

(59) **GÁL D.¹, FEKETE SZ.², PEKÁR F.¹, KOSÁROS T.¹, KEREPECZKI É.¹**
**Élőbevonat alkalmazása a kombinált haltermelő rendszerek termelési intenzitásának
növelésére**

Periphyton application to increase the production intensity of combined fish production systems

e-mail: gald@haki.hu

¹Halászati és Öntözési Kutatóintézet, H-5540 Szarvas, Anna-liget 8.

²Szent István Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Kar, 5540 Szarvas, Szabadság út 1-3.

A vizsgálatunkat egy intenzív és extenzív haltermelő egység összekapcsolásával létrehozott kombinált rendszeren végeztük. A kísérletek három, egyenként 310 m² felületű tóban zajlottak (extenzív rész), amelyekbe egy-egy ketrecet helyeztünk intenzív egységként (10 m³). A rendszer átlagos tápanyagterhelése a vizsgálatok során 2,9 g N/m²/nap. A vizsgálatok során a kiegészítő szerves szén adagolás hatását vizsgáltuk és hasonlítottuk össze az élőbevonat alkalmazásának eredményeivel. Az 1. évben különböző élőbevonat sűrűségeket vizsgáltunk a kísérleteinkben; az élőbevonat képződésére szolgáló mesterséges felület nagysága 0, 100 és 200 %-a volt a tavak felületének (0, 1 és 2 m² élőbevonat felület/m² tófelület). A 2. évben a tavakba az extenzív tó haltömegének 0, 0,5 és 1 %-ával megegyező gabonát juttattunk ki naponta, mint pótlólagos szénforrást (C/N arány= 6,0:1; 6,9:1 és 7,8:1). Az élőbevonat alkalmazása során az 1 m²/m² sűrűség esetén kaptuk a legjobb eredményeket, mind a vízminőség, mind a halhozamok tekintetében. A szerves szén adagolás kismértékben csökkentette a víztest szerves nitrogén tartalmát, valamint fokozta az elsődleges termelés mértékét, ugyanakkor az élőbevonat alkalmazásával jelentősebb mértékben növekedett a járulékos halhozam az extenzív egységben, mint a C/N arány szabályozásával.

Bevezetés

A magyarországi termelés bázisát a tavi haltermelés adja, az étkezési haltermelésünk megközelítően 86 %-a, mintegy 25.000 ha halastóból származik (Pintér, 2010). Mivel a halastavak adják a hazai termelési bázis meghatározó részét, ezért a haltermelés-fejlesztésének egyik legkézenfekvőbb területe a halastavakban rejlő termelésbiológiai potenciál jobb kihasználása; részben a hagyományos tavi termelés tápanyagforgalmi viszonyainak optimalizálása révén (a takarmányozási költségek csökkentése a természetes hozam mennyiségének növelésével), részben pedig a tavi termelés intenzitásának növelésével (fajlagos árbevétel növelése). A magasabb termelési intenzitású, de ökológiailag is fenntartható tavi haltermelő rendszerek fejlesztésének új iránya a különböző termelési technológiák összekapcsolásával létrehozott ún. kombinált haltermelő rendszerek kialakítása. A kombinált haltermelő rendszerek fejlesztésének célja egy a tavi halgazdálkodók számára alkalmazható termelési technológia kialakítása, amely lehetőséget biztosít az erőforrások (víz, tápanyagok, takarmány) hatékonyabb használatára, valamint arra, hogy a technológia alkalmazásával bővítsék az általuk termelt halfajok számát értékes halfajok termelésbe vonásával. A rendszer működésének az alapelve, hogy az intenzív és extenzív haltermelési technológiákat összekapcsoljuk, így a haltermelő rendszerbe bekerült tápanyagok több, különböző haltermelési cikluson keresztül hasznosulnak. A különböző termelési egységek összekapcsolásával csökkenthető a haltermelés vízigénye és a környezetbe kibocsátott tápanyagterhelés, miközben egységnyi takarmány felhasználásával több hal állítható elő (Diab et al., 1992; Gál, 2006).

A kombinált rendszerek működésének kulcsa az extenzív rész vízkezelő, tápanyag-feldolgozó képessége, ami különböző technológiai elemek alkalmazásával tovább fokozható. A kísérleteink során eddig tisztáztuk az élőbevonat alkalmazásának hatását az extenzív tó tápanyagfeldolgozó-képességének növelésére (Gál et al., 2012). A kiegészítő szerves szén adagolás vízminőség javító hatása az akvakultúrás rendszereknél azon az elgondoláson alapszik, hogy a szerves szén bejuttatással a heterotróf

LIV.

GEORGIKON NAPOK

54th Georgikon Scientific Conference

bakteriális produkció fokozható, a fokozottabb bakteriális termelés pedig szükségképpen emelkedett nitrogénfelvétellel jár együtt (Avnimelech, 1999). A legújabb vizsgálatokban a kiegészítő szerves szén adagolás hatását vizsgáltuk és hasonlítottuk össze az élőbevonat alkalmazásával nyert eredményekkel a kombinált rendszer vízminősége és a tápanyagok halhozamok formájában történő hasznosítására vonatkozóan.

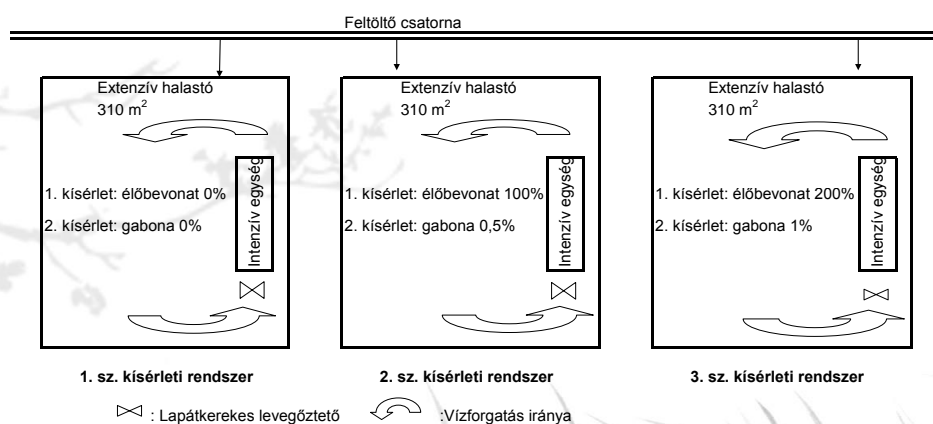
A tavi haltermelésben az élőbevonatnak legalább kettős funkciója van: csökkenti a szennyezőanyagok mennyiségét, ezáltal javítja a víz minőségét, ugyanakkor természetes haltáplálékként is szolgál. Az élőbevonat (perifiton) azoknak a szervezeteknek az együttese, amelyek a vízfenéktől eltérő anyagú, attól jól elkülöníthető víz alatti szilárd alzaton találhatóak (Behning, 1924; Dussart, 1966; Lakatos, 1976). Mivel takarmányozás nélküli extenzív halastavakban a haltermelés a természetes produktivitáson alapul, az élőbevonat termelődésére alkalmas felületek létesítésével növelhető a halastavakban képződő természetes táplálék mennyisége (Kiss et al., 2004).

A kombinált intenzív-extenzív rendszer fejlesztésének általános célkitűzése, hogy a tavi halgazdálkodók számára egy alkalmazható termelési technológiát alakítson ki, amely lehetőséget biztosít a természeti erőforrások (víz, tápanyagok, takarmány) hatékonyabb használatára, valamint arra, hogy a technológia alkalmazásával bővítsék az általuk termelt halfajok számát értékes halfajok termelésbe vonásával. A kutatómunka célja volt, hogy kialakítson egy új ragadozóhal haltermelési technológiát a tavi haltermelők részére, amely növeli a tápanyagok (takarmány) hasznosításának hatékonyságát. A rendszer fejlesztésének közvetlen célja volt a termelékenység növelése, a termelt halfajok választékának bővítése, valamint a tápanyagok újrahasonosítási lehetőségeinek feltárása a haltermelő rendszeren belül.

Anyag és módszer

A kísérleti rendszer leírása

A kombinált rendszeren végzett kísérleteket három, egyenként 310 m² (vízmélység 1 m) területű tóban végeztük (extenzív rész), amelyekbe egy-egy ketrecet helyeztünk intenzív egységként (10 m³) (1. ábra). A tavakat Körös holtágából árasztottuk fel egy héttel a népesítést megelőzően. Lapátkerekű levegőztető (0,5 kW) alkalmazásával tartottuk fent a megfelelő oxigén szintet a tavakban, (>6 mg/L) valamint ezek biztosították a vízáramlást a rendszer intenzív és extenzív része között. Mindhárom kísérleti egységben azonos volt a népesítés: az intenzív egységeket egyenként 400 kg afrikai harcsával (*Clarias gariepinus*) népesítettük, míg az extenzív részbe pontyot (*Cyprinus carpio*) helyeztünk ki. Kizárólag a rendszer intenzív részét takarmányoztuk, mindhárom egységben megegyező mértékben. A három kísérleti rendszer csak az extenzív tó kialakításában tért el egymástól:



1. ábra: A kombinált intenzív-extenzív rendszer kialakítása

LIV.

GEORGIKON NAPOK

54th Georgikon Scientific Conference

Az 1. évben különböző élőbevonat sűrűségeket vizsgáltunk a kísérleteinkben; az élőbevonat képződésére szolgáló mesterséges felület nagysága 0, 100 és 200 %-a volt a tavak felületének (0, 1 és 2 m² élőbevonat felület/m² tófelület).

A 2. évben a tavakba az extenzív tó haltömegének 0, 0,5 és 1 %-ával megegyező gabonát juttattunk ki naponta, mint pótlólagos szénforrást (C/N arány= 6,0:1; 6,9:1 és 7,8:1).

A kísérleti egységeknek a takarmányozásból számított átlagos tápanyag terhelése 2,9 gN/m²/nap, 0,47 gP/m²/nap és 18 gC/m²/nap volt. A kísérleti egységekbe összes bekerült nitrogén, foszfor és szerves szén mennyiségének a 3, 4 és 0,3 %-a érkezett az árasztott vízzel (tavasz feltöltéssel és a tenyészidőszak alatti vízpótlással), 8, 9 és 5 %-át pedig a halmépesítéssel a rendszerbe került halbiomassza tápanyagtartalma tette ki.

Vizsgált paraméterek

Mindkét kísérleti rendszerben havonta vett vízmintákkal követtük nyomon az ammónium- (TAN), nitrit- (NO₂-N), nitrát- (NO₃-N), összes szervesetlen nitrogén (TIN) és az összes nitrogén (TN), az ortofoszfát- (PO₄-P) és összes foszfor (TP), valamint a kémiai oxigénigény (KOI_C) változását. A vízminták vételére minden esetben délelőtt 11 és 11,30 óra között került sor. Az elsődleges termelés és a társulás légzés in situ mérése a tavak vizének oldott oxigénmérésén alapult. Mivel a kísérleti rendszer levegőztetve volt, ezért napközben 8, 12, 16 és 20 órakor, illetve naplementét követően 45 perces időszakra a túlevegőztető kikapcsolásával mértük az oxigénszintek változását. A naplementét követő időszakban mért oxigénszint csökkenés képezte a légzés, míg napközben mért oxigénszintek növekményének átlagából kaptuk meg a termelés mértékét.

Eredmények

Halhozamok

Az 1. kísérleti évben az élőbevonat vizsgálatokor az intenzív részben elért nettó halhozamokban nem volt lényeges különbség a különböző élőbevonat sűrűségek között (CV%=2%). Az intenzív részben a halak relatív növekedési sebessége 1,23 és 1,27 % között, míg a takarmányértékesítése 1,59 és 1,66 kg takarmány/nettó halhozam között változott. Az extenzív részben elért nettó halhozamok a közepes (100 %-os) élőbevonat arány esetében volt a legmagasabb, míg a legalacsonyabbat a magas élőbevonat aránynál kaptuk (1. táblázat).

A második évben a kiegészítő gabona, mint szerves szén adagolása esetében az extenzív részben a legmagasabb nettó halhozamot az 1%, vagyis a legmagasabb gabona kiegészítés esetében kaptuk, ezt követték a mérsékelt, majd a gabona kijuttatás nélküli beállításkor elért halhozamok. Az intenzív részben az előző évhez hasonlóan nem volt lényeges különbség a nettó halhozamok tekintetében (CV%=3%). A relatív növekedési sebesség lényegében meggyezett az előző évivel (1,23-1,26 %), a takarmányértékesítés pedig 1,37 és 1,45 takarmány/nettó halhozam között változott az intenzív egységben nevelt halak esetében.

Vízminőségi paraméterek alakulása

Különböző élőbevonat arányok alkalmazásának vizsgálatokor a halhozamokhoz hasonlóan a legkedvezőbb vízminőséget, a legalacsonyabb szervesetlen nitrogéntartalmat a közepes sűrűségű (100 %)

élőbevonat esetében kaptuk. Az élőbevonat alkalmazása nem növelte az elsődleges termelés és társulás légzés intenzitását (1. táblázat).

A kiegészítő szénforrás bejuttatása a haltermelő rendszerbe kissé, mintegy 30 %-kal csökkentette a víztest szervesen nitrogén tartalmát, illetve növelte a víztest szervesanyag-tartalmát (KOI). A kiegészítő szénforrás növelte mind az elsődleges termelés, mind a társulás légzés mértékét.

1. táblázat: A különböző élőbevonat arány és szerves szén adagolás hatása a halhozamokra és a vízminőségre

	élőbevonat 0 %	élőbevonat 100 %	élőbevonat 200 %	gabona 0%	gabona 0,5%	gabona 1%
Haltermelés (nettó hozam, t/ha)						
Intenzív	29,3	28,5	28,2	26,1	25,0	26,8
Extenzív	6,52	8,07	2,10	0,62	1,07	1,72
Vízkeimiai paraméterek (mg/L)						
TAN	3.55±2.13	1.16±1.61	2.10±3.05	1,84±1,31	1,83±1,89	0,95±0,68
NO ₂ -N	0.48±0.22	0.43±0.40	0.38±0.26	0,31±0,09	0,25±0,04	0,46±0,31
NO ₃ -N	1.11±0.53	1.06±0.83	1.09±0.55	1,74±0,26	1,34±0,38	1,50±0,63
TIN	5.15±2.18	2.66±2.70	3.52±2.73	3,89±1,38	3,42±2,07	2,92±1,38
TN	7.31±2.94	6.46±5.23	5.27±3.92	5,83±1,79	5,60±2,69	5,30±2,70
PO ₄ -P	0.11±0.06	0.06±0.03	0.22±0.19	0,09±0,02	0,08±0,03	0,07±0,02
TP	0.45±0.07	0.46±0.16	0.41±0.21	0,32±0,11	0,35±0,12	0,36±0,22
KOI	66±46	91±45	28±13	39±18	54±27	70±40
Elsődleges termelés/társulás légzés (gC/m²/nap)						
termelés	10,3	10,4	9,60	7,34	8,05	8,37
légzés	9,94	7,55	7,89	7,86	8,14	8,60

Következtetések

- Az élőbevonat alkalmazása során a közepes (100%-os) sűrűség esetén kaptuk a legjobb eredményeket, mind a vízminőség, mind a halhozamok tekintetében.
- A szerves szén adagolás kismértékben csökkentette a víztest szervesen nitrogén tartalmát, valamint fokozta az elsődleges termelés mértékét.
- A C/N arány 30 %-os emelése csak kis mértékben befolyásolta vízminőséget, valószínűleg a vízminőség további javításához, a szervesen nitrogénformák további csökkentéséhez a C/N arány további növelése szükséges.
- Az élőbevonat alkalmazásával jelentősebb mértékben emelhetőek a járulékos halhozamok az extenzív egységben, mint a C/N arány szabályozásával.

Összefoglalás

- A tavi haltermelő rendszerek fejlesztésének új iránya a különböző termelési technológiák összekapcsolásával létrehozott ún. kombinált haltermelő rendszerek kialakítása. A kombinált rendszerek működésének kulcsa az extenzív rész vízkezelő, tápanyag-feldolgozó képessége, ami különböző technológiai elemek alkalmazásával tovább fokozható. A kísérleteink során eddig

tisztáztuk az élőbevonat alkalmazásának hatását az extenzív tó tápanyagfeldolgozó-képességének növelésére. A legújabb vizsgálatokban a kiegészítő szerves szén adagolás hatását vizsgáltuk a kombinált rendszerműködésre, annak vízminőségére és a tápanyagok halhozamok formájában történő hasznosítására. Az 1 m² élőbevonat felület 1 m² tófelület esetében kapuk a legmagasabb halhozamokat, valamint a legkedvezőbb vízminőséget élőbevonat alkalmazása esetében. A kiegészítő szénforrás adagolása javított a haltermelő rendszer vízminőségén, és magasabb halhozamokat eredményezett az extenzív részben. Ugyanakkor a halhozamok tekintetében az élőbevonat alkalmazásával jelentősebb mértékben emelhetőek voltak a járulékos halhozamok az extenzív egységben, mint a C/N arány szabályozásával.

Irodalom

- AVNIMELECH, Y. (1999) Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176: 227-235.
- BEHNING, A.L. (1924) Zur Erforschung der am Flussboden der Wolga lebenden Organismen. Monogr. volz. *Biol. Stanc. Saratov.*, 1: 1-398.
- DIAB S., KOCHBA M., MIRES D., AVNIMELECH Y. (1992) Combined intensive-extensive (CIE) pond system A: inorganic nitrogen transformations. *Aquaculture* 101: 33-39.
- DUSSART, B.H. (1966) Limnologie L'étude des eaux continentales. Ed. *Gauthier-Villars*, Paris. pp. 1-667.
- GÁL D. (2006) Környezetbarát, kombinált tavi haltermelő rendszerek fejlesztése. *Doktori értekezés*. Debreceni Egyetem 149 pp.
- GÁL D., PEKÁR F., KOSÁROS T., KEREPECZKI É. (2012) Potential of nutrient reutilisation in combined intensive-extensive pond systems. *Aquaculture International* (in press)
- KISS K. M., DEÁK CS., BORICS G., LAKLATOS GY. (2004) A vízi növényzet és élőbevonat a halastó-wetland rendszerben. In: *Intenzív haltermelő telepek elfolyóvizének kezelése halastavak és létesített vízes élőhelyek alkalmazásával*. Szerk: Kerepeczki É., Konferencia kiadvány, HAKI, Szarvas. 33-41.
- LAKATOS G. (1976) A terminological system of the biotecton (periphyton). *Acta Biol. Debrecina*, 13: 193-198.
- PINTÉR K. (2010) Magyarország halászata 2009-ben. *Halászat* 103(2): 43-48.