

## Élőbevonat hasznosításának lehetőségei létesített vizes élőhelyeken - halastavak és vízkezelő rendszerek

Kosáros Tünde<sup>1,2</sup>, Pekár Ferenc<sup>1</sup>, Gál Dénes<sup>1</sup> és Lakatos Gyula<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, TTK, Alkalmazott Ökológiai Tanszék, Debrecen

### Kivonat

Kutatásaink során három különböző tavi rendszerben vizsgáltuk az élőbevonat mennyiségi és minőségi változásait: (i) egy létesített vizes élőhelyen (stabilizációs tó, halastó, nádas és gyékényes tó) – ahol egy afrikai harcsát termelő telep elfolyóvizének tisztítása történt 2001 és 2009 között, (ii) két kombinált intenzív-extenzív haltermelő rendszerben 2007 és 2009 között, valamint (iii) három polikultúrás népesítésű, hagyományos halastóban 2007-ben.

A mérsékelt égövben és így Magyarországon sincs élőbevonatra alapozott haltermelés. Ezért megvizsgáltuk, hogy a különböző típusú tavakban a domináns emez növényzetten és mesterséges alzatokon milyen mennyiségű és minőségű élőbevonat képződik (szárazanyagban kifejezve). Azokban a tavakban, ahol halasítás történt, nagyobb mennyiségű bevonat képződött ( $37,6 \pm 3,45 \text{ g m}^{-2} - 42,2 \pm 2,96 \text{ g m}^{-2}$ ), mint a stabilizációs és a vízínövényes tavakban ( $3,81 \pm 0,900 \text{ g m}^{-2} - 13,4 \pm 1,28 \text{ g m}^{-2}$ ), ahol a tavak fő funkciója a vízkezelés volt. A képződött élőbevonat mennyisége alapján a vizsgált tavak ugyanúgy elkülöníthetők, mint a vízkémiai paraméterek alapján. Az élőbevonat szárazanyag tartalmának változását befolyásoló tényezők statisztikai vizsgálata során 99,6%-ban a mintavétel időpontja és a kezelés módja együttesen határozta meg a képződött élőbevonat mennyiségét ( $R^2=0,996$ ). Az élőbevonat magas fehérjetartalmú természetes táplálékot biztosít a vízi gerinctelenek és a halak számára. Kísérleteinkben az élőbevonatot 8,82 $\pm$ 0,086% és 32,9 $\pm$ 0,324% közötti nyers fehérje tartalom jellemezte.

### Bevezetés

Az élőbevonat – perifiton – azoknak a szervezeteknek az együttese, amelyek a vízfenéktől eltérő anyagú, attól jól elkülöníthető víz alatti szilárd alzaton találhatók (Behning, 1924).

Az élőbevonat mennyiségi és minőségi változásait abiotikus és biotikus tényezők befolyásolják: a bevonatot alkotó baktériumok és algák produktójának fontos szabályozó tényezője a tápanyag mennyisége, a fény intenzitása és minősége, a hőmérséklet, a vízszint változása, a felület minősége és a bevonatot fogyasztó szervezetek aktivitása.

A perifitonra alapozott haltermelés első formája trópusi országokban jelent meg – a nyugat-afrikai „acadja” rendszer (Welcomme, 1972), a kambodzsai „samarahs” (Shankar *et al.*, 1998) és a bangladesi „katha” (Wahab és Kibria,

1994) –, ahol mesterséges alzatokkal növelték a természetes táplálék mennyiségét. Egy hagyományos halastóhoz képest az élőbevonattal „kiegészített” tóban a perifiton ciklus közbeiktatása a tápanyagok felhasználhatóságát jelentősen megnövelheti, így az új táplálkozási hálózat révén a halbiomassza gyarapíthatóságának lehetősége is nő, mivel az élőbevonat speciális tápláléka lehet a halaknak és a vízi gerincteleneknek (Van Dam *et al.*, 2002). Az élőbevonatra alapozott haltermelést már édesvízi tavakban is továbbfejlesztették, amellyel 71-186%-kal magasabb halhozamot értek el (Azim *et al.*, 2004). Jelenleg a mérsékelt égövben, és így Magyarországon sincsen élőbevonatra alapozott haltermelés, ezért kutatásaink során megvizsgáltuk az élőbevonat mennyiségi és minőségi változásait különböző halastavakban. A halastavakban nem csak közvetlenül növelhető a haltermelés az élőbevonat segítségével – speciális természetes táplálékként való fogyasztás –, hanem közvetve, a vízminőség javításával és a megnövekedett tápanyag áramlás révén is befolyásolható a nettó haltermelés.

A létesített vizes élőhelyeken döntő szerepe van a növényzetnek és a víz alatti felszínükön meglehetősen nagy élőbevonatnak, a vízinövény-bevonat komplexum fontos biofilter szerepet tölt be a természetes, de különösen a létesített vizes élőhelyek működésében (Lakatos *et al.*, 1997). A vízkezelésre használt létesített vizes élőhelyeken a legfontosabb szennyező, illetve káros anyag eltávolítási mechanizmusok fizikai és mikrobiális folyamatokon alapulnak. A vízinövényzet alkalmazása a tisztítási eljárásokban alig 50 éve kezdődött el (Seidel, 1953). A makrofiták legfontosabb funkciói a szennyvízkezelés során: stabilizálják a tó aljának felszínét, megfelelő körülményeket teremtve ezzel a fizikai szűréshez, megakadályozzák a függőleges áramlást, oxigént szabadítanak fel és hatalmas felületet biztosítanak a mikrobiális növekedéshez – a szerves anyag lebontást végző baktériumok, gombák meglehetősen nagy mennyiségben (Brix, 1997). A vízinövény-élőbevonat komplexum olyan egyedülálló ökológiai egység, ami csak sekélyvízi ökoszisztémákban található meg (Allen, 1971). A vízinövényes tavakban a szerves és szervetlen anyagokkal terhelt szennyvizekből a tápanyagok eltávolításában a perifiton baktériumközösségeinek jelentős szerepe van. A perifiton csapdázza a szerves detrituszt, eltávolítja a tápanyagokat a vízoszlopból, szabályozza a körülötte lévő vízben az oldott oxigén koncentrációját és pH-ját, hozzájárulva a megfelelő vízminőség kialakulásához (Azim *et al.*, 2005). Kísérletünkben olyan vízkezelésre használt létesített vizes élőhelyeken és polikultúras halastavakban vizsgáltuk a természetes és a mesterséges alzatokon képződött élőbevonatot, ahol eddig csak a vízinövényes tavakban képződött élőbevonat. A bevonat és a vízinövények fontos biofilter szerepére alapozva mesterséges felülettel megnövelve a vízkezelő rendszer „aktív felületét”, a rendszerek hatékonysága növelhető.

### **Anyag és módszer**

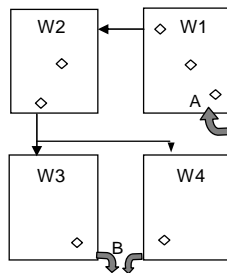
Kutatásaink során három különböző tavi rendszerben vizsgáltuk az élőbevonat mennyiségi és minőségi változásait: (i) egy létesített vizes élőhelyen – ahol egy afrikai harcsát termelő telep elfolyóvizének tisztítása történt 2001 és 2009 között, (ii) két kombinált intenzív-extenzív haltermelő rendszerben 2007 és 2009 között, valamint (iii) három polikultúras népesítésű, hagyományos halastóban 2007-ben.

### A mintavételi helyek bemutatása

Az egyik rendszer, ahol a bevonatot vizsgáltuk egy olyan 2000-ben kialakított létesített vizes élőhely, ahol intenzív haltermelésből származó elfolyóvíz kezelése történik. A rendszer (1 ha) négy sorba kapcsolt tóból állt: egy stabilizációs és egy halastó (első és második tó – W1, W2, vízmélység: 1,2 m) és két vízínövényes tó (harmadik és negyedik tó – W makro: W3, W4, vízmélység: 0,5 m). Az intenzíven afrikai harcsát termelő telep elfolyóvizét az első tóba vezettük be. 2000-től 2005-ig a harmadik és a negyedik tóban vizsgáltuk a növények felületén képződött bevonatot, 2006 és 2009 között a többi egységre is kiterjesztettük kutatásainkat. A rendszer második tava takarmányozás nélküli polikultúras népesítésű halastó, ahová busa (*Hypophthalmichthys molitrix* V.) és ponty (*Cyprinus carpio* L.) került telepítésre (800-1000 kg ha<sup>-1</sup>) (1. ábra).

IE1 és IE2 halastavak (0,03 ha, átlagos vízmélység 1 m) két kombinált intenzív-extenzív rendszer extenzív halastavi része. Lapátkerekkes levegőztetőt használtunk a megfelelő oxigénkoncentráció biztosítására és a víz keringtetésére az intenzív és az extenzív rész között. A kombinált rendszer intenzív egységét egy 10 m<sup>3</sup>-es ketrec alkotta, ahol táppal takarmányozva lesóharcsa (*Silurus glanis* L.) termelése történt – 90 kg kezdeti tömeggel. Az extenzív, ketrecen kívüli részben pontyot (*Cyprinus carpio* L.) és nílusi tilápiát (*Oreochromis niloticus* L.) neveltünk takarmányozás nélkül – 30 kg kezdeti tömeggel. 2007-ben fűzfát, 2008-ban műanyag mesterséges alzatot alkalmaztunk, amellyel az extenzív rész „aktív” felületét, hatékonyságát növeltük.

FP1, FP2 és az FP3 polikultúras népesítésű hagyományos halastavak (0,15 ha) –. telepítési arány: ponty (*Cyprinus carpio* L.) 67%, busa (*Hypophthalmichthys molitrix* V. x *Aristichthys nobilis* R.) 22%, amur (*Ctenopharyngodon idella* V.) 9% és lesóharcsa (*Silurus glanis* L.) 2%.



**1. ábra:** A vízkezelő rendszer vázlatja (A: az afrikai harcsát termelő telep elfolyóvizének bevezetése, B: a rendszer kifolyói, ◇ jel a mintavételi pontokat, a nyilak a víz áramlási irányát jelzik)

### Élőbevonat mintavétel

Az élőbevonatot epifitikus (vízinövények víz alatti felületéről) és epihalotikus (függőlegesen leszúrt, 1,8 cm átmérőjű műanyag csövek) élőhelyekről június és november között gyűjtöttük. A vízínövényes tavakból a nád (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.) és a gyékény (*Typha latifolia* L.) víz alatti felületén, a többi tóban a

műanyag alzatokon képződött bevonatot vizsgáltuk. A bevonatminták vertikális megoszlását is figyelembe vettük, külön vizsgáltuk az alzat felső 20 cm-éről és az alatta lévő 30 cm-ről vett mintákat.

A minták vizsgálata során meghatároztuk a szárazanyag- (száraz a.), a hamu-mentes szárazanyag (szerves a.), klorofill-a, összes nitrogén (TN) és összes foszfor (TP) mennyiségét.

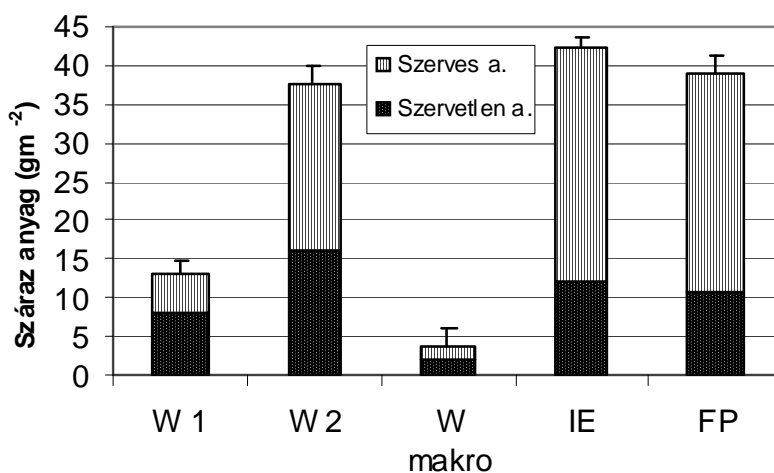
### Eredmények és következtetések

A vizsgált tavak elkülöníthetők a képződött élőbevonat alapján ugyanúgy, mint a vízkémiai paraméterek alapján (Kosáros *et al.*, 2010). Az élőbevonat szárazanyag tartalma szignifikánsan magasabb volt azokban a mintákban, amelyek a halastavakból származtak (IE:  $42,2 \pm 2,96 \text{ g m}^{-2}$ , FP:  $39,0 \pm 6,31 \text{ g m}^{-2}$ , W2:  $37,6 \pm 3,45 \text{ g m}^{-2}$ ) azokhoz képest, amelyek a W1 és a W makro tavakban képződtek (I. táblázat, 2. ábra).

**I. táblázat:** A különböző rendszerekben képződött élőbevonat mennyiségi és minőségi jellemzői

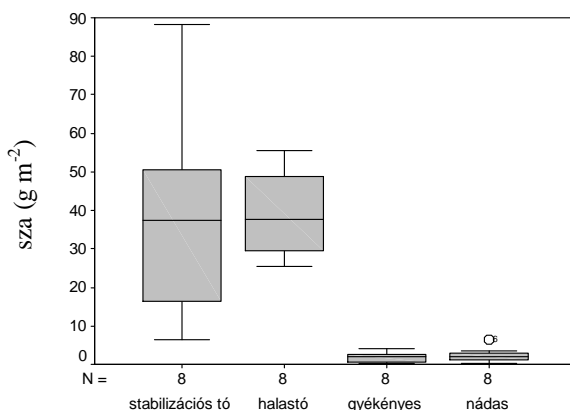
		W1	W2	W makro	IE	FP
		2006-2008	2006-2008	2001-2008	2007-2009	2007
száraz a.	$\text{g m}^{-2}$	$13,4 \pm 1,28$ n=58	$37,6 \pm 3,45$ n=48	$3,81 \pm 0,90$ n=106	$42,2 \pm 2,96$ n=40	$39,0 \pm 6,31$ n=22
klorofill-a	$\text{mg m}^{-2}$	$8,68 \pm 1,23$ n=51	$12,9 \pm 2,26$ n=43	$3,67 \pm 1,31$ n=60	$4,56 \pm 0,487$ n=39	$1,33 \pm 0,229$ n=20
hamu	$\text{g m}^{-2}$	$8,26 \pm 1,47$ n=64	$15,9 \pm 2,25$ n=46	$2,38 \pm 2,12$ n=78	$12,1 \pm 1,64$ n=40	$10,8 \pm 2,30$ n=21
szerves a.	$\text{g m}^{-2}$	5,14 n=64	21,6 n=46	1,42 n=78	30,1 n=40	28,2 n=21

Az értékek átlagokat  $\pm$ S.E. jelölnek szárazanyagban kifejezve.



**2. ábra:** Átlagos ( $\pm$ S.E.) élőbevonat szárazanyag mennyiségei a különböző rendszerekben

A halastavakban nagyobb mennyiségű bevonat képződött, mint azokban a tavakban, ahol a fő funkció a vízkezelés volt (W1, W makro). A vízkezelésre alkalmazott létesített vizes élőhelyen képződött élőbevonat vizsgálata során az évi átlagos szárazanyag mennyiségeket összehasonlítva az egész rendszerben a halastóban kaptuk a legmagasabb értéket (2007:  $39,1 \pm 11,4 \text{ g m}^{-2}$ ). A rendszer két utolsó vízínövényes egységében (W makro) kis mennyiségű bevonat képződött, amelyre magyarázatot a rendszer tápanyag eltávolítása, illetve a sűrű és zárt növényállományok árnyékoló hatása ad. A vízkezelő rendszer első távában (W1, stabilizációs tó) 2007-ben az élőbevonat átlagos szárazanyag mennyisége az első mintavételi ponton volt a legnagyobb, ahová az elfolyóvíz került bevezetésre, a távolabbi mintavételi pontok felé haladva a biomassa mennyisége csökkent ( $66 \text{ g m}^{-2}$ ,  $21 \text{ g m}^{-2}$ ,  $12 \text{ g m}^{-2}$ ). A magas szerves anyag tartalmú halas elfolyóvíz bevezetése az élőbevonat biomasszájának növekedését eredményezte. Ebben az esetben figyelhető meg a legnagyobb szórási érték is (S.D.), amely bizonyítja a különböző mennyiségben bevezetésre került magas szerves anyag tartalmú halas elfolyóvíz közvetlen hatását az élőbevonat mennyiségének megváltozására. A halastóban (W2) képződött, nagy tömegű élőbevonat és a magas nyersfehérjeteralom alapján eredményesebb lehet a haltermelés a mesterséges alzatok felületének megnövelésével. Becslésünk szerint  $2500 \text{ m}^2$ -es felületen évente átlagosan akár  $94 \text{ kg}$  perifiton képződésére lenne lehetőség. Ekkora tömegű bevonat a vízminőségre gyakorolt hatásán túl jelentős mennyiségű természetes táplálékforrást jelentene a vízi gerinctelenek és a halak számára (3. ábra).

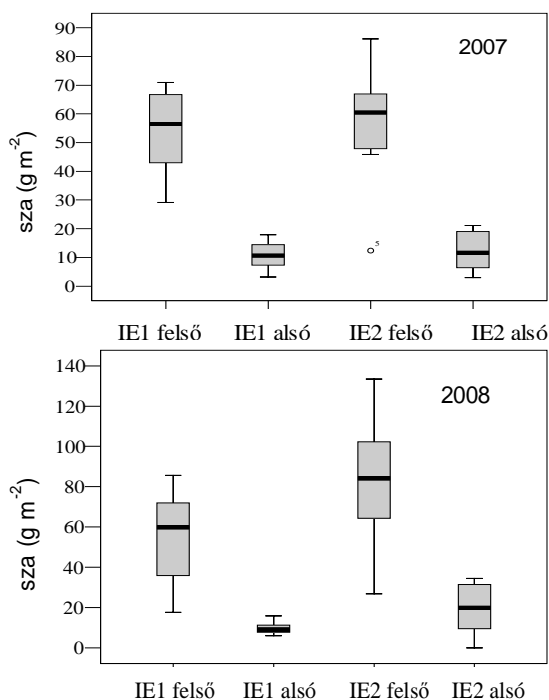


**3. ábra:** 2007-ben a vízkezelő rendszer tavaiban képződött élőbevonat átlagos szárazanyag mennyiségei

Átlagosan a legnagyobb mennyiségű élőbevonat mesterséges alzaton az IE rendszerben képződött ( $42,2 \text{ g m}^{-2}$ ). Ez az érték a szakirodalomban legtöbbször leírt  $50 \text{ g m}^{-2}$  körüli értékekhez képest a mérsékelt égövben magas kategóriába sorolható. A trópusi országokban, mint Banglades, India nagyobb mennyiségű élőbevonat képződik, mivel itt sokkal több a fény és magasabb a hőmérséklet

mint a mérsékelt égövben Franciaországban, Hollandiában vagy Dániában (Richard *et al.*, 2009).

Az IE tavakban különböző mélységekben képződött élőbevonat szárazanyag mennyisége a felső 20 cm-ről vett mintáknál minden esetben magasabb, mint az alsó 30 cm-ről származó minták esetében (4. ábra). A felső és az alsó részről vett minták szárazanyag mennyiségei közötti szignifikáns különbséget – IE1:  $n=8$ ;  $t=7,55$ ;  $p<0,001$ ; IE2:  $n=8$ ;  $t=5,47$ ;  $p<0,001$  – a bevonatot alkotó szervezetek megtelepedését befolyásoló környezeti tényezők megváltozása magyarázza (Kosáros *et al.*, 2008). A víz átlátszósága, a szedimentáció mértéke, oldott oxigén tartalma és a tápanyagok elérhetősége alakítja az autotróf perifiton produkcióját és a biomassa növekedését a víz felső rétegében. A „mélyebb” vízrétegekben a perifiton mennyisége csökken és a bevonatot alkotó szervezetek összetétele is megváltozik (Azim *et al.*, 2005).



**4. ábra:** Az IE tavakban képződött élőbevonat szárazanyag mennyiségei

Az élőbevonat szárazanyag tartalmának változását befolyásoló tényezők statisztikai vizsgálata során 99,6%-ban a mintavétel időpontja és a kezelés módja együttesen határozta meg a képződött élőbevonat mennyiségét ( $R^2=0,996$ ).

A legnagyobb mennyiségű szerves anyagot a halastavakban mértük (FP:  $10,8 \pm 2,30$  g m<sup>-2</sup>; IE:  $12,1 \pm 1,64$  g m<sup>-2</sup>; W2:  $15,9 \pm 2,25$  g m<sup>-2</sup>), ami összefüggésben állhat a lapátkerékes levegőztetők használatával.

A halastavakban képződött bevonatban mértük a legnagyobb mennyiségű szerves anyagot ( $21,6 - 30,1$  g m<sup>-2</sup>) ami magasabb, mint a szakirodalomban általában közölt  $10$  g m<sup>-2</sup>-es értéket. A legalacsonyabb szerves anyag tartalom a vízínövényes

tavakat (W makro) jellemezte, ami a rendszer tápanyag eltávolítási hatékonyságával áll összefüggésben.

A perifiton átlagos klorofill-a tartalma  $1,33 \pm 0,229 \text{ mg m}^{-2}$  és  $12,9 \pm 2,26 \text{ mg m}^{-2}$  között változott. A legnagyobb klorofill-a tartalom a W2 és a W1 tavakban képződött élőbevonatot jellemezte. Az értékek jóval alacsonyabbak, mint a trópusi országokban, ahol a környezeti feltételek megváltozása miatt a perifiton klorofill-a koncentrációja nagyon magas  $100\text{--}150 \text{ mg m}^{-2}$  (Azim *et al.*, 2001 a, b, 2002, 2003; Keshavanath *et al.*, 2001).

Az élőbevonat nitrogén és nyers-fehérje tartalma két okból is jelentős. Az egyik, hogy nagy fehérje tartalmú természetes tápláléka lehet a halaknak és a vízi gerincteleneknek. Kísérletünk során az élőbevonat biomasszájának nyers fehérje tartalma  $8,82 \pm 0,086\%$  és  $32,9 \pm 0,324\%$  között változott a különböző vizsgált rendszerekben (II. táblázat). A másik ok, hogy a vízínövények felületén kialakult élőbevonat a vízkezelő rendszerekben a denitrifikációnak fontos helyszíne (Toet *et al.*, 2005). A vízínövények felületén lévő bevonatban (nádbevonat:  $44,4\text{--}121 \text{ mg N m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ ) a denitrifikáció nagysága jelentősen magasabb, mint az üledékben ( $0,5\text{--}25,5 \text{ mg N m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ ) és a vízben ( $0,4\text{--}3,9 \text{ mg N m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ ), ami bizonyítja, hogy a bevonat felületet és szerves anyagot szolgáltat a denitrifikáló baktériumoknak (Toet *et al.*, 2003). Azim és munkatársai (2005) a bevonat asszimilációs kapacitását átlagosan  $200 \text{ mg N m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$ -ra becsülték. A kísérletünkben vizsgált rendszerekben a perifiton nitrogén felvétele átlagosan  $6,69 \pm 0,097 \text{ mg m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$  és  $32,5 \pm 0,219 \text{ mg m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$  között változott (II. táblázat).

**II. táblázat:** A különböző rendszerekben képződött élőbevonat összes nitrogén (TN), nyers fehérje, összes foszfor (TP) tartalma és a denitrifikáció intenzitása

		W1	W2	W makro	IE	FP
		2006-2008	2006-2008	2003	2007-2009	2007
TN	%	$4,16 \pm 0,212$ n=32	$2,59 \pm 0,19$ n=36	$5,27 \pm 0,324$ n=15	$1,41 \pm 0,086$ n=33	$2,32 \pm 0,315$ n=15
	$\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	$18,6 \pm 0,090$	$32,5 \pm 0,219$	$6,69 \pm 0,097$	$19,8 \pm 0,085$	$30,2 \pm 0,663$
nyers fehérje	%	26,0	16,2	32,9	8,82	14,5
TP	%	$8,92 \pm 1,39$ n=31	$2,32 \pm 0,252$ n=35	$1,51 \pm 0,121$ n=17	$1,43 \pm 0,236$ n=31	$1,525 \pm 0,175$ n=16
	$\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	$39,8 \pm 0,593$	$29,1 \pm 0,290$	$1,92 \pm 0,036$	$20,1 \pm 0,233$	$19,8 \pm 0,368$

Az értékek átlagokat ( $\pm$ S.E.) jelölnek szárazanyagban kifejezve

A vízkezelésre használt rendszer különböző egységeiben (stabilizációs tó, halastó, vízínövényes tavak) kialakult eltérő minőségű és mennyiségű bevonat bizonyítja a perifiton részvételét a vízkezelő rendszer anyagforgalmában. A halastó esetében megnövelt felületen képződött élőbevonat hozzájárulhat a haltermelés növeléséhez, így az élőbevonatban asszimilált tápanyagok közvetlenül felhasználhatóvá válnának. A makrofitás tavakban a növények alzatkénti szerepének jelentőségét bizonyíthatja, hogy a két vizsgált vízínövényes tó közül az működött nagyobb határfokkal, amelyekben nagyobb felületet biztosított a növényzet a bevonatlakó élőlényközösségek megtelepedéséhez.

Az intenzív és extenzív haltermelő rendszerek együttes alkalmazásával csökkenthető az intenzív haltermelés környezetterhelése és a takarmányozás nélküli

extenzív részben többlet halprodukció állítható elő. Kísérletünkben az extenzív rész hatékonyságát mesterséges alzaton képződött élőbevonattal növeltük, amely a természetes táplálékforrás bővítésének egyik lehetséges módja. Az élőbevonat évi átlagos szárazanyag mennyisége alapján (IE1: 8,5 kg; IE2: 58,8 kg) a tavak között szignifikánsan nem volt különbség, de a nagyobb mértékű perifiton fogyasztás (IE1: 32,9 kg; IE2: 51,2 kg) magasabb extenzív halhozamot eredményezett. Azokban a tavakban, ahol mesterséges alzatos alkalmaztunk az egész rendszer (intenzív és extenzív rész) nettó halhozama magasabb volt, mint a kontroll tóban (Kosáros *et al.*, 2008).

Az élőbevonat mennyiségi és minőségi változásainak nyomonkövetésével a vízi ökoszisztémák működéséről, anyagforgalmáról és a hatékonyság növelhetőségéről kapunk pontosabb ismereteket, amelyek jól hasznosíthatóak az üzemeltetés és továbbfejlesztés során.

### Köszönetnyilvánítás

*Kutatómunkánkat 2007-2009-ig a SustainAqua EU-projekt támogatta (COLL-CT-2006-030384).*

### Irodalomjegyzék

- Allen H.L., 1971.** Primary production, chemoorganotrophy and nutritional interactions of epiphytic algae and bacteria on macrophytes in the littoral of a lake. *Ecological Monographs*, 61, 97-127.
- Azim M.E., Rahaman M.M., Wahab M.A., Asaeda T., Little D.C., Verdegem M.C.J., 2004.** Periphyton-based pond polyculture system: a bioeconomic comparison of on-farm and on-station trials. *Aquaculture*, 242, 381-396.
- Azim M.E., Verdegem M.C.J., Khatoon H., Wahab M.A., van Dam A.A., Beveridge M.C.M., 2002.** A comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. *Aquaculture*, 212, 227-243.
- Azim M.E., Verdegem M.C.J., van Dam A.A., Beveridge M.C.M., 2005.** Periphyton and Aquatic Production. In: M.E. Azim, M.C.M. Beveridge, A.A. Van Dam, M.C.J. Verdegem (eds.) *Periphyton Ecology, Exploitation and Management*, CABI Publishing, London, UK, 91-112.
- Azim M.E., Wahab M.A., van Dam A.A., Beveridge M.C.M., Huisman E.A., Verdegem M.C.J., 2001a.** Optimization of stocking ratios of two Indian major carps, rohu (*Labeo rohita* Ham.) and catla (*Catla catla* Ham.) in a periphyton-based aquaculture system. *Aquaculture*, 203, 33-49.
- Azim M.E., Wahab M.A., van Dam A.A., Beveridge M.C.M., Milstein A., Verdegem M.C.J., 2001b.** Optimization of fertilization rate for maximizing periphyton production on artificial substrates and the implications for periphyton-based aquaculture. *Aquaculture Research*, 32, 749-760.
- Azim M.E., Wahab A.M., Verdegem M.C.J., 2003.** Periphyton-water quality relationships in fertilized fishponds with artificial substrates. *Aquaculture*, 228, 169-187.
- Behning A.L., 1924.** Zur Erforschung der am Flussboden der Wolga lebenden Organismen, *Monogr. volz. Biol. Stanc., Saratow*, 1, 1-398.
- Brix H., 1997.** Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? *Water Science Technology*, 35, 11-17.
- Keshavanath P., Gangadhar B., Ramesh T.J., van Rooij J.M., Beveridge M.C.M., Baird D.J., Verdegem M.C.J., van Dam A.A., 2001.** Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquaculture Research*, 32, 189-197.
- Kosáros T., Gál D., Hegedűs R., Pekár F., 2008.** Study on the periphyton in combined intensive-extensive fish farming system. *Acta Pericomonologica Debrecina*, 3, 145-150.
- Kosáros T., Gál D., Pekár F., Lakatos Gy., 2010.** Effect of different treatments on the periphyton quantity and quality in experimental fishponds. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 64, 540-543.



- Lakatos G., Kiss K.M., Kiss M., Juhász P., 1997.** Application of constructed wetlands for wastewater treatment in Hungary. *Water Science Technology*, 33, 331-336.
- Richard M., Trotter C., Verdegem M.C.J., Husenot J.M.E., 2009.** Submersion time, depth, substrate type and sampling method as variation sources of marine periphyton. *Aquaculture*, 295, 209–217.
- Seidel K., 1953.** Pflanzungen Zwischen Gewässern und Land. *Mitteilungen aus der Max-Planck-Gesellschaft*, 17-20.
- Shankar K.M., Mohan C.V., Nandeesh M.C., 1998.** Promotion of substrate based microbial biofilms in ponds – a low cost technology to boost fish production. *The ICLARM Quarterly NAGA*, 21, 18-22.
- Toet S., Huibers L.H.F.A., van Logtestijn R.S.P., Verhoeven J.T.A., 2003.** Denitrification in the periphyton associated with plant shoots and in the sediment of a wetland system supplied with sewage treatment plant effluent. *Hydrobiologia*, 501, 29-44.
- Toet S., Van Logtestijn R.S.P., Schreijer M., Kampf R., Verhoeven J.T.A., 2005.** The functioning of a wetland system used for polishing effluent from a sewage treatment plant. *Ecological Engineering*, 25, 101-124.
- Van Dam A.A., Beveridge M.C.M., Azim M.E., Verdegem M.C.J., 2002.** The potential of fish production based on periphyton. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12, 1-31.
- Wahab M.A., Kibria M.G., 1994.** Katha and kua fisheries – unusual fishing methods in Bangladesh. *Aquaculture News*, 18, 24.
- Welcomme R.L., 1972.** An evaluation of the acadjas method of fishing as practised in the coastal lagoons of Dahomey (West Africa). *J. Fish. Biol.*, 4, 39-55.

## **Periphyton utilisation in aquatic ecosystems – improvement of fish production and water treatment**

**Tünde Kosáros<sup>1,2\*</sup>, Ferenc Pekár<sup>1</sup>, Dénes Gál<sup>1</sup> and Gyula Lakatos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary*

<sup>2</sup>*University of Debrecen, Department of Applied Ecology, Debrecen, Hungary*

### **Abstract**

Since traditional periphyton based aquaculture does not exist yet in Hungary, details of quantitative and qualitative changes of periphyton may give the possibilities to increase fish yield and improve water quality, even under the temperate climate. In the present study, the effects of different pond types on the quantity and quality of periphyton were evaluated on dry matter basis. Our results showed that the ponds can be characterised by the amount of periphyton similarly to the water chemical parameters. The quantity of periphyton developed in traditional fish ponds ( $37.6 \pm 3.45 - 42.2 \pm 2.96 \text{ g m}^{-2}$ ) was significantly higher compared to the other treatments ( $3.81 \pm 0.900 - 13.4 \pm 1.28 \text{ g m}^{-2}$ ), where wastewater treatment was the main function of ponds. Dry matter changes were primarily determined by the sampling date and the type of treatments ( $R^2=0.996$ ). Periphyton can provide special, often protein-rich natural food for the fish and invertebrates. The range of crude protein content of the periphyton biomass varied between  $8.82 \pm 0.086\%$  and  $32.9 \pm 0.324\%$  in our experiments.

**Keywords:** *periphyton, artificial substrate, fish production, water treatment*