensis*) sorolják ide, melyek képesek alkalmazkodni a nagy diszturbanciához (Passy 2007; Berthon et al. 2011; Rimet és Bouchez 2012a). Ezzel szemben más szerzők a nagy, vagy közepes méretű fajokat (*Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Ulnaria ulna*, *Navicula tripunctata*, *Navicula lanceolata*) tartják pionír fajoknak, melyek méretükből adódóan gyorsan ki tudnak üledni a kolonizáció során (Ács et al. 1993). Ezek ismeretében, ill. eddigi tapasztalatainkra támaszkodva azt feltételeztük, hogy a kisméretű taxonok aránya a kolonizáció kezdeti szakaszában lesz magas, majd csökkenni fog. Eredményeink ezt a feltevést igazolták. Ugyanis a kisméretű taxonok össz-gyakorisága (S1+S2 osztály) az első nap meghaladta a 40%-ot. A két mérettartomány aránya ezek után a 20. napig csökkent a mintákban, s csak a 31. naptól emelkedett újra. A 31. naptól bekövetkező növekedés, ahogy fentebb említettük, valószínűleg egy, a vízhiány okozta zavart környezet miatt kialakult új kolonizációs folyamat miatt történt.

A klímax társulás felé haladva egyre nagyobb interakciós nyomás nehezedik a közösség tagjaira, így megnő a nagyobb kompetíciós képességű taxonok aránya a mintákban (pl. C-stratégista *Gomphonema* fajok; CSR stratégiába nem sorolható *Navicula* és *Nitzschia* sensu lato fajok – Biggs et al. 1998; Ács et al. 2000; Passy 2007). Ezek a taxonok tapasztalataink alapján az alföldi kisvízfolyásokban elsődlegesen a közepes (S3), ill. a nagyobb (S4 és S5)

méretcsoportba tartoznak. Ezen ismeretek tükrében azt feltételeztük, hogy a nagyobb méretű taxonok aránya a kolonizáció későbbi fázisában lesz magas. Ez a feltevésünk csak részben igazolódott be: A közepes méretű csoport aránya már a kolonizáció elején igen magas volt (40-50%), s némi csökkenés után a vizsgálat ideje alatt magas is maradt. Ez elsősorban a *Planothidium lanceolatum* (R-stratégista, alacsony profilú guildbe tartozik) fajnak köszönhető, mely igen nagy egyedszámban volt jelen a mintákban, különösen a kezdeti szakaszban és a 31. naptól kialakuló új kolonizációs szakaszban. A nagyméretű (S4 és S5) csoportok esetében is megfigyelhető volt, hogy már a kolonizáció kezdetén viszonylag nagy volt a gyakoriságuk és taxonszámuk. Ez elsősorban az olyan nagyméretű R-stratégista fajok jelenlétének volt köszönhető, mint a *Meridion circulare* és a *Melosira varians*. Továbbá ki kell emelni azt is, hogy a C-stratégista *Gomphonema* fajok, valamint a *Nitzschia* és *Navicula* sensu lato fajok (S3, S4 és S5 osztályok) egyed- és taxonszáma az idő előrehaladtával némiképp emelkedett a mintákban.

6. Konklúzió

Ismeretink szerint ez az első alföldi kisvízfolyáson végzett kolonizációs vizsgálat. Így a bemutatott ökológiai csoportosításokra vonatkozó eredmények is elsők ebben a témakörben.

Mind a guildek szerinti, mind a mérettartományok szerinti csoportosítás eredményei rávilágítottak arra, hogy egy alföldi kisvízfolyás kovaalga-közösségének kolonizációs vizsgálata, a mintavétel idejének megtervezése, a kapott adatok értékelése során elengedhetetlen figyelembe venni olyan abiotikus tényezőket, mint a (i) bolygatás-hatás; a (ii) vízfolyás „szemisztatikus” jellegéből adódó nehézségek. Továbbá eredményeink felhívják a figyelmet arra is, hogy az ökológiai értékelések során nem elég egy-egy ökológiai paramétert (guild, CSR stratégia, mérettartomány) vizsgálni, hanem holisztikus vizsgálatokra és értékelésekre kell törekedni.

7. Irodalomjegyzék

- Ács, É., K. T., Kiss, 1993. Colonization process of diatoms on artificial substrate in the River Danube near Budapest (Hungary). *Hydrobiologia* 269/270: 307-315.
- Ács, É., K. T. Kiss, K. Szabó, J. Makk, 2000. Short-term colonization sequence of periphyton on glass slides in a large river (River Danube, near Budapest). *Algological Studies* 100: 135-156.
- Ács, É., K. Szabó, Á. K. Kiss, B. Tóth, G. Záray, K. T. Kiss, 2006. Investigation of epilithic algae on the River Danube from Germany to Hungary and the effect of a very dry year on the algae of the River Danube. *Archiv für Hydrobiologie* 158: 389–417.
- Ács, É., A. K. Borsodi, K. Kröpfl, P. Vladár, Gy. Záray, 2007. Changes in the algal composition, bacterial metabolic activity and element content of biofilms developed on artificial substrata in the early phase of colonization. *Acta Botanica Croatica* 66/2: 89-100.
- Barbiero, R. P., 2000. A multi-lake comparison of epilithic diatom communities on natural and artificial substrates. *Hydrobiologia* 438: 157–170.
- B-Béres, V., P. Török, Zs. Kókai, E. T-Krasznai, B. Tóthmérész, I. Bácsi, 2014. Ecological diatom guilds are useful but not sensitive enough as indicators of extremely changing water regimes. *Hydrobiologia* 738:191–204.
- Berthon, V., A. Bouchez, F. Rimet, 2011. Using diatom lifeforms and ecological guilds to assess organic pollution and trophic level in rivers: a case study of rivers in south eastern France. *Hydrobiologia* 673: 259–271.
- Biggs, B. J. F., D. G. Goring, V. I. Nikora, 1998. Subsidy and stress responses of stream periphyton to gradients in water velocity as a function of community growth form. *Journal of Phycology* 34: 598–607
- Biggs, B. J. F., R. A. Smith, 2002. Taxonomic richness of stream benthic algae: effects of flood disturbance and nutrients. *Limnology and Oceanography* 47/4: 1175-1186.
- Bíró, R., 2011. A Csigere-patak kovaalga biótája. Diplomamunka, Veszprém
- Bolla, B., G. Borics, K. T. Kiss, M. N. Reskóné, G. Várbíró, É. Ács, 2010. Recommendations for ecological status assessment of lake Balaton (largest shallow lake of central Europe), based on benthic diatom communities. *Vie Milieu* 60/3: 1-12.
- Burliga, A. L. M., A. Schwarzbald, E. A. Lobo, V. D. Pillar, 2004. Functional types in epilithon algae communities of the Maquiné river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta*

Limnologica Brasiliensia 16: 369-380.

- Carrick, H. J., A. D. Steinman, 2001. Variation in periphyton biomass and species composition in Lake Okeechobee Florida (USA): distribution of algal guilds along environmental gradients. Archiv für Hydrobiologie 152: 411-438.
- Cattaneo, A., M. C. Amireault, 1992. How artificial are artificial substrata for periphyton? J. N. Am. Benthol. Soc. 11: 244-256.
- Chetelat, J., L. Cloutier, M. Amyot, 2010. Carbon sources for lake food webs in the Canadian High Arctic and other regions of Arctic North America. Polar Biology 33: 1111-1123.
- Danilov, R. A., N. G. A. Ekelund, 2001. Applicability of growth rate, cell shape, and motility of *Euglena gracilis* as physiological parameters for bioassessment at lower concentrations of toxic substances: An experimental approach. Environmental Toxicology 16/1: 78-83.
- Defelice, R. D., S. W. Wise Jr., 1981. Surface lithofacies, biofacies, and diatom diversity patterns as models for delineation of climatic change in the southeast Atlantic Ocean. Marine Micropaleontology 6: 29-70.
- Finkel, Z. V., C. J. Vaillancourt, A. J. Irwin, E. D. Reavie, J. P. Smol, 2009. Environmental control of diatom community size structure varies across aquatic ecosystems. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 276: 1627-34.
- Gottschalk, S., M. Kahlert, 2012. Shifts in taxonomical and guild composition of littoral diatom assemblages along environmental gradients. Hydrobiologia 694: 41-56.
- Hering, D., R. K. Johnson, A. Buffagni, 2006. Linking organism groups – major results and conclusions from the STAR project. Hydrobiologia 566: 109-113.
- Kireta, A. R., E. D. Reavie, G. V. Sgro, T. R. Angradi, D. W. Bolgrien, B. H. Hill, T. M. Jicha, 2012. Planktonic and periphytic diatoms as indicators of stress on great rivers of the United States: Testing water quality and disturbance models. Ecological Indicators 13: 222-231.
- Kókai, Zs., I. Bácsi, P. Török, K. Buczkó, E. T-Krasznai, Cs. Balogh, B. Tóthmérész, V. B-Béres, 2014a. Halophilic diatom taxa are sensitively indicating even the short term changes in lowland lotic systems. Acta Botanica Croatica in press.
- Kókai, Zs., P. Török, I. Bácsi, E. T-Krasznai, V. B-Béres, 2014b. Az extrém száraz időjárás hatása az *Achnantheidium minutissimum* és *Achnantheidium eutrophilum* egyedszámára (Sebes-Körös, Körösszakál). Hidrológiai Közöny 94/5-6: 46-49.
- Krasznai, E., G. Borics, G. Várbíró, A. Abonyi, J. Padisák, Cs. Deák, B. Tóthmérész, 2010. Characteristics of the pelagic phytoplankton in shallow oxbows. Hydrobiologia 639:

173-184.

- Kröpfel, K., P. Vladár, K. Szabó, É. Ács, A. K. Borsodi, Sz. Szikora, S. Caroli, Gy Zárny, 2006. Chemical and biological characterisation of biofilms formed on different substrata in Tisza river (Hungary). *Environmental Pollution* 144: 626-631.
- Lane, C. M., K. H. Taffs, J. L. Corfield, 2003. A comparison of diatom community structure on natural and artificial substrata. *Hydrobiologia* 493: 65-79.
- Olrik, K., 1994. *Phytoplankton ecology*. Miljøprojekt 251, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 183 pp.
- Padisák, J., 2003. Phytoplankton. In: P.E. O'Sullivan, C.S. Reynolds (eds.) *The lakes handbook*. Vol. 1. Blackwell Publishing. Malden, Oxford, Carlton. p. 251-308.
- Padisák J., G. Borics, I. Grigorszky, É. Soróczy-Pintér, 2006. Use of Phytoplankton Assemblages for Monitoring Ecological Status of Lakes within the Water Framework Directive: The Assemblage Index. *Hydrobiologia* 553/1: 1-14.
- Padisák, J., L. O. Crossetti, L. Naselli-Flores, 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- Passy, S. I., 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86: 171-178.
- Passy, S. I., C. A. Larson, 2011. Succession in Stream Biofilms is an Environmentally Driven Gradient of Stress Tolerance. *Microbial Ecology* 62: 414-424.
- Porter, E. M., W. D. Bowman, C. M. Clark, J. E. Compton, L. H. Pardo, J. L. Soong, 2013. Interactive effects of anthropogenic nitrogen enrichment and climate change on terrestrial and aquatic biodiversity. *Biogeochemistry* 114: 93-120.
- Pringle, C. M., 1990. Nutrient spatial heterogeneity: effects on community structure, physiognomy, and diversity of stream algae. *Ecology* 71: 905-920.
- Reynolds, C. S., J. W. G. Lund, 1988. The phytoplankton of an enriched, soft-water lake subject to intermittent hydraulic flushing (Grasmere, English Lake District). *Freshwater Biology* 19/3: 379-404.
- Reynolds, C. S., 1980. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Ecography* 3/3: 141-159.
- Reynolds, C. S., V. Huszár, C. Kruk, L. Naselli-Flores, S. Melo, 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24/5: 417-428.

- Rimet, F., A. Bouchez, 2012a. Life-forms, cell-sizes and ecological guilds of diatoms in European rivers. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 406: 01.
- Rimet, F., A. Bouchez, 2012b. Biomonitoring river diatoms: Implications of taxonomic resolution. *Ecological Indicators* 15: 92-99.
- Rusanov, A. G., E. V. Stanislavskaya, É. Ács, 2012. Periphytic algal assemblages along environmental gradients in the rivers of the Lake Ladoga basin, Northwestern Russia: implication for the water quality assessment. *Hydrobiologia* 695/1: 305-327.
- Sand-Jensen, K., R. Bohr, 1983. Structure and dynamics of periphytic populations and communities. In Wetzel, R. G. (ed.), *Periphyton of Freshwater Ecosystems*. Dr W. Junk Publishers, The Hague: 339–340.
- Sommer, U., 1981. The role of r- and K-selection in the succession of phytoplankton in Lake Constance. *Acta Oecologica* 2: 327-342.
- Sorayya M., S. Aishah, B. M. Sapiyan, 2012. Supervised and Unsupervised Artificial Neural Networks for Analysis of Diatom Abundance in Tropical Putrajaya Lake, Malaysia. *Sains Malaysiana* 41/8: 939-947.
- Steinman, A.D., P. J. Mulholland, W. R. Hill, 1992. Functional responses associated with growth form in stream algae. *Journal of the North American Benthological Society* 11: 229-243.
- Stenger-Kovács, Cs., E. Lengyel, L. O. Crossetti, V. Üveges, J. Padisák, 2013. Diatom ecological guilds as indicators of temporally changing stressors and disturbances in the small Torna-stream, Hungary. *Ecological Indicators* 24: 138–147.
- Stenger-Kovács, Cs., L. Tóth, F. Tóth, É. Hajnal, J. Padisák, 2014. Stream order-dependent diversity metrics of epilithic diatom assemblages. *Hydrobiologia* 721/1: 67-75.
- Várbíró, G., G. Borics, B. Csányi, G. Fehér, I. Grigorszky, K. T. Kiss, A. Tóth, É. Ács, 2012. Improvement of the ecological water qualification system of rivers based on first results of the Hungarian phytobenthos surveillance monitoring. *Hydrobiologia* 695: 125–135.
- Weckström, J., A. Korhola, 2001. Patterns in the distribution, composition and diversity of diatom assemblages in relation to ecoclimatic factors in Arctic Lapland. *Journal of Biogeography* 28: 31-45.
- Winder, M., J. E. Reuter, S. G. Schladow, 2009. Lake warming favours small-sized planktonic diatom species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 427-35.
- Wu, N., T. Tang, X. Qu, Q. Cai, 2009. Spatial distribution of benthic algae in the Gangqu River, Shangrila, China. *Aquatic Ecology* 43: 37-49.

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a TIKTF Mérőállomás dolgozóinak (Balogh Csaba, B-Béres Viktória, Kókai Zsuzsanna, Matkó Andrea), valamint a Debreceni Egyetem Hidrobiológiai Tanszék munkatársainak (Nagy Sándor Alex, Bácsi István, Novák Zoltán, Kovácsné Gábor Anikó), hogy lehetőséget nyújtottak intézményeikben a munkára.

Külön köszönetet szeretnék nyilvánítani témavezetőimnek, B-Béres Viktóriának és Bácsi Istvánnak; valamint Kókai Zsuzsannának, Kovácsné Gábor Anikónak és Novák Zoltánnak a mintavételek, a labormunkák elvégzése, illetve a határozás során nyújtott segítségért.

Valamint hálával tartozom B-Béres Viktóriának, Bácsi Istvánnak és Kókai Zsuzsannának a türelmükért, hihetetlen odaadásukért és kedvességükért.

9. Nyilatkozat

Alulírott Lukács Áron, az OTDT szabályzata értelmében nyilatkozom arról, hogy a pályamunkában bemutatott eredmények önálló diákköri keretek között végzett kutatások eredményei.

.....

Lukács Áron
III. Biológia BSc