

Fenntarthatósági kérdések az intenzív akvakultúrában

Gyalog Gergő, Gál Dénes és Váradi László

Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas

Kivonat

Gyakran hangoztatott tény, hogy az akvakultúra a legdinamikusabban növekvő hústermelő szektor a világon az elmúlt 40 évet tekintve, évi 8.2 százalékos termelésbővüléssel. Az elmúlt 10 évben ezt a növekedést az intenzív technológiák térnyerése jellemezte, nemcsak a fejlett országokban, hanem a nagy haltermelő ázsiai fejlődő országokban is. Ma már a világ akvakultúra termelésének 60 százalékát adó kínai haltermelés jelentős része is magas intenzitású tavi kultúra. A hallisztet tartalmazó táppal történő etetés, a monokultúra, a monoszex állományok előtérbe kerülése, a tavi levegőztetés alkalmazása mind egy olyan agrotechnikai fejlődés elemei, amelyek lehetővé tették a tradicionális (integrált, polikultúras) extenzív/fél-intenzív tavi akvakultúra háttérbe szorítását és magas hozamok elérését.

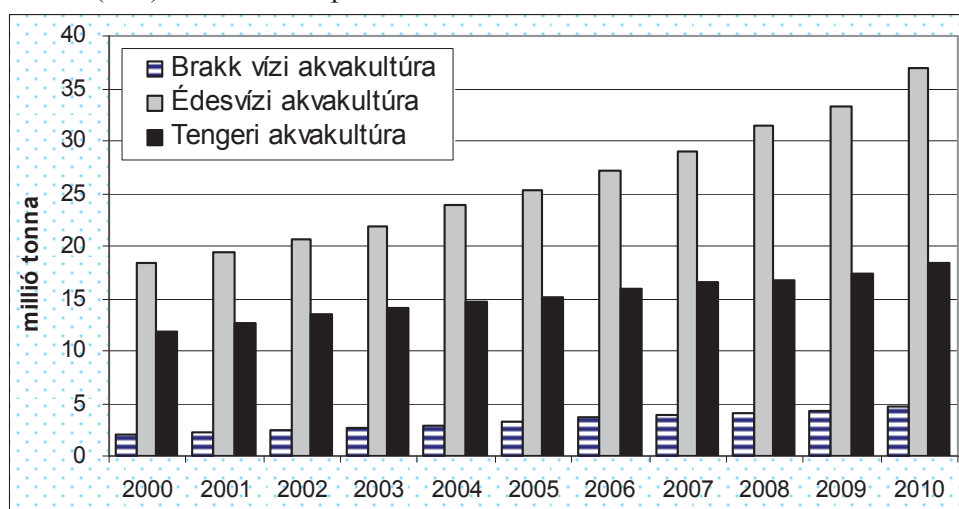
A halak és egyéb vízi állatok termelése robbanásszerű növekedésének fenntarthatósága elé azonban komolyan gátat vet az erőforrások szűkössége, amely az ökológiai aggályok mellett a fenntarthatóság gazdasági és társadalmi aspektusait is befolyásolja különböző piaci vagy szabályozási folyamatokon keresztül. Ezen folyamatok eredményeként az akvakultúra növekedése évről évre lassuló tendenciát mutat nemzetközi statisztikák szerint.

Az akvakultúra az elmúlt 10 évben 80 százalékkal nőtt volumenében, azonban az intenzív technológiák térnyerésével a haltakarmányok iránti igény ennél jóval nagyobb mértékben emelkedett. A magas fehérjetartalmú tápot igénylő fajok közül például a rákfélék termelése ez idő alatt 270 százalékkal, a harcsatermelés pedig 420 százalékkal nőtt. Ezzel szemben szintén ez idő alatt a halliszt és halolaj alapjául szolgáló, nem étkezési célú halfogás a világon körülbelül 10 százalékkal csökkent. A kereslet-kínálati viszonyok átrendeződésével a takarmányárakban jelentős emelkedés ment végbe (elsősorban a halliszt árak exponenciális növekedése miatt). Ez ugyan magasabb fajlagos termelési önköltségeket eredményez intenzív rendszerekben a kiegészítő takarmányozáson alapuló rendszerekhez viszonyítva, ám a két-háromszor magasabb hozamok még alacsonyabb fajlagos profit mellett is magasabb hektáronkénti jövedelmet biztosítanak a termelőknek. Míg relatív tökehiánynál a költség-arányos árbevétel szempontja lehet döntő a technológia megválasztásánál (vagyis 1 kg halhúsra jutó profit), addig napjaik erőforrás-szűkössége mellett (pl. egy főre jutó termőföld alacsony szintje Ázsiában) egyre inkább a hektáronkénti profit tűnik meghatározónak.

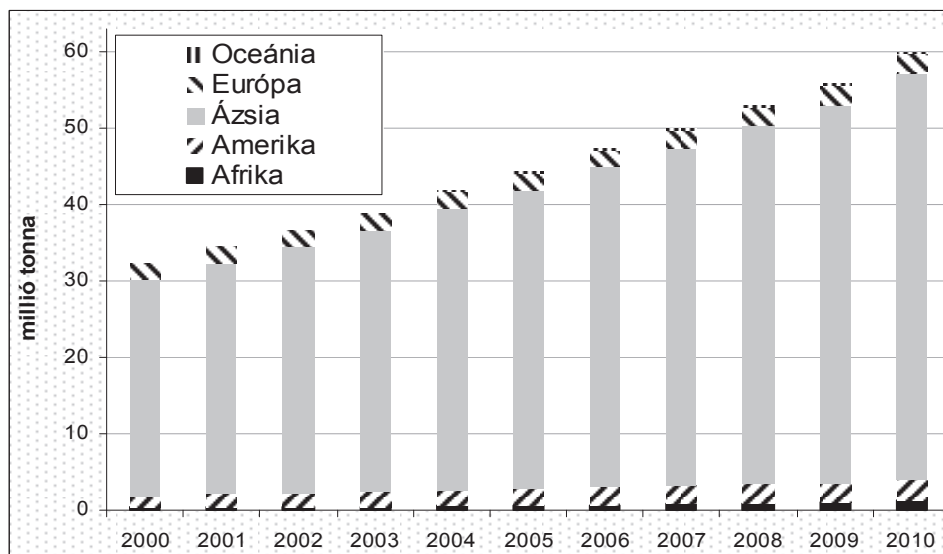
A táppal etetés ökológiai értékelése is nézőpont kérdése. Ha egy hektárnyi rendszerre vetítjük, vitathatatlan, hogy az intenzív takarmányozás magasabb állományosság mellett magasabb tápanyagterhelést jelent a környezetre. Ugyanakkor, ha a hal iránti rohamosan növekvő keresletet (növekvő népesség, illetve jövedelem) vesszük alapul, akkor 1 kg előállított haltermékre vetítve a táppal bevitt tápanyagok (N,P) hatékonyabban hasznosulnak, mint a trágyaként, állati vagy növényi melléktermékeként, házilag gyártott takarmányként, gabonaként bevitt tápanyagok esetében.

A Kék forradalomról számokban

A világ akvakultúrák termelése (vizinövények nélkül) az elmúlt 30 év alatt (1980-2010) alatt évi 5 millió tonnáról 60 millió tonnára (évi 8,9%-al) nőtt, míg ugyanezen idő alatt a világ hústermelése 137 millió tonnáról 293 millió tonnára (évi 2,6%-al) gyarapodott (FAO 2012; FAOSTAT 2012). A halak és egyéb vízi állatok termelésének robbanásszerű fejlődéséből a 70-es, 80-as években még kivették a részüket az európai országok is (elsősorban a tengeri ketreces technológia fejlesztése révén), az elmúlt 10-15 évben azonban elsősorban az ázsiai, kisebb mértékben az afrikai és a latin-amerikai édesvízi akvakultúra adta a termelés növekedésének döntő hányadát. Az 1. ábra és 2. ábra adatai mutatják, hogy nem a lazac ketreces termelése a haltermelés növekedésének motorja, hanem az édesvízi (tavi) termelés elképesztő ütemű növekedése.



3. ábra A világ akvakultúra termelése vízi környezet szerint (Forrás: FAO 2012)



4. ábra A világ akvakultúra termelése földrészek szerint (Forrás: FAO 2012)

A Kék forradalom technológiai oldala: magasabb intenzitás

Az édesvízi haltermelés növekedésének legfőbb hajtóereje az elmúlt évtizedekben a tavi termelés intenzifikációja volt. Már az USA-ban a pettyesharcsa (csatornaharcsa) tavi tenyésztésének intenzitása is 50-70%-al nőtt (5-6 tonna/hektárra) a 80-as, 90-es évek folyamán az intenzív technológiai elemek átvételének köszönhetően (Engle et al. 1996), a világ akvakultúra termelésére azonban igazán meghatározó technológiai forradalom az elmúlt 10-20 évben Ázsia, Afrika és Latin-Amerika egyes országainak tavi akvakultúrájában játszott le.

Ma már az ázsiai tavi haltermelésről egyre kevésbé állítható az, hogy döntően fél-intenzív (hagyományos polikultúras/integrált) technológiák alkalmazásán alapszik. Weimin et al. (2007) azt mutatta ki, hogy a kínai haltermelés 40-45%-a már 2004 körül is iparilag gyártott (megkülönböztetendő a házilag gyártott tápoktól) pellet takarmányozásán alapult, és gyanítható hogy ez a részarány azóta jelentősen nőtt.

Az ázsiai akvakultúra fejlesztése során végbemenő technológia váltásnak néhány jellegzetes eleme a következő (Edwards 2011):

- Az ázsiai régióra korábban jellemző, a természetes tápanyag-körfogást kiaknázó, integrált farmok (sertés-hal, kacsahal, rizshal, stb.) jelentősége – a privatizációs folyamat eredményeként is – visszaszorul, helyettük szakosodott növénytermesztő, állattenyésztő és haltermelő farmok kerülnek túlsúlyba.
- A pontyfélék, a harcsafélék, a tilápiafélék és az édesvízi rákok teljes értékű iparilag gyártott táppal etetése egyre jobban dominál a farmról, vagy farm közeli forrásból származó tápanyagra (trágyázás, állati vagy növényi melléktermékek, házilag gyártott takarmányok) alapozott technológiákkal szemben.
- A táppal etetés, a genetikai és egyéb faj specifikus tudományos eredményeknek köszönhetően a monokultúras termelésben egyre több farmer lát jövőt. Az ázsiai haltermelésre korábban oly jellemző polikultúrát egyre inkább felváltja az exportképes fajok, elsősorban a két vezető export cikk (a tilápia és a pangasius) valamint a rákok monokultúras termelése. A mindenevő pontyfélék (ponty, kárász) esetében is magasabb hozamot biztosít a teljes értékű táppal történő takarmányozás (30-40 tonna/hektár/év levegőztetett tavakban), mint a természetes táplálékkészlet hasznosítása során egymást kiegészítő halak együtt nevelése (12-15 tonna/hektár/év). Egyes fajok tenyésztésénél (pl. tilápia, afrikai harcsa) a technológia fontos eleme a monoszex (vagy ivar nélküli) állományok kialakítása, amely szintén nagyobb hozamokat tesz lehetővé.

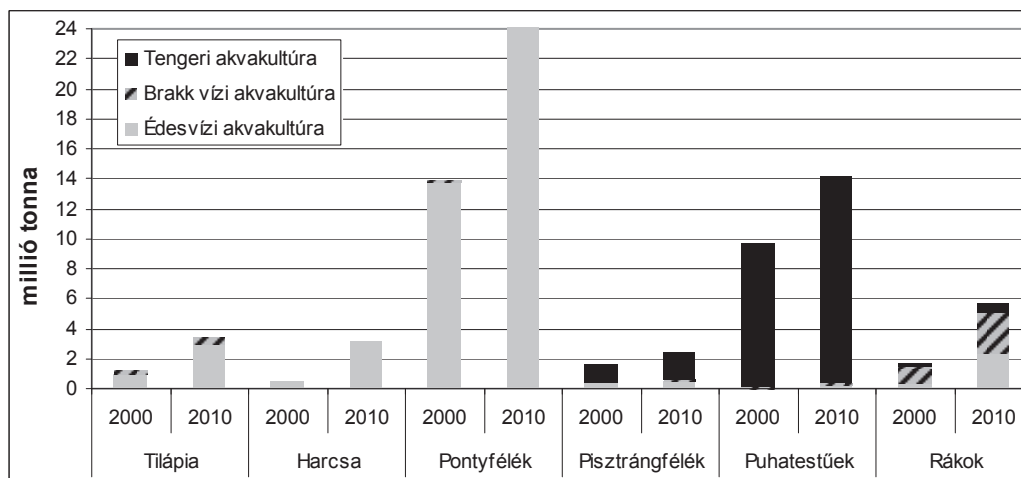
Ezen technológiai váltások a termelési statisztikákban is tükröződnek, lásd a teljes értékű tápok alkalmazásának alapuló, monokultúrában nevelt, elsősorban a ragadozó és mindenevő fajok termelésének gyorsabb növekedését. A 3. ábrán látható, hogy táplálkozási lánc magasabb szintjein élő fajok édesvízi termelése nőtt a legnagyobb arányban az elmúlt 10 évben: a rákok édesvízi (döntően tavi) termelése nyolcszorosára, a harcsa¹ termelése hatszorosára, a tilápia termelése

¹ Összefoglaló névként használjuk a harcsaalakúak rendjébe (Siluriformes) tartozó fajokra. Az akvakultúrában ebből a rendből a következő fajok és fajhibridek töltenek be fontos szerepet: pangázid fajok (Pangasiidae), zacskósharcsafélék (Clariidae, ebben a családban nagy a fajhibridek szerepe is), iktalurid fajok (Ictaluridae), szilurid fajok (Siluridae) és bagrid fajok (Bagridae).

háromszorosára nőtt. Ezzel szemben a táplálkozási lánc legalacsonyabb szintjén élő puhatestűek (kagylók) termelése ez idő alatt mindössze 45 százalékkal nőtt, míg a ragadozó, de döntően tengerben tenyésztett pisztrángfélék (elsősorban lazac) termelése pedig 56 százalékkal. (A pontyfélék esetében is a magasabb trofitási szinten élő, teljes értékű táppal etethető fajok, pl. a széleskárász és a fekete amur aránya nőtt a növényevő fajokhoz viszonyítva.)

2. táblázat Az akvakultúra fajszerkezetének változása a világon
(Forrás: FAO 2012)

	Termelés (millió tonna)		Változás
	2000	2010	
Pontyfélék (család)	13.9	24.0	64%
Puhatestűek	9.3	13.5	45%
Rákok	1.4	5.3	238%
Tilápia (Bölcsőszájúak családja)	1.2	3.5	194%
Harcsa (Harcsaalakúak rendje)	0.5	3.2	505%
Lazac, pisztráng (Pisztrángfélék családja)	1.5	2.4	56%
Akvakultúra összes	30.6	55.0	80%



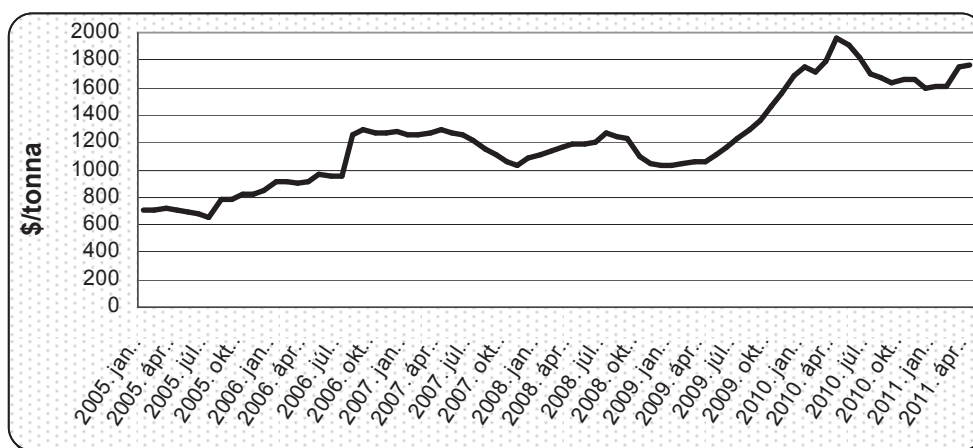
5. ábra Az akvakultúra fajszerkezetének változása a világon vízi környezet szerint (Forrás: FAO 2012)

A magas intenzitású termelés ökológiai fenntarthatósági kérdései

Természetesen az akvakultúra intenzitásának növelésével a bevitt inputok mennyisége is jelentősen növekedett, amelyek közül környezeti szempontból a legnagyobb jelentősége a takarmányak és az engergiának van. Korábbi tanulmányok kimutatták, hogy tavi (vagy zárt tavi ketreces) rendszerek esetén a magasabb intenzitás és a megnövekedett takarmánybevitel miatt abszolút értékben nagyobb a tápanyagkibocsátás (pl. egy hektárra vetítve), azonban 1 kg megter-

melt halhúsra vetítve magasabb arányban hasznosulnak a tápanyagok és alacsonyabb a környezetterhelés – ez természetesen csak a magas intenzitású (12-15 tonna/hektár/év kibocsátású) ázsiai tavi haltermelésre igaz, a hazai, extenzív, illetve gabona takarmányozáson alapuló fél-intenzív technológiák esetében, mind fajlagos, mind az abszolút környezeti terhelés alacsony. Ez elősorban annak köszönhető, hogy a teljes értékű takarmányok összetétele jobban alkalmazkodik a faji igényekhez. A lokális beszerezhető termékeken és melléktermékeken, házilag gyártott takarmányokon alapuló takarmányozás ugyan a kis szállítási távolság és rövid értéklánc (alacsony feldolgozottság) miatt mindenképpen a környezeti fenntarthatóság irányába hat, de általában alacsonyabb hatékonysággal épül be a biomasszába az így bevitt tápanyag.

A pelletált tápokkal kapcsolatban viszont gyakran merül fel ökológiai aggályként a halliszt és halolaj szükségének kérdése. Az elmúlt 20 évben a világ takarmányhal fogása 25-30 millió tonna körül ingadozott, némileg csökkenő tendenciát mutatva (ez a mennyiség évi 5-6 millió tonna halliszt előállítását teszi lehetővé), ami nem sokkal haladja meg pusztán az akvakultúra szektor jelenlegi igényét. A ragadozókra alapozott nyugat-európai és dél-amerikai ketereces akvakultúra (lazac, pisztráng, mediterrán fajok) igénye mellett a mindenevő fajok (harcsa, tilápia, ponty, kárász, rákok) termelésének rohamos növekedése és az intenzív monokultúra elterjedése Ázsiában egyre több hallisztet (a házilag gyártott takarmányok esetén egyre több takarmányhalat) igényel, így az akvakultúrának a pár évvel ezelőtti 56 százalékos részesedése (WB 2007) a halliszt világpiacán gyaníthatóan már alaposan megnőtt az egyéb állattenyésztési ágazatok rovására². Ez a feszültség, amely a halliszt piacán a kínálati merevség és a keresleti függvény eltolódása között keletkezett az utóbbi években az árban is éreztette hatását (4. ábra).



6. ábra 65%-os fehérjetartalmú perui származású halliszt ára a chicagói árutőzsdén
(Forrás: IMF)

² A halolaj felhasználás 81 százalékát már a 2000-es évek közepén is az akvakultúra adta. Az akvakultúrában a halolajat elsősorban a lazac és pisztráng tenyésztés használja fel, ezért a mindenevő fajok termelésének robbanásszerű növekedése nem érinti annyira a halolaj piacát

A jövőben ez az áremelkedés a környezeti fenntarthatóság irányába ösztönözheti az akvakultúrát, részben a takarmányozási rendszer hatékonyságának növelésén keresztül, részben az állati fehérjék növényi fehérjékkel (szója, repce, len-, kókusz-, napraforgó olajok) történő helyettesítésére irányuló K+F eredmények gyakorlati hasznosulásával.

Az intenzív akvakultúra gazdasági fenntarthatósága

Gazdaságossági szempontból első gondolatra megkérdőjelezhető a természetes táplálékra, trágyázásra, integrált farmok melléktermékeire, helyben elérhető gabonára építő tradicionális extenzív/fél-intenzív tavi technológiák felváltása teljes értékű táp etetésén alapuló intenzív technológiákkal egy olyan időszakban, amikor a halliszt és egyéb tápösszetevők piacát jelentős áremelkedés jellemzi.

A táppal etetés gazdasági fenntarthatóságának kulcsa a többszörösen megnövekedett hozamoknál keresendő. Egyrészt a 2-3-szoros hozamok az állandó költségek (pl. tőkejavak működési költségei: tóbérlet/amortizáció) és a termelési szintre rugalmatlanul reagáló költségek (pl. vízdíj, munkabér, menedzsment) szétosztásán keresztül csökkentő hatással vannak az átlagköltségre. Nyilvánvalóan azon országokban, ahol az urbanizációs nyomás, szennyezés, növekvő népesség miatt az elsődleges termelési erőforrásokhoz (föld, víz) való hozzájutás egyre nehezebb, ennek az 1 kg megtermelt halra jutó állandó (fix) költséget lefaragó hatásnak fokozott szerepe van. Másik oldalról a gyártott tápok ugyan olyan technológiák esetén, ahol az állandó költségek aránya a változó költségekhez képest alacsony, növelik az átlagköltséget és ezzel csökkentik a profitabilitást, azonban a megnövekedett hozamok miatt alacsonyabb 1 kg termelt halra jutó profit mellett is magasabb fajlagos területre (1 hektárra) jutó profitot eredményezhetnek.

Az ázsiai akvakultúrában a táppal etetés gazdasági hátterét bemutató FAO-kiadvány (Hasan 2007) jól illusztrálja a fenti folyamatot a kínai és a bangladesi gazdaságok felmérése alapján. A bangladesi esettanulmányban jól látszik, hogy pangasius tavi termelése esetén bár a teljes értékű pellettel való etetés jelentősen emeli az önköltséget (0,37 \$/kg) a tradicionális, trágyázáson és kiegészítő növényi fehérje takarmányozáson alapuló technológiához képest (0,29 \$/kg), még így 20%-al magasabb önköltség mellett is az intenzív technológia a háromszoros bruttó hozamoknak köszönhetően (táppal etetéssel: 13,9 tonna/ha; tradicionális technológia mellett: 3,4 tonna/hektár) magasabb 1 hektárra jutó profitot (3364 \$/hektár/év) kínál, mint a tradicionális fél-intenzív kultúra (1099 \$/hektár/év). A tanulmány kínai pontytermelésre irányuló elemzése is azt mutatja, hogy bár a táppal történő etetés csökkenti a profitrátát (2 százalékponttal), de a háromszoros hozamok és árbevétel miatt majd háromszoros a különbség az egy hektárra jutó profit szintek között az intenzív és a tradicionális fél-intenzív technológiák között.

A gazdasági tényezőknél érdemes megemlíteni, hogy a K+F+I háttérén túl az intenzifikációs folyamat agrár-finanszírozási kérdés is, miután a magas takarmányozási és ivadék-költségek jelentős forgóeszközhiel szükségletet vonnak maguk után. Hasan (2007) alapján gyanítható, hogy a tradicionális technológiát alkalma-

zó ázsiai farmerek jelentős része pusztán forgóeszköz (táp, ivadék) finanszírozási okok miatt nem dönt az intenzívebb technológiák mellett.

A Kék forradalom társadalmi fenntarthatósága

Ha a fennebb bemutatott növekedés szociális oldalát nézzük, akkor azt érdemes megvizsgálni, hogy miként részesedett a társadalom a *Kék forradalom* hasznából. A társadalmon belül különbséget lehet tenni az akvakultúrában közvetlenül érintettek: a tulajdonosok és alkalmazottak, illetve azokat között, akik csak a fogyasztáson vagy az esetleges megnövekedett környezeti terhelésen át, közvetve részesülnek ezekből az előnyökből/károkból. Itt most csak a tulajdonosi-foglalkoztatotti kérdésre térünk ki.

Bár az Ázsiában lejátszódó növekedés elsősorban a területegységre vetített termelés-intenzitás növekedésből származott, a távol-keleti akvakultúra továbbra is erősen élőmunka-intenzívnek tekinthető az európai akvakultúrához képest, hiszen míg ott az évtized közepén körülbelül 3-4 tonna/ember-év volt az élőmunka termelékenysége, addig Európában ez a szám elérte 20-21 tonna/ember-év-et (Valderrama et al. 2010). Megemlítendő, hogy az erősen automatizált és technológiailag igen fejlett észak-európai ketreces rendszerekben az egységnyi munkaerőre eső évi termelés az európai átlagnál is tízszer magasabb, eléri a 200 tonna/év-et. Ezek a számok arra engednek következtetni, hogy míg az akvakultúra termelésének óriási növekedéséből Ázsiában nagy réteg vette ki a hasznát, addig az európai ketreces rendszerek estében jóval szűkebb az a kör, amelyik az akvakultúra szektor gazdasági hasznában közvetlenül is érdekelt. Norvégiában például (amely Európa haltermelésének 40 százalékát adja, a világon a 8. legnagyobb, és egyben legnagyobb nem ázsiai haltermelő ország), tíz év alatt (2000-2010) az akvakultúra termelés 104 százalékkal, 0,49 millió tonnáról 1 millió tonnára nőtt, a foglalkoztatottak létszáma mindössze alig 30 százalékkal nőtt ez idő alatt, és most is mindössze 5200 dolgoznak ebben az ágazatban, ami a norvég GDP 0,4 százalékát adja. Az európai és dél-amerikai ketreces lazac és pisztráng termelés, továbbá a mediterrán ketreces termelés is erősen koncentrálnak néhány részvénytársaságra (így a tulajdonosi réteg szükségszerűen elválk a vidéktől), de a nyugat-európai szárazföldi (land-based) tok, pisztráng, angolna és rombuszhal termelést is nagyobb cégek uralják kevés munkavállalóval, jelentős élőmunka-hatékonyság mellett. Ázsiában a tavi kultúrára alapozott szektor továbbra is 1-2 hektár alatti családi gazdaságokból áll, a *Kék forradalom* itt erőteljes gazdasági fellendülést tudott hozni egyes régiók szintjén is, amelyből a társadalom jelentős része profitál (pl. a Mekong-deltában).

Irodalomjegyzék

Edwards P. 2011. Aquaculture for enhancing nutritional and economic improvement in Asia. Compendium of Asian-Pacific Aquaculture 2011, Annual Conference of the WAS-APC, 17-20 January, 2011, Kochi, India pp. 1-11.

- Engle C. R., Kouka P.-J. 1996. Effects of inflation on the cost of producing catfish. Report submitted to The Catfish Bargaining Association. University of Arkansas at Pine Bluff
- FAOSTAT 2011. FAOSTAT-LIFESTOCK Primary Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (<http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor>)
- FAO. 2011. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery information, Data and Statistics Unit. FishStat Plus. Universal software for fishery statistics time series. Rome (<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>)
- Hasan, M.R. (ed.) 2007. Economics of aquaculture feeding practices in selected Asian countries. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 505. Rome, FAO. 205p.
- WB 2007. Changing the face of the waters: the promise and challenge of sustainable aquaculture. Washington DC, The World Bank. 188. pp.
- Weimin M. and Mengqing L. 2007. Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in China. In. Hasan, M.R., Hecht, T., De Silva, S.S. & Tacon, A.G.J. (eds.) *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*. FAO Fisheries Technical Paper No. 497. Rome, FAO. pp. 141-190.
- Valderrama, D., Hishamunda, N. and Zhou, X. 2010. Estimating employment in world aquaculture. FAO Aquaculture Newsletter No. 45., August 2010, pp. 24-25.