



Eltérő típusú tartástechnológiák hatása a szürke harcsa (*Silurus glanis*) termelési paramétereire, valamint a víz és az üledék minőségére

NAGY Zoltán^{1,2*}, GÁL Dénes ³, HANCZ Csaba ¹, BIRÓ Janka²

¹ Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

² NAIK Halászati Kutatóintézet, 5540 Szarvas, Anna-liget u. 35.

³ GEOFISH Kft., 6600 Szentés, Árpád u. 44.

ABSTRACT - Effects of different rearing technologies on production traits, water and sediment quality in European catfish (*Silurus glanis*) farming

Author: Zoltán Nagy^{1,2}, Dénes Gál³, Csaba Hancz¹, Janka Biró²

Affiliation: ¹ Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, 7400 Kaposvár, Guba s. u. 40, Hungary; ² NARIC Research Institute for Fisheries and Aquaculture, 5540 Szarvas, Anna-liget u. 35, Hungary; ³ GEOFISH Kft., 6600 Szentés, Árpád u. 44.

Aim of the study was to investigate the effect of two different rearing technologies (monoculture (M), intensive-extensive pond system (I-E)) on the production traits, water and sediment quality in case of European catfish. During a 153 days long trial two years old European catfish (mean individual weight of 485.7±3.4 g) and common carp (mean individual weight of 348.9±2.5 g) were stocked into the experimental system. Final mean weight of the fish were as follows: 1932.9±194.5 g (European catfish) and 2266.9±87.56 g (common carp). No significant differences were observed in the production traits. Specific growth rate (SGR) was lower (0.9±0.1 %/day) than expected. Significant differences were found in nitrate-N, nitrite-N, orthophosphate and total suspended solids content. Significant decrease was observed in the Kjeldahl-N and phosphate content of sediment in the extensive-intensive combined system. These results suggest that transformation of the nutrients in the combined system exceeds that of monoculture; significant amount of organic N and P compounds were removed and accumulated in the additional common carp yield.

Keywords: European catfish, combined system, water quality

BEVEZETÉS

A tengerek halállományának nagymértékű lehalászása következtében az 1980-as évek közepétől a természetes vízi fogások mennyisége stagnál, évi 80-90 millió tonna között változik. A világ akvakultúra termelésében előállított halak mennyisége az 1950-es évektől folyamatosan emelkedik. 2016-ban a világ haltermelése elérte a 171 millió tonnát, melynek 47 %-át az akvakultúra szektor állította elő (FAO, 2018).

Mivel a fehérje iránti globális kereslet folyamatosan növekszik, az igények kielégítése érdekében az akvakultúrás termelés is tovább fejlődik, elsősorban

*CORRESPONDING AUTHOR

NAIK Halászati Kutatóintézet

✉ 5540 Szarvas, Anna-liget u. 35., ☎ +36-66-515-300

E-mail: nagy.zoltan@haki.naik.hu

intenzív tavi termelés formájában (*Zhang és mtsai., 2020*). Bár ezekben az intenzív tavakban hatékonyan lehet élelmiszert előállítani, ez súlyos környezeti problémákat okozhat. A halak általában a bevitt tápanyagoknak csak egy részét hasznosítják, míg a hasznosítatlan tápanyagok visszamaradnak a tavak vízterében, illetve az üledékben (*Sun és Boyd, 2013*).

A haltermelés transzformációs hatékonysága, valamint a környezetre gyakorolt hatása a különböző intenzitású rendszerek összekapcsolásával mérsékelhető. Az 1980-as évek végén, 1990-es évek elején Izraelben hoztak létre ilyen haltermelő rendszereket (*Avnimelech és mtsai., 1986*). A nagy népesítésű tavak hozzájárulnak a halbiomassza növekedéséhez ellenőrzött körülmények között, maximálisan kihasználva a rendelkezésre álló vízteret. A nagy népesítésű tavak egyik legnagyobb problémáját a mérgező szerves nitrogénformák, a szabad ammónia és a nitrit felhalmozódása jelenti (*Colt és Armstrong, 1979; Palachek és Tomaso, 1984*). Ennek a problémának az egyik megoldási lehetősége a nagy mennyiségű friss vízzel történő "átöblítés", azonban ez nagyban függ attól, hogy mennyi friss víz áll rendelkezésre. Másik lehetőség a víz biofiltereken történő átáramoltatása. A megfelelő működéshez szükséges biofilterek bekerülési és működtetési költségei igen magasak. Szintén megoldás lehet az intenzív-extenzív kombinált rendszer alkalmazása (*Diab és mtsai., 1992*).

A szürke harcsa (*Silurus glanis*) Európa legnagyobbra növő ragadozó hala. Hazánkban őshonos halfaj. A takarmányértékesítő képessége rendkívül jó, a növekedése gyors. Könnyen tápra szoktatható, jó a technológia tűrése. Ezen tulajdonságok miatt az intenzív termelési igényeknek és körülményeknek teljes mértékben megfelel, állategészségügyi kontroll mellett. Hazai tenyésztése nagyon sok lehetőséget rejt még magában, mind technológiai, mind genetikai szempontból.

A kísérlet célja annak a megállapítása volt, hogy két eltérő tartástechnológia (monokultúra (M), intenzív-extenzív tavi rendszer (I-E)) milyen hatással van a szürke harcsa termelési paramétereire, valamint a tavak vízminőségére és az üledék kémiai összetételére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti rendszer

A 153 napig tartó kísérletet 2-2 db 320 m²-es és 2-2 db 700 m²-es tóban végeztük. A kísérleti állományok kihelyezése monokultúrában (M), illetve intenzív-extenzív (I-E) elrendezésben történt. Az I-E kezelés esetében a szürke harcsákat 2 db 3x3x2m-es (320 m²-es tó), valamint 2 db 3x6x2m-es ketrecekben

(700 m²-es tó) helyeztük el. A ketrecekken kívüli víztérbe kétnyaras pontyokat helyeztünk ki. A monokultúrás kezelésnél a tavakba szürke harcsát telepítettünk. A kísérletnél tófenékre kihelyezett ketreceket használtunk. A tavak levegőztetése folyamatos üzemben, egyedileg, lapátkerékes levegőztetővel (MASTER 750, FIAP Gmbh, Németország) történt. Az állományok etetését központiag vezérelt automata önetetők (FIAP Gmbh, Németország) végezték. Az etetés reggel 9 és délután 16 óra között történt. A takarmányt az önetetők óránként juttatták ki a halak számára. A naponta kijuttatott takarmány mennyisége a harcsaállomány tömegének a 2,5 %-a volt. A tavakon folyamatos vízcserét nem biztosítottunk, a párolgó víz pótlása a Körös folyóból történt.

Kísérleti állomány

Az M kezelésnél a 320 m²-es tavak esetében 100,2 kg és 100,25 kg, míg a 700 m²-es tavaknál 200,9 kg és 199,6 kg hal került kihelyezésre. Az I-E kezelésnél 100,1 kg és 100,35 kg halat helyeztünk a 320 m²-es tavakba telepített ketrecekbe. A 700 m²-es tavakba elhelyezett ketrecekbe 200,2 kg és 200,2 kg halat helyeztünk. Az I-E kezelésnél a ketrecen kívüli víztérbe 25 kg (320 m²-es tó) valamint 50 kg (700 m²-es tó) kétnyaras pontyot telepítettünk a harcsák által el nem fogyasztott táp, valamint a harcsa ürülékét hasznosító élőlények fogyasztása céljából. A kísérlet kezdetekor a kihelyezett szürke harcsa állomány átlagos testtömege 485,7±3,4 g volt (n=2480). A pontyok átlagos testtömege 348,9±2,5 g volt (n=432).

Kísérleti takarmány

A vizsgálat során a kihelyezett állomány a kísérlet teljes ideje alatt kereskedelmi forgalomban kapható, 6 mm-es szemnagyságú, süllyedő Aller Bronze haltápot kapott. A naponta kijuttatott takarmányadag a próbahalászatot követően módosításra került. A vizsgálat során alkalmazott takarmány kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja.

Kémiai analízis

A víz hőmérsékletét, oldott oxigénszintjét, vezetőképességet és a pH-t (WTW Multi 3430, WTW GmbH., Németország) hétköznap reggel 8 órakor, napi rendszerességgel mértük. A kísérlet indulásakor, majd ezt követően minden második héten, valamint a vizsgálat befejezésekor minden tóból víz- és üledékmintát vettünk. A vízmintákat vizsgálva megmértük az ammónium-N (NH₄-N), nitrit-N (NO₂-N), nitrát-N (NO₃-N), ortofoszfát-P (PO₄-P) (Quickhem 8500, Hach, Loveland, USA), összes P (TP), összes N (TN) (Lange Gaminede P, N), klorofill-

a (Chl-a) (DR/4000U, Hach, Loveland, USA) összes lebegőanyag (TSS) (ICAP 6000, ICP-OES, Thermo Fisher Scientific Inc.) paramétereiket. Az üledékmin-tákból meghatároztuk a Kjeldahl-N (KN) (Büchi B-324) és a foszfor (P) (CAP 6000, ICP-OES, Thermo Fisher Scientific Inc.) mennyiségét.

1. táblázat

A kísérlet során használt, kereskedelmi forgalomban kapható táp kémiai összetétele

	nyers fehérje ¹ (%)	nyers zsír ² (%)	nyers hamu ³ (%)	nyers rost ⁴ (%)	P ⁵ (%)	ME ⁶ (MJ)	DE ⁷ (MJ)
Aller Bronze*	45	15	6,5	3,2	1,1	21,2	17,6

<https://www.aller-aqua.com/species/warm-freshwater-species/european-catfish>. * A táp összetevői: toll-liszt, halliszt, hemoglobint, baromfiliszt, baromfiolaj, repce, repceolaj, szója, napraforgó fehérje konc., tritikálé, vitaminok, ásványi anyagok, búza

Table 1. Chemical composition of the experimental diet. ¹Crude protein, ²Crude fat, ³Ash, ⁴Crude fibre, ⁵Phosphorus, ⁶Metabolisable energy, ⁷Digestible energy

Mérések, termelési paraméterek számítása

A kísérlet kezdetekor és befejezésekor a halak testtömegét csoportosan (20 db) mértük digitális mérleg segítségével, 5,0 g pontossággal. A vizsgálat kezdetét követő minden második héten a kihelyezett állomány legalább 20 %-át csoportosan mértük meg.

A halak tömeggyarapodása (g) mellett a relatív növekedést (%), a növekedési sebességet (SGR) és a takarmányértékesítést (FCR) is kiszámoltuk az alábbi képletek alkalmazásával:

$$\text{tömeggyarapodás} = W_t - W_i \text{ (g)},$$

ahol W_t a befejező, W_i az induló testtömeget (g) jelöli

$$\text{relatív növekedés} = [(W_t - W_i) / W_i] \times 100 \text{ (\%)},$$

ahol W_t a befejező, W_i az induló testtömeget (g) jelöli

$$\text{SGR} = (\ln W_t - \ln W_i) / t \times 100 \text{ (\%/nap)},$$

ahol W_t a befejező, W_i az induló testtömeget (g), t az eltelt időt (nap) jelöli

$$\text{FCR} = F / (W_t - W_i) \text{ (g/g)},$$

ahol F az elfogyasztott takarmány mennyisége grammal kifejezve, W_t a befejező, míg W_i az induló átlagtömeget (g).

Statisztikai módszerek

A statisztikai értékelést az IBM SPSS Statistics V22.0 (2013) programcsomaggal végeztük. A kísérlet befejezését követően az adatok normális eloszlásának a vizsgálatához Shapiro-Wilk tesztet és Kolmogorov-Szmirnov próbát, míg a varianciák homogenitásának vizsgálatához Levene tesztet használtunk. Az egytényezős varianciaanalízist követően a kezeléscsoportokat LSD post hoc teszttel hasonlítottuk össze. Ahol az eloszlás nem volt normális, az átlagok összehasonlításához nem paraméteres Kruskal-Wallis tesztet használtunk. Az alkalmazott szignifikancia szint $p < 0,05$ volt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A kísérleti állomány növekedési paraméterei a 2. táblázatban láthatóak. A vizsgálat ideje alatt mind a szürke harcsa (M: 9 db; I-E: 29 db), mind pedig a ponty (14 db) állományban észleltünk elhullást. A kísérlet befejezésekor, a csoportok átlagos testtömege $1932,9 \pm 194,5$ g volt. Az I-E kezelésnél a ketrecekön kívüli víztérbe kihelyezett pontyok átlagos testtömege a kísérlet végén $2266,9 \pm 87,56$ g volt. A két csoport adatait együttesen vizsgálva, az induló és befejező testtömegek között szignifikáns különbséget nem találtunk. A kezelésekre záró mérését követően azt az eredményt kaptuk, hogy az I-E kezelésnél a harcsák átlagos testtömege 100 grammal nagyobb volt az M kezelés állományához képest. Mind a két csoportnál a kihelyezett állomány a kísérlet végére a kihelyezéskori testtömegét megnégyszerezte (M: 3,92x; I-E: 4,13x). A további növekedési paraméterek vizsgálatánál a csoportok között szintén nem találtam szignifikáns különbséget. Ragadozó halak esetében a közel 2 %/nap, vagy ezt meghaladó növekedés a kívánatos. Vizsgálatunkban az SGR adatok nagyon alacsony értékeket ($0,9 \pm 0,1$ %/nap) mutattak mind a két kezelésnél. Az I-E kezelésnél a ketrecekön kívüli víztérbe kihelyezett pontyok külön takarmányt nem kaptak. Ennek következtében az SGR és FCR értékeket nem tudtam kiszámolni. A táblázat adataiból jól látszik, hogy annak ellenére, hogy kiegészítő takarmányt nem kaptak, a kihelyezéskori átlagos testtömegüket a kísérlet végére majdnem meghétszerezték (6,8x).

Kibria és Haque (2018) ponttyal és zsákos harcsával (*Heteropneustes fossilis*) elvégzett kísérletükben jobb növekedési erélyt ($1,57 \pm 0,03$ %/nap) értek el. Vizsgálatomban a takarmányértékesítés kiszámítását követően kapott eredmények szintén elmaradtak a gyakorlatban kívánatosnak tartott értékekhez (1 g/g-hoz közelítő érték) képest. Ludwig (1996) csatornaharcsával (*Ictalurus punctatus*) és tűzcsellével (*Pimephales promelas*) végzett kísérletében hasonló eredményt kapott a végső testtömeg tekintetében. Yi és mtsai. (2003)

hibrid harcsával (*Clarias macrocephalus* x *C. gariiepinus*) és nílusi tilápiával (*Oreochromis niloticus*) végzett kísérletükben a monokultúrás rendszerben jobb FCR értékeket tapasztaltak. Yi és Lin (2001) Délkelet-Ázsiában, nílusi tilápiával végzett kísérletükben a tavakban növelték az ott elhelyezett ketrecek számát. Azt tapasztalták, hogy a ketrecek számának növekedésével a ketrecekben lévő állomány átlagos testtömege szignifikánsan csökkent, míg a tavakban elhelyezett állományoké szignifikánsan növekedett. Osztott tavi rendszerben, csatornaharcsával végzett vizsgálatukban Jescovitch és mtsai. (2017) a kontroll és a kezelt csoportok FCR értékei között nem találtak szignifikáns különbséget. Yi és mtsai. (1996) nílusi tilápiával végzett vizsgálatukban azt tapasztalták, hogy a ketrecekben a megnövelt telepítési sűrűség negatív hatással volt a FCR értékekre.

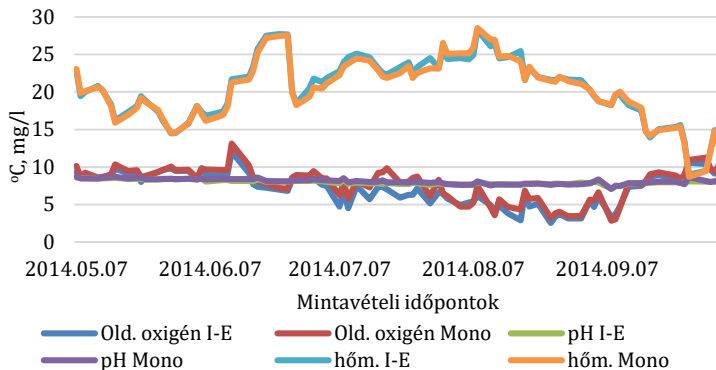
2. táblázat

A szürke harcsa és ponty növekedési paraméterei (átlag±szórás)

Kezelések ¹	Induló test-tömeg ² (g)	Befejező testtömeg ³ (g)	Testtömeg gyarapodás ⁴ (g)	Relatív növekedés ⁵ (%)	SGR (%/nap)	FCR (g/g)
M ⁶	485,2±4,6	1903,3±238,3	1418,1±238,8	292,3±49,6	0,9±0,1	1,4±0,4
I-E ⁷	485,5±2,7	2002,9±170,3	1517,5±167,6	312,6±32,8	0,9±0,1	1,4±0,4
Ponty ⁸	333,5±3,7	2266,9±87,6	1933,4±86,5	579,7±25,1	-	-

Table 2. Production traits of European catfish and common carp (mean±SD). ¹Treatments, ²Initial weight, ³Final weight, ⁴Weight gain, ⁵Body mass gain, ⁶Monoculture, ⁷Intensive-extensive, ⁸Common carp

A vizsgálat ideje alatt a tavak oldott oxigénszintje az I-E kezelésnél 7,16±2,17 mg/l, a M kezelésnél 7,73±2,23 mg/l volt. A csoportok legmagasabb értékei 12,07 mg/l (I-E) és 13,18 mg/l (M) voltak. Az átlagos pH értékek 8,0±0,3 (I-E) és 8,09±0,36 (M) voltak. A mérések eredményeit vizsgálva megfigyelhető volt, hogy a kezdési időpontot követően az adatok – bár az értékekben voltak ingadozások – folyamatosan csökkenő tendenciát mutattak. Ez egészen a 71. napig tartott. Ezt követően az adatokban növekedést figyeltem meg. Az átlagos víz hőmérséklet értékei (I-E: 20,5±4,2 °C; M: 20,3±4,2 °C) között minimális eltérést tapasztaltam. A kísérlet kezdetén tapasztalt hideg időjárási körülmények következtében a víztér hőmérséklete az első két hétben 8 °C-ot csökkent. Az adatok időbeni változását az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

A vizsgált vizek oldott oxigén, pH és hőmérséklet értékeinek az időbeli alakulása. (**Figure 1.** Changes in the dissolved oxygen, pH and temperature values of the studied water bodies during the trial)

A vizsgálat során vett vízminták adatait a 3. táblázat tartalmazza. A különböző paraméterek adatainak a statisztikai vizsgálata során szignifikáns különbségeket tapasztaltam. A vizsgált nyolc paraméter közül négynél, a $\text{NO}_3\text{-N}$, a $\text{PO}_4\text{-P}$, a TSS és a Chl-a esetében a két kezelés adatai között jelentős eltérést tapasztaltunk. A TSS és a Chl-a adatok a két kezelésnél ellentétes tendenciát mutattak. A TSS az intenzív-extenzív kezelésnél több mint kétszeres volt a monokultúras kezeléshez képest. Ez a jelentős különbség visszavezethető arra, hogy a ketreceken kívüli vízterbe a kísérlet elején kétnyaras pontyokat helyeztünk ki, melyek az aljzat folyamatos túrásával nagyobb mértékben keverték fel az üledéket, mint a szürke harcsa. A monokultúras kezelésnél a minták Chl-a értékei az I-E kezelés értékeihez képest kétszeres eltérést mutattak. Ez a különbség szintén visszavezethető arra, hogy a kihelyezett pontyállomány az üledéket felkavarta, aminek következtében a víztér zavarosabb volt, ami miatt a víztestben csökkent a fény behatolásának a mértéke, ami csökkentette a fitoplankton nagyobb mértékű elszaporodását. A 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet 2. számú mellékletében a 3. számú területi kategóriánál megállapított határértékeket a vizsgálatunknál az összes lebegőanyag a monokultúras kezelésnél 10,8 mg/l-rel, míg az I-E kezelésnél 88,7 mg/l-rel haladta meg, ami egyébként jellemző a tavi halgazdálkodásra. Gál és mtsai.(2016) szerint az intenzív tavak által kibocsátott lebegőanyag mennyisége csökkenthető, ha a lehalászás pontosan időzített, illetve időben elnyújtott. A határérték jelentős túllépésének

az oka a tavakba nagy mennyiségben kihelyezett harcsa, illetve pontyállomány volt.

3. táblázat

A víz kémiai paraméterei (átlag±szórás)

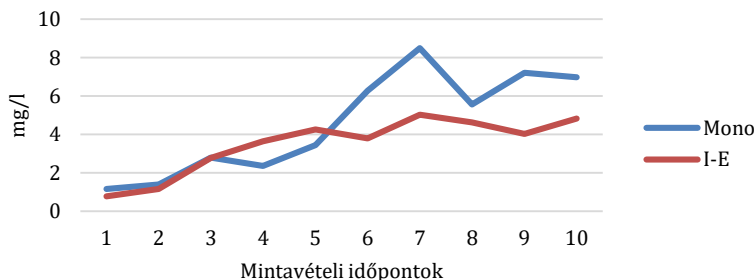
	Ammónium-nitrogén¹ (mg/l)	Nitrát-nitrogén² (mg/l)	Nitrit-nitrogén³ (mg/l)	Összes nitrogén⁴ (mg/l)
M	0,95±0,79	0,36±0,43 ^a	0,14±0,19 ^a	4,56±3,11
I-E	0,78±0,54	1,00±0,79 ^b	0,19±0,12 ^b	3,49±1,75
	Ortofoszfát-fosfor⁵ (mg/l)	Összes fosfor⁶ (mg/l)	Összes lebegőanyag⁷ (mg/l)	Klorofill-a⁸ (mg/l)
M	0,18±0,12 ^a	0,54±0,42	60,84±42,92 ^a	220,86±256,78
I-E	0,07±0,02 ^b	0,33±0,16	138,69±87,74 ^b	110,07±120,37

Table 3. Chemical parameters of water (mean±SD). ¹Ammonium-nitrogen, ²Nitrate-nitrogen, ³Nitrite-nitrogen, ⁴Total nitrogen, ⁵Orthophosphate, ⁶Total phosphorus, ⁷Total suspended solids, ⁸Chlorophyll-a

Bucur és mtsai. (2016) intenzív-extenzív tavi rendszerben végzett kísérletében a vízkémiai paraméterek hasonlóak voltak az általunk tapasztaltakhoz. Intenzív-extenzív tavi rendszerben, nílusi tilápiával és ponttyal végzett kísérletükben *Diab és mtsai. (1992)* a szerves nitrogén mutatók esetében hasonló eredményekről számoltak be. *Yi és Lin (2001)* kísérletükben a tavakban elhelyezett ketrecek számának növelésének a hatását vizsgálták. Azt tapasztalták, hogy az összes lebegőanyag mennyisége folyamatosan emelkedett a vizsgálat végéig, köszönhetően a halak üledékkavaró hatásának. *Yi és mtsai. (2003)* integrált rendszerű vizsgálatukban az összes N és összes P mennyiségében szignifikáns különbséget találtak a kezelések között. Osztott tavi rendszerben végzett vizsgálatukban *Jescovitch és mtsai. (2017)* szignifikáns különbséget találtak a kontroll és a kezelt csoportok (plusz levegőztetés) között a TAN, az összes N és az összes P mutatókban. *Kwei Lin és Diana (1995)* hibrid harcsával (*Clarias macrocephalus x C. gariepinus*) és nílusi tilápiával végzett ketreces tavi kísérletükben a TAN értékek a vizsgálat második felére jelentősen megemelkedtek minden csoportnál. *Yi és mtsai. (1996)* tavi ketreces kísérletükben az általuk vizsgált vízkémiai mutatókban nem találtak különbségeket a kezelések között.

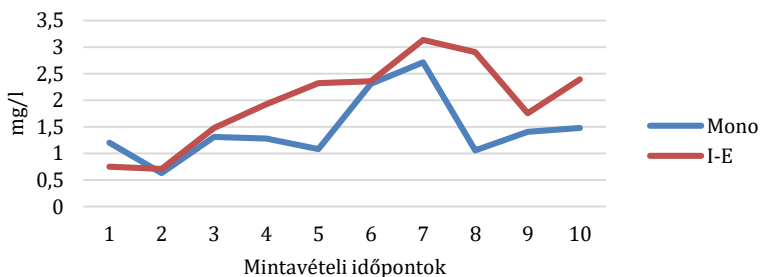
A 2., 3. és 4. ábra az összes nitrogén, az összes szerves nitrogén és az összes szerves nitrogén időbeli változását szemlélteti. Amint az ábrákon látható, az intenzív-extenzív kezelésnél a nitrogén-tartalmú paraméterek változása közel egyenletes volt. Ezzel ellentétben a monokultúrás kezelésnél az összes nitrogén és az összes szerves nitrogén értékei a kísérlet második felében nagymértékben eltértek az intenzív-extenzív kezelés értékeitől. A 6. ábrán látható, hogy a monokultúrás kezelésnél a szerves nitrogén mennyisége az 5.

mintavételtől kezdve nagymértékű növekedésnek indult. Ez összefüggésben áll a klorofill-a időbeli változásával, mely hasonló képet mutatott. Az ábrákon látható, hogy mind a három paraméter a 7. mintavétel időpontjában érte el a maximumát. Ez a monokultúrás kezelésnél 8,49 mg/l, 2,71 mg/l, 5,78 mg/l, míg az intenzív-extenzív kezelésnél 5,02 mg/l, 3,13 mg/l, 1,89 mg/l. A kombinált népesítés esetén a víztest alacsonyabb összes N tartalma, az extenzív komponens szűrő hatásával magyarázható, amikor az extenzív egységben jelentős mennyiségű szerves nitrogén akkumulálódik a ponty járulékos tömeggyarapodásában. Mindez azt is eredményezi, hogy a kombinált rendszerben a haltermelés tápanyag-transzformációs hatásfoka a járulékos extenzív halhozammal együtt meghaladja a monokultúrás tavakét.



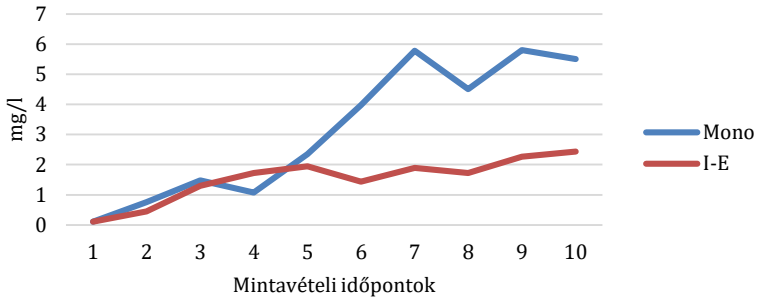
2. ábra

A vizsgált vízterek összes nitrogén értékeinek időbeli alakulása. (Figure 2. Changes in the total nitrogen values of the studied water bodies during the trial)



3. ábra

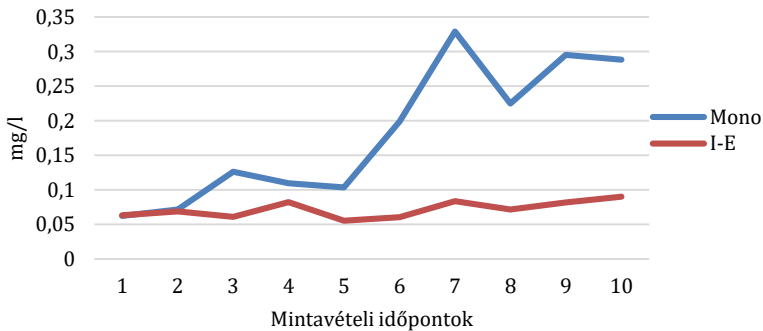
A vizsgált vízterek összes szerves nitrogén értékeinek időbeli alakulása. (Figure 3. Changes in the total inorganic nitrogen values of the studied water bodies during the trial)



4. ábra

A vizsgált vizek összes szerves nitrogén értékeinek időbeli alakulása. (**Figure 4.** *Changes in the total organic nitrogen values of the studied water bodies during the trial*)

Az 5. ábra az ortofoszfát-foszfor időbeli változását mutatja be a vizsgálat ideje alatt. Hasonlóan a nitrogén-tartalmú paraméterekhez a két kezelés értékei között a kísérlet második felére nagymértékű különbség alakult ki. A maximális értékeket szintén a 7. mintavétel időpontjában kaptam. Ez a monokultúrák kezelésénél 0,33 mg/l, az intenzív-extenzív kezelésnél 0,084 mg/l volt. Ez a különbség ugyancsak a kombinált rendszer extenzív távának tápanyag akkumuláló képességével magyarázható. Az extenzív rész kiegészítő ponty népesítésével jelentősen megnőtt a szerves anyag – beleértve a szerves formált foszfort is – eltávolítás mértéke.



5. ábra

A vizsgált vizek ortofoszfát-foszfor értékeinek időbeli alakulása. (**Figure 5.** *Changes in the orthophosphate-phosphorus values of the studied water bodies during the trial*)

A vizsgálat kezdetén és a befejezést követően a tavakból vett üledékminták elemzésének az adatait a 4. táblázat tartalmazza. A táblázat adataiból látható, hogy mind a két kezeléskor a minták szárazanyag-tartalma a kísérlet végére csökkent. A csökkenés mértéke a kezeléseknél 30 % (M) és 15 % (I-E) volt. A további két vizsgált paraméternél (KN és a P) – hasonlóan a vízminták TSS és Chl-a adataihoz – a kapott értékek a két kezelés között ellentétes irányban változtak. A KN értékek a monokultúrás kezeléskor 78 %-kal emelkedtek, míg ezzel szemben az intenzív-extenzív kezeléskor 26 %-kal csökkentek. Hasonló tendenciát figyeltem meg a foszfor esetében is. A monokultúrás csoportok tavából vett mintákban a foszfor-tartalom 57 %-kal növekedett a kísérlet végére, míg az intenzív-extenzív kezeléskor a mintákban a foszfor-tartalom 35 %-kal csökkent. Mindez arra enged következtetni, hogy a kombinált rendszerben a haltermelés tápanyag transzformációja meghaladta a monokultúrát. Az extenzív tó jelentős mennyiségű szerves N és P vegyületet vont ki és akkumulált a kiegészítő pontyhozamban. Hasonló jelenség volt megfigyelhető a víztest N és P tartalmában is. Ezzel szemben hibrid harcsával (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) és nílusi tilápiával végzett vizsgálatukban Yi és mtsai. (2003) az összes N és összes P mennyiségében minimális növekedést figyeltek meg a vizsgálat ideje alatt a kezelésekek között.

4. táblázat

Az üledék szárazanyag, Kjeldahl-N, valamint foszfortartalma a kísérlet kezdetén és végén

		Szárazanyag ¹ (m/m %)	Kjeldahl-N ² (mg/kg szá.a.)	Foszfor ³ (mg/kg szá.a.)
M	Induló ⁴	61,5±11,3	1630,8±1515,9	1133,6±751,8
	Befejező ⁵	43,3±10,6	2901,5±1661,8	1778,8±1654,1
I-E	Induló	69,2±6,4	1622,5±1826,5	2001,5±2023,4
	Befejező	60,4±7,7	1200,8±859,0	1299,9±1318,4

Table 4. Dry matter, Kjeldahl-nitrogen and phosphorus content of sediment at initial and final stage of the trial. ¹Dry matter, ²Kjeldahl-nitrogen, ³Phosphorus, ⁴Initial, ⁵Final

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eltérő tartástechnológiában (M; I-E) nevelt állományok növekedési paramétereiben nem találtunk szignifikáns különbséget. A két csoport FCR és SGR értékei azonosak voltak. Mind a takarmányértékesítés, mind pedig a speciális növekedési sebesség értékei feltehetően javíthatóak a monokultúrás csoportnál a helyes etetési gyakoriság, valamint az etetés hosszának a megfelelő megválasztásával. Az I-E csoportnál a ketrecekben a telepítési sűrűség módosításával mérsékelhető a halak általi pazarlás. Az I-E kezeléskor a ketrecen kívüli víztérbe kihelyezett pontyállomány esetén jelentős tömeggyarapodás érhető

el a harcsák által el nem fogyasztott táp, valamint a harcsa ürülékét hasznosító élőlények fogyasztása kapcsán. A tenyésztés végén a ponty, mint “melléktermék” plusz bevételi forrást jelenthet a gazdálkodók számára. A tavak kis mérete, a kihelyezett állományok nagy sűrűsége (szürke harcsa 2857 kg/ha; ponty 714 kg/ha), illetve a lapátkerékes levegőztetés hozzájárult a vízminták magas lebegőanyag-koncentrációjához.

Köszönetnyilvánítás: A vizsgálatokat a Gazdaságfejlesztési Operatív Program által támogatott „Minőségváltás a hagyományos halastavi struktúrákon történő haltenyésztésben; újszerű, komplex tenyésztési, takarmányozási és környezetkezelési technológia kifejlesztése” című projekt keretében végeztük (GOP-1.1.1-11-2011-0028).

IRODALOMJEGYZÉK

- Avnimelech, Y., Weber, B., Hefher, b., Milstein, A., Zorn, M. (1986). Studies in circulated fish ponds: organic matter recycling and nitrogen transformation. *Aquaculture and Fisheries Management*, 17(4), 231-242. DOI: [10.1111/j.1365-2109.1986.tb00109.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1986.tb00109.x)
- Colt, J., Armstrong, D. (1979). Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and molluscs. Department of Civil Engineering, University of California, Davis, CA, 30 pp.
- Diab, S., Kochba, M., Mires, D., Avnimelech, Y. (1992). Combined intensive-extensive (CIE) pond system A: inorganic nitrogen transformations. *Aquaculture*, 101(1-2), 33-39. DOI: [10.1016/0044-8486\(92\)90230-i](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90230-i)
- FAO (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome.
- Gál, D., Pekár, F., Kerepeczki, É. (2016). A survey on the environmental impact of pond aquaculture in Hungary. *Aquaculture International*, 24(6), 1543-1554. DOI: [10.1007/s10499-016-0034-9](https://doi.org/10.1007/s10499-016-0034-9)
- IBM Corp. Released (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jescovitch, L.N., Boyd, C.E., Withis, G.N. (2017). Effects of mechanical aeration in the waste-treatment cells of split-pond aquaculture systems on water quality. *Aquaculture*, 480, 32-41. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.08.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.08.001)
- Kibria, A.S.M., Haque, M.M. (2018). Potentials of integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in freshwater ponds in Bangladesh. *Aquaculture Reports*, 11, 8-16. DOI: [10.1016/j.aqrep.2018.05.004](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2018.05.004)
- Kwei Lin, C., Diana, J.S. (1995). Co-culture of catfish (*Clarias macrochhalus* x *C. gariepinus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ponds. *Aquatic Living Resources*, 8(4), 449-454. DOI: [10.1051/alr:1995054](https://doi.org/10.1051/alr:1995054)
- Ludwig, G.M. (1996). Comparison of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, and fathead minnow, *Pimephales promelas*, production and water quality among a polyculture and two monoculture systems. *Aquaculture*, 144(1-3), 177-187. DOI: [10.1016/S0044-8486\(96\)01300-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01300-2)
- Palachek, R.M., Tomaso, J.R. (1984). Toxicity of nitrite to channel catfish (*Ictalurus punctatus*), tilapia (*Tilapia aurea*) and largemouth bass (*Micropterus salmoides*): evidence for nitrite exclusion mechanism. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41(12), 1739-1744. DOI: [10.1139/f84-214](https://doi.org/10.1139/f84-214)
- Sun, W., Boyd, C.E. (2013). Phosphorus and nitrogen budgets for inland, saline water shrimp ponds in Alabama. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 4(1), 1-5. DOI: [10.4172/2150-3508.1000080](https://doi.org/10.4172/2150-3508.1000080)

- Yi, Y., Kwei Lin, C. (2001). Effects of biomass of caged Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and aeration on the growth and yields in an integrated cage-cum-pond system. *Aquaculture*, 195(3-4), 253-267. DOI: [10.1016/S0044-8486\(00\)00558-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00558-5)
- Yi, Y., Kwei Lin, C., Diana, J.S. (1996). Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. *Aquaculture*, 146(3-4), 205-215. DOI: [10.1016/S0044-8486\(96\)01377-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01377-4)
- Yi, Y., Kwei Lin, C., Diana, J.S. (2003). Hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated pen-cum-pond system: growth performance and nutrient budgets. *Aquaculture*, 217(1-4), 395-408. DOI: [10.1016/S0044-8486\(02\)00540-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00540-9)
- Zhang, K., Yu, D., Li, Z., Xie, J. (2020). Influence of eco-substrate addition on organic carbon, nitrogen and phosphorus budgets of intensive aquaculture ponds of the Pearl River, China. *Aquaculture*, 520, 15 April 2020, 734868. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2019.734868](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734868)



© Copyright 2020 by the authors. This is an open access article under the terms and conditions of the Creative Commons attribution ([CC-BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)) license 4.0.