

Tápon nevelt harcsa (*Silurus glanis*) ürülékének és tavi üledék kölcsönhatásának *in vitro* modellezése a szervesetlen nitrogénformák függvényében

Beliczky Gábor, Kóbor Péter, Németh Sándor, Havasi Máté, Horváth Zoltán, Simon Csaba

Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely

Kivonat

Jelen munkánk része egy, a harcsa (*Silurus glanis*) környezeti terhelésének pontos megismerésére irányuló komplex kutatásnak, melyben a magas fehérjetartalmú haltápok közvetlen, illetve közvetett környezetre gyakorolt hatását vizsgáljuk. Előkísérletünkben természetes környezetből (Balaton) származó üledék harcsa *faeces* feldolgozó/bontó képességét vizsgáltuk.

Kísérletünkben 20-liternyi víztérfogatban 300 ml nedves, rostált balatoni iszapot, valamint 35 g nedves tömegű harcsaürüléket használtunk. Kezeléseink a következők voltak: ÜLEDÉK, FAECES, ÜLEDÉK+FAECES (kombinált); 3-3 ismétlésben. Hetente kétszer mértük a víztérben oldott szervesetlen nitrogénformák ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ és $\text{NO}_3^-\text{-N}$) mennyiségét 8 héten át. Az egyes mintavételek alkalmával rögzítettük a víztér fontosabb fizikai-kémiai paramétereit úgy, mint: hőmérséklet ($19,04 \pm 1,2^\circ\text{C}$), pH ($7,75 \pm 0,13$), oldott oxigén koncentráció ($7,44 \pm 1,00\text{mg/l}$) és oxigén telítettség ($81 \pm 10\%$). Az esetlegesen kialakuló anaerob körülményeket enyhe levegő porlasztással előztük meg. A porlasztást úgy állítottuk be, hogy az láthatólag nem okozta az üledék felkavarodását.

Eredményeinkben egyértelműen látszik, hogy az üledék+*faeces* kezelésben egy hét után már ammónium-nitrogén csúcsot mértünk ($2,63 \pm 0,57\text{mg/l}$), míg a *faeces* kezelésben ($2,47 \pm 0,38\text{mg/l}$) ez két és fél hét után következett be, tehát az iszap rezidens szervesanyag-bontó flórája gyorsabban szabadította fel az ammóniát. Továbbiakban a nitrifikáció menete is gyorsabb volt a kombinált kezelésben. Munkánk értékes információkkal szolgál a további mikrobiológiai vizsgálatainkhoz.

Kulcsszavak: harcsa (*Silurus glanis*), oldott-szervesetlen nitrogén, haltáp

Abstract

Our study is a part of a complex work of environmental load of wels (*Silurus glanis*), where we measure the direct and indirect impact of high protein content artificial feeds. We worked with sediment originated from natural environment (Lake Balaton) and analysed the decomposition ability of wels *faeces*.

We used 300 ml wet, grossly filtered sediment and 35g wet catfish *faeces* in each 20 litres of tanks depending on treatments (SEDIMENT, FAECES, SEDIMENT+FAECES /combination/ in replicates). We measured the dissolved inorganic N forms of water ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ és $\text{NO}_3^-\text{-N}$) twice a week through 8 weeks. We also checked the main physical and chemical parameters of water such as temperature ($19.04 \pm 1.2^\circ\text{C}$), pH (7.75 ± 0.13), dissolved oxygen concentration ($7.44 \pm 1.00\text{mg/l}$) and oxygen saturation ($81 \pm 10\%$). To avoid anaerobic conditions we carefully used lightly operated aeration and didn't let the sediment mixing.

Our results show after 1 week already was ammonium-N peak ($2.63\pm 0.57\text{mg/l}$) in combined treatment, however in *faeces* treatment that was only in the 2nd-3rd week ($2.47\pm 0.38\text{mg/l}$). Organic matter catabolism by the help of resident bacteria flora was faster and released ammonia earlier in combination.

Our work was a preliminary study and it provides valuable information to further research.

Keywords: European catfish (*Silurus glanis*), dissolved-inorganic nitrogen, artificial feed, sediment

Irodalmi bevezető

Egy intenzív haltermelő rendszer környezetet leginkább veszélyeztető hatása a szerves és szervetlen anyagok elfolyó vízzel történő kibocsátása által jelentkezik (Kestemont, 1995). Természetes befogadó vizeink számára a fő problémát a szén, nitrogén és foszfor koncentrációk növekedése okozza, melyek a rendszerekbe mesterségesen bejuttatott tápanyagokból származnak, elsősorban haltáp eredetűek (Mires, 1995; Dodds & Welch, 2000; Kronvang et al., 2005). A takarmányként bejuttatott tápanyagoknak csak kis hányada (20-30%) hasznosul a termelés során, részben biológiai, részben technológiai okok miatt (Avnimelech et al., 1995; Hargreaves, 1998; Brune et al., 2003; Avnimelech, 2006).

A haltermelés által nem hasznosított tápanyagok a rendszerben felhalmozódnak és a vízminőség romlásnak indul. Egy magas népesítési sűrűséggel üzemelő, magas fehérje tartalmú haltápot felhasználó intenzív rendszer esetében az egyik legjelentősebb kihívás a megfelelő és viszonylag egyenletes vízminőség biztosítása. Ez - a megfelelő oxigénszint biztosításán túl - többnyire az ammónium eltávolítását, vagy semlegesítését jelenti. A fogyasztói igényekhez igazodva az ágazat egyre inkább az értékesebb, magas minőségű, elsősorban ragadozó halfajokat részesíti előnyben, melyek főként intenzív, iparszerű rendszerekben, haltápot alkalmazásával kerülnek előállításra (Gál, 2006). E tápok nagy mennyiségben alkalmazva, a magas nyersfehérje-tartalomnak köszönhetően erősen terhelik a befogadó vizeket (Torres-Beristain et al., 2006), bár eltérő mértékben (Beliczky és mtsai, 2012; Beliczky et al., 2013).

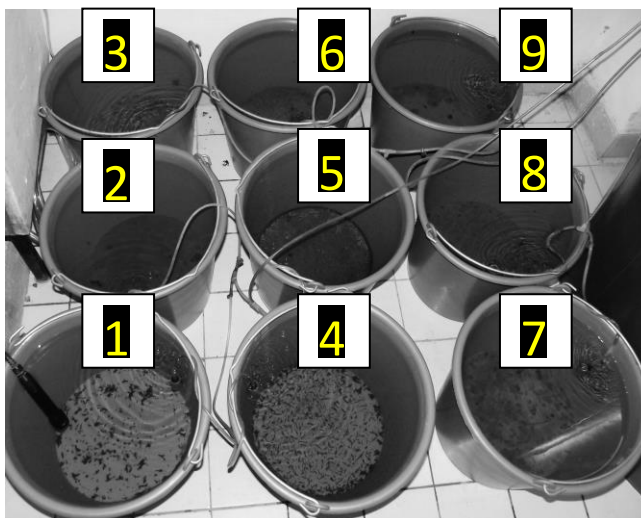
Az üledékből, faecesből bomlás útján felszabaduló, illetve a halak kopolyáján át kiválasztott ammónia vízben – ideális körülmények között – hidrolizál, majd a létrejövő ammónium ionokat a nitrifikáló baktériumok nitrit és nitrát ionokká oxidálják (Hagopian & Riley, 1998; Gross et al., 2000).

Vizsgálatunk célja a hazai haltermelés fejlesztésében nagy lehetőségeket rejtő harcsa (*Silurus glanis*) intenzív termelése során fellépő környezeti terhelés pontosabb megismerése, a tavi üledék és a tápos harcsa *faeces* kapcsolatának, bomlási dinamikájának vizsgálata.

Anyag és módszer

Kísérletünkben, 20-liternyi víztérfogatban 300ml nedves, rostált balatoni iszapot, valamint 35g nedves tömegű harcsaürüléket használtunk. Az arányokat úgy választottuk meg, hogy egy kb. 10t / ha kapacitású rendszert modellezzünk. A harcsaürüléket a vizsgálatot megelőzően gyűjtöttük egy recirkulációs rendszerből, melyben kísérleti, tápra szoktatott egyedek voltak. Az alkalmazott

haltáp Coppens SteCo Supreme volt (4,5mm), melynek deklarált nyersfehérje tartalma 49% (I. táblázat). A kidolgozni kívánt technológiával összhangban az ürülék mellett az el nem fogyasztott tápmaradékot is gyűjtöttük, mivel véleményünk szerint tavi technológiában is gyakran marad az üledéken feleslegben takarmány. Kezeléseink a következők voltak: ÜLEDÉK, FAECES, ÜLEDÉK+FAECES (kombinált); 3-3 ismétlésben (I. kép).



1. kép – A kísérleti elrendezés egyedi levegő-porlasztással
Jelmagyarázat – 1, 4, 5: FAECES / 3, 7, 9: ÜLEDÉK / 2, 6, 8: ÜLEDÉK+FAECES

Hetente kétszer mértük a víztérben oldott szervesetlen nitrogénformák ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ és $\text{NO}_3\text{-N}$) mennyiségét 8 héten át (Lovibond MultiDirect spektrofotométer). Az egyes mintavételek alkalmával rögzítettük a víztér fontosabb fizikai-kémiai paramétereit úgy, mint: hőmérséklet, pH (Hanna Combo pH&EC), oldott oxigén koncentráció, telítettség % (Oxyguard Handy Polaris). Az esetlegesen kialakuló anaerob körülményeket enyhe levegőztetéssel előztük meg. A porlasztást úgy állítottuk be, hogy az láthatólag nem okozta az üledék felkavarodását.

I. táblázat – Az alkalmazott haltápok általános takarmány-analízise

Deklarált nyersfehérje tartalom (%)	Szárazanyag (%)	Nyersfehérje (%)	Nyershamu (%)	Nyerszsír (%)	Nyersrost (%)	N (%)	ME hal (MJ/kg szárazs.)	Nmka (%)
49%	91,90	45,85	9,50	9,13	0,99	7,33	14,21	26,43

Jelmagyarázat – ME hal: metabolikus energia / Nmka – Nitrogénmentes kivonható anyag

Az eredmények kiértékelésénél *repeated measures ANOVA* analízist (*rANOVA*), illetve az egyes mintavételi időpontokban a páronkénti összevetéshez *post hoc* tesztet alkalmaztunk (*Newman-Keuls*) Statistica 10 programcsomag segítségével.

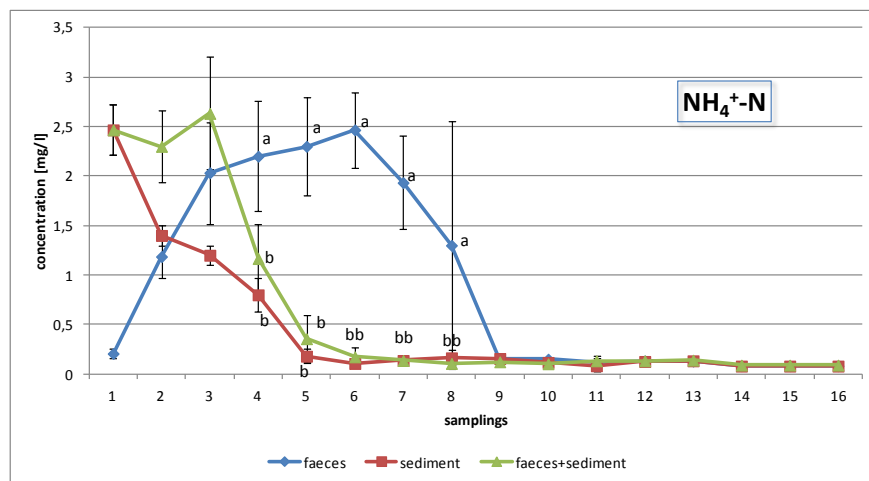
Eredmények és értékelésük

Vizsgálatunk ideje alatt (2013.01.07-2013.02.28.) a kísérleti rendszer átlag hőmérséklete $19,04 \pm 1,2^\circ\text{C}$, az átlagos pH $7,75 \pm 0,13$, valamint az oldott oxigén koncentráció $7,44 \pm 1,00\text{mg/l}$ ($81 \pm 10\%$ telítettség) volt. A 8 hetes kezelési időszak alatt anaerob körülmény nem alakult ki. A kísérletben használt pelletált haltáp mért nyersfehérje tartalma eltért a takarmánygyár által deklarált értéktől (*1. táblázat*).

Az egyes kezeléseknél eltérő sebességgel és intenzitással szabadult fel az ammónia a szerves anyagból, valamint az ezt követő nitrifikáció folyamata is különbözött a csoportokban.

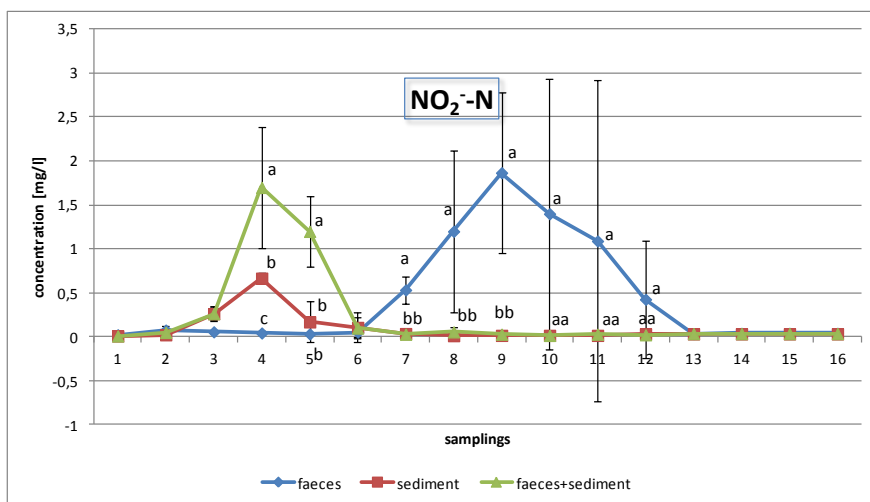
Az üledék (iszap) kezelésben összességében kis volumenű folyamatok zajlottak. A kezdeti időpontban megjelenő ammónium-N jelenlétét valószínű a gyűjtéskor történt üledék felkeveredése okozta, majd 2 hét (4 mintavétel) elteltével beállt egy stabil, egyensúlyi állapot. A hozzáadott harcsa *faeces* hatására ez az intervallum 2-3 hétre módosult. Önmagában az ürülék jelenlétében 4-5 hét elteltével mutatkozott az ammónia-N feldolgozás-átalakulás teljes mértékben. Az üledék+*faeces* kezelésben egy hét után már ammónium-nitrogén csúcsot mértünk ($2,63 \pm 0,57\text{mg/l}$), míg a *faeces* kezelésben ($2,47 \pm 0,38\text{mg/l}$) ez két és fél hét után következett be, tehát az üledék rezidens szervesanyag-bontó flórája gyorsabban szabadította fel az ammóniát (*1. ábra*).

A kísérletindítást követő második héten (4. mintavétel) szignifikáns különbség ($p < 0,05$) adódott a *faeces* kezelésben és csak az ötödik hétre csökkent jelentősen az ammónium-nitrogén koncentráció a másik két kezelés szintjére.



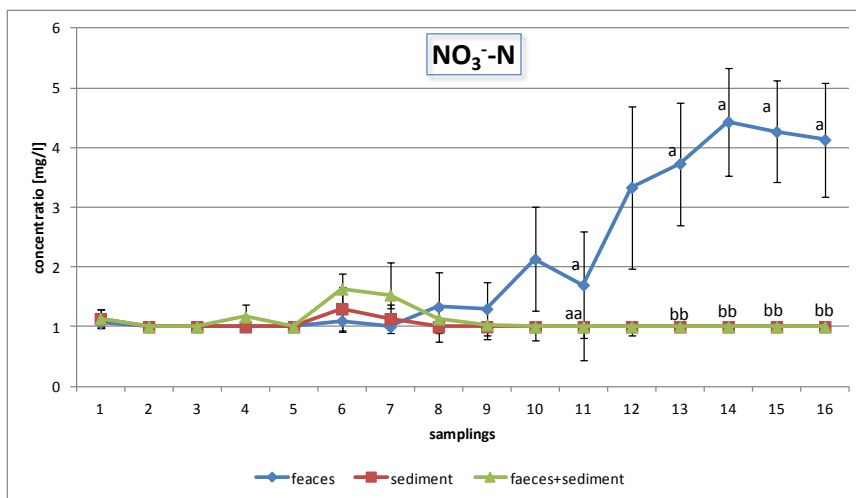
1. ábra – Ammónium-nitrogén dinamika a kezeléseknél
(az eltérő betűk szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést jelölnek)

Nitrit-N esetében a második héten, mind az üledékes, mind a kombinált (üledék+*faeces*) kezelésben szignifikánsan elkülönülő ($p < 0,05$) csúcs jelentkezett, míg az hal ürülék önmagában a 4. héttől különbözött szignifikánsan, majd az 5. héten mutatott legmagasabb nitrit-N értéket (*2. ábra*).



2. ábra – Nitrit-nitrogén dinamika a kezelésekben
(az eltérő betűk szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést jelölnek)

Meglepetésünkre a nitrát-N változás az általunk használt készülékkel és reagenssel éppen, hogy kimutatható volt 3-4 hét elteltével az üledékes, illetve a kombinált kezelésben (nem szignifikáns mértékben), míg a *faeces* esetén a 5. héttől folyamatos emelkedést mértünk és a különbség a 6. héttől lett jelentős ($p < 0,05$). Előzetes elvárásainknak az utóbbi felelt meg, mivel egy mesterséges rendszerben nitrát feldúsulás várható a növényi szervezetek hiánya miatt (3. ábra).



3. ábra – Nitrit-nitrogén dinamika a kezelésekben
(az eltérő betűk szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést jelölnek)

Eredményeinkkel támogatjuk további kutatásainkat, melyek az iszabontó baktériumok, valamint a harcsa bélflórájának pontosabb megismerésére irányulnak.

Irodalomjegyzék

Avnimelech Y., Mozes N., Diab S., Kochba M., 1995. Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds. *Aquaculture* 134:211-216.

Avnimelech Y., 2006. Bio-filters: The need for a new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering* 34:172-178.

Beliczky G., Havasi M., Németh S., Nagy G., Bercsényi M., Gál D. 2012. Környezeti terhelés harcsa (*Silurus glanis*) eltérő fehérje tartalmú tápokon történő takarmányozása során. *Halászat*, Vol. 105/4: 25-28.

Beliczky G., Havasi M., Németh S., Bercsényi M., Gál D. 2013. Environmental load of wels (*Silurus glanis*) fed by feeds of different protein levels. *AAFL Bioflux* 6(1):12-17.

Brune D. E., Swartz G., Eversole A. G., Collier J. A., Schwedler T. E., 2003. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems. *Aquacultural Engineering* 28:65-86.

Dodds W. K., Welch E. B., 2000. Establishing nutrient criteria in streams. *J North Am Benthol Soc* 19:186–196.

Gál D., 2006. Környezetbarát, kombinált tavi haltermelő rendszerek fejlesztése. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, 149 pp.

Gross A., Boyd C. E., Wood C. W., 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering* 24:1-14.

Hagopian D. S., Riley J. G., 1998. A closer look at the bacteria of nitrification. *Aquacultural Engineering* 18:223–244.

Hargreaves J. A., 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* 166: 181-212.

Kestemont P., 1995. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture* 129:347-372

Kronvang B., Jeppesen E., Conley D., Søndergaard M., Larsen S. E., Ovesen N. B., Carstensen J., 2005. Nutrient pressures and ecological responses to nutrient loading reductions in Danish streams, lakes and coastal waters. *J Hydrol* 304(1–4):272–288.

Mires D., 1995. Aquaculture and the aquatic environment: Mutual impact and preventive management. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh* 47:163-172.

Torres-Beristain B., Verdegem M., Kerepeczki E., Verreth J., 2006. Decomposition of high protein aquaculture feed under variable oxic conditions. *Water Research* 40:1341-1350.

Köszönetnyilvánítás

A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, továbbiban az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg a GOP-

1.1.1-11-2011-0028, valamint a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 kódszámú pályázatok segítségével.