ÁLLATTENYÉSZTÉS *és* TAKARMÁNYOZÁS

(HUNGARIAN JOURNAL OF) ANIMAL PRODUCTION

ENGLISH SUMMARIES VOL. 60. 3. 2011.

HALTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOS NAP

TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

Alapította
Prof. Czakó József
1952

AGROINFORM

A Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata

60

1952 – 2011

SCIENTIFIC DAY ON AQUACULTURE

Conference at the
Hungarian Academy of Sciences

25th October 2011

Arrangements:

**Animal Production Committee of the
Agricultural Science Section of the HAS**

**Society of Animal Producers of the
Hungarian Association of Agricultural Sciences**

Organizer:

Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation

HALTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOS NAP

tudományos konferencia
a Magyar Tudományos Akadémia Székházában

2011. október 25.

az MTA Agrártudományok Osztálya
Állatnemesítési, Állattenyésztési és Takarmányozási Bizottsága,

a Magyar Agrártudományi Egyesület
Állattenyésztők Társasága

Szervező:

Haltenyésztési és Öntözési Kutatóintézet (HAKI)

TARTALOM – CONTENTS

Váradi László: A kutatás az akvakultúra fenntartható fejlődésének alapja (Research is the basis for sustainable development of aquaculture) 225
Jeney Zsigmond – Váradi László – Lehoczky István – Bakos János – Nagy Zoltán Tamás – Bercsényi Miklós: A haltenyésztés genetikai alapjainak megőrzése (Conservation of genetic resources of fish culture) 237
Urbányi Béla – Müller Tamás – Bokor Zoltán – Szabó Tamás – Béres Beatrix – Horváth László: Gazdasági haszonhalak és őshonos halfajok szaporítási és ivadéknevelési kutatásainak eredményei (Results of the propagation and fry rearing research of economically important and endemic fish species) 251
Bercsényi Miklós – Szűcs Réka – Orbán László – Lehoczky István – Jeney Zsigmond: Halgenetikai kutatások fajtajavítási és állomány-megőrzési céllal (Fish genetic research for stock improvement and preservation) 267
Csengeri István – Gál Dénes – Kosáros Tünde – Pekár Ferenc – Bakos János – Potra Ferenc – Kovács Gyula – Feledi Tibor – Fazekas József – Biró Janka – J. Sándor Zsuzsanna – Gy. Papp Zsuzsanna – Jeney Zsigmond – Rónyai András: A haltakarmányozás halliszt és halolaj nélkül? (Fish feeding without fishmeal and fish oil?) 281
Gál Dénes: Fenntartható tógazdasági technológiák fejlesztése (Development of sustainable pond farming technologies) 295
Stündl László: Intenzív haltermelési rendszerek fejlesztése (Development of intensive fish production technologies) 313
Magyar Akvakultúra Szövetség (MASZ) 250
Magyar Haltermelők és Halászati Vízterület-hasznosítók Szövetsége (MAHAL) 280

Címlapfotó: Tatai pikkelyes ponty anya a HAKI élőgénbankjában (*Dr. Lehoczky István* fényképe)

Az e számban található cikkek a Magyar Tudományos Akadémián 2011. október 25-én rendezett Haltenyésztési Tudományos Napon elhangzott előadások szerkesztett és lektorált változatai

Papers included in this issue are the edited and peer reviewed version of the oral presentations on the Scientific Day on Aquaculture at the Hungarian Academy of Sciences (Budapest) on the 25th of Ocober, 2011

Ez a lapszám
a Magyar Akvakultúra Szövetség (MASZ)
és a Magyar Haltermelők és Halászati Vízterület-hasznosítók Szövetsége (MAHAL)
támogatásával készült.

WOYNÁROVICH ELEK
1915–2011

Woynarovich Elek 1915. november 14-én született a Szatmár megyei Tiszakóródon. A természeti környezet már gyerekkorában felkeltette érdeklődését és a természet tisztelete és szeretete egész életében meghatározó volt számára. A budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen 1937-ben diplomázott természetrajz-kémia szakon, majd 1938-ban állattanból doktorált. Olyan tudományos műhelyek kiemelkedő kutatója, oktatója és vezető munkatársa volt, mint a Halélettani és Szennyvízvizsgáló Intézet, az Eötvös Lóránd Tudományegyetem, az MTA Tihanyi Biológiai Intézete, a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem és a szarvasi Haltenyésztési Kutatóintézet. A vízi környezet alapos ismerete, szakmai kitartása és kreativitása, illetve az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazásának igénye új módszerek és eljárások sorát eredményezte. Kidolgozta többek között a megtermékenyített halikra permetkamrában történő inkubálásának módszerét, a pontyikra ragadósságának megszüntetését lehetővé tevő eljárást, a halastavi „széntrágyázás" technikáját. Munkásságának eredményeit nem csak a hazai halgazdálkodás hasznosította. 1968-tól FAO szakértőként segítette a világ számos fejlődő országában Nepáltól Venezueláig, hogy a haltermelés fejlesztése révén csökkenjen az éhezés és a szegénység. Munkásságát itthon és nemzetközileg is elismerték. 1990-ben a Világ Akvakultúra Társaság (WAS) tiszteletbeli örökös tagja, illetve a stockholmi IDEA (Innovation for Development Association) első halászati díjazottja lett, majd 1993-ban Széchenyi-díjat kapott. Aktivitását szinte halála napjáig megőrizte, fáradhatatlanul publikált, oktatott és szakértői munkát végzett. Munkássága jelentős hatással volt a halgazdálkodás fejlődésére nem csak Magyarországon, de a világ sok országában, így méltán tekinthetünk rá, mint a XX. század akvakultúra fejlesztésének egyik úttörőjére.

ELEK WOYNÁROVICH
1915–2011

Elek Woynárovich was born on 14 November 1915 in Tiszakóród, Szatmár County, Hungary. The respect and love of Nature was a guiding principle in his life from childhood. He graduated in 1937 from the Péter Pázmány University of Sciences in Budapest where he received his diploma in natural sciences and chemistry. He got his PhD degree in 1938 in animal sciences. He was an outstanding scientist, teacher and leading expert of such Hungarian institutions as the Institute for Fish Physiology and Waste Water Investigation, Eötvös Loránd University of Sciences, Institute of Biology of the Hungarian Academy of Sciences in Tihany, Kossuth Lajos University of Sciences in Debrecen and the Fish Culture Research Institute in Szarvas. His deep knowledge on the aquatic environment, his persistence and creativity, and his intention to apply theoretical knowledge in practice resulted in a series of new methods and procedures in fish culture. Among others, he elaborated the incubation method of fertilized fish eggs in spray-chamber, the method of the removal of stickiness of carp eggs and the technique of „carbon manuring". The results of his scientific work were not utilised only in Hungary. Since 1968, as an FAO expert, he helped aquaculture development in many developing countries from Nepal to Venezuela in order to alleviate hunger and poverty. His achievements were acknowiedged in Hungary and woridwide. In 1990 he became a Life Member of the World Aquaculture Society (WAS) and was awarded with the prize (first for a fish culturist) of the Innovation for Development Association (IDEA) in Stockholm. In 1993 he received the prestigious Széchenyi Prize in Hungary. He remained very active almost until his death. He was tireless in publishing papers and books, teaching and working as an advisor. His achievements had a great effect on fish culture development in Hungary and in many countries of the world, thus we can rightly look at him as one the pioneers of aquaculture development in the 20th Century.

A KUTATÁS AZ AKVAKULTÚRA FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSÉNEK ALAPJA

VÁRADI LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai halászati kutatások több, mint 100 éves múltra tekinthetnek vissza és azok eredményei nem csak a hazai halászat fejlesztését szolgálták, de hozzájárultak a pontytenyésztés és a tógazdasági haltermelés színvonalának növeléséhez világszerte. A hazai halászati ágazat kis mérete és forráshiánya, továbbá a szűkös projekt lehetőségek ellenére a kutatók és a vállalkozások együttműködése révén több sikeres komplex projekt végrehajtására került sor az elmúlt tíz évben. A hazai halászati kutatás intézményrendszere az európai kutatási térség (EKT) szerves része és a hazai kutatók számos EU projektben, illetve a halászatfejlesztésére irányuló programban és kezdeményezésben vesznek részt. Sajnos megállapítható, hogy az EU kutatási támogatásaiból aránytalanul kis mértékben részesülnek az újonnan csatlakozó kelet- és közép európai országok, így hazánk is. Ez a helyzet a halászati kutatásokra is igaz, bár e területen a magyar részvétel magasabb az átlagosnál. A hazai K+F szféra aktív szerepet játszik abban is, hogy csökkenjen a hátránya a közép- és kelet európai térségnek halászati kutatások területén. Az EU által támogatott kutatási témák között várhatóan nagyobb szerepet játszik a jövőben az akvakultúra, amely szerepe egyre nő az élelmiszer ellátásban. Európai ellentmondás, hogy a világszínvonalú kutatási erőforrások ellenére az akvakultúra termelés volumene stagnál és az EU halfogyasztásának 74%-át importból fedezi. E helyzet megváltoztatása, amely nemzeti szinten is nagy kihívást jelent, innovációt, illetve azt megalapozó kutatást igényel. A halászati kutatások azonban nem csak technológiafejlesztésre irányulnak, de hozzá kell járuljanak a fogyasztói igények kielégítéséhez, az ágazat társadalmi elfogadottságának és politikai támogatottságának növeléséhez is.

SUMMARY

Váradi, L.: RESEARCH IS THE BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE

Fisheries research in Hungary has a history of over 100 years and its results has not only served the development of domestic fisheries, but also have contributed to improving the level of common carp farming and pond fish culture all over the world. Although the Hungarian fisheries sector is a small and resource-constrained industry with limited project possibilities, several successful complex projects have been implemented in the last decade as a result of cooperation between researchers and enterprises. The institutional system of Hungarian fisheries research is an integral part of the European Research Area (ERA), and Hungarian researchers participate in several EU projects and fisheries development programmes and initiatives. Unfortunately, it can be stated that the Central and Eastern European New Member States, including Hungary, receive a disproportionately low share of the EU research support. This is also true for fisheries research, although Hungarian participation is above average in this field. The Hungarian R&D sphere plays an active part in reducing the fisheries research lag of the Central and Eastern European region. Aquaculture, whose role in food supply is constantly increasing, is expected to play a bigger part among the research topics supported by the EU in the future. It is a European paradox that, in spite of the world-leading research resources, the volumes of aquaculture production stagnates and the EU covers 74% of its fish consumption from imports. Changing this situation, which presents challenges even on a national level, requires innovation and innovation-supporting research. However, fisheries research does not only aim at technological development, but should also contribute to fulfilling consumer demands, as well as improving the social acceptance and political support to the sector.

HALÁSZATI KUTATÁSOK MAGYARORSZÁGON

Hazánkban intézményi keretekben folyó halászati kutatásról 1906. február 3-tól beszélhetünk, amikor az akkori földművelésügyi miniszter felterjesztésére királyi rendelet engedélyezte a Magyar Királyi Halélettani és Szennyvíztisztító Kísérleti Állomás létrehozását. Az állomás, amelynek a II. világháború után megmaradt személyi és vagyoni értékei az Állattenyésztési Kutató Intézethez kerültek, Haltenyésztési Kutatóintézet (HAKI) néven működött tovább Budapesten, majd 1953-tól Szarvason. A HAKI 1974-ben kapta meg a kutatóintézeti címet, majd 1974 és 1980 között végrehajtott FAO fejlesztési program eredményeképpen nemzetközileg is elismert kutató központtá vált. A HAKI ma a hazai halászati kutatások zászlóshajója, az európai édesvízi halászati kutatások egyik élenjáró intézménye. Az 1970–80-as években kiemelkedő szerepet játszott a hazai halászati kutatásokban a FAO támogatásával létrehozott Temperáltvizű Halszaporító Gazdaság (TEHAG) Százhalombattán, ahol az Eötvös Lóránd Tudományegyetemmel (ELTE) együttműködve egyszülős szaporítási mód, és ivarátalakítás alkalmazásával hoztak létre heterózis hibrideket, amivel abban az időben a magyar halgenetika a világ élvonalának részese volt. A TEHAG-ban sikerült elsőként kidolgozni a harcsa nagyüzemi mesterséges szaporításának technológiáját, később pedig ugyanitt a Gödöllői Agrártudományi Egyetem (GATE) és a Mezőgazdasági Biotechnológiai Központ (MBK) részvételével elsőként létrehozni fajok közötti androgenezist.

Az utóbbi évtizedekben több agrár felsőoktatási intézményben is beindult a halászat fejlesztésére irányuló kutatómunka. 2000-ben Gödöllőn a Szent István Egyetemen létrejött a Halgazdálkodási Tanszék, amely a hazai halászati kutatások egyik központjává nőtte ki magát. Igen aktív részesei a hazai halgazdálkodás fejlesztésére irányuló kutatási-fejlesztési programoknak a Debreceni-, a Kaposvári-, a Pannon-, és a Nyugat-Magyarországi Egyetemek kutatói, illetve kutatócsoportjai. Az MTA intézményei közül az Állatorvos-tudományi Kutatóintézetben folynak halkórtani-, a Balatoni Limnológiai Kutatóintézetben és a Dunakutató Intézetben pedig természetes vízi halászattal kapcsolatos kutatások. A természetes vízi halgazdálkodással kapcsolatos kutatások területén említésre méltó a Haltani Társaság, továbbá egyes Nemzeti Parkok, horgászegyesületek és civil szervezetek által végzett eseti kutatómunka is.

A magyar kutatók eredményei, elsősorban a halszaporítás, a pontynemesítés, illetve a tavi technológiák fejlesztésének területén nem csak a hazai haltermelés fejlesztését segítették, hanem hozzájárultak a fejlődő világ élelmiszer ellátásának javításához elsősorban FAO projektek keretében. Woynárovich Elek professzor nevét mindenütt ismerik a világon tavi haltermelést folytató országokban. A hazai halászati kutatás „nagy öregjei" között tartjuk számon Dr. Bakos Jánost, aki a pontynemesítés, illetve Horváth László professzort, aki a halszaporítási és ivadéknevelési technológiák fejlesztésében ért el kimagasló eredményeket. Őket számos fiatalabb kutató követi, akik különböző tudományterületen végzett értékes kutatómunkájukkal, újabban multidiszciplináris team munka keretében tevékenykedve öregbítik a hazai halászat hírnevét és szolgálják annak fejlesztését.

A hazai kutatók és kutatóintézmények az édesvízi akvakultúrával szembeni új kihívásokat figyelembe véve nem csak az édesvízi akvakultúra „klasszikus" szakterületein végeznek színvonalas kutatómunkát, de európai viszonylatban is élen-

járnak erőforrás kímélő (környezetbarát és víztakarékos) új technológiák fejlesztésében, a halastavi gazdálkodás új lehetőségeinek feltárásában, illetve a halfajválaszték növelését elősegítő kutatómunkában. Az európai akvakultúra fejlesztésére irányuló programokban és kezdeményezésekben a magyar kutatók a legaktívabb közép-és kelet európai résztvevők. Említésre méltó a HAKI részvétele az EU kutatási keretprogramjaiban, az aktív magyar részvétel az Európai Akvakultúra Technológiai és Innovációs Platform (EATIP) munkájában, illetve a magyar szerepvállalás abban (főleg az Akvakultúra Központok Közép- és Kelet-Európai Hálózatán, a „NACEE"-n keresztül), hogy a közép- és kelet-európai országok halászati kutató intézményei minél aktívabb szereplői legyenek az Európai Kutatási Térségnek.

A hazai halászati kutatások nemzetközileg is figyelemre méltó eredményei nehéz finanszírozási körülmények között születtek, tekintettel arra, hogy a halászati ágazat többségében olyan kisvállalkozásokból áll, amelyek tőkeszegények és forráshiányosak, illetve kevés a halászati ágazat fejlesztését szolgáló K+F pályázat. A kutatói és termelői összefogás eredményeképpen voltak azonban olyan nagyobb, sokszereplős komplex projektek, mint az NKTH (Széchenyi Terv és NKFP) által finanszírozott és a SZIE Halgazdasági Tanszéke által koordinált „A hazai halászati ágazat technológiai alapjainak minőségi fejlesztése", illetve „Az őshonos ragadozó halfajok állományainak növelési stratégiája a faunaidegen gyomhalállományok egyidejű visszaszorításával" című projektek. A két, együttesen 491 millió Ft-os költségvetésű „nagyprojekt" végrehajtásában 8 kutatóhely és 21 vállalkozás vett részt. Az utóbbi években kevesebb a halászat fejlesztését szolgáló nagyobb projekt, említésre méltó azonban az „Exportképes halfajok (barramundi; vörös árnyékhal) termeléstechnológiájának komplex fejlesztése" című, 276 millió Ft költségvetésű projekt (Nemzeti Technológiai Program), amely koordinátora a jászkiséri Halas Kft. Említésre méltó továbbá az is, hogy az EU támogatással megvalósuló akvakultúra-fejlesztési projektekbe elsősorban a HAKI partnerkapcsolatai révén magyar kisvállalkozások is bekapcsolódtak. Így a „Lucioperca", a „Sustainaqua" és az „Aquamax" projektekben öt magyar kisvállalkozás vett részt. Bár a Halászati Operatív Program kutatást nem finanszíroz, a HOP 3. tengelyének 2012-ben beinduló „Közösségi Halászati Tudás és Technológia Transzfer" programja sok olyan innovációt támogató programelemet tartalmaz, amely megvalósítása elősegíti a kutatási eredmények alkalmazását.

A kutatási eredmények, illetve az évek alatt felhalmozódott óriási ismeretanyag hasznosítása a közeljövő kiemelt feladata kell, hogy legyen, hiszen Magyarországra is jellemző az „európai paradoxon", miszerint a magas színvonalú kutatások eredményei nagyon kis hatékonysággal járulnak hozzá a halászati ágazat termelékenységének és hatékonyságának növeléséhez. A kényszerű költségvetési megszorítások miatt 2011 derekán a hazai halászati kutatóhelyek komoly forráshiánnyal küszködnek, amit nem tudnak kompenzálni nemzetközi projektek (pl. FP7 projektek, vagy az Európai Halászati Alap Operatív Programjának egyes kutatással kapcsolatos projektjei) sem, hiszen megfelelő szintű alaptámogatás nélkül specifikus K+F projektek sem hajthatók végre. A világgazdaság válságos helyzetében kényszer, de egyben lehetőség is, hogy az ismeretek bővítésének rovására a meglévő ismeretanyag hasznosítására koncentráljunk. Ugyanakkor tovább kell erősíteni azt a tendenciát, hogy a vállalkozások és a kutatóintézmények együttműködésével olyan kutatási stratégiák és programok szülessenek, amelyek

garantálják a kutatási eredmények rövidebb időtávon történő hasznosulását, illetve azt, hogy a kutatási ráfordítások a gazdálkodási szférában többszörösen megtérüljenek.

A hazai halászati kutatások stratégiája a Nemzeti Halászati Stratégiai Tervhez (*NHST*, 2007), illetve az európai akvakultúra stratégához igazodik. Ágazati egyeztetést követően 2010-ben kidolgozásra került egy Halászati K+F+I stratégiai tervezet (*Halászati és Akvakultúra K+F+I*, 2010), amely azonban nem került véglegesítésre. A Magyar Halgazdálkodási Technológiafejlesztési Platform projekt keretében végzett munka eredményeképpen rendelkezésre áll az ágazat szereplőinek véleményére és javaslataira alapozott ágazati K+F stratégiai tanulmány (*MHTP*, 2010). 2011 elején társadalmi vitára került a „Nemzeti Vidékstratégiai Koncepció" (*Vidékfejlesztési Minisztérium*, 2011a; 2011b), amely munníciókat szolgáltat egy halászati K+F stratégia kidolgozásához. E stratégiának be kell ágyazódnia abba az ágazati K+F stratégiába, amelynek kidolgozása nemrégiben elkezdődött.

A HALÁSZATI ÉS AKVAKULTÚRA KUTATÁSOK HELYZETE AZ EURÓPAI UNIÓBAN

A hazai kutatóintézmények tevékenysége az Európai Kutatási Térségben egyre szorosabban összekapcsolódik, illetve össze kell, hogy kapcsolódjon az európai szintű oktatási, kutatási-fejlesztési és innovációs programokkal. Részben amiatt, hogy a hazai kutatáspolitikának összhangban kell lenni az EU kutatáspolitikájával (az EU 2020 stratégia oktatásra, kutatásra és innovációra vonatkozó kezdeményezései kötelező érvényűek lesznek a tagországokra), másrészt amiatt, hogy EU-s kutatási forrásokhoz csak a K+F keretprogramok prioritásaihoz igazodva, más uniós országbeli intézményekkel együttműködve lehet hozzájutni. A szoros uniós kapcsolatok mellett természetesen alapvető fontosságú a nemzeti sajátosságok, illetve a komparatív előnyök adta lehetőségek figyelembe vétele. Megállapíthatjuk azonban, hogy az innovációs készséget és a K+F programok finanszírozását illetően jelentős szakadék tátong a korábbi EU országok és az újonnan csatlakozott kelet-európai országok között.

A 2011 elején közzétett „innovációs eredményjelző tábla" (*PRO INNO EUROPE*, 2011) szerint a kelet-európai tagországok jócskán lemaradnak a nyugat-európai EU országok innovációs teljesítményétől. Magyarország 21. a rangsorban, Lengyelországot, Szlovákiát, Romániát, Litvániát, Bulgáriát és Lettországot megelőzve. Sajnálatos tény – ami nem csak a kelet-európai országok „bűne" –, hogy az EU 6. K+F Keretprogramjának teljes költségvetéséből a 10 kelet-európai tagország részesedése mindössze 4,7%, amely még a társult országok (Izland, Izrael, Lichtenstein, Norvégia és Svájc) 6%-os részesedésénél is kevesebb (*European Commission, DG Research*, 2008a), *(1. ábra)*. A 7. K+F Keretprogram első évét követő pályázati sikerindexet elemezve megállapítható, hogy a kelet-európai országok közül Csehország és Észtország sikerindexe a legmagasabb 21–30%-os tartományban volt, Lengyelország és Szlovénia sikeressége már csak a 16–17%-os tartományba esett (Olaszországgal és Portugáliával együtt), míg a többi kelet-európai ország sikerindexe (Görögországéhoz hasonlóan) 15% alatt maradt (*European Commission, DG Research*, 2008b).

1. ábra **Az EU-hoz újonnan csatlakozó közép- és kelet európai országok részedése az EU 6. Kutatási Keretprogramjának teljes támogatásából mindössze 4,7% volt**
(European Commission, DG Research, 2008a)

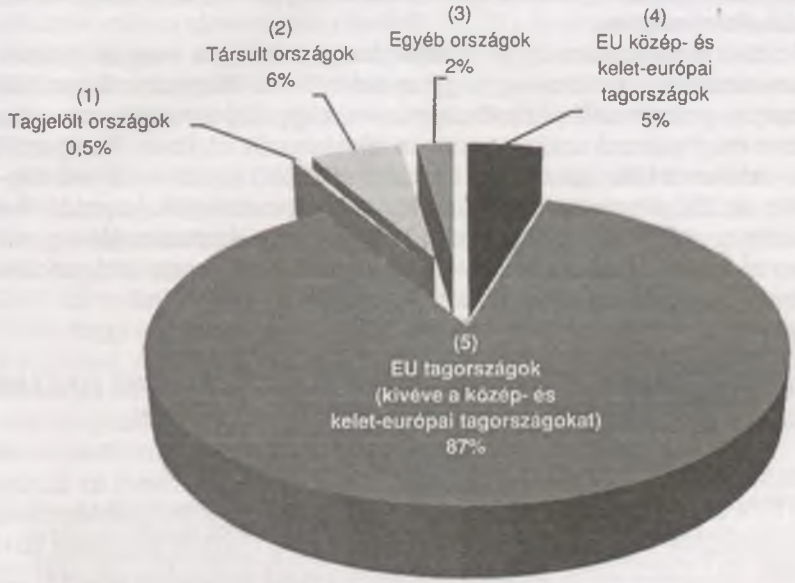


Figure 1. The share of Central and Eastern European New EU Member States in the total support provided by the 6th Framework Project of the EU was only 4.7% (Source: European Commission, DG Research, 2008a)
Candidate countries (1); Associated countries (2); Other countries (3); Central and Eastern European Member States of the EU (4); EU Member States (with the exception of Central and Eastern European Member States) (5)

A fentebb ismertetett adatok általában jellemzik a kelet-európai innovációs szintet és kutatási aktivitást, de a halászat és akvakultúra területén a helyzet hasonló, illetve a bemutatottnál talán kedvezőbb is lehet. Az Aquainnova projekt keretében a közelmúltban egy összeállítás készült az EU által támogatott olyan kutatási programokról (nem teljes körűen), amelyek az édesvízi akvakultúra fejlesztésére irányulnak, illetve amelyeknek édesvízi komponense is van. A projektekben résztvevők elemzése alapján megállapítható, hogy a 43 projektben 693 kutatóintézet, szervezet és kisvállalkozás vett részt, amelyek közül 52 volt kelet-európai. Ez a részvételi arány kb. 7,5%-ot jelent. Más kelet-európai országokhoz viszonyítva a magyar részvétel ugyanakkor viszonylag magas volt (14 konzorciumi tagság), elsősorban a HAKI révén. Az intézet 8 projektben vett részt és egynek (EUROCARP) koordinátora is volt. A 43 projekt közül még egynek az „ADAPOND" nevű projektnek volt kelet európai koordinátora az észt Remedium kisvállalkozás révén.

Kelet-Európa alulreprezentáltságának az európai K+F programokban több olyan ismert oka van, mint például az alulfinanszírozottság, a kapcsolatok hiánya, az EU pályázati rendszerének nem kellő ismerete, a nyelvtudás korlátai, azonban az EU-ban sem működik olyan „segítő mechanizmus", amely hozzájárulna ahhoz, hogy a kelet európai kutatóintézmények egyre jobban beintegrálódjanak az Euró-

pai Kutatási Térségbe. A halászati és akvakultúra kutatások területén a helyzet talán kedvezőbb, tekintettel az ágazat viszonylag kis méretére és az aktív intézményi kapcsolatokra, különös tekintettel a HAKI-nak még a FAO által megalapozott nemzetközi tevékenységére.

Az akvakultúra kutatások területén a kelet európai és így a magyar részvétel lehetőségét nehezíti az a körülmény, hogy az extenzív és félintenzív tógazdálkodás sajátosságai, problémái és lehetőségei nem, vagy alig ismertek az európai akvakultúrában meghatározó szakemberek és döntéshozók körében. Pedig az EU bővítésekor – amikor a tóterület 60 000 hektárról 340 000 hektárra növekedett- a tógazdálkodás az EU akvakultúrájának sajátságos elemévé vált. Az utóbb évek szakmai és lobbi tevékenységének eredményeképpen a tavi haltermelés egyre inkább elismert szegmense az Unió akvakultúra ágazatának, amely a tógazdálkodással kapcsolatos kutatások nagyobb támogatottságához vezethet.

AZ INTELLIGENS, TUDÁSBÁZISÚ NÖVEKEDÉS AZ EU, ILLETVE HAZÁNK AKVAKULTÚRA ÁGAZATÁNAK FEJLESZTÉSÉBEN

Bár a 2000-ben elfogadott Lisszaboni Stratégia fő célja, miszerint az Európai Uniónak 2010-re a világ legdinamikusabban fejlődő és legversenyképesebb tudásalapú gazdaságává kell, hogy váljon nem teljesült, az Európai Bizottság 2010-ben közzétette „EU 2020" című gazdaságmodernizációs programjavaslatát (*Európai Bizottság*, 2010). Az új stratégia célja egyrészt a válságból való kilábalás, másrészt Európa versenyképességének és fenntartható növekedésének hosszú távú biztosítása. Az EU 2020 stratégia középpontjában három prioritás áll a következők szerint:

- Intelligens növekedés – a tudásra és az innovációra épülő gazdaság kialakítása;
- Fenntartható növekedés – erőforrás-hatékonyabb, környezetbarátabb és versenyképesebb növekedés;
- Inkluzív (minden társadalmi rétegre kiterjedő) növekedés – magas foglalkoztatás, valamint gazdasági, szociális és területi kohézió jellemezte gazdaság ösztönzése.

Gyorsan változó világunkban az oktatásnak, a kutatásnak, és az innovációnak kiemelkedő szerepe van. A tudás képezi a fenntartható növekedés hajtóerejét. A kutatás-fejlesztést illetően a stratégia számszerűsített célkitűzése az, hogy 2020-ig az uniós GDP 3%-át K+F-re kell fordítani. Jelenleg Európában a K+F kiadások aránya 2% alatt van, ami elmarad az USA-beli 2,6%-tól és Japán 3,5%-ától. Az EU 2020 stratégia meghatározó az innovációt segítő uniós eszközök, így a strukturális alapok (pl. Európai Halászati Alap), a vidékfejlesztési alapok, a K+F keretprogram és egyéb alapok, keretprogramok és tervek kidolgozása során.

Az EU Közös Halászati Politikájában (KHP) az akvakultúra eddig méltatlanul alárendelt szerepet játszott a tengeri halászattal szemben. A világ növekvő népessége élelmiszer ellátásának jövőbeni lehetőségeit vizsgáló tanulmányok egyik fontos alternatívaként az akvakultúrát említik (*Fedoroff és mtsai*, 2010; *Westhoek és mtsai*, 2011). Az EU-ban is egyre nagyobb az akvakultúra fontosságának a felismerése, ami a KHP reformja, illetve az új Európai Halászati Alap kidolgozása

során várhatóan beépül a közösségi szabályozásba is, nagyobb lehetőséget biztosítva az akvakultúra fejlesztésének. Maga az ágazat is aktív volt abban, hogy az EU akvakultúrája megfelelő elismerést és támogatottságot kapjon úgy a döntéshozók, mint a társadalom részéről. Az EU fenntartható akvakultúra fejlesztésének 2009-ben közzétett stratégiája az ágazat lendületvételét hangsúlyozza (*Európai Bizottság*, 2009). Szükség van ugyanis a termelési volumen növelésére, a versenyképesség javítására, ami innovációt, illetve azt megalapozó kutatást igényel.

Az Európai Unió akvakultúra fejlesztésének nagy ellentmondása az, hogy míg az EU-ban az akvakultúra kutatás intézményrendszere világhírű és a kutatás eredményei világszínvonalúak, addig az EU akvakultúra termelése stagnál *(2. ábra)* és az EU-ban elfogyasztott összes haltermék 74%-a importból származik (*AIPCE*, 2008). Ez a tény nem csak a tudás és technológia transzfer gyengeségeit, de azt is jelzi, hogy a kutatás nem mindig a gyakorlat által felvetett problémák megoldására irányul. A kutatás és a gyakorlat közötti nagyobb összhangot, az ágazat fejlődését és versenyképességének növelését szolgáló innovációt megalapozó kutatási programok kidolgozását hivatottak segíteni az európai technológiai és innovációs platformok.

2. ábra **Az EU akvakultúra termelés évi átlagos halmozott növekedésének (APR) százalékos értéke –0,99 volt 2000 és 2009 között szemben a prognosztizált 4%-os növekedéssel. Ugyanezen időszakban a nem EU tag európai országok akvakultúra termelése évente 7,1%-kal növekedett, amely elsősorban a norvég és a török akvakultúra dinamikus fejlődésének köszönhető** *(FAO, 2011)*

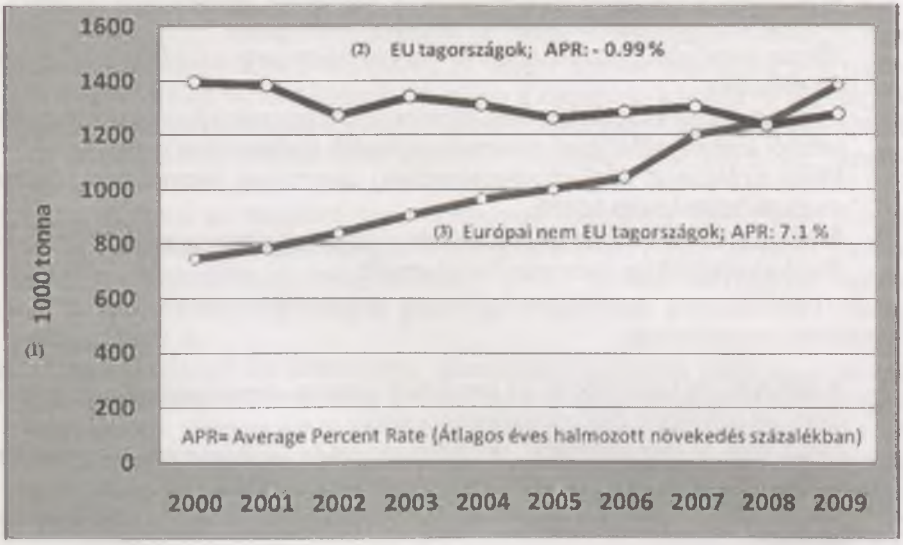


Figure 2. The annual percentage rate (APR) of aquaculture production in the EU was 0.99 between 2000 and 2009, as compared to the forecasted growth rate of 4%. The aquaculture production of non-EU-member countries of Europe showed an annual increase of 7.1% in the same period, which is mainly due to the dynamic growth of Norwegian and Turkish aquaculture (FAO, 2011)
1000 tons (1); EU Member States (2); Non-EU-member countries of Europe (3)

Az európai akvakultúra szektor élenjárt abban, hogy saját erőforrások felhasználásával létrehozta az Európai Akvakultúra Technológiai és Innovációs Platformot (EATIP), amely az akvakultúrában érdekeltek – elsősorban a termelők és a kutatók – összefogásával kidolgozza az európai akvakultúra jövőképét, kutatási és innovációs stratégiáját, illetve a végrehajtás tervét. Az EATIP nyolc tematikus területe által kidolgozott dokumentumok elérhetők a platform honlapján: http://www.eatip.eu/. Az elmúlt évek aktív munkájának eredményeképpen (a programban magyar kutatók is részt vettek) különböző tematikus területeken körvonalazódtak hosszabb távú kutatási és innovációs stratégiák, amelyek közös elemei az alábbiakban foglalhatók össze:

Dinamikus európai kutatás és innováció

- Ágazati és társadalmi igények diktálta kutatási feladatok megoldása az alap- és az alkalmazott kutatások területén a legkorszerűbb eszközök és módszerek alkalmazásával
- Multi-diszciplináris elvek alkalmazása
- Hatékony „tudás menedzsment" és technológia transzfer iránti igények kielégítése
- Speciális oktatási anyagok és képzési programok kifejlesztése az akvakultúra terméklánc mentén.

Felelősségteljes akvakultúra terméklánc

- Elfogadott módszerek alkalmazása a természeti erőforrások fenntartható módon történő hasznosítása és védelme érdekében
- Magas minőségű, biztonságos és tápláló élelmiszer előállítása hatékonyan és etikusan
- Innovatív technológiák és menedzsment módszerek alkalmazásával „kevesebből többet" előállítani minimális hulladék keletkezése mellett
- Minél szélesebb körű munkalehetőség teremtése, biztonságos és stabil munkakörülmények között
- A fogyasztók által igényelt termékek piacra juttatása a termékekhez kapcsolódó szükséges információkkal együtt.

Társadalmi elfogadottság

- A technológia transzfer és az innováció sikeres végrehajtását szolgáló speciális és hatékony hálózatok létrehozása
- Részvétel a sokszereplős, multidiszciplináris jellegű szakirányításban a megkívánt átláthatóságot és felelősségvállalást biztosítva
- Társadalmi párbeszéd az akvakultúra terméklánc minden elemére vonatkozóan.

Az akvakultúra kutatási és innovációs stratégiája fentebb említett elemeinek megvalósítása komoly koordinációs feladatokat igényel az ágazat egyes tematikai területei között, illetve nemzeti és európai szinten, amely során fokozottan kell figyelembe venni a következőket:

- Az akvakultúra fejlesztésére irányuló kutatást és innovációt intenzifikálni, koncentrálni és támogatni szükséges
- A kutatási és a termelő szektorok között, illetve azokon belül hálózatokat kell létrehozni, azok hatékony működését biztosítani úgy, hogy azokban az állami szervek képviselők mellett részt vegyenek a civil szervezetek is
- Erősíteni kell a fejlesztést szolgáló kapacitásokat a teljes terméklánc mentén beleértve a jogszabályi kereteket, a kutatás-fejlesztés-innováció és oktatás feltételeit, illetve a finanszírozási és értékesítési feltételeket.

Az EATIP munkájában részt vevő több száz vezető akvakultúra szakember természetesen kidolgozott részletes kutatási és innovációs stratégiákat is az akvakultúra különböző szakterületein. Ezek közül kiemelem a „Technológia és Rendszerek" tematikus területen belül létrejött „Édesvízi Tógazdasági Munkacsoport" által kimunkált kutatási program javaslatot, amelynek főbb elemei az alábbiak.

1. Környezetileg fenntartható ágazat megteremtése új ismeretek és technológiai innovációk alkalmazása révén: integrált akvakultúra rendszerek fejlesztése (pl. tó a tóban, tavi recirk); meglévő tavi technológiák fejlesztése a tápanyagok jobb hasznosításával (pl. perifiton szubsztrátumok alkalmazása, C:N arány szabályozása, tápanyagok mobilizálása, alternatív polikultúra).
2. Az EU akvakultúra termékek iránti igényének kielégítése hatékony technológiák fejlesztésével, amelyek megteremtik az alapját a termelés folyamatos növelésének: új fajok a tavi akvakultúrában (őshonos és nem őshonos fajok); tógazdasági termékek bio-, illetve öko- címkézése.
3. Az akvakultúra szektor gazdaságosságának biztosítása a menedzsment munka javításával és a technológiák fejlesztésével, kiemelten a tenyészanyag termelés biztonságának növelése a ragadozó kártétel és a betegségek okozta veszteségek csökkentésével (szabályozott körülmények között, pl. recirkulációs rendszerben történő neveléssel, vakcinázással, tápetetéssel).
4. A halak etikai és állatjóléti szempontoknak megfelelő, illetve egészséges előállítása, különös tekintettel a lehalászásra és az egyre növekvő jelentőségű feldolgozásra (pl. kábítás, leölés). E K+F tématerület magába foglalja a haljólét monitoringozására alkalmas módszerek kifejlesztését, illetve adaptálását is.
5. Magas minőségű és biztonságos akvakultúra termékek előállításának biztosítása, tekintettel arra, hogy a tógazdasági haltermelés területén is egyre növekszik a „magas minőség" és az „élelmiszerbiztonság" fontossága a feldolgozás fejlődésével párhuzamosan. Az erre irányuló K+F munka kiterjed a minőség és az eltarthatóság meghatározására alkalmas módszerek kifejlesztésére, illetve adaptálására is.

Természetesen az EATIP minden egyes tematikus területének kutatási és innovációs programja tartalmaz a hazai akvakultúra számára is fontos elemeket, amelyeket ismernünk kell, illetve részt kell vennünk a program végleges kidolgozásában, hiszen az EATIP akvakultúra kutatási stratégiájának figyelembe vételével kerül majd sor kutatási pályázatok kiírására illetve projektek finanszírozására.

Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a hazai haltermelés színvonalának fejlesztése során, illetve az azt segítő kutatási programok tervezésénél a hagyományos tógazdálkodás fejlesztése mellett egyre nagyobb figyelmet kell fordítani a környezetbarát intenzív rendszerek, illetve a halfeldolgozás fejlesztésére irányuló kutatómunkára. A hazai haltermelés volumenének növelése ugyanis hosszabb távon elsősorban az intenzív rendszerek *(3. ábra)* alkalmazása révén biztosítható.

3. ábra **Magyar fejlesztésű környezetbarát recirkulációs rendszer, amelyben hazánkban eddig nem ismert halfajok új technológiával történő előállítása folyik a jászkiséri Halas Kft. által vezetett konzorcium K+F munkájának eredményeként. A projektet a Nemzeti Innovációs Hivatal Nemzeti Technológiai Programja támogatja**

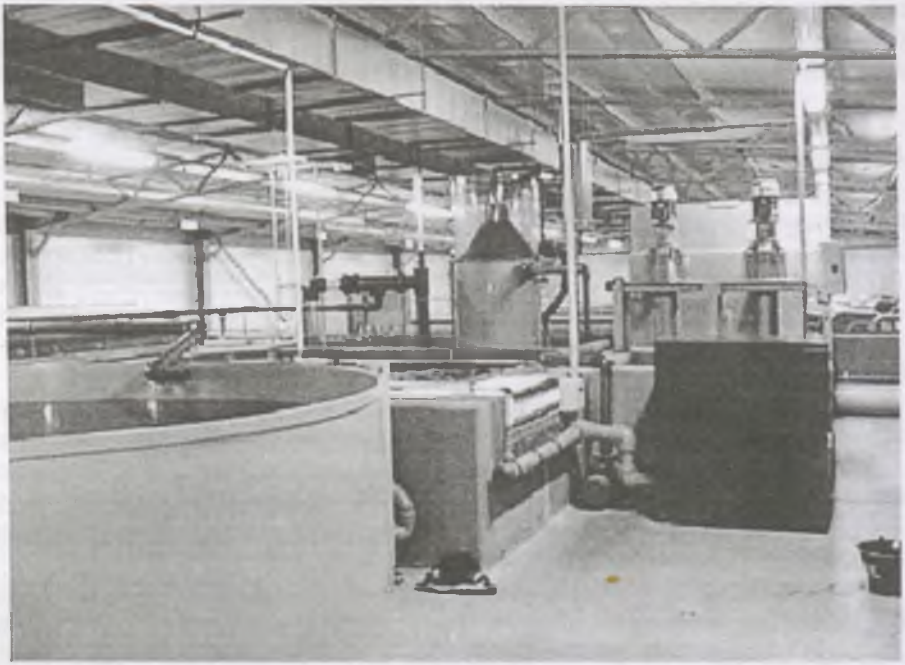


Figure 3. An environmentally friendly recirculating aquaculture system developed by Hungarian experts for producing fishes previously unknown in Hungary using new technologies as a result of the R&D work of the consortium led by Jászkiséri Halas Ltd. The project has been supported by the National Technology Programme of the National Innovation Office

Az elkövetkezendő évek hazai akvakultúra kutatási programjainak tervezéséhez alapul szolgál az EATIP akvakultúra kutatási stratégiája és a korábban említett hazai kutatási stratégia, illetve annak prioritásai. Ahhoz, hogy a kutatás valóban a hazai akvakultúra fejlődésének alapja lehessen nem csak európai szinten támogatott kutatási stratégiára, kutatási programokra, nemzetközileg is elismert kutatási erőforrásokra, illetve hatékony tudás- és technológia transzfer módszerekre van szükség, de szükség van a gazdálkodók nagyobb innovációs készségére is. Folytatni kell az olyan ágazati szakmai fórumokat, mint a 35. éve megrendezésre kerülő HAKI Napok, a gödöllői szakember találkozók, vagy a Magyar

Akvakultúra Szövetség által rendezett szakmai workshopok. Ki kell használni a Halászati Operatív Program adta lehetőségeket, hiszen a HOP keretében beinduló Közösségi Halászati Tudás és Technológia Transzfer Program olyan eszközöket kínál, amelyek soha nem látott módon járulhatnak hozzá az ágazat versenyképességének növeléséhez. Szükség van azonban a szemléletváltásra, az innováció szükségességének a megértésre, a kutatási eredmények alkalmazása iránti fogékonyság növelésére, még akkor is, ha egyelőre még több más módja is létezik a gazdasági eredményesség növelésének, de legalább megőrzésének. A kutatás és a gyakorlat együttműködése kutatási programok kidolgozásában és végrehajtásában ma már teljes mértékben elfogadott, fontos azonban annak az új paradigmának a figyelembe vétele, amely hangsúlyozza a „tudomány a társadalomért" elv fontosságát. Az akvakultúra akkor lehet versenyképes, ha nem csak a termékei elégítik ki a fogyasztói igényeket, de maguknak a termelési módszereknek, az alkalmazott technológiáknak is megvan a társadalmi elfogadottsága. Az akvakultúra fejlesztéséhez nyilván politikai akarat, illetve politikai támogatottság szükséges, ezért a tudományos igényességet és objektivitást képviselő kutatóknak részt kell venniük a döntéshozók tájékoztatásában, illetve a törvények és rendeletek kidolgozására irányuló folyamatokban is.

IRODALOMJEGYZÉK

AIPCE (2008): White fish study, 2008. A.I.P.C.E. EU Fish Processors' Association, Brussels, October 2008. http://aipce-cep.org/documents/AIPCEWhiteFishStudy2008.pdf

European Commission, DG Research (2008a): FP6 Final Review: Subscription, Implementation, Participation. June 2008, Brussels http://ec.europa.eu/research/reports/2008/pdf/fp6-final-review.pdf

European Commission, DG Research (2008b): FP7 Subscription and Performance during the first year of implementation. June 2008, Brussels http://www.eurosfaire.prd.fr/7pc/doc/1215760240_fp7_1st_year__subscription_performance.pdf

Európai Bizottság (2009): A Bizottság Közleménye az Európai Parlamenthez és a Tanácshoz, Fenntartható jövő kialakítása az akvakultúra számára, Új lendület az európai akvakultúra fenntartható fejlődését szolgáló stratégiának. Brüsszel, 2009.4.8. COM (2009) 162. végleges http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0162:FIN:HU:PDF

Európai Bizottság (2010): A Bizottság Közleménye, Európa 2020, Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája. Brüsszel, 2010.3.3. COM (2010) 2020 végleges http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_HU_ACT_part1_v1.pdf

FAO (2011): FAO Fisheries and Aquaculture Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat Plus version 2.32. Universal software for fishery statistics time series. Rome (available at http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en).

Fedoroff, N.V. – Battisti, D. S. – Beachy, R. N. – Cooper, P. J. M. – Fischhoff, D. A. – Hodges, C. N. – Knauf, V. C. – Lobell, D. – Mazur, B. J. – Molden, D. – Reynolds, M. P. – Ronald, P. C. – Rosegrant, M. W. – Sanchez, P. A. – Vonshak, A. – Zhu, J. K. (2010): Radically Rethinking Agriculture for the 21st Century. Science 12. February 2010: Vol. 327 no. 5967. 833–834. http://www.sciencemag.org/content/327/5967/833.full

Halászati és Akvakultúra K+F+I (2010): Nem publikált kézirat, amely a Jászkiséri Halas Kft, a HAKI, a Debreceni Egyetem AMTC, a SZIE MKK Halgazdálkodási Tanszék, a Kaposvári Egyetem ÁK, az MTA BLKI és az MTA ÁOTKI munkatársainak közreműködésével készült. http://www.haki.hu/dokumentumok/dir3/732_7_K_F_I_HALASZAT.pdf

MHTP (2010): Magyar Halgazdálkodási Technológiafejlesztési Platform, Stratégiai Kutatási Terv, Gödöllő, 2010. Nem publikált kézirat társadalmi egyeztetésre. http://fishplatform.szie.hu/anyagok/platform_startegia_tarsadalmi_egyeztetes.pdf

NHST (2007): Magyarország Nemzeti Halászati Stratégiai Terve a 2007-2013-as tervezési időszakra. 2007. október. http://www.fvm.gov.hu/doc/upload/200711/07_okt_nhst_hu.pdf

PRO INNO EUROPE (2011): Innovation Union Scoreboard, 2010. The Innovation Union's performance scoreboard for Research and Innovation. http://www.proinno-europe.eu/metrics

Vidékfejlesztési Minisztérium (2011a): Nemzeti Vidékstratégiai Koncepció 2020 I. Agrár-, élelmiszer-, környezet- és vidékstratégiai tézisek. (vitaanyag) Budapest, 2011. április 8. http://www.kormany.hu/download/2/13/30000/nvs_koncepcioi_tezisek_vitaanyag_20110408.pdf

Vidékfejlesztési Minisztérium (2011b): Nemzeti Vidékstratégiai Koncepció 2020 II. Agrár-, élelmiszer-, környezet- és vidékstratégiai alapvetések. (vitaanyag) Budapest, 2011. április 8. http://www.kormany.hu/download/1/13/30000/nvs_koncepcioi_alapvetesek_vitaanyag_20110408.pdf

Westhoek, H. – Rood, T. – van den Berg, M. – Janse, J. – Nijdam, D. – Reudink, M. – Stehfest, E. (2011): The Protein Puzzle, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/node/54504

Érkezett: *2011. augusztus 30.*

Szerző címe: *Váradi L.*
Halászati és Öntözési Kutatóintézet
Authors' address: Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation
H-5541, Szarvas Anna-liget 8
varadil@haki.hu

A HALTENYÉSZTÉS GENETIKAI ALAPJAINAK MEGŐRZÉSE

JENEY ZSIGMOND – VÁRADI LÁSZLÓ – LEHOCZKY ISTVÁN – BAKOS JÁNOS – NAGY ZOLTÁN TAMÁS – BERCSÉNYI MIKLÓS

ÖSSZEFOGLALÁS

A magyarországi haltenyésztés továbbra is pontyközpontú. A pontytenyésztés genetikai alapjainak megőrzésében fontos szerepet játszott a szarvasi élő ponty-génbank fenntartása. A több, mint 50 éves munka tapasztalatai és tudományos eredményei modellként szolgálhatnak a haltenyésztés genetikai alapjainak szélesebb körű és hatékonyabb megőrzéséhez.

SUMMARY

Jeney, Zs. – Váradi, L. – Lehoczky, I. – Bakos, J. – Nagy, Z. T. – Bercsényi, M.: CONSERVATION OF GENETIC RESOURCES OF FISH CULTURE

Aquaculture in Hungary remains carp-dominated. Maintenance of the live genebank at HAKI, Szarvas played an important role in conservation of genetic resources of carp culture. Experiences and scientific results of work done in more than 50 years could serve as a model in wider and more effective conservation of genetic resources of aquaculture.

BEVEZETÉS

Az emberiség által elfogyasztott halak felét még mindig a természetes vizekben, elsősorban a tengereken halászott/fogott halak adják, miközben a baromfi-, a sertés- és a marhahús már régóta nem vadászatból származik. Az állattenyésztés többi ágához képest a halak és vízi élőlények háziasítása és tenyésztése többezer éves késéssel indult el (*1. ábra*) és még ma is „gyerekcipőben jár". A későbbi kezdetet gyors fejlődés kompenzálja. Az elmúlt 40 évben a halak tenyésztése, más szóval az akvakultúra robbanásszerű fejlődésen ment keresztül ennek mind pozitív, mind negatív velejáróival együtt.

1. ábra **A halak és vízi élőlények háziasítása jóval a kultúrnövények és a melegvérű haszonállatok után kezdődött el** *(Benzie, 2010)*

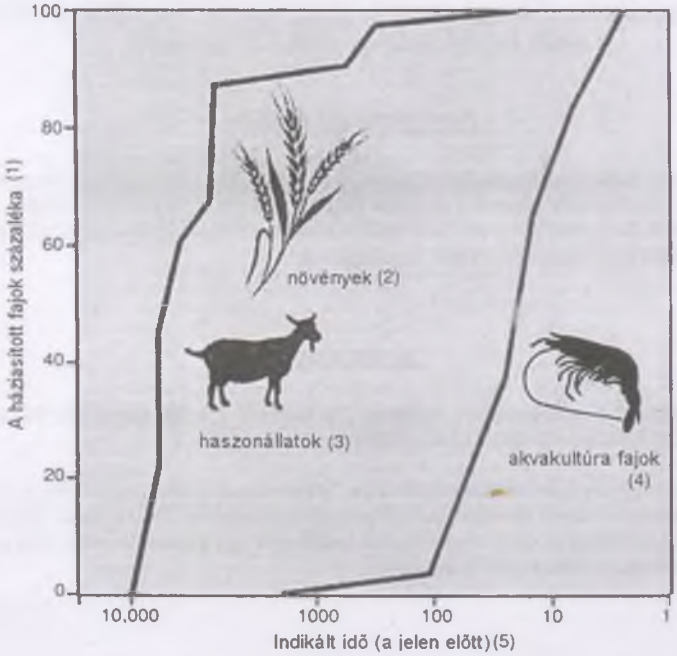


Figure 1. Domestication of fish and aquatic organisms started much after crops and farmed animals (Benzie, 2010)
Percent of species domesticated (1); crops (2); farm animals (3); aquaculture species (4); indicative time (years before present) (5)

A világ akvakultúra termelését négy nagy csoport adja: halak – 30 millió tonna (értékben 55%), kagylófélék – 14 millió tonna (értékben 15%), rákfélék – 4 millió tonna (értékben 20%) és vízinövények – 14 millió tonna (értékben 10%) (*Sorgeloos*, 2010).

A faji összetételt tekintve megállapíthatjuk, hogy egyfelől a tenyésztett fajok száma csak elenyésző töredéke az elvileg rendelkezésre álló vad fajok számának,

1. táblázat

A halak és vízi élőlények tenyésztett és vadon élő fajainak száma *(Benzie, 2010)*

	Vad fajok száma (1)	Tenyésztett fajok száma (2)	A termelés (3)		Háziasított (4)	
			99%-át adja (5)	80%-át adja (6)	faj (7)	%
Halak (8)	31 000	227	44	9	91	40
Kagylók (9)	85 000	77	19	6	30	39
Rákok (10)	47 000	35	11	4	19	54
Tengeri alga (11)						
Összesen: (12)	196 000	359	76	21	136	37

Table 1. Number of cultured and wild aquatic organism species (Benzie, 2010)
Number of wild species (1); Number of cultured species (2); Proportion of production is given by (3); Domesticated (4); 99% is by species (5); 80% is by species(6); species (7); Fish (8); Mussels (9); Crustaceans (10); Marine algae (11); Total (12)

másfelől viszont máris sokkal több fajon alapul, mint az állattenyésztés egyéb ágai (*Benzie*, 2010).

A világ haltenyésztését Kína uralja a termelés 63%-ával. Kínán kívül Ázsiáé további 26%, míg a világ többi része mindössze 11%-on osztozik (*FAO*, 2010). A világ legnagyobb volumenben tenyésztett halfajai a fehér busa, az amur, a ponty, az ún. indiai pontyok közül a catla, a pettyes busa, a nílusi tilápia és a kárász. A világ harmadik legelterjedtebb édesvízi halának számító ponty (*Cyprinus carpio* L.) Európában és Ázsiában természetes módon van jelen, míg Amerikába, Afrikába és Ausztráliába az emberi tevékenység által jutott el. Népszerűsége elsősorban Európa középső és keleti részén, valamint Ázsiában évezredek óta töretlen. A táplálkozási lánc/piramis alján elhelyezkedő, jól növekvő és jól halászható, kitűnő húsú ponty mindig előkelő helyet foglalt el az emberiség táplálkozásában.

Európában a haltermelés 75%-a a tengerekből származik növekvő trend mellett. Az édesvízi haltermelés a múlt század 90-es éveiben bekövetkezett visszaesés (politikai és gazdasági változások Közép- és Kelet Európában) után stagnál. A brakvízi termelés mértékében nincs változás az elmúlt két évtizedben. A halak fajlistáját az atlanti lazac vezeti, míg az édesvízi halak között a pisztráng és a ponty dominálnak. Előbbi Európa nyugati részén, míg utóbbi Közép- és Kelet-Európában.

Magyarország halászati és akvakultúra erőforrásait 134 000 ha természetes víz, 25–26 000 ha halastó és komoly (részben feltáratlan) termálvíz-készlet jelenti. A természetes vizeinken 2009-ben 6364 t halat fogtak, amelynek 80%-a horgászzsákmány volt (*Pintér*, 2010). A halastavakon mintegy 14 000 t halat termeltek, amely 9 fő fajból áll össze a ponty egyértelmű dominanciája (76%) mellett, míg az intenzív rendszerekben megtermelt mintegy 2000 t hal 94%-a afrikai harcsa volt (*AKI*, 2010).

2. ábra **Az európai akvakultúra összetétele** *(FAO, 2010)*

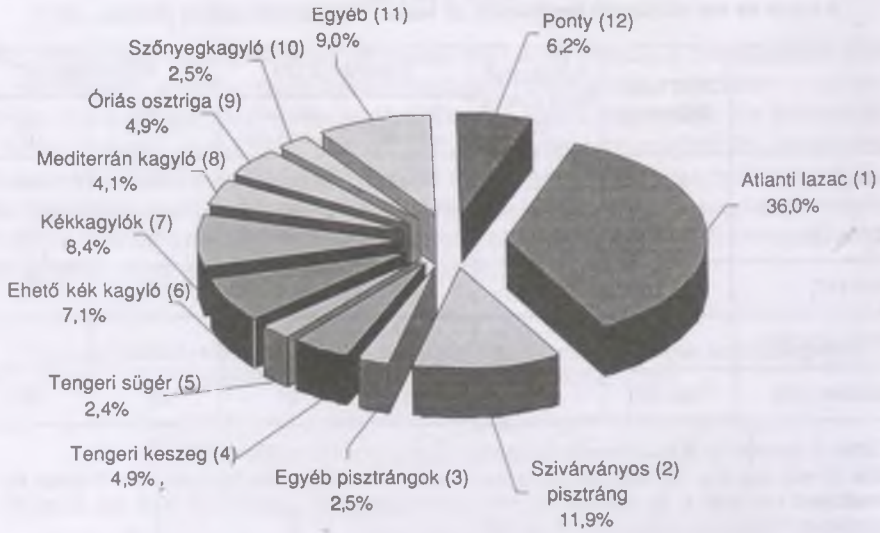


Figure 2. Structure of the European aquaculture (FAO, 2010)
(1) Atlantic salmon; (2) rainbow trout; (3) Other salmonlds; (4) Seabream; (5) Seabass; (6) Edible blue mussel; (7) Blue *mussel; (8) Mediterrean mussel; (9) Giant oyster; (10) Grooved carpet shell; (11) Others; (12) Common carp*

A HALTENYÉSZTÉS GENETIKAI ALAPJAI/GENETIKAI ERŐFORRÁSAI

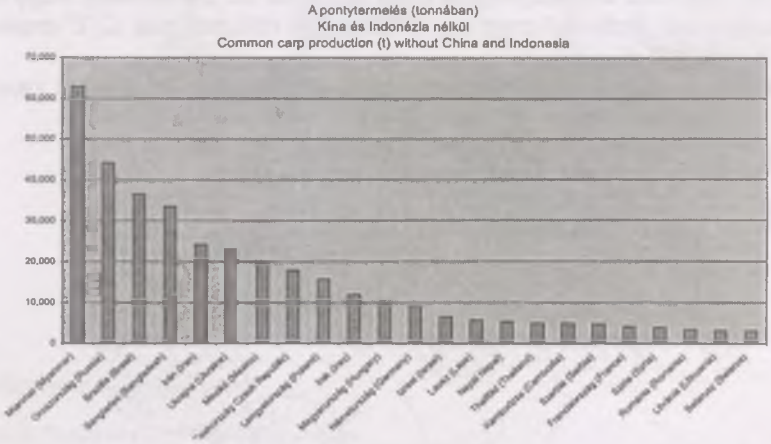
A Biológiai Sokféleség Egyezmény genetikai erőforrásnak (genetikai anyagnak) tekint bármely növényi, állati, mikrobiális vagy más eredetű, az öröklődés funkcionális egységeit tartalmazó anyagot (*A Biológiai Sokféleség Egyezmény*, 1995).

A FAO legújabb szakértői anyagai szerint „élelmiszer- és mezőgazdasági célú vízi genetikai erőforrásoknak" nevezzük a vízi élőlényekből származó genetikai erőforrásokat, amelyeket emberi fogyasztásra szántak mint élelmet, tápanyagot (nutraceutical) és gyógyanyagot (pharmaceutical), vagy az élelmiszeriparban használják, továbbá a természetes vizekből, vagy tenyésztésből származnak, ideértve az állománynövelést, a horgászatot és az akváriumi halak termelését is (*FAO*, 2011a; FAO, 2011b).

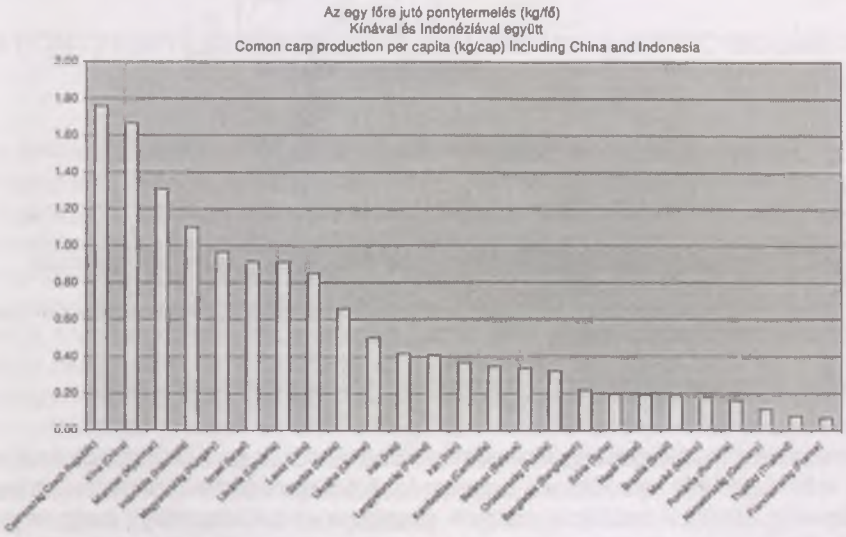
A fenti két általános meghatározás segítségével a „haltenyésztés genetikai alapjainak (erőforrásainak)" nevezzük azokat a genetikai erőforrásokat, amelyek a haltenyésztésben „használt" vízi élőlényekből származnak és az öröklődés funkcionális egységeit tartalmazzák. Ez a meghatározás magába foglalja a populációkat, élő szervezeteket a természetes vizekben, vagy tenyészetekben, élőképes szöveteket, sejteket, szaporító sejteket vagy géneket. A szóba jöhető sok száz növény- és állatfajból a gyakorlati hasznosság elve és a FAO-s kritériumok alapján a gazdaságilag fontos halfajokat célozzuk meg jelen munkában. Ez gyakorlatilag a pontyot és az afrikai harcsát jelenti a magyar haltenyésztésben. Tekintettel arra, hogy utóbbi esetében még nem beszélhetünk genetikai (nemesítési) munkáról, a jelen összefoglalóban a ponty genetikai alapjainak megőrzését ismertetjük. Ez példaként szolgálhat újabb/további genetikai erőforrások megőrzéséhez is.

A ponty az egyik legrégebben háziasított étkezési célú halfaj (*Balon*, 2006). A világ pontytermelése 2,9 millió tonna volt 2007-ben (*FAO*, 2009). Ezt 80 ország és régió termelte meg és a világ édesvízi haltermelésének 9,9%-át jelentette. 1980 és 2007 között a ponty termelése évente 7,8%-kal nőtt a világon. A legnagyobb termelő országok Kína (2 228 585 t) és Indonézia (264 349 t). A többi pontytermelő ország adatait a *3. ábra* mutatja be. Érdekes megemlíteni, hogy az egy főre jutó termelés vonatkozásában Csehország vezeti a listát, míg Magyarország az 5. a világban.

3. ábra **A legfontosabb pontytermelő (*Cyprinus carpio* L.) országok**
(a) a teljes termelés Kína (2,228,585 t) és Indonézia (264,349 t) nélkül és
(b) az egy főre jutó termelés Kínával és Indonéziával együtt (Jeney és Zhu, 2009)



a)



b)

Figure 3. Major carp (Cyprinus carpio L.) producing countries: (a) total production without China (2,228,585 t) and Indonesia (264,349 t) and (b) per capita production with China and Indonesia (Jeney és Zhu, 2009)

A PONTY GENETIKAI DIVERZITÁSA

Kirpichnikov (1999) szerint a ponty 3 alfajra osztható: az európai alfaj, *Cyprinus carpio carpio*, a távol-keleti alfaj, *Cyprinus carpio haematopterus*, és a délkelet-ázsiai alfaj *Cyprinus carpio viridiviolaceus (4. ábra)*. A mikroszatellit-polimorfizmus adatok az európai/közép-ázsiai pontyok ősi szétválására utalnak a kelet/délkelet-ázsiai pontytól, továbbá az európai és közép ázsiai pontyok egyedi/egyhelyi eredetét is igazolják Közép-Ázsiában, amint ez a korábbi allozim- és mtDNA RFLP-vizsgálatokból kiderült. *Kholman és mtsai* (2005) támogatják az európai (*C. c. carpio*) és kelet-ázsiai ponty (*C. c. haematopterus*) megkülönböztetését. Azonban az európai pontyhoz való közelsége miatt általános az a vélemény, hogy a közép-ázsiai ponty nem „érdemel" meg egy önálló alfaji státuszt (pld. *C. c. aralensis*).

4. ábra **A vadponty alfajok elterjedési területe Eurázsiában** *(Kirpichnikov, 1999)*

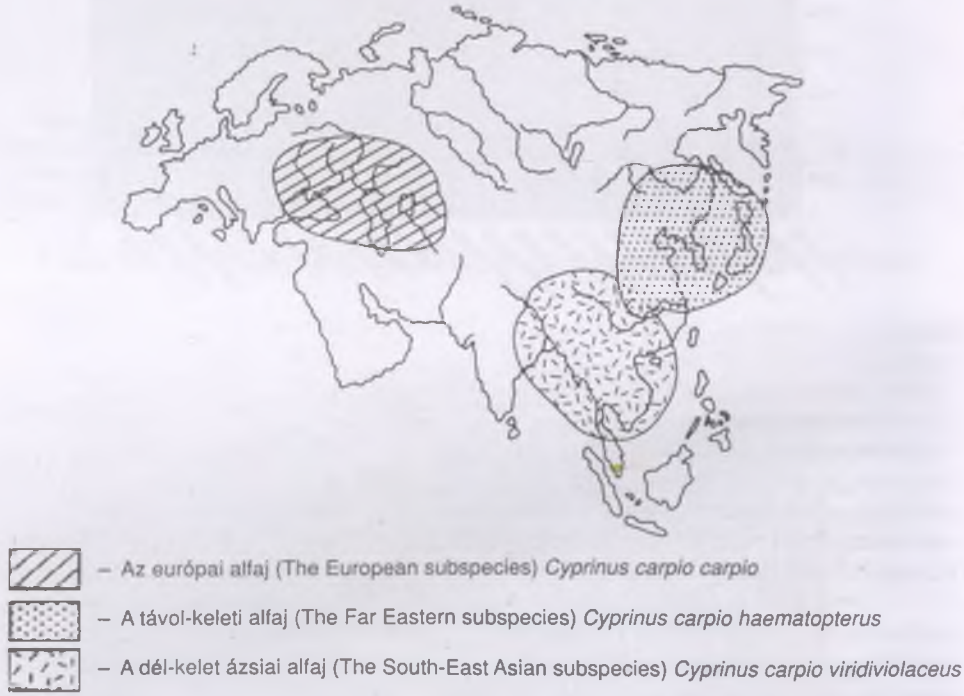
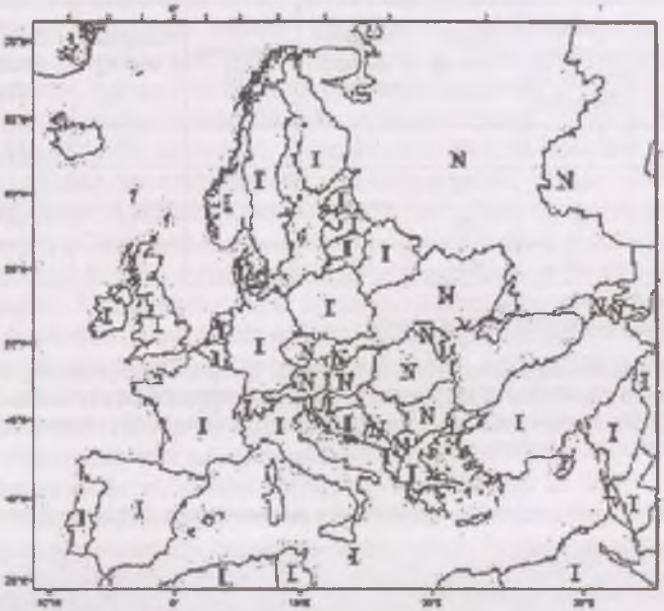


Figure 4. Ranges of wild common carp populations in Eurasia (Kirpichnikov, 1999)

A magas termelőképességű tenyésztett populációkat az ősi formákból háziasították, a hibridjeikből és a visszakeresztezéseikből tömegszelekcióval fejlesztették (*Vandeputte*, 2003). Az európai pontyok esetében ez a Duna-völgy vadpontyaiból történt. Ezek a populációk széles körben elterjedtek a kontinensen *(5. ábra)*. Jelenleg a legnagyobb pontytermelő országok Európában Oroszország, Ukrajna, Csehország, Lengyelország, Magyarország és Németország (*FAO*, 2009).

5. ábra **A ponty eredetének állapota Európában**
(Flajshans és Hulata, 2006)



(N=natív/őshonos; I=nem őshonos)

Figure 5. Status of common carp in Europe
(N=native; I=introduced) (Flajshans and Hulata, 2006)

A PONTYTENYÉSZTÉS GENETIKAI ALAPJAINAK/ERŐFORRÁSAINAK MEGŐRZÉSE

A fontosabb pontytenyésztő országokban szinte mindenütt foglakoznak a ponty genetikai erőforrásainak/alapjainak megőrzésével. Ezek ún. Nemzeti Génerőforrás Leltároktól (Németország) kezdve az *ex situ* élő génbankokon és mélyhűtött spermabankokon keresztül egészen a szövetgyűjteményekig és a speciális adatbázisokig terjednek (*Jeney és Zhu*, 2009). *Bogeruk* (2008) áttekintette 7 európai pontytenyésztő ország ponty genetikai erőforrásait. Összesen 60 „nemzeti fajtát" (köztük 4 vad fajtát) és 25 „külföldi fajtát" írt le a „A pontyfajták katalógusában". A fajták összesítését a *2. táblázatban* mutatjuk be.

Magyarországon az ősi vadpontyok egy-egy tájegységen belül is különböző vízrendszerekbe jutottak el, ahol a helyi környezeti viszonyokhoz alkalmazkodva eltérő testformájúvá vagy színezetűvé váltak. Magyarországon ilyenek voltak a Dunai nyurgaponty *(6. ábra)*, a Tiszai nyurga- és tőponty, a Kis-balatoni sudár ponty vagy a Velencei-tavi nyurgaponty. Ezek egy élőhelyen belül genetikailag viszonylag egységes állományt mutatnak, de egymástól különböznek.

A pontyfajták másik nagy csoportja a mai tógazdasági nemes pontyok, melyek tudatos szelekciója Európában a mai Lengyel-, Cseh- és Németország területén

2. táblázat

A ponty genetikai erőforrásai a főbb európai pontytenyésztő országokban
(Bogeruk, 2008)

Ország (1) / Fajta (2)	Fehér-Orosz-ország (3) (Belarusz)	Cseh-ország (4)	Magyar-ország (5)	Moldova (6)	Lengyel-ország (7)	Orosz-ország (8)	Ukrajna (9)
Nemzeti (10)	3	14	14	3	7	13	6
Külföldi (11)	5	8	Ni	NI	11	1	NI
Összes (12)	8	22	14	3	18	14	6
Kriobank (13)	NI	Igen	Igen	NI	NI	NI	NI

NI – nem ismert
A számok a használatban lévő fajtákat jelentik

Table 2. Genetic resources of common carp in major European carp producing Countries. Numbers represent the number of strains in use. (Bogeruk, 2008) Country (1); Strain (2); Belarus (3); Czech Republic (4); Hungary (5); Moldova (6); Poland (7); Russia (8); Ukraine (9); National (10); Foreign (11); Total (12); Cryobank (13)

6. ábra **Dunai vadponty a HAKI ex-situ génbankjában** *(Lehoczky I. felvétele)*

Figure 6. Duna wild carpfrom the ex-situ live genebank of HAKI (Photo of Lehoczky, I.)

kezdődött a 14. században. Ekkor elsősorban a piac haligényének kielégítésére, majd később a folyószabályozások után a lecsökkent halállomány pótlására jöttek létre halgazdaságok, melyek már saját ponty tenyészállománnyal rendelkeztek. Itt tudatosan válogatták ki a továbbtenyésztésre szánt egyedeket. A szelekció ebben az időben főleg a küllemi tulajdonságokra irányult, így a ponty színe, pikkelyezett-

sége, testformája, de nem utolsósorban a gyors növekedőképessége voltak a tenyészkiválasztás elsődleges szempontjai. A több generáción keresztül folytatott nemesítés eredményeként az eltérő tenyésztői céloknak és környezeti adottságoknak megfelelő helyi fajták, tájfajták alakultak ki, melyek jellegzetes tulajdonságaikat utódaikra is örökítették. Magyarországra az 1800-as évek végén kerültek nemes pontyfajták, így az Aischgrundi magashátú tükrös, a Csehországi pikkelyes, de a fajtaválasztékot bővítették a lengyel és horvát pontyok is. A betelepített fajták új környezetükben, amit az új halastavak, a gondos nevelési technológia, a melegebb éghajlat és hosszabb tenyészidő biztosítottak, jobban növekedtek, mint eredeti élőhelyükön. A két világháború között már olyan új, hazai tájfajtákról beszélhetünk, mint a Tatai pikkelyes, a Hortobágyi pikkelyes és tükrös, a Szegedi tükrös, a Varászlói tükrös, a Nagyatádi, a Felsősomogyi, a Bikali és a Palkonyai tükrös pontyfajták. A szelekció irányát általában a piaci igények és a tenyésztők elképzelései irányították. A varászlói és nagyatádi tógazdaságok főleg a bajor területeken, München környékén értékesítették halukat, amely piac a téglatestformát mutató sötét színű barnás pontyot részesítette előnyben. A bikali tavakban termelt pontyot ugyanakkor a Bécs környéki piacokon adták el, ahol a vásárlók a kerek testformájú, világosszürkés színű egyedeket kedvelték.

A tógazdasági tartástechnológia fejlődésének hatására az 1960-as évek elején kialakult egy belterjesebb termelési irányzat, melynek elemei a sűrű népesítés, intenzív tótrágyázás, korszerű takarmányozás voltak. A céltudatos tógazdálkodás eredményeként a területegységre jutó hozamok megduplázódtak. Ebben a termelési környezetben szükségszerűen vetődött fel egy jobb termelőképességű, az adott környezeti feltételeket gazdaságosabban kihasználó pontyfajta nemesítésének gondolata. Ezt a munkát a szarvasi Haltenyésztési Kutató Intézet (HAKI) indította útjára. A ponty genetikai fajtajavító munka első lépéseként Szarvasra kerültek a jelentősebb hazai halgazdaságok pontyfajtái, amelyeket Bakos János *(7. ábra)* alakított élő génbankká.

Ezzel egy ponty-fajtagyűjtemény, élő génbank kialakítása kezdődött el, melynek ekkor még elsődleges célja új pontyfajták nemesítése volt. Később a génbank állománya külföldről származó fajtákkal is kiegészült, így abban az 1970-es évek közepére 15 hazai és 14 külföldi pontyfajta kapott helyet. A ponty-génbank létrehozásának eredeti céljai a meglévő pontyfajták genetikai állományának megőrzése, a fajták termelőképességének összehasonlítása, teljesítményvizsgálati módszerek kidolgozása, magas termelőképességű és jó alkalmazkodó képességű pontyfajták/hibridek elterjesztése a hazai tógazdaságokban, ismert genetikai hátterű ponty állományok előállítása kutatási célra, a tájfajták megőrzése és szükség esetén eredeti élőhelyükre történő visszatelepítése voltak (*Bakos és Gorda*, 2001).

A magas termőképességű hibridek létrehozása mellett megőrzésre kerültek a magyar tájfajták a szarvasi génbankban. Kidolgozásra került az ún. *ex situ* élő hal génbankok fenntartásának technológiája. A génbanki fenntartás költségeit az állam fedezte a Halászati és Öntözési Kutatóintézet költségvetésén keresztül. A magyarországi *ex situ* ponty élőgénbank komoly nemzetközi jelentőséggel bírt és bír napjainkban is. Több nemzetközi projektben került sor ponty-tenyészanyag exportjára mind Európába, mind Ázsiába. Az 1990-es évek elején a génbank támogatása fokozatosan megszűnt, pontosabban átrendeződött. Az 1993-as Állattenyésztési törvény hatására a fajtafenntartás az egyéni fajtatulajdonosok felada-

7. ábra **Dr. Bakos János a szarvasi génbankból a horvátországi Nasice gazdaságba visszatelepített tájfajtát vizsgálja** *(Lehoczky I. felvétele)*

Figure 7. Dr. Janos Bakos examines the landrace reintroduced to the Nasice Fish Farm in Croatia (Photo of Lehoczky, I.)

ta lett. A vadpontyok közül a Dunai és a Tiszai vadponty rendelkezik fajtatulajdonossal. A fajták támogatása a minőségi tenyészanyag-ellátáson keresztül valósul meg. Jelenleg több, mint 30 egyéni fajtatulajdonos tart fenn ponty tájfajtákat. A Halászati és Öntözési Kutatóintézet a fajtatulajdonossal nem rendelkező magyar fajtákat és a kísérleti (tudományos) munkához használt fajtákat tartja fenn saját forrásai felhasználásával. Továbbá az intézet látja el a ponty teljesítményvizsgálatok szakmai felügyeletét az MgSzH Központ Állattenyésztési Igazgatósággal (korábbi OMMI) együttműködve.

Az élő génbank mellett a HAKI mélyhűtött spermabankot *(3. táblázat)*, szövetgyűjteményt és speciális adatbázist is fenntart a magyarországi pontyfajták esetében.

A ponty (*Cyprinus carpio* L.) európai alfajának (*Cyprinus carpio carpio*) populációi lassan, de folyamatosan hanyatlanak. Ennek egyik oka, hogy a vad populációk egyedei hibridizálódnak a vadvizekbe kihelyezett vagy kiszökött tenyésztett egyedekkel, ázsiai eredetű egyedekkel, illetve ezek hibridjeivel. A hanyatlás másik fő oka a folyószabályozások miatt bekövetkezett élőhelyvesztés és -degradáció. Nagy valószínűséggel már csak nagyon kevés genetikailag tiszta populáció létezik természetes vizeinkben (*Kottelat and Freyhof* 2007). A ponty vad változata az IUCN vörös listáján a sebezhető fajok között van felsorolva, melyek kipusztulása középtávon várható. A fenti információk alapján kijelenthető, hogy a vadponty magyarországi helyzete és populációinak állapota ismeretlen és bizonytalan.

A szarvasi Halászati és Öntözési Kutatóintézet a vadpontyok közül a tiszai és a dunai vadponty állományait tartja fenn génmegőrzési céllal. A génbanki állományok genetikai változatosságának és tisztaságának vizsgálatához és fenntartásához a klasszikus génbanki munka mellett felhasználjuk a molekuláris genetika eszköztárát is. A két vadponty-állomány genetikai változatosságát mikroszatellit DNS markerekkel vizsgáltuk és írtuk le, míg genetikai tisztaságukat a mitokondriális DNS 2 génjének PCR-RFLP alapú vizsgálatával ellenőriztük (*Lehoczky és mtsai*, 2007), amellyel felismerhetőek az ázsiai eredetű egyedek, valamint az ázsiai és európai pontyok hibridjei is.

3. táblázat

A HAKI mélyhűtött sperma-génbankjában található fajták

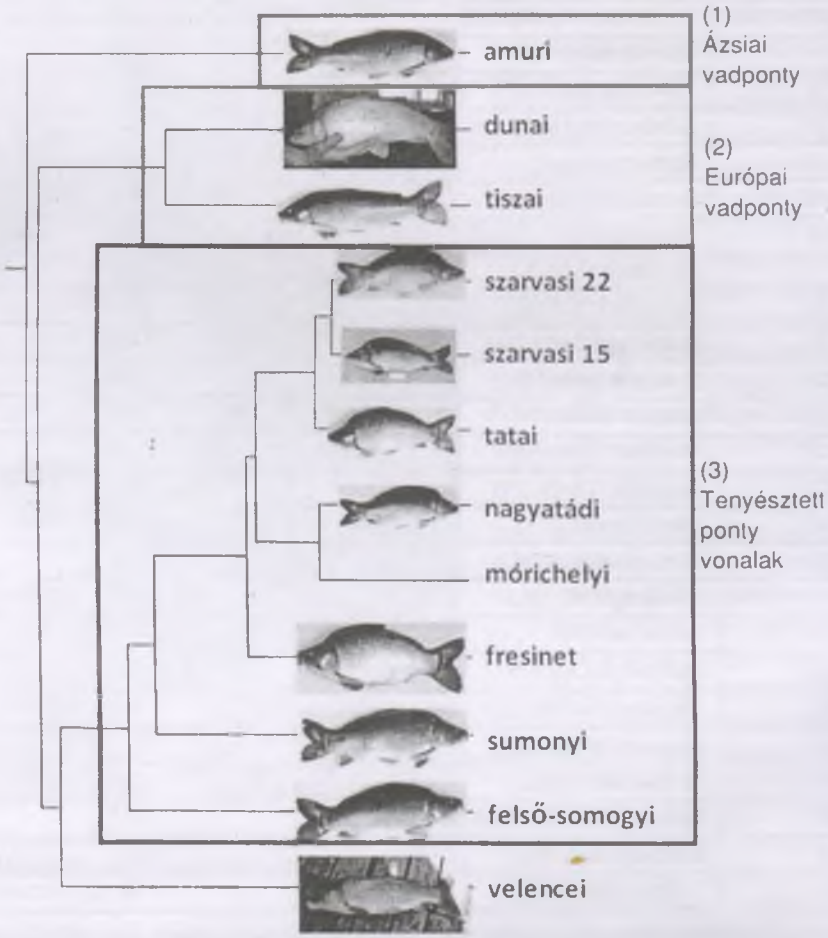
Sorszám (1)	Fajta (2)	Eltárolt szalmák mennyiségeű (3)
1.	Sumonyi tükrös (4)	331
2.	Palkonyai tükrös (5)	332
3.	Felsősomogyi tükrös (6)	392
4.	Szarvasi piros (7)	251
5.	Amuri vad (8)	589
6.	Szarvasi 2 (9)	418
7.	Szarvasi 15 (10)	291
8.	Szarvasi P 33 (11)	376
9.	Hortobágyi tükrös (12)	126
10.	Tatai pikkelyes (13)	336
11.	Szegedi tükrös (14)	394
12.	Dinnyési tükrös (15)	42
13.	Nagyatádi tükrös (16)	207
14.	Bikali tükrös (17)	376
15.	Varászlói tükrös (18)	246
16.	Tiszai vad (19)	1018
17.	Dunai vad (20)	800
18.	Fresinet pikkelyes (21)	292
19.	Vietnámi pikkelyes (22)	418
20.	Ropsa pikkelyes (23)	334
21.	Nasicei tükrös (24)	166
22.	Poljanai pikkelyes és tükrös (25)	377
23.	Lengyel tükrös (26)	125
24.	Lengyel vonalas (27)	41

Table 3. Carp strains of the cryo-preserved sperm bank of HAKI (Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation)

N^0 (1); Strain (2); Quantity of stored straws (3); Sumonyi mirror (4); Palkonyai mirror (5); Felsősomogyi mirror (6); Szarvasi red (7); Amuri wild (8); Szarvasi 2 (9); Szarvasi 15 (10); Szarvasi P 33 (11); Hortobágyi mirror (12); Tatai scaly (13); Szegedi mirror (14); Dinnyési mirror (15); Nagyatádi mirror (16); Bikali mirror (17); Varászlói mirror (18); Tiszai wild (19); Dunai wild (20); Fresinet scaly (21); Vietnámi scaly (22); Ropsa scaly (23); Nasicei mirror (24); Poljanai scaly és mirror (25); Lengyel mirror (26); Lengyel linear (27)

A tájfajták fenntartásának jelentős plusz költségeit a piac jelenleg nem fizeti meg, a mai körülmények között erre csak állami támogatással kerülhet sor. Az érvényes rendeletek értelmében a magyarországi őshonos ponty-tájfajták nincsenek a támogatott állatfajták között. A bennük rejlő értékek fennmaradása érdekében szakmailag indokolt lenne az államilag támogatott fajták listájába történő újbóli felvételük. A meglévő *ex situ* génbankok mellett fejleszteni kell a vad formák *in situ* megőrzését is, amikor azokat eredeti élőhelyükön tartjuk fenn és óvjuk.

8. ábra **A vad- és a tenyésztett ponty vonalak genetikai struktúrája mikroszatelit elemzések alapján**



(Nagy Z. T., nem publikált adat)

Figure 8. Genetic structure of wild and cultured carp lines based on microsatellite analysis (Nagy Z. T. unpublished data)
(1) Asian wild carp; (2) European wild carp; (3) Cultured carp strains

IRODALOM

A Biológiai Sokféleség Egyezmény, 1995. évi LXXXI. Törvény a Biológiai Sokféleség Egyezmény kihirdetéséről. http://biodiv.kvvm.hu/convention

AKI, 2010: A magyar haltermelés 2009-ben. https://www.aki.gov.hu/publikaciok/publikacio/ a:116/Jelentés+a++halászatról+2006-tói+évente

Bakos, J. – Gorda, S. (2001): Genetic resources of common carp at the Fish Culture Research Institute, Szarvas, Hungary. FAO Technical Paper. No 417. Rome, FAO. 106.

Balon, E.K. (2006): The oldest domesticated fishes, and the consequences of an epigenetic dichotomy in fish culture. J. Ichthyol.Aquat. Biol. 11. 47–86.

Benzie, J.A.H. (2010): Promoting responsible use and conservation of aquatic biodiversity for sustainable aquaculture development. Global Conference on Aquaculture, 22-25. September, Phuket, Thailand

Bogeruk, A. (2008): Catalogue of carp breeds (*Cyprinus carpio* L.) of the countries of Central and Eastern Europe (in English and Russian). Ministry of Agriculture of Russian Federation, Moscow, 262.

FAO (2011a): The preparation of the State of the World's Aquatic Genetic Resources, at http://www.fao.org/docrep/meeting/022/mb092e.pdf

FAO (2011b): Improving Collection and Sharing of Information on Aquatic Genetic Resources (AqGR) for Food and Agriculture, at http://www.fao.org/docrep/meeting/022/am647e.pdf

Flajshans, M. – Hulata, G. (2006): Common carp – Cyprinus carpio L. Genimpact final scientific report. Available from URL: http://genimpact.imr.no/__data/page/7650/common_carp.pdf.

Jeney, Z. - Zhu, (2009): Use and exchange of aquatic resources relevant for food and aquaculture: common carp (Cyprinus carpio L.). Rev. Aquacult. 1. 163–173.

Kirpichnikov, V S. (1999) Genetics and breeding of common carp. Revised by Billard R., Reperant J., Rio J.P. and Ward R. INRA Editions, France, 97.

Kholman, K. – Kersten, P. – Flajs¡hans, M. (2005): Microsatellitebased genetic variability and differentiation of domesticated, wild and feral common carp (Cyprinus carpio L.) populations. Aquaculture 247. 253–266.

Kottelat, M. – Freyhof, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany, 344-345.

Lehoczky, I. – Nagy, Z.T. – Magyary, I. – Hancz, C. – Bakos, J. – Jeney, Z. (2007): Genetic characterisation of cultured and natural-water populations of common carp (Cyprinus carpio) in Hungary. Aquaculture, 272, Supplement 1. S271-S272.

Nagy Z.T. nem publikált adat

Pintér K. (2010): Haltermelés 2009-ben. Halászat, 4. 26–27.

Sorgeloos, P. (2010): Resources, technologies and services for future aquaculture: a needs assessment for sustainable development. Global Conference on Aquaculture, 22–25. September, Phuket, Thailand.

Vandeputte, M. (2003): Selective breeding of quantitative traits in the common carp (Cyprinus carpio). A review. Aquat. Living Resour. 16. 399–407.

Érkezett: *2011. július 30.*

Szerzők címe: *Jeney, Zs. – Váradi, L. – Lehoczky, I. – Bakos, J.*
Halászati és Öntözési Kutatóintézet,
Authors' address: Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation
H-5540 Szarvas, Anna liget 8.
tel: 36-66-515314; fax: 36-66-312126
jeneyz@haki.hu; varadil@haki.hu; lehoczkyi@haki.hu

Bercsényi, M.
Pannon Egyetem, Georgikon Kar,
University of Pannonia, Georgikon Faculty
H-8361 Keszthely, Deák F. u. 16.
bm@georgikon.hu

Nagy, Z. T.
Royal Belgian Institute of Natural Sciences
Joint Experimental Molecular Unit
Vautierstraat 29
1000 Brussels – Belgium
zoltan-tamas.nagy@naturalsciences.be

MASZ
MAGYAR AKVAKULTÚRA SZÖVETSÉG

MAGYAR AKVAKULTÚRA SZÖVETSÉG

A Magyar Akvakultúra Szövetséget (MASZ) 2010. május 31-én alapította 11 gazdálkodó szervezet és 3 kutatási-oktatási intézmény Szarvason. Az új halászati érdekképviseleti szervezet létrehozásának alapvető motivációja az volt, hogy új lendületet kapjon a hazai akvakultúra fejlesztése az új kihívások és lehetőségek figyelembe vételével.

A MASZ azon túl, hogy képviseli tagjai érdekeit és részt vesz a rendelet alkotási folyamatokban kiemelt feladatának tekinti a hazai akvakultúra minőségi fejlesztéséhez való hozzájárulást az információáramlás elősegítésével, az innováció ösztönzésével, a hazai és nemzetközi együttműködések fejlesztésével, illetve a társadalmi kommunikáció előmozdításával.

A ma már 40 tagot számláló kis költségvetéssel működő szervezet olyan rangos ágazati tanácskozásoknak a szervezője, mint az évenkénti debreceni és szegedi szakmai fórumok, illetve társszervezője a szintén évenként Székelyudvarhelyen megrendezésre kerülő erdélyi halászati tanácskozásnak. A MASZ internetes honlapján, Hírlevelében és más kiadványokban rendszeresen tájékoztatást ad a halászatfejlesztés hazai és európai eseményeiről, eredményeiről. A MASZ munkája során együttműködik a Magyar Haltermelők és Halászati Vízterület Hasznosítók Szövetségével (MAHAL), az állattenyésztés és vízhasznosítás más hazai szakmai szervezeteivel, nemzetközi termelői szervezetekkel, illetve a halászatfejlesztés egyes hazai és nemzetközi szervezeteivel.

Elnök: Dr. Váradi László
Cím: 5540 Szarvas, Anna-liget 8.
Tel: 06-66/515 312; Fax: 06-66/312 142
E-mail: masz@haki.hu
Weblap: http://masz.haki.hu

GAZDASÁGI HASZONHALAK ÉS ŐSHONOS HALFAJOK SZAPORÍTÁSI ÉS IVADÉKNEVELÉSI KUTATÁSAINAK EREDMÉNYEI

URBÁNYI BÉLA – MÜLLER TAMÁS – BOKOR ZOLTÁN – SZABÓ TAMÁS – BÉRES BEATRIX – HORVÁTH LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A tógazdálkodás ivadékigényét kiszolgáló halszaporítási és ivadéknevelési kutatások elsősorban az alkalmazott kutatások közé sorolhatók, eredményeik gyakorlati bevezetése azonnali gazdasági előnyökkel jár. E téren a hazai kutatások az elmúlt évtizedekben nemzetközi hírnevet szereztek. A korábbi hagyományokra épülő, a felhalmozott tudást hasznosító jelenlegi kutatások folyamatosan finomítják a már működő módszereket, valamint eddig még keltetőházban nem szaporított őshonos, gazdaságilag értékes fajok hatékony szaporítási módszereinek kidolgozását vállalták fel. Jelen áttekintés nem terjed ki az intenzív rendszerekben tenyésztett faunaidegen fajok szaporítására, hanem elsősorban a hazai/közép európai tógazdaságban tenyésztett haszonhalak, valamint a természetvédelmi szempontból jelentős őshonos fajok szaporítási-ivadéknevelési kutatási eredményeit tekinti át.

SUMMARY

Urbányi, B. – Müller, T. – Bokor, Z. – Szabó, T. – Béres, B. – Horváth, L.: RESULTS OF THE PROPAGATION AND FRY REARING RESEARCH OF ECONOMICALLY IMPORTANT AND ENDEMIC FISH SPECIES

The research on the fish reproduction/propagation and fry-nursing belong to the field of applied ichthyology serving the needs of seed production of the fish farming activites. Introduction of the results into the practice gives immediate economical advantages. In this respect the Hungarian methods have remarkable international recognition. In the present studies scientists refine the methods using the previous experiences and work on the propagation of another native important predator fish. The present review does not summarize the propagation methods of the intensivly bred non-native (tropical) fish species, but try to summarize the result of the work of revitalizeing the stocks of some protected and endangered fish species.

BEVEZETÉS

Hazánk vízrajzi és éghajlati adottságai meghatározzák mind az őshonos halfauna összetételét, mind a tenyésztési szempontból szóba jöhető halfajok csoportját. Folyóink vízjárási viszonyai, a medence jellegű alföldi területek dominanciája és a mérsékelt égövi évszakosság a tavi és az alluviális nagy folyók középső és alsó szakasz jellegű vízviszonyai között a legjellemzőbb, gazdaságilag is legjelentősebb halfajok, elsősorban a világon a legtöbb fajt számláló *Pontyfélék (Cyprinidae)* halcsaládjába tartoznak, azonban fontos és értékes haszonhal fajaink között más halcsaládok (*harcsafélék, sügérfélék*) is képviseltetik magukat (*Bíró,* 1993; *Pintér,* 2002).

A Kárpát-medencében a természeti adottságok miatt a jellegzetes halgazdálkodási/haltenyésztési forma a *tógazdálkodás.* A mintegy 23–25 000 ha épített halastóban (*Antalfi* és *Tölg*, 1971; *Somlyodi*, 2011) állítjuk elő az ország édesvízi halszükségletének mintegy 80–85%-át, tehát a hazai halellátás meghatározó hányadát. Miután a halgazdálkodás eredményességének egyik legfontosabb alapfeltétele a halastavi gazdálkodáshoz szükséges *vetőmag, a halivadék* megléte, ezért már évszázadok óta és napjainkban is a halak szaporításának kiemelt szerep jut.

KUTATÁSI EREDMÉNYEK A HALSZAPORÍTÁS ÉS IVADÉKNEVELÉS TERÉN

Meghatározó jelentőségű korábbi kutatási eredmények

Az alábbiakban röviden érintjük azokat a hazai kutatási eredményeket, melyek nemzetközi rangra emelték a magyar halszaporítás és ivadéknevelés módszereit, és amelyek megalapozták a hazai évenkénti ivadékszükséglet biztonságos előállítását.

A halastavakban tenyésztett haszonhalfajok között kiemelt szerepet játszik a *ponty (Cyprinus carpio L.).* A tavi környezetet formáló életmódja, gyors növekedése, ízletes, a tradicionális hazai halételek elkészítésére alkalmas húsa teszi a pontyot tógazdaságaink elsőszámú haszonhalává.

A pontytenyésztésnek Európa szerte évszázados hagyományai vannak. Már a XIX. században Hermann Ottó fejlett hazai pontytenyésztésről számol be (*Hermann*, 1888). Évtizedekig/évszázadokig a ponty tenyésztési színvonalának növelését a krónikus ivadékhiány hátráltatta. Ezért a pontytenyésztés fejlődésében mérföldkövet jelentett az 1960-as években Woynárovich Elek Professzor felfedezése (*Woynárovich*, 1962) a pontyikra ragadósságának elvételére. Ez az egyszerű eljárás lehetővé tette a nem-ragadós ikrájú halfajokhoz hasonlóan a tavi jellegű, következésképpen fitofil pontyikra inkubációját speciális halszaporító házakban (halkeltetőkben). Woynárovich nyomán kutatók és az új módszerek iránt fogékony gyakorlati szakemberek közös munkája révén született meg egy pontyra kifejlesztett szaporítási protokoll (*Antalfi* és *Tölg*, 1971; *Woynárovich és Horváth*, 1980; *1. ábra*). A módszer több évig tartó kidolgozásának időszakában, esetenként azzal párhuzamosan, további haszonhalfajok szaporítási protokolljai is kialakultak. Többek között a növényevő halak szaporításának adaptációja a hazai vi-

szonyokra (*Antalfi* és *Tölg*, 1972; *Szalay* és *Horváth*, 1977), a harcsa (*Silurus glanis*) szaporításának *(2. ábra)* hazai módszere (*Horváth*, 1977), valamint a kecsege (*Jaczó*, 1971) szaporítási eljárásai kerültek publikálásra.

Megállapítható tehát, hogy az alkalmazott kutatások eredményei alapján jól meghatározott szakaszokra bontható szaporítási módszerek születtek, amelyek többségét kézikönyvekben adtak közre és számos külföldi nyelvre lefordítva „*magyar halszaporítási módszerek*" - ként kerültek be a nemzetközi köztudatba.

1. ábra **A ponty *(Cyprinus carpio)* keltetőházi szaporításának folyamatábrája.**
Hazai fejlesztésű módszer

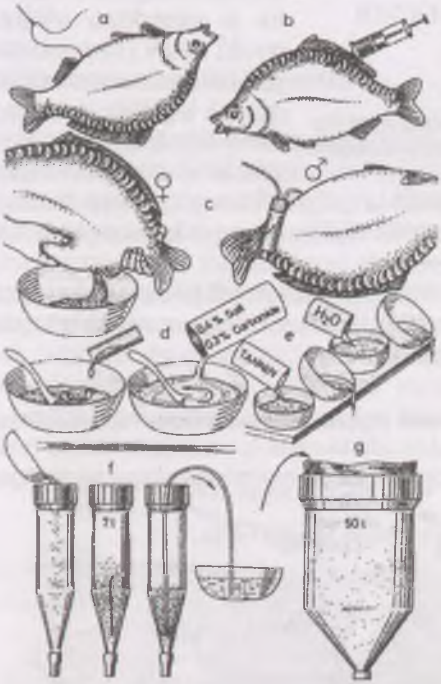


Figure 1. The hatchery propagation of the Common Carp. Hungarian method

2. ábra **A harcsa *(Silurus glanis)* indukált szaporítása.**
Hazai fejlesztésű módszer

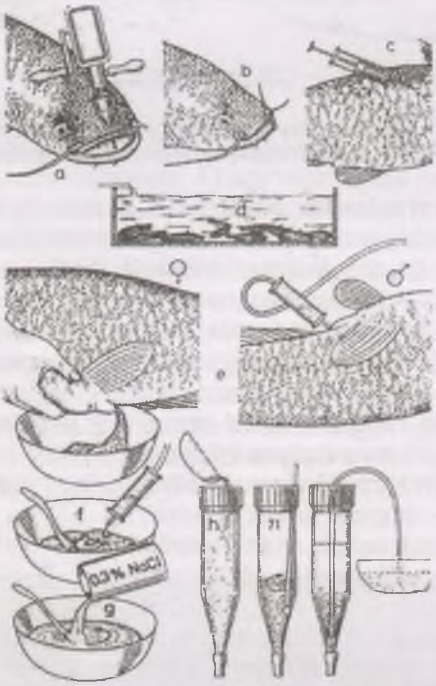


Figure 2. Hatchery propagation of the European Catfish (Silurus glanis). Hungarian method

A halszaporítási protokollok és ezek eredményeként megszülető milliós nagyságrendeket elérő ivadékhal állományok előállítása mellett a kutatókra várt annak a feladatnak a megoldása, hogy ezeket a védett környezetben előállított állományokat eredményesen felneveljék. Kezdetben ugyanis mostoha tavi környezetben, a keltetőházban született állományok megmaradása nagyon kedvezőtlen volt. Az ivadékállományok korai pusztulása miatt a tenyésztők már-már kezdték kétségbe vonni a keltetőházban előállított ivadék életképességét, holott csak arról volt szó, hogy nem megfelelő környezetbe helyezték ki a táplálkozni kezdő ivadékot *(3. ábra)*.

3. ábra **A táplálkozni kezdő pontyivadék és a zooplankton méretviszonyai (a körben a lehetséges táplálékszervezetek)**

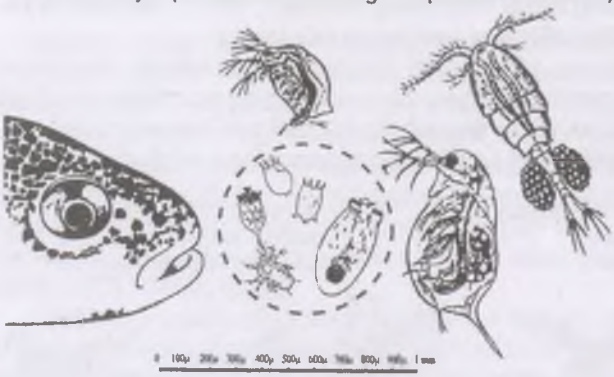


Figure 3. Size propagations of zooplankton and carp fry at the conset of exogenous feeding (possible food organisms are circled)

A megoldáshoz a fogadó tavi környezet zooplankton állományának mélyreható vizsgálata vezetett (*Tamás* és *Horváth*, 1976; *Woynárovich* és *Horváth*, 1980; *Kiss*, 1985), amely vizsgálatok során tisztázódott, hogy elsősorban a starter táplálék nem megfelelő mérete és a ragadozó alsóbbrendű rákok *(Copepodák)* jelenléte volt a kezdeti kudarcok legfőbb oka. Megfelelő agrotechnikai eljárások kifejlesztésével (tápanyagbevitel, zooplankton szelekció) a fogadó tavak plankton állománya átalakítható, amelynek hatására a keltetőházi ivadék túlélése nagyságrendekkel nőtt (*Horváth és mtsai*, 1984) *(4 ábra)*.

A halak ontogenezisében egymásra épülő, egymást követő két szakasz a szaporítás, és az ivadéknevelés gazdaságos művelése ezzel megteremtette a tógazdálkodás továbbfejlődésének biológiai alapfeltételeit.

Mivel a halszaporítás és ivadéknevelési témakörben a szakma igénye a továbbfejlődésre töretlen – éppen annak kiemelt fontossága miatt –, ezért az előzőekben vázlatosan bemutatott már működő alapmódszerek mellett a teljesség igénye nélkül érintjük az e téren folyamatban lévő kutatásokat és azok eredményeit is.

Ezek kiterjednek további őshonos eddig még hormon indukcióval nem szaporított haszonhal fajok szaporításának kidolgozására (pl. süllő), részben már korábban meglévő protokollok hatékonyabbá tételére (sperma mélyhűtés, valamint a csuka és harcsa szaporí-

4. ábra **A Pontyfélék (Cyprinidae) ivadékának táplálékváltása**

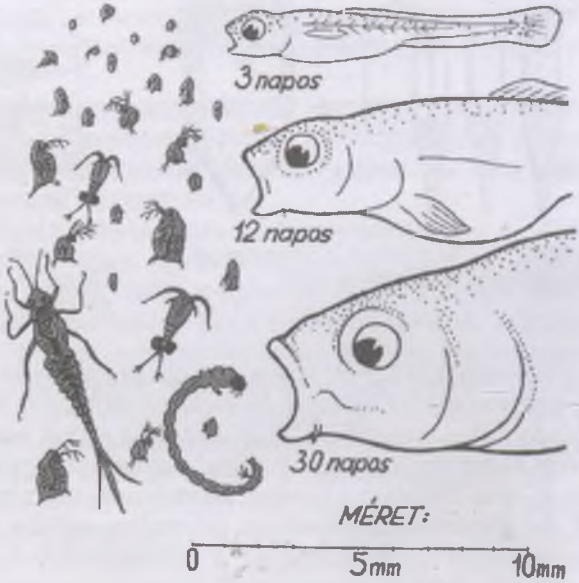


Figure 4. Feeds modification of the growing juvenile carp

tásának továbbfejlesztése). Az őshonos ragadozó halfajok tenyésztésének kiemelt igénye azért került ismételten előtérbe, mert folyamatosan fokozódik a fenyegetően terjedő invazív fajok természetvédelmi és gazdasági kártétele, amely ellen a leghatékonyabb biológiai módszer a ragadozó halfajok telepítése.

E mellett napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak a természetvédelmi és környezetvédelmi érdekek is a védett és veszélyeztetett halfajok hatékony szaporításának kidolgozására és a mesterséges környezetben nevelt állományok visszatelepítésére szempontjából.

SZEMELVÉNYEK A JELENLEG FOLYÓ SZAPORODÁSBIOLÓGIAI KUTATÁSOKBÓL

Süllő szaporítás, -előnevelés

A *Sügérfélék (Percidae)* családjába tartozó süllő (*Sander lucioperca*) félmesterséges szaporítása már több mint egy évszázada közismert. A nagy reproduktív kapacitású süllő a legutóbbi időkig extenzív szaporítási módszer alkalmazásával is ki tudta elégíteni az ágazati igényeket. Az invazív faunaidegen halfajok (ezüstkárász, kínai razbóra és a törpeharcsa) elszaporodásával felértékelődtek az őshonos ragadozó haszonhal fajok (csuka, süllő, harcsa), megnőtt az igény az ivadékállományok iránt, miután a ragadozó halak a leghatékonyabb biológiai eszközei a védekezésnek (*Horváth és mtsai*, 2007). A ragadozó halfajok ugyanis elfogyasztva a biológiai energiatorlódásként is felfogható invazív halakból álló gazdaságilag értéktelen gyomhal biomasszát, a tenyésztés szempontjából zsákutcába került energiát egyrészt testtömegükben akkumulálják, másrészt visszafordítják az energiaáramba, így végül is az omnivora haszonhalak biomasszáját gyarapítja *(Horváth és mtsai*, 2011).

5. ábra **Fejéssel nyert sokmilliló süllőikra keltetőüvegben**

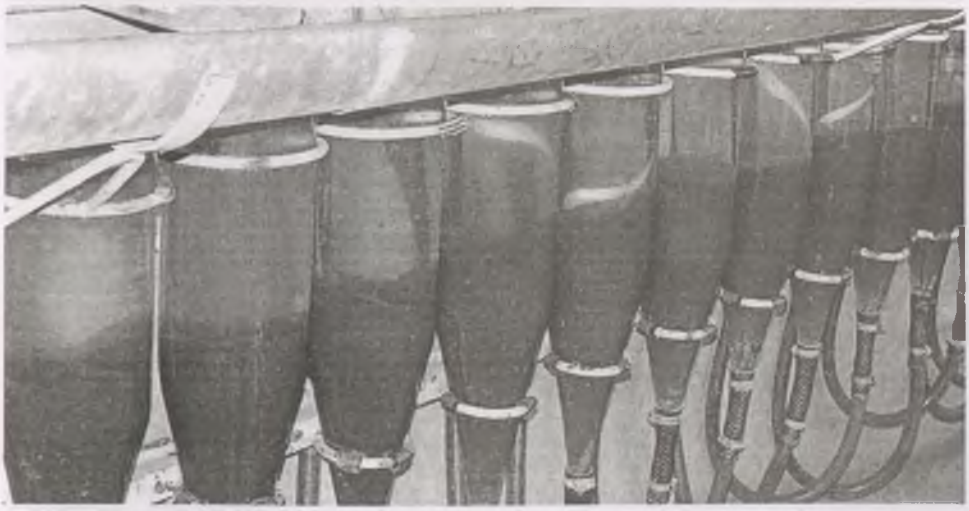


Figure 5. Stripped Pike pearch eggs in Zug glasses

1. táblázat

Süllő szaporítás az Attalai Halkeltetőben. Négy év összesített adatai

Date of treatment	Number of treated females	Number of stripped females	Number of females spawned on nests	Number of not responding females
2006/I.	14	5	8	1
2006/II	15	15	0	0
2006/III	12	8	4	0
2006/IV	4	3	1	0
2006 total	45	31	13	1
2007/I.	16	7	8	1
2007/II.	9	6	3	0
2007/III.	17	11	6	0
2007/IV.	22	10	12	0
2007 total	64	34	29	1
2008/I.	7	3	3	1
2008/II.	10	8	2	0
2008/III.	9	7	1	1
2008 total	26	18	6	0
2009/I.	15	10	4	1
2009/II.	18	13	5	0
2009/III.	19	15	3	1
2009 total	52	38	12	2
2006-09 total	187	121 (65%)	60 (32%)	6 (3%)

Table 1. Cumulative data of the four years examined propagation of pike perch (Sander lucioperca) in Attala Fish Farm

Az egyre intenzívebbé váló ragadozó hal igény kielégítése miatt ezért az utóbbi években a süllő szaporítás hatékonyabbá tétele is az aktuális kutatói célok közé került.

Napjainkban már több halkeltetőben is alkalmazzák a süllő indukált szaporításának néhány elemét (hormonkezelés, ikra fejése) és a helyi módszerekről több közlemény is megjelent. Kidolgozták a szezonon kívüli süllő szaporítás eljárását is (*Rónyai*, 2007). A faji nehézségek miatt azonban kiforrott süllőszaporítási módszerről még aligha beszélhetünk (*Horváth*, 2009).

A süllő esetében ugyanis a várható ovuláció időpontjának pontos előrejelzése még nem megoldott, elsősorban a szaporodáskori viselkedési elemek engednek következtetni az ovuláció bekövetkeztének időpontjára. A jelenleg még fejlesztés, finomítás alatt álló módszer segítségével már jelenleg is sokmilliós nagyságrendben lehet süllőt szaporítani *(5. ábra)*, de a sikertelen fejések kockázata még jelentős.

A jelenleg alkalmazott szaporítási módszerrel az *1. táblázat*ban bemutatott mennyiségekben már előállítható a tógazdaságaink és természetes vizeink legértékesebb ragadozó halfaja (*Csorbai és mtsai*, 2010).

A süllő esetében a táplálkozó ivadék kis mérete miatt annak felnevelése különleges gondoskodást igényel. Vannak ígéretes kezdeményezések a tápon történő nevelésre *(Bercsényi és mtsai*, 2001; *Molnár és mtsai*, 2004) azonban napjainkban még üzemi méretben a tavi előnevelés az elterjedt. Az alábbiakban a 6 éves tavi előnevelés eredményeit mutatjuk be *(2. táblázat).*

A reprodukálható és gazdaságilag is jelentős eredményeket a *6. ábrán* bemutatott nevelési protokoll követése eredményezte.

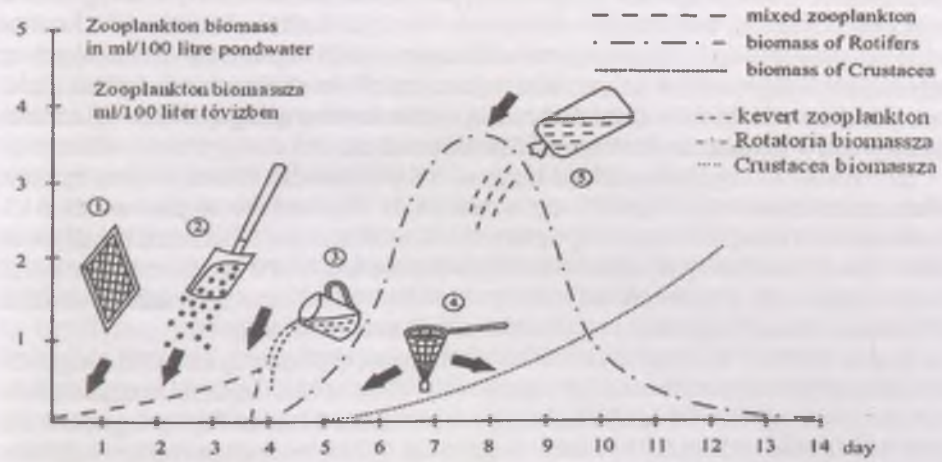
2. táblázat

A kéthektáros süllő előnevelő tó eredményei (vizsgálati évek n=6)

Év	Kihelyezési sűrűség (millió/ha)	Lehalászott hal db-száma/ha 4 hét után	Túlélés (%)
2005	2	283 900	14,2
2006	2	166 800	8,34
2007	2	237 500	11,88
2008	2	214 000	10,70
2009	2	421 500	21,08
2010	2	283 000	14,15
Átlag	2	267783 ± 87324	13,39 ± 4,367

Table 2. Results of a 2 ha large pikeperch rearing pond (investigated years N=6

6. ábra **Tóelőkészítési technológia**



1. Nevelő tó elárasztása, finom szűrő használatával 2. Szerves trágyázás 3. Plankton szelekció 4. A kezelés hatásának ellenőrzése 5. Süllő lárvák kihelyezése az előkészített tóba

Figure 6. Activities of Pond preparation

1. Inundation using fine filtering screen 2. Organic and anorganic manuration 3. Insecticide treatment 4. Controlling the effect of the treatment 5. Releasing Pikeperch fries into the pond

A hal sperma mélyhűtése

A különböző fajú halak spermájának mélyhűtése és tárolása egy viszonylag új területe a halak szaporodásbiológiájának. Ma már kb. 200 halfaj spermájának mélyhűtése megoldott. A módszer egyre inkább terjed azoknál a halfajoknál, amelyeknek a két ivar érése nehezen szinkronizálható vagy kevés spermát termelnek, esetleg a sperma kinyerése nehézkes. Értékes módszer lehet a spermabankok létrehozásához is. Haszonhalfajaink közül a süllő és a harcsa sperma mélyhűtése közvetlen gyakorlati előnyökkel jár.

A mélyhűtött harcsa és süllősperma felhasználásának gyakorlati eredményei

A harcsa és süllő indukált, keltetőházi szaporítása mélyhűtött sperma alkalmazásával biztonságosabbá és hatékonyabbá tehető. A harcsától a tejet a hím egyedek elpusztításával nyerik. Az éretlen, kisebb ikrások könnyen összetéveszthetők a tejesekkel, ezáltal feleslegesen kerülhetnek feláldozásra. Esetenként a hímektől nyerhető kis mennyiségű sperma is kockáztathatja a szaporítás sikerességét. A süllő esetében az ikrások fokozott figyelmet kívánnak, mivel még az egyidőben kezelt ikrások ovulációja is tág határok között változhat. A különböző időpontokban fejt süllőikra mélyhűtött spermával bármikor termékenyíthető a hímek jeleléte nélkül is.

Az elmúlt években kifejlesztettünk egy módszert a harcsa (*Silurus glanis*) spermájának mélyhűtésére, amely során 5 ml-es műszalmában hűtött, majd felolvasztott spermával nagy biztonsággal termékenyíthető és inkubálható 150–250 g harcsa ikra. Hígítóként 6%-os fruktózt, míg védőanyagként 10%-os végső koncentrációjú metanolt használtunk. A spermát 1:1 arányban kevertük a hűtőmédiummal. A hűtési idő tekintetében a 7 perces időtartam bizonyult a leghatékonyabbnak. A kelési eredmények 50±3% és 95±2% között változtak, de a kontroll eredményekhez képest szignifikáns különbség nélkül. A jelentős különbségek az egyes gazdaságok eltérő szaporítási módszereiből és az ikra minőségéből adódtak. Ezzel az eljárással a keltetőházi szaporítás hatékonysága tovább fokozható, csökkentve a fentebb említett kockázati tényezőket.

Ezt követően megvizsgáltuk, hogy a mélyhűtésből, illetve a friss sperma alkalmazásávalszületett lárvák megmaradása és növekedése között vannak e különbségek? A vizsgálatokat mind a nem táplálkozó, mind a táplálkozó lárvákon elvégeztük. Az eredmények szerint a mélyhűtésből származó lárvák megmaradása megegyezik, míg a növekedése bizonyos esetekben felülmúlja a natív spermából származó, kontroll egyedek megmaradását, illetve növekedését.

A süllő (*Sander lucioperca*) esetében a metanol védőanyag és glükóz hígító bizonyult a legalkalmasabb médiumnak a mélyhűtés során. További vizsgálatok bizonyították, hogy az 1:1-es hűtési arány a harcsához hasonlóan a legjobb motilitási és termékenyítési arányt adta. A spermát 0,5 ml-es műszalmában hűtöttük. A mélyhűtött süllősperma üzemi tesztelése során egy műszalmával termékenyítettünk 10 g, 30 g és 50 g ikrát. Az eredmények értékelését követően elmondható, hogy minél nagyobb ikratételt termékenyítettünk egy műszalma tartalmával, annál jobb kelési eredményeket kaptunk (*Bokor és mtsai*, 2007, 2008).

Módszer az indukált csukaszaporítás során nyert ikra termékenyülésének növelésére

Az elmúlt két-három évtizedben a csuka (*Esox lucius*) tenyésztésének megítélése pozitív irányba változott. Egyrészt felértékelődött a tógazdaságokban betöltött szerepe, másrészt folyamatosan növekszik az a piac, amit a horgászat biztosít a népszerű sporthal számára. A piaci igények kielégítésének alapvető feltétele a csuka keltetőházi szaporítása.

Az indukált csukaszaporítás hatékonyságát nagymértékben csökkentette a lefejt ikra gyenge termékenyülése (20–40%). A fejlesztőmunka célja a magasabb termékenyülési százalék elérése volt. Hipofizált csuka ikrásoktól lefejt és ugyanazzal a spermával termékenyített ikratételek termékenyülési százaléka széles határok között változik (10–80%). Az ikra termékenyülési százaléka, amely mindenképpen egyedre jellemző mutató, az adott ikrás szaporodásbiológiai állapotával van összefüggésben. Azokban az ikrásokban, amelyek reproduktív státusza a szaporítás szempontjából még nem optimális, a hagyományos kezelés (hipofízis injektálása sóoldatban) gyengén termékenyülő ikra ovulációját eredményezi (*Szabó*, 2001).

A vízhőmérséklet az enzimreakciók sebességén keresztül meghatározza az ívást megelőző élettani folyamatok dinamikáját. A csuka ívása kora tavasszal történik, 6–8 °C-os vízhőmérsékleten. A hidegvízben az ovulációt kiváltó gonadotrop hormon koncentrációja lassan és fokozatosan emelkedik meg a hal szervezetében. A hagyományos hipofizálás a csuka keringési rendszerében egy rendkívül gyors gonadotrop hormon koncentráció növekedést okoz, ami teljesen eltér attól a folyamattól, amely természetes íváskor zajlik le. A kezelt állomány azon egyedeiben, amelyekben a reproduktív folyamatok előrehaladottabb állapotban vannak, a hipofizálás nincs negatív hatással az ikra minőségére. Azokban az ikrásokban viszont, amelyek még nem készültek fel teljesen a szaporításra, a gonadotrop hormon koncentráció drasztikus megemelkedése megzavarja azt a természetes összhangot, amely az ovogenezis utolsó szakaszára természetes íváskor jellemző. Ezért a nem élettani változásokat indukáló hormonkezelés csoportszinten alacsonyabb átlagos termékenyülési százalékot, valamint a lefejt ikratételek minőségének nagymértékű különbözőségét eredményezi.

A csuka szaporodásbiológiai sajátosságaihoz (hidegvízben ívó halfaj, szexuálbiológiai szempontból heterogén anyaállomány, relatíve lassú és elhúzódó jellegű hormonális és érési folyamatok) igazodó hormonkezelés állományszinten egyöntetű és jó minőségű ikra ovulációját eredményezi. A módszer lényege az, hogy a hipofízis bejuttatásához nyújtott hatóanyag-leadású vivőanyagot alkalmazunk, amely fokozatossá teszi a hatóanyag felszívódását és ezáltal fiziológiás hormonszint-emelkedést biztosít. A hipofízis karbopol-hidrogélben történő homogenizálása során a gonadotrop hormon bekerül a polimer makromolekulái közé, ahol térhálós szerkezet fogja körül. A karbopol nyújtott hatóanyag-leadást biztosít a hasüregből, és ezáltal a hormon koncentrációja lassan és fokozatosan emelkedik az ikrások keringési rendszerében. A kezelés jótékony hatása a kevésbé felkészült ikrások esetében mutatkozik meg. A hormonkoncentráció egyenletes emelkedése megfelelő élettani változást indukál az ikrások petefészkében. Ezzel magyarázható, hogy a fokozatos hatóanyag felszabadulást biztosító vivőanyag alkalmazása esetén nem fordulnak

elő rendkívül gyengén termékenyülő ikratételek, a lefejt ikra minősége jó és kiegyenlített. Az ikra átlagos termékenyülése 70% körül alakul (*Szabó*, 2008).

A módszer alkalmazása közvetett előnyökkel is jár. Magasabb termékenyülési százalék esetén ugyanis jóval kisebb a *Saprolegnia* vízi penészgomba kártétele és jelentősen csökken a keltetőházi feladatok idő- és munkaerő igénye. A fejlesztőmunka ezért a szaporítás hatékonyságát hozzávetőlegesen két-háromszorosára növelte. A módszer létjogosultságát a többéves nagyüzemi alkalmazás is igazolta (*Szabó*, 2008). Fontos azonban hangsúlyozni, hogy az új módszer csak akkor eredményes, ha a sikeres szaporítás két alapvető feltétele – a megfelelően felkészített anyaállomány és a tenyésztői szakértelem – is biztosított.

További pontyfélék (compó, folyóvízi keszegfajok) szaporításának adaptálása a pontyra kifejlesztett keltetőházi viszonyokhoz

A hazai szabad keltetőházi kapacitásokat mind a kutatók, mind pedig a keltetőházak üzemeltetői igyekeznek oly módon is hasznosítani, hogy újabb és újabb, a piacokon keresett halfajokat vonnak be a termelésbe. E munka során számos szaporítási protokoll született a paduc, a jászkeszeg, a compó, a ragadozó őn és még sok egyéb halfaj szaporítására, amelyekre forrásmunkákat az irodalomjegyzékben tüntettünk fel.

Angolna kutatások

Az Európai angolna (*Anguilla anguilla* Linné, 1758.) inkább a betelepített, mint az őshonos haszonhal fajaink közé sorolható, mégis gazdasági jelentőségénél fogva faj a szaporodásbiológiai szempontból fontos objektuma a halszaporodással foglalkozó szakembereknek.

A túlhalászat, a környezet-szennyezés, illetve a kilencvenes évek elején megjelent új parazita kártétele miatt a faj napjainkra veszélybe került. Az IUCN (International Union for Conservationon Nature and Natural Resources – Nemzetközi Természetvédelmi Unió) Vörös Listáján, a *„critically endangered"* veszélyeztetettségi kategóriába sorolták. Az indukált szaporítási technológia jelenlegi hiánya még tovább nehezíti az állomány fennmaradását, akvakultúra célzatú hasznosítását.

Az angolna indukált szaporítása – szemben a többi gazdaságilag jelentős halfajjal – két fiziológiai folyamat befolyásolásán alapul; egyfelől az ivarilag éretlen angolnák gametogenezisének indukcióján, majd ezt követően az ovuláció kiváltásán. Európai viszonylatban az európai angolna mesterséges úton való szaporításának kezdeti sikerei ismertek csak (*Palstra és Thillart*, 2009), az ivadéknevelésről minimálisak az információink. Hazánkban az angolna hormonálisan indukált ivarérlelési kísérletek, több mint 10 évvel ezelőtt kezdődtek meg, több hazai Intézet aktív együttműködésével – PE, KE, MTA BLKI, MTA ÁOKI, SzIE. Fontosabb mérföldkőnek tekinthető, hogy az MTA ÁOKI és Pannon Egyetem munkatársai csatlakoztak egy EU FP5 keretprogramhoz, mely célul tűzte ki az európai angolna megmentését (Estimation of the Reproduction Capacity of European Eel–EELREP 2002–2006). A programon belül kidolgozott ún. silvering index rendszer, mely az angolnák ivari érettségi fázisait segít megbecsülni külső alaktani bélyegek

alapján (*Durif és mtsai*, 2009) megkönnyítette az indukált ivarérlelésre alkalmas anyahalak kiválogatását.

Hazai eredmények

Az együttműködés keretein belül sikerült ikrát nyerni mesterséges tengervíz felhasználása mellett és *A. crassus* fertőzőttség ellenére is, sőt egy alkalommal már termékenyítésig is eljutottak, de a nyert ikra nem megfelelő minősége miatt embriófejlődést nem sikerült elindítani (*Müller és mtsai*, 2003). Hím angolnákat édesvízben sikeresen ivarérleltek, a fejt spermamennyisége, valamint a spermiumok finomszerkezete és mozgóképessége jelentősen nem különbözött sósvízben ivarérlelt társaikéhoz képest. Az édesvízi ivarérlelés során nyert sperma alkalmas volt spermamélyhűtésre (*Müller és mtsai*, 2004a).

3. táblázat

Édesvízben érlelt hormonálisan indukált és kezeletlen balatoni angolnák Gonado-somatikus Indexének (GSI) öszehasonlítása

		Untreated (n=7)	Maturated (n=7)
Body weight	mean±SD	887.2 ± 163.6 [a]	899.9 ± 202.8 [a]
	min-max	661.5 – 1089.6	602 – 1160
GSI	mean±SD	1.03 ± 0.26 [a]	9.87 ± 1.55 [b]
	min	0.7 – 1.39	8.27 – 13.09

Table 3. Summarised data (mean±SD) of bodyweight and GSI of treated and untreated European eels. All fish originated from the same location in Lake Balaton. Means with a and b in superscript indicate significant difference at p<0.05 (independent sample t test)

7. ábra **Édesvízben érlelt kezelt angolna 13,09 GSI értékű petefészekkel**

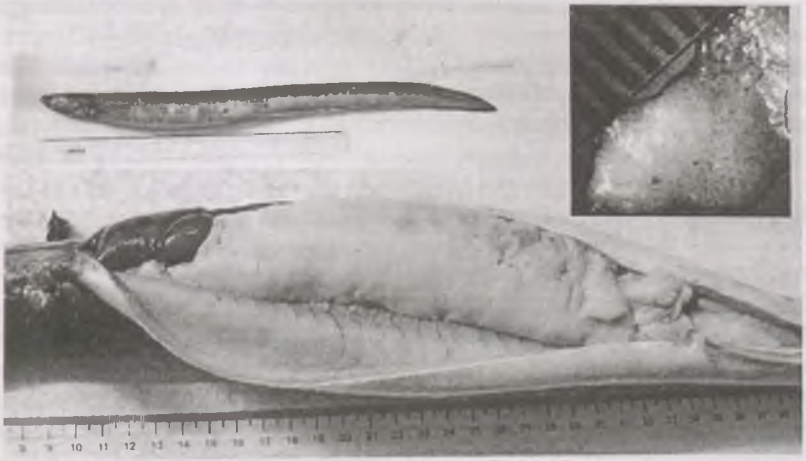


Figure 7. A treated eel (BW:1024g; GSI=13.09%) just before the open the abdomen (left small picture) and after (big picture). Piece of ovary (right above picture) and oocytes in early and mid-vitellogenic phase, nucleus in cell centers

Egy japán–magyar együttműködés keretén belül sikerült japán angolna (*A. japonica*) ikra felhasználásával termékenyítési tesztre felhasználni európai angolna mélyhűtött spermát és belőlük életképes hibrid lárvát keltetni (*Müller és mtsai*, 2011a).

Jelenleg az angolnák édesvízben történő ivarérlelésére fordítanak nagy hangsúlyt, kezdeti eredmények biztatóak arra nézve, hogy hasonlóan a hímekhez a petefészek oocita fejlődésének beindításához nem szükséges tengervíz (*Horváth és mtsai*, 2011) *(7. ábra)*.

Kősüllő

A kősüllő természetes vizeink halászatában kisebb, a horgászfogásokban valamivel nagyobb jelentőséggel bír. A balatoni kősüllőnek, mint a tó egyik kistermetű csúcsragadozójának ökológiai, természetvédelmi és a tágabban értelmezett gazdasági tekintetben is kiemelkedően fontos szerepe van (ivadéka szerepel a fogassüllő táplálékbázisában, illetve a partmenti ragadozóhal-horgászat lehetőségeit színesíti). A hazai kősüllő állomány kizárólag természetes reprodukció útján tartja fent magát. Ez a jelenlegi kedvezőtlen feltételek mellett azonban a szinten tartáshoz sem elégséges. A halfaj megfogyatkozására jellemző adat, hogy míg 1982-ben a balatoni halászok és horgászok együttesen 14 384 kg kősüllőt zsákmányoltak, addig 2003-ban már csak 2321 kilogrammot, ami 84%-os csökkenést jelent. A Balaton kősüllő-állományának drasztikus megfogyatkozása számos okra vezethető vissza, mint például az ívó- és ivadékbölcső-helyek eltűnése, a faunaidegen halfajok kártétele, környezetszennyezési problémák, a tó turisztikai túlzsúfoltsága stb. A kősüllőt a szomszédos országok közül Csehországban, Szlovéniában, Szlovákiában, valamint Romániában – ahol az egyik legnagyobb közép-európai populáció található – már védetté nyilvánították. A faj a hazainál ugyancsak jóval jelentősebb védelmet élvez Ukrajnában is.

Míg az intenzív rendszerekben történő süllőneveléssel kapcsolatban számos hazai és nemzetközi szakirodalmi közlést találunk, addig a kősüllő hasonló aspektusból történő vizsgálatáról kevés közlemény jelent meg. Az utóbbi években a faj iránt az érdeklődés megnövekedett, indukált szaporítására, illetve laboratóriumi körülmények között tápon való ivadéknevelésre több sikeres kísérletet folytattak le (*Müller*, 2009a).

Fehérköves

A világ haltenyésztésében számos fajhibridet tenyésztenek, kihasználva a szülői vonalakhoz viszonyított nagyobb genotípusos és fenotípusos előnyöket (növekedés, stressz rezisztencia, steril népesítő-alapanyag stb.). A sügérfélék hibridizációjában rejlő lehetőségeket Amerikában már felismerték; a saugeye (*Sander vitreum × S. canadense)*, illetve a hibrid csíkos sügér (*Moronoesaxatilis× M.chrysops*) jobb növekedési erélyének és magasabb tűrőképességének köszönhetően általánosan elterjedt az észak-amerikai akvakultúrákban. Az amerikai példából kiindulva a kősüllőnél nagyobbra nő, a gyöngébb vízminőségi paramétereket jobban tűrő, heterózist mutató új, gazdasági szempontból is használható hibrid előállítása volt a cél. Indukált szaporítási eljárással a két fajt magyar kutatóknak sikerült először eredményesen ke-

resztezni. A legfontosabb eddig feltárt és megfigyelt tulajdonságok alapján a fehérköves lárváját laboratóriumi körülmények között könnyebben és eredményesebben lehet nevelni, mint a süllőét; tápra szoktatása nagyobb hatékonyságú, mint a süllőé; stabilan tápot evő állományaik növekedése előnevelt méretben (1,8 g kezdő testtömeg) elmarad a süllőétől; előnevelt méretben a süllők kevésbé mutattak agresszív viselkedést és kisebb mértékben voltak érzékenyek a napi zavarásra, mint a fehérkövesek; együttnevelésükkor a süllők „nyugodtsága" átragadt a hibridre; az eddigi 3 oxigénhiány-tűrőképességi vizsgálatban a hibridek két esetben jobban és egy esetben rosszabbul teljesítettek, mint a süllők; a hibrid oxigénhiány-tűrőképessége meghaladta a kősüllőét, valamint a hibrid mindkét ivarban fertilis (*Müller és mtsai*, 2009b; *Müller*, 2009a; *Müller és mtsai*, 2011b). A két süllő faj között hibridizáció természetes körülmények között is előfordul (*Müller és mtsai*, 2010).

„Mocsári halfajokkal" kapcsolatos kutatások

A XVIII., XIX. századi folyószabályozások következtében eltűnt az egykori ártéri halgazdálkodás, és ezzel együtt a természeti környezet is nagymértékben megváltozott. Az árterület jelentősen csökkent, ami az ívóhelyek és ezzel a halszaporulat csökkenését is magával vonta. A mocsarak nagy részét lecsapolták, így az ezekre a vizekre jellemző, korábban tömegesen előforduló mocsári halfajok állományai megritkultak. A hazai széles kárász (*Carassius carassius L.*) lápi póc (*Umbra krameri*, Walbaum 1792) és réticsík (*Misgurnus fossilis*) állományok az elmúlt egy évszázad során erősen csökkenő tendenciát mutatnak, mely elsősorban a megromlott környezeti feltételekkel állnak kapcsolatban. A széles kárász a környező országokban védett (Ausztria, Horvátország, Szlovákia), sőt fokozottan védett státuszban áll Szerbiában és Romániában. Jelenleg a terjeszkedő amurgéb (*Perccottusglenii*, Dybowski 1877) jelent egyre növekvő veszélyt az egyre kisebb elterjedési területre szoruló még megmaradt hazai lápi póc állományokra. A faj veszélyeztetett státuszát jelzi, hogy több ország Vörös Könyvében szerepel, az IUCN Vörös Listáján (VU) sebezhető-, az 92/43/EGK irányelv („Élőhelyvédelmi irányelv") II. számú függelékében, mint közösségi jelentőségű-, valamint NATURA 2000-es jelölő faj. Magyarországon fokozottan védett, eszmei értéke 100.000 Ft. A réticsík – ugyan még mindig sokfelé előfordul – a fent említett okok miatt hazánkban és Európában máshol is védett, szerepel az IUCN Vörös Listáján „Least Concern" kategóriában, a Berni egyezmény III. függelékében és a Madár- és élőhelyvédelmi irányelvek II. függelékében (Natura 2000-es faj) eszmei értéke 2000 Ft. Egyes helyeken viszonylag nagy tömegben lelhető fel, míg másutt, a számára alkalmas élőhelyekről is hiányzik.

Széles kárász

A folyamatban lévő kutatási munkák legfőbb célja a természetes vizeink halállományainak megerősítése, a kipusztult vagy meggyengült populációk, valamint újonnan létrehozott élőhelyek újranépesítése. A SzIE kutatóbázisán 2007 óta foglalkoznak a széles kárász szaporításával és nevelésével. A négy fő kutatási irányból a szaporodásbiológia területén a ponty keltetőházi szaporításának módszerét sikeresen adaptálták a széles kárászra is. A faj természetes ívási szezonja előtti szaporítását is megoldották (*Müller és mtsai*, 2007), így év végére jóval erősebb egynyaras ivadé-

kokat állíthattak elő. Meghatározták azokat a legfontosabb reprodukciós paramétereket (például a száraz, illetve a nedves ikra tömegét, átmérőjét; a kelés ismérveit különböző hőmérsékleten, a többszöri szaporítás lehetőségét stb.), amelyek a nagyüzemi keltetőházi szaporítás során elengedhetetlenül szükségesek pl.: tervezés, becslés, kiszámíthatóság (*Demény és mtsai*, 2009a), valamint spermamélyhűtési eljárásokkal is foglalkoztak (*Demény és mtsai*, 2009b). Az intenzív lárva- és ivadékneveléssel foglalkozó kutatásaikban a széles kárász lárvájának nevelését kísérleti körülmények között vizsgálták (*Demény és mtsai*, 2010). Előnevelt és egynyaras halak intenzív nevelésére is végeztek kísérleteket (különféle tápok, élő és vegyes táplálékkal való takarmányozás stb. (*Demény és mtsai*, 2011). A nagyobb mennyiségű telepítési alapanyag előállításához a széles kárász tógazdasági termelés fejlesztésének lehetőségeit is vizsgálták; összevetették a széles kárász monokultúra és széles kárász – compó bikultúrás nevelés eredményeit. A bikultúrás nevelés nem hatott negatívan a széles kárász növekedésére és megmaradására, ellenkezőleg, a compó jobb megmaradásával a termelés biztonságát növelte (*Demény és mtsai*, 2009c). Legalább ilyen fontos, hogy a széles kárásznak a természetes vizeinkben megtalálható állományait felmérték. Így populációbiológiai vizsgálatokat (növekedés, testhossz és testtömeg összefüggése, kondíció, hátmagasság alakulása, jelölés-visszafogás, halfaunisztika stb.) folytattak több élőhelyen is. Százezer lárvát és több mint 20 ezer saját szaporításból származó különböző korú ivadékot telepítettek ki az ország 15 különböző helyére, köztük a Balatonba is (*Müller*, 2009b).

Lápi póc

A Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület (Veresegyház) által 2008-ban elindított Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram célja a fokozottan védett, nemzetközi jelentőségű lápi póc hazai állományának megőrzése és gyarapítása a faj hosszú távú fennmaradása érdekében. A SzIE Halgazdálkodási Tanszéke 2009 őszén csatlakozott a Mintaprogramhoz és a mintaprogram keretén belül sikerült megoldaniuk a szaporításukat és nevelésüket, valamint saját szaporításból származó különböző korú kitelepített utódokkal állományaikat megsegíteni az eredeti élőhelyükön és mentett tavakban (*Müller és mtsai*, 2011c).

Réticsík

A védetté nyilvánítással önmagában nem menthető meg egy faj, ehhez elsősorban a megmaradt élőhelyek védelmére és rehabilitációjára, valamint a faj igényeinek megfelelő új élőhelyek létesítésére és az ehhez igazodó tájgazdálkodásra van szükség. Éppen ezért fontos lehet egyes meggyengült populációk telepítéssekkel való megerősítése, illetve a kipusztult populációk pótlása, és egyes újonnan létrehozott élőhelyek újranépesítése. A réticsík mesterséges szaporításának és a sperma mélyhűtésének jelentős irodalma van (*Kopeika és mtsai*, 2008; *Drozd és mtsai*, 2009), pontyfélék keltetőházi szaporításával megegyezően szaporítható, az egyedüli nehézséget a tejes egyedektől nyert kevés ivartermék okoz (*Deményés mtsai*, 2009a). Más pontyfélék növekedéséről szóló szakirodalmi adatokkal összevetve a réti csíklárvák kezdeti növekedése kiemelkedően jó (*Demény és mtsai*, 2009b), az első 3 hónapban elért közel 10 g méret miatt viszonylag hamar telepíthető.

IRODALOM

Antalfi, A. – Tölg, I. (1971) Halgazdasági ABC. Mezőgazdasági Kiadó, 218.

Antalfi, A. – Tölg, I. (1972): Növényevő halak,1–201.

Bercsényi, M. – Merth, J. – Födelmesi, Z. – Müller, T. (2001): Süllő, sügér és kősüllő nevelése tápon (I), Laboratóriumi eredmények, XXV. Halászati tudományos tanácskozás, Szarvas, Kivonatok könyve, 41.

Bíró, P. (1993): Halak biológiája, KLTE.,1–258.

Bokor, Z. – Müller, T. – Bercsényi, M. – Horváth, L. – Urbányi, B. – Horváth, Á. (2007): Cryopreservation of sperm of two European percid species, the pikeperch (Sander lucioperca) and the Volga pikeperch (S. volgensis), Acta Biol. Acad. Sci. Hung., 58. 199–207.

Bokor, Z. – Horváth, A. – Horváth, L. – Urbányi, B. (2008): Cryopreservation of Pike Perch Sperm in Hatchery Conditions,. Isr. J. Aquacult-Bamid., 60. 168–171.

Csorbai, B. – Tamás, G. – Kovács, É. – Urbányi, B. – Horváth, L. (2010): Reproductive potential of pike perch (*Sander lucioperca* L.) considering stripped egg volume. J. Appl. Ichthyol. (nyomdában)

Demény, F. – Sokoray-Varga, S. F. – Müllerné, T. M. – Hegyi, Á. – Urbányi, B. – Müller, T. (2010): Különböző takarmányok és takarmányváltások hatása a széles kárász lárvák (*Carassius carassius* L.) megmaradására és növekedésére. XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás. Szarvas, 2010. május 12–13.

Demény, F. – Sipos, S. – Ittzés, I. – Szabó, Z. – Lévai, P. – Bodó, I. – Urbányi, B. – Müller, T. (2009c): Observations of the Crucian carp (*Carassius carassius*) pond culture. IV. Int. Conf. Tech. Technoi. Exhib. " Fishery", Május 27.–29. 138–144.

Demény, F. – Lévai, T. – Zöldi, L.G. – Fazekas, G. – Hegyi, Á. – Urbányi, B. Müller, T. (2009b): Különböző takarmányok hatása a réticsík lárvák (*Misgurnus fossilis*) növekedésére és megmaradására intenzív körülmények között. Halászat 102. 150–156.

Demény, F. – Sudár, G. – Trenovszki, M. – Kucska, B. – Hóvári, J. – Szabó, G. – Molnár, T. – Hegyi, Á. – Urbányi, B. – Müller, T. (2011): Különböző takarmányok hatása a széles kárász (*Carassius carassius* L.) termelési mutatóira laboratóriumi körülmények között. Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 29–45.

Demény, F. – Zöldi, L.G. – Deli, Zs. – Fazekas, G. – Urbányi, B. – Müller, T. (2009a): A réticsík (*Misgurnus fossilis*) szaporítása és nevelése a természetes-vízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. Pisces Hungarici, 3. 107–113.

Drozd, B. – Kouril, J. – Blaha, M. – Hamackova, J. (2009): Effect of temperature on early life history in weatherfish, Misgurnus fossilis (L. 1758). Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 392. 4. 1–17.

Durif, C. – van Ginneken, V. – Dufour, S. – Müller T. – Elie, P. (2009): Seasonal evolution and individual differences in silvering eels from different locations. In: Spawning migration of the European eel. (szerkesztők: van den Thillart, G.; Dufour, S.; Rankin, C.), 13–38. Springer Science + Business Media B.V., 480.

Herman, O. (1888): A Halgazdaság rövid foglalatja. Franklin Társulat Könyvsajtója, Budapest, 1–198.

Horváth, L. (1977): Improvement of the method for propagation, larval and post larval rearing of the Wels *(Silurus galanis L.),* Aquaculture, 10. 161–167.

Horvath, L., (szerkesztő) (2009): A süllő (*Sander lucioperca*) tógazdasági tenyésztése. Copy and consulting, Budapest, 1–174.

Horváth, L. – Béres, B. – Urbányi, B. (2011): Ökológiai szemléletű tógazdálkodás. Printself Nyomda, 1–167.

Horváth, L. – Székely, Cs. – Boczonádi, Zs. – Mészáros, E. – Bercsényi, M. – Urbányi, B. – Müller, T. (2011): Induced Ooogenesis of the European eel *(Anguilla anguilla* L.) in freshwater condition. Acta Biol. Hung. (nyomdában)

Horváth, L. – Tamás, G. – Tölg, I. (1984): Special Methods in Pond Fish Husbandry. Akadémiai Kiadó Bp–Halver Corporation, Seattle USA, 1–147.

Jaczó, I.,(1971): A kecsege mesterséges szaporítása. HAKI Szarvas, 1–63.

Kiss, I. (1985): Ecological studies on Zooplankton species important for fish farm I. Population biological investigations on zooplankton breeds. *Misc. Zool. Hung.*, 3. 91–101.

Kopeika, J. – Kopeika, E. – Zhang, T. – Rawson, D. (2008): Cryopreservation of sperm loach (*Misgurnus fossilis*). in: Methods in Reproductive Aquaculture. Marine and Freshwater Species. Szerkesztők: Cabrita, E., Robles, V., Herráez, P., 323–327.

Molnár, T. – Hancz, Cs – Bódis, M. – Müller, T. – Bercsényi, M. – Horn, P. (2004): The effect of initial stocking density on the growth and survival of the pike-perch fingerling reared under intensive conditions, Aquacult. Internat., 12. 181–189.

Müller, T. (2009a): A kősüllő és fehérköves (süllő × kősüllő hibrid) biológiája és tenyésztési kísérletei.

pp:144–155. (In: A süllő (*Sander lucioperca*) tógazdasági tenyésztése, szerkesztő Horváth László). Copy & Consulting Kft, Gödöllő, 1–174.

Müller, T. (2009b): Jelölt széles kárászok (*Carassius carassius*) a Balatonban. Halászat, 102. 21.

Müller, T. – Balován, B. – Tatár, S. – Müllerné-Trenovszki, M. – Urbányi, B. – Demény, F. (2011c): A lápi póc (*Umbra krameri*) szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. Hungarici Pisci, 5.15–20.

Müller, T. – Bódis, M. – Urbányi, B. – Bercsényi, M. (2011b): Comparison of the growth of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) and hybrids of pikeperch and Volga pikeperch *S. lucioperca x S. volgensis* (Gmelin, 1789) juveniles reared under controlled conditions. Isr. J. Aquacult- Bamid. 63. (nyomdában)

Müller, T. – Csorbai, B. – Urbányi, B. (2007): A széles kárász – *Carassius carassius* – szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. Pisces Hungarici, 2. 73–82.

Müller, T. – Horváth, Á. – Takahashi, E. – Kolics, B. – Decsi, K. – Bakos, K. – Kovács, B. – Taller, J. – Bercsényi, M. – Horváth, L. – Urbányi, B. – Katsutoshi, A. – Yamaha, E. (2011a): Artificial hybridisation of eel species by using cryopreserved sperm from freshwater reraed males (*Anguilla japonica x A. angullia*). 3rd Int. Workshop Biol. Fish Gamet., 7–9. September, Budapest, Hungary, 160–161.

Müller, T. – Taller, J. – Nyitrai, G. – Kucska, B. – Cernák, I. – Bercsényi, M. (2004b): Hybrid of pikerech (*Sander lucioperca*) and Volga perch (*S. Volgense* GMELIN). Aquacult. Res., 35. 915–916.

Müller,T. – Taller, J. – Kolics, B. – Kovács, B. – Urbányi, B. – Specziár, A. (2010). First record of natural hybridization between pikeperch *Sander lucioperca* and Volga pikeperch *S. volgensis*. J. Appl. Ichthyol., 26. 481–484.

Müller, T. – Urbányi,B. – Váradi, B. – Binder, T. – Horn, P. – Bercsényi, M. – Horváth, Á. (2004a): Cryopreservation of sperm od farmed European eel *Anguilla anguilla*. J. Wld. Aqua. Soc., 35. 225–231.

Müller, T. – Váradi, B. – Horn, P. – Bercsényi, M. (2003): Effects of various hormones on the sexual maturity of European eel (*Anguilla anguilla L.*) females from farm and lakes. Acta Biol. Hung., 54. 313–322.

Palstra, A. – Van den Thillart, G. (2009): *Artificial maturation and reproduction of the European eel.* In: Van den Thillart, G., Dufour, S., Rankin, C. (szerkesztők), Spawning migration of the European eel. Springer Sci+Bussiness Media B, New York Inc., 309–331.

Pintér, K. (2002): Magyarország halai Biológiájuk és hasznosításuk. Akadémiai Kiadó, 1–222.

Ribiánszky, M. – Woynárovich, E. (1962): Halászat, halgazdaság. Mezőgazdasági Kiadó, 1–310.

Ronyai, A. (2007). Induced out-off-season and seasonal tank spawning and stripping of pike perch (Sander lucioperca L.). Aquacult. Res., 1–8.

Somlyódi, L. (2011): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. MTA, 1–336.

Szabó, T. (2001): Hormonally induced Ovulation of Northern Pike via Sustained-Released Vehicles. North American J. Aquacult., 63. 137–143.

Szabó, T. (2008): Use of Carbopol resin for carp pituitary administration improves the fertilization percentage of northern pike (*Esox lucius* Linnaeus) eggs in commercial hatcheries. Hydrobiologia, 601. 91–97.

Szalay, M., Horváth, L. (1977): Mikrobiologische Probleme bei der Fortpflanzung der pflanzenfressenden Fische. Osterreichs Fischerei, 11/12. 177–180.

Tamás, G. – Horváth, L., (1976): Growth of Cyprinids under optimal zooplankton conditions. Bamid. Bull. Fishcult., 28. 50–56.

Woynárovich, E. (1962): Hatching of Carp eggs in Zug glas and breeding of carp larvae until an age of 10 days. Bamidgeh, 14. 38–46.

Woynárovich, E. – Horváth, L. (1980): The Artificial Propagation of Warm-Water Finfishes. A manual for extension. FAO Fisheries Technical Paper. No. 20., Rome, 1–183.

Érkezett: *2011. szeptember 6.*

Szerzők címe: *Urbányi B. – Müller T. – Bokor Z. – Szabó T. – Béres B. – Horváth L.*
Szent István Egyetem, MKK-KTI, Halgazdálkodási Tanszék
Author's address: Szent István University, Faculty of Agriculture, Department of Fishbreeding
H-2100 Gödöllő Páter Károly u.1.
Horvath.Laszlo@mkk.szie.hu
Urbanyi.Bela@mkk.szie.hu
Szabo.Tamas@mkk.szie.hu
Muller.Tamas@mkk.szie.hu
Bokor.Zoltan@mkk.szie.hu
Beres.Beatrix@mkk.szie.hu

HALGENETIKAI KUTATÁSOK FAJTAJAVÍTÁSI ÉS ÁLLOMÁNY-MEGŐRZÉSI CÉLLAL

BERCSÉNYI MIKLÓS – SZŰCS RÉKA – ORBÁN LÁSZLÓ – LEHOCZKY ISTVÁN – JENEY ZSIGMOND

ÖSSZEFOGLALÁS

Mivel a legtöbb hal utódszáma más tenyésztett állatainkhoz képest sok nagyságrenddel is magasabb lehet, ezért a genetikai beavatkozások itt – egyik generációról a másikra – lényegesen gyorsabb, hatékonyabb változásokat okozhatnak. Munkánkban megpróbáljuk felvázolni azokat az eljárásokat, eredményeket, problémákat, amiket a halak tenyésztésbe vonása során alkalmaztak, és amik növelték, vagy veszélyeztették az állományok genetikai értékét.

SUMMARY

Bercsényi, M. – Szűcs, R. – Orbán, L. – Lehoczky, I. – Jeney, Z.: FISH GENETIC RESEARCH FOR STOCK IMPROVEMENT AND PRESERVATION

Since the offspring number in most fish is higher than those of other farmed animals, the genetic manipulations – from one generation to the other – can lead to faster and more efficient changes. In this study the authors try to outline the methods, results and problems applied, reached or caused in the course of selection of fish, increasing or endangering the genetic values of the stocks.

A HALNEMESÍTÉS KEZDETEI

Már a piramiskamrák falfestményein is látszik, hogy a fáraó kerti tavaiban halakat tartottak. Ekkor még valószínűleg nem történt tudatos szelekció. Az ezer éves múltra visszatekintő kínai haltenyésztés is, szinte a legújabb időkig, az évről évre a természetes vizekből befogott ivadékokon alapult. Egy kivétel azonban biztosan volt, az aranyhal. Ennek, a kedvtelési célból az ezüstkárászból kitenyésztett halnak a szelekciója már ezer évvel ezelőtt elkezdődött, és mára már több mint harminc jól elkülöníthető tenyészváltozatát alakították ki. Az étkezési céllal tenyésztett halak közül kétségtelenül a ponty volt az első, amelyiken a mai értelemben vett mesterséges tömegszelekció megkezdődött. Ez a középkorban, Európában, a kolostorok melletti halastavakban történt. Több ilyen, sok százéves tórendszer Bajorországban, Csehországban még ma is működik, de a Tatai Öregtó is már Zsigmond király óta üzemel. Ekkor alakították ki a ponty magas hátú, nemes változatát, és a pikkelymutáns tükrös pontyot is. Mivel a halak élő szállítása abban az időben igen nehéz feladat volt, ezért a halgazdaságok saját szaporító állományokat hoztak létre. Az idők során, a mesterséges szelekció segítségével helyi változatok, ún. tájfajták alakultak ki. Érdekes módon, a mesterséges szaporítást mégsem a pontyon, hanem pisztrángon alkalmazták először, és onnan kezdve a pisztráng nemesítése a ponttyal párhuzamosan folyt. Ma közel 100 édesvízi és tengeri halfajon végeznek háziasítást, illetve fajtajavító genetikai munkát, ami komoly szerepet játszik az akvakultúra fejlődése imponáló ütemének fenntartásában (*Jeney és mtsai,* 2011).

A NEMESÍTÉS CÉLJAI ÉS MÓDSZEREI

A nemesítés céljai tekintetében a háziasított nagyállatok és a halak között sok a hasonlóság. A növekedési erély fokozása igen fontos a haltenyésztők számára is. Ezen állhat vagy bukhat pl. az, hogy az étkezési méretű halat adott körülmények között két-, vagy hároméves üzemmódban lehet-e megtermelni. A megmaradás, vagy túlélés szerepe már kevésbé lényeges. Ennek oka a nagy utódszám. A viszonylag alacsony megmaradás azonban a halak esetében is csak az egészen fiatal korosztályoknál – zsenge, vagy előnevelt ivadék – megengedett. Mivel pl. ponty, vagy süllő nagyüzemi tavi előnevelésnél az 50%-os megmaradás átlagosnak mondható, ezért ezen korosztály megmaradásának fokozására nem is folytatnak direkt szelekciós munkát. Az idősebb, és nagyobb méretű korosztályoknál már természetesen fontos, hogy a megmaradás is megfelelő legyen. Ezt, a tenyésztők számára fontos, komplex, több tulajdonság eredőjeként összeálló mutatót, ma már összetevőnként is vizsgálják. Egy betegség ellenálló képesség, vagy jó oxigénhiány tűrés éppúgy elősegíti a megmaradást, mint pl. a ragadozó elkerülés képessége. A takarmány-értékesítés a korábbi, extenzív nevelési körülmények között szintén nem volt igazán lényeges. Ma azonban, amikor intenzív nevelésnél a takarmányozás a költségek több mint felét teszi ki, már nagyon fontossá vált ez a tulajdonság is.

A halakon alkalmazott nemesítési módszerek alapvetően azonosak a háziállatokon alkalmazott módszerekkel. A különbségek leginkább abból adódnak, hogy

sok tenyésztésbe vont halfajnál még gyakorlatilag vad állományokkal állunk szembe, és csak most kezdődik meg a mesterséges szelekció, illetve, hogy halaknál szélesebb az a paletta, ami a gyakorlatban alkalmazható. A csuka, süllő, vagy kecsege szaporítása például a legutóbbi időkig, kevés kivételtől eltekintve vad állományokból történt. A módszerek palettája pedig a halaknál azért szélesebb, mert pl. egyszülős szaporítás, ivarátalakítás, poliploid, steril, vagy monoszex állományok létrehozása a halak szaporodási módjának sajátságai következtében ma még csak ezen állatainknál végezhetők el. Az alkalmazott nemesítési módszerek, és az ezektől várt termelési mutatók generációnkénti változásának elvi sémáját az *1. ábra* mutatja.

1. ábra **Nemesítési eljárások hatása a termelési mutatókra a generációk függvényében**

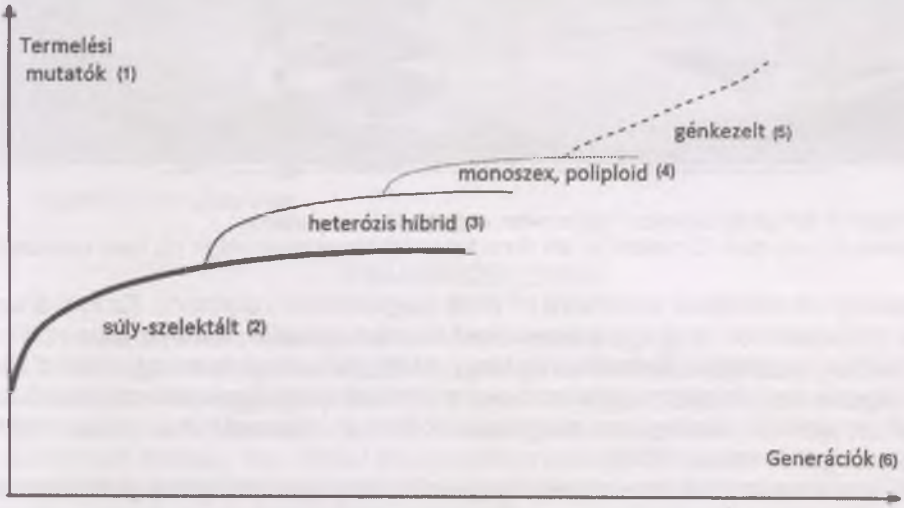


Figure 1. Effect of genetic methods on production traits in function of generations
Production parameters (1), weight selected (2), heterosis hybrid (3), monosex, polyploidy (4), genemanipulated (5), generations (6)

TÖMEGSZELEKCIÓ A HALAK FAJTAJAVÍTÁSÁBAN

A tömegszelekció, a szülők fenotípus szerinti kiválogatásán alapuló ősi módszer, a halakon rendkívül hatékony lehet. Ennek oka az, hogy a magas utódszám lehetővé teszi, hogy a populációt kevés, extrém esetben egy szaporító pár utódaival reprodukáljuk. Elvileg egy, a Balatonban élőnek megfelelő nagyságú ponty populáció, akár egy szaporító pártól is létrehozható volna. A haltenyésztő számára nem csak az a fontos, hogy a termelő tavában a halak gyorsan növekedjenek, hanem az is, hogy az egyedek közel azonosak legyenek, azaz kicsi legyen a szórás *(2. ábra)*. A kis szórás kívánalma majd minden más tulajdonságra is vonatkozik.

A tömegszelekció sikere, a genetikai előrehaladás alapvetően két dologtól függ: a tulajdonság populációra vonatkozó örökölhetőségi értékétől (h^2), valamint az alkalmazott szelekciós indextől. Egyéb tenyésztett állatainkhoz képest halakon

2. ábra **A tógazda szelekciós munkájának célja: nagyobb átlagsúly és kisebb szórás**

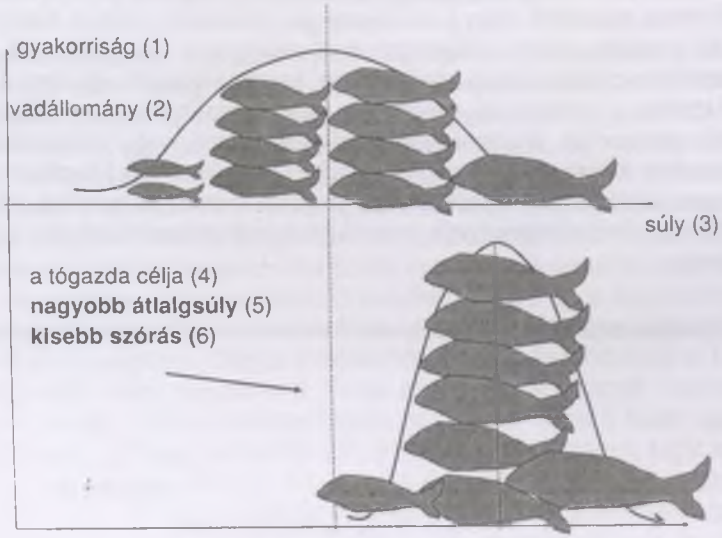


Figure 2. Aim of the selection: higher mean weight and lower variance
frequency (1); wild stock (2); weight (3); aim of the farmer (4); higher mean weight (5); lower variance (5)

a testsúly növekedésre vonatkozó h^2 érték meglehetősen alacsony. Ez nyilvánvalóan abból adódik, hogy a méréseket néhány tömegszelekción már túlesett állományokon vizsgálták. (Bercsényi és Nagy, 1986; Bercsényi és mtsai, 1987) Ezzel szemben a tenyésztésbe újonnan bevont fajoknál, vagy azok vad populációinál ezek az értékek lényegesen magasabbak (≤ 0,3) (*Bercsényi és mtsai,* 1991; *Dupontnivet és mtsai,* 2008).

Ekkor azonban, bár az első néhány generációban igen jelentős a genetikai előrehaladás, a populáció additív genetikai varianciája rendkívül gyorsan kimerül. Ez az örökölhetőség (h^2) extrém csökkenéséhez vezet, és a továbbiakban a tömegszelekció hatástalanná válik. Több olyan eset is ismert, amikor kisszámú, vagy csupán egy családból származó halakból próbáltak meg szelekciós programmal fajtajavítást végezni, sikertelenül. Az egyik ilyen a II. világháború után a Našici halgazdaságból Izraelbe kivitt néhány egyed pontyból végzett szelekció, amit a harmadik, eredménytelen tömegszelekciós kiválogatás után abba kellett hagyni. A ma ott használt pontyfajtákat később máshonnan importált fajták hibridizációjával hozták létre. A nyolcvanas évek végén a Brazíliába exportált hibrid pontyaink ugyan az első generációban kitűnően teljesítettek, de az azokon végzett helyi tömegszelekcióval már csak gyöngébb állományokat tudtak létrehozni.

Egy hazai tógazdaságban több generáción keresztül végeztek kiválogatást egy bőrponty vonalra. A munka eredményeként ma olyan bőrpontyuk van, amelyik a gyakorlati haltermelésben is kiválóan megállja a helyét és az utódokban semmiféle letalitást nem mutat. Ez azért is érdekes, mert ellentmond annak a modellnek, amivel közel nyolcvan éve leírták a pikkelymintázat öröklődését, és amit azóta majd minden haltenyésztési tankönyv átvett (*Kirpichnikov és Balkashina,* 1935 és 1936). A pikkelymintázat öröklődésének vizsgálatában előrelépést jelentett a pon-

tyon és zebradánión is meglévő tükrös fenotípusok *(3. ábra)* genetikai feltérképezése. Kiderült, hogy a korábbi modell S génjének két allélje egy fibroblaszt növekedési faktor receptorgénje (Rohner és mtsai, 2009). Most úgy tűnik, hogy a pikkelymintázat öröklésének leírása jóval bonyolultabb, mint ahogy azt a korai modellben feltételezték. A közelmúltban találtak egy olyan amúrt (Ctenopharyngodon idella) is ami az oldalvonal-soros pontyéval mutat egyezést (3. ábra, *Simonics és Sári,* 2011).

3. ábra **Oldalvonal-soros amúr**

Figure 3. Linear grass carp

CSALÁDSZELEKCIÓ

Ezt a fajtajavítási módszert halakon csak viszonylag későn alkalmazták. Ez abból ered, hogy a halakat születésükkor sokáig nem tudták megjelölni. Jelölés hiányában viszont az együttnevelést követően nem lehetett azonosítani az egyedek származását, ami lehetetlenné tette, a fenotípusos teljesítménynek egy származáshoz való kötését. Ha viszont elkülönítetten nevelték az ivadékot, úgy az eltérő környezeti hatás (tóhatás) olyan erősen befolyásolta a teljesítményt, hogy az elfedte a genetikai varianciát. Elvileg ezt kellően nagyszámú tavi ismétléssel ugyan ki lehetett volna védeni, azonban anyagi korlátok miatt erre nem került sor. Ebben a tekintetben az hozott változást, hogy néhány fajnál kifejlesztették azok kimondottan iparszerű, uniform környezetben való nevelését. Norvégiában például az atlanti lazac és a szivárványos pisztráng tenyésztése kizárólag mesterséges tápon, és mesterséges környezetben, kádakban vagy ketrecekben folyik. Itt a kádak által okozott környezeti variancia szinte teljesen elhanyagolható, és a lazac, vagy pisztráng családok teljesítménye jól köthető a genetikai háttérhez. Ez az elvileg egyszerű módszer, nagyon komoly szervezettséget, tervszerű nevelést és az adatok számontartását igényli. Eredményességét igazolja, hogy egy 5 generáción át folytatott családszelekcióval az *1. táblázatban* látható, imponáló eredményeket érték el (*Thodesen és mtsai,* 1999).

Hasonlóan eredményes volt egy francia csoport sebes pisztrángon 4 generáción át folytatott családszelekciója is, ahol a szelektált vonal a kontrollhoz képest több, mint 110%-os testsúly többletet ért el egy 260 napos nevelési tesztben (*Chevassus és mtsai,* 2004) *(4. ábra).*

Egy ilyen családszelekciós modell került alkalmazásra az EUROCARP projekt során is, amelyben ponty fajták és hibridjeik növekedésének vizsgálata mellett

1. táblázat

Az atlanti lazac termelési mutatóinak változása 5 generációs súlyszelekció után

Változás a vad (kontroll) populációhoz képest(1)	(%)
Növekedés(2)	+113
Takarmány fogyasztás(3)	+40
Fehérje visszatartás(4)	+9
Energia visszatartás(5)	+14
Takarmányértékesítés (FCR)(6)	–20

Table 1. Change of production parameters of Atlantic salmon following 5 generations of body weight selection
Change compared to the wild (control) population (1); growth (2); feed consumption (3); protein retention (4); energy retention (5); feed conversion rate (6)

igen fontos volt azok specifikus kórokozókkal szembeni ellenállásának a tanulmányozása. A munka érdekes megállapítása volt, hogy pl. az *Aeromonas hydrophilla* fertőzésnek jól ellenálló családok a vírussal (CSV) szemben meglehetősen fogékonyak voltak, míg a baktériumra fogékonyak jobban ellenálltak a vírusfertőzésnek.

4. ábra **Négy generáción át családszelekcióval javított pisztrángok utódjainak és a kontrollnak a növekedése** *(Chevassus és mtsai, 2005)*

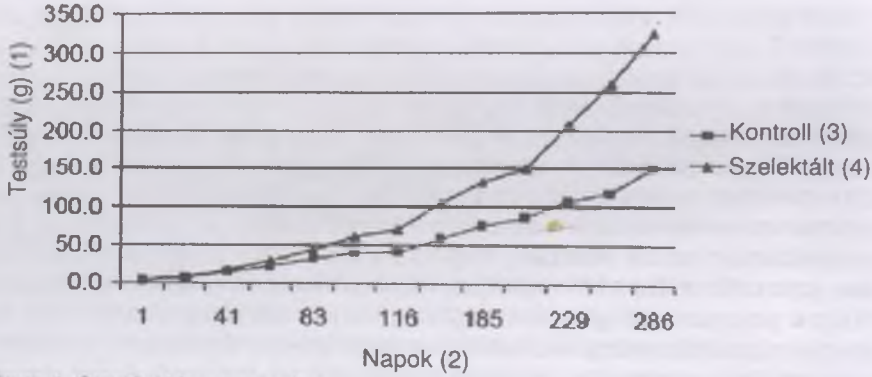


Figure 4. Growth of four generation family selected and control rainbow trout (Chevassus et al. 2005)
body weight (g) (1); days (2); control (3); selected (4)

GYORS BELTENYÉSZTÉSI MÓDSZEREK, KLÓNOK

Ahhoz, hogy termelési célra, évről évre, kis genetikai szórású, de egyedeiben nem túl magas homozigozitású állományokat hozzunk létre, kellően homozigóta vonalakkal (halak esetében elég esetleg 1–2 egyed is) kell, hogy rendelkezzünk. Bár sok halgazdaság hosszú évek óta csak saját anyaállománnyal dolgozik, azonban önkéntelenül is elkerülik a magas homozigozitást, mert a szaporító állomá-

nyok kiválasztásánál a legjobb fenotípusokat válogatják ki. Ezek pedig sok gén tekintetében is heterozigóták. A hagyományos beltenyésztési módszerekkel a tógazda számára nagyon hosszú, költséges, és bizonytalan a megfelelően beltenyésztett vonalak kialakítása. Halakon sikerült olyan, a gyakorlatban is használható egyszülős szaporítási módszereket kidolgozni, amikkel akár az első generációban is lehetséges egymástól genetikailag különböző, de egyedeiben szinte teljes homozigozitást mutató utódokat létrehozni. A második egyszülős szaporítású generációban pedig már minden utód homozigóta, és egymással izogén. A módszer *Hertwignek* (1911) egy éppen száz éves megfigyelésén alapul. Röntgensugárral kezelt békaspermával termékenyített békapetéket, és a dózis függvényében talált olyan túlélőket, amelyek parthenogenikusak voltak.

Az egyszülős szaporítások közül megkülönböztetünk anyai (gynogenikus) és apai (androgenikus) változatokat, annak megfelelően, hogy az utódnak átadott genetikai anyag az ikrából, vagy a spermiumból származik.

A gynogenikus szaporítási technikák kifejlesztésében pontyon orosz kutatók jártak elől, akik pontyon, csíkhalon és tokon is dolgoztak (*Golovinskaya és Romashov*, 1965; *Neifakh*, 1956) az ötvenes évek végétől. A hetvenes években azonban egy nagyszabású hazai ponty genetikai munka is indult, az ELTE és a TEHAG együtt-működésében. Ebben sok alapkutatási és gyakorlati eredményt sikerült elérni. A program során előállították egy anyahal 4. gynogenikus generációját. Az első három generációt meiotikus (a második poláris test visszatartásával) az utolsót pedig mitotikus (az első mitózis citoplazma feleződésének megakadályozásával) hozták létre. A külső fenotípusos markereken túl biokémiai úton is (vérfehérje polimorfizmus) igazolták a gynogenezis megtörténtét (*Nagy és mtsai*, 1978).

Az androgenikus szaporítás kifejlesztése halakon jóval később történt, mint a gynogenikus. *Purdom* (1969) lepényhalon még csak embriókat tudott létrehozni androgenezissel, *Thorgaard és mtsai* (1990) viszont már életképes pisztrángivadékot hoztak létre ilyen módon tetraploid tejes spermájával. *Grunina és mtsai* (1995) tokhalon is létrehoztak diploid életképes ivadékokat. Magyar kutatók két faj közötti androgenézissel diploid aranyhalakat keltettek ki ponty ikrából (*Bercsényi és mtsai*, 1998) Ma már igen sok halfajon végeztek egyszülős szaporítást, amiről *Komen és Thorgaard* (2007) adnak jó összefoglalást. Az egyszülős szaporítási móddal létrehozott kiónokat a tenyésztői alkalmazásokon túl jól fel lehet használni az alapkutatásokban is.

HETERÓZIS HIBRIDEK

A heterózis hibridizációnak a halakon messze nincs olyan múltja, mint a tömegszelekciónak. Ennek sok oka közül kettő a döntő:

- A tenyésztő számára nagyon összetett és nyűgös a vonalak fenntartása és keresztezése.
- Az első ránézésre egyszerűnek tűnő hal növekedési tesztek szakszerű elvégzése túl sok gyakorlati nehézségbe ütközik, és komoly szakértelmet igényel. A gyakorlati nehézségek közül eddig a legdöntőbb az ivadékok megjelölhetősége volt.

Mégis, kitartó munka és sok ismétlés eredményeként kiderült, hogy egyes hazai ponty „tájfajtáknak" a keresztezéséből igen jól teljesítő hibrideket lehetett létrehozni, pl. a 215-ös vagy P31-es jelű hibridek (*Bakos,* 1979). Ugyanakkor meglepő volt, hogy egy nagyon magasan beltenyésztett ponty vonal egy-egy harmadik, illetve negyedik gynogenikus generációjának keresztezésével jobban növekedő utódokat kaptak, mint a korábbi legjobb hibridek (*Nagy és mtsai,* 1984). Az is látszott, hogy egyáltalán nem minden hibrid teljesít jobban, mint a szülők jobbika. Ezt egy újabban végzett nagyszabású vizsgálat is igazolta. A hibridek testsúly teljesítményének különbözősége a tiszta fajtákétól –14%-tól +27%-ig terjedt (*Nielsen és mtsai,* 2010). Míg a tömegszelekció hatékonyságának előrejelzésére megfelelő, más állatokon is eredményesen alkalmazott modell állt rendelkezésre, addig a hibridizációs fajtajavítás lehetőségének előrejelzésére ki kellett dolgozni egy matematikai modellt. A modell segítségével előre jelezhetővé vált annak a valószínűsége, hogy az akkor a HAKI fajtagyűjteménye használatával, mekkora tesztkapacitással, milyen valószínűséggel hozhatók létre az átlagot

5. ábra **Az átlagnál 0–90%-kal jobban teljesítő hibridek megtalálásának valószínűségei, 1–20 hibrid tesztelése során, a HAKI fajtagyűjteményéből**

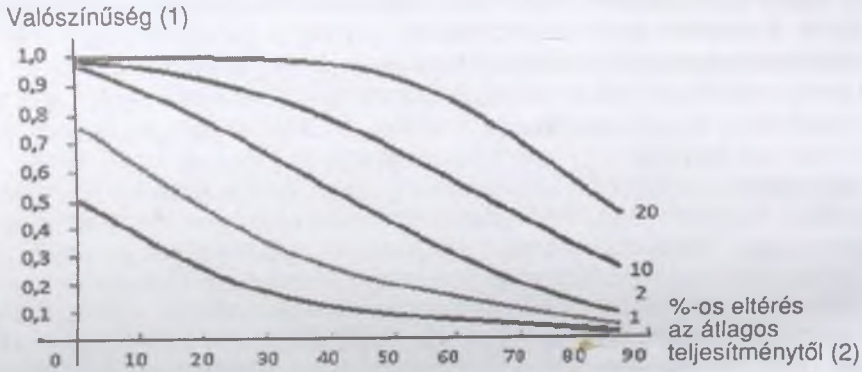


Figure 5. Probabilities of finding 0-90% better than average performing hybrids if testing 1–20 crosses from the HAKI's live gene bank
Probability (1), difference from average in % (2)

egy kívánt értékkel meghaladó teljesítményű hibridek *(5. ábra)* (*Bercsényi és Nagy,* 1986).

A fajhibridek néhány kivételtől eltekintve halak esetében nem rendelkeznek előnyös tulajdonságokkal. A kivételek közé tartozik pl. a viza és a kecsege hibridje, aminek előnye a kecsegénél jóval intenzívebb növekedése mellett a vizáénál sokkal korábbi ivari érése. Egy másik jól bevált fajhibrid a napfény sügér (sunshine bass), amelyiket egy édesvízi és egy brakkvízi sügérféle keresztezésével hoznak létre. A természetben egymással szinte soha nem szaporodó két süllőfaj, a fogassüllő és a kősüllő hibridjét is előállították, de egyelőre nem látszik olyan előnye, ami miatt tenyésztésre érdemes volna (*Müller és mtsai,* 2010).

POLIPLOID ÉS MONOSZEX ÁLLOMÁNYOK LÉTREHOZÁSA

Poliploid, vagy monoszex állományok létrehozásának csak olyan fajoknál van jelentősége, amelyeknél ez az állapot valami előnyös tulajdonsággal jár. Ilyen lehet pl. jobb növekedés, szaporodás képtelenség, előnyösebb magatartás, vagy az ivarra jellemző értékes termék (pl kaviárnak való ikra). A triploid halak általában zavart ivari fejlődésűek, legtöbbször sterilek. A sterilitás oka többek között az, hogy az ivarsejtek kialakulásához vezető meiózis során a homológ kromoszómák párosodása, illetve az utódsejtben történő megoszlása nem tökéletes, és így normális továbbfejlődésre képtelen aneuploid sejtek jönnek létre. Ez a sterilitás előnyös pl. abban az esetben, ha valahol tájidegen halat szeretnének nevelni, és minimalizálni akarják annak a veszélyét, hogy az természetes vizekbe kerülve nem kívánatos módon elszaporodjon. A triploidok növekedési képességéről fajok szerint különböző, néha egymásnak ellentmondó beszámolók jelentek meg (*Tiwary és mtsai,* 2004) Jelen cikk szerzőinek személyes tapasztalata, hogy triploid pontyok és amúrok teljesítménye lényegesen elmarad a normál diploid társaikéhoz képest.

Monoszex állományok használata a gyakorlati tenyésztésben nagyobb jelentőséggel bír, mint a triploidoké. Ennek egyik oka a rendkívül dinamikusan fejlődő, az akvakultúra „brojlerének" számító tilápiák termelése. Ezeknél a bölcsőszájú fajoknál a hímek 2–3-szor nagyobbra nőnek, mint a nőstények. E mellett az igen korai, az étkezési méret elérése előtt már ivarérett, és szaporodást megkezdő tilápiák növekedés helyett reprodukcióra használják fel az energiájukat. A szaporodás megakadályozásának egyik módszere monoszex állományok kihelyezése, lehetőség szerint a jobban növekedő hímekből. A közel 100%-os hím monoszex állományok előállítása történhet hormonos ivarátfordítással is, vagy pedig bizonyos fajhibridek alkalmazásával. Ilyen monoszex utódállomány keletkezik pl. *Oreochromis nilotica* x *O. aureus* keresztezéskor (Eknath és Hulata, 2009). Pontyon nálunk már közel harminc éve állítottak elő monoszex utódcsoportokat, azonban, mivel az étkezési méret eléréséig ez nem jelent lényeges előnyt a normál, kevert ivarú csoportokhoz képest ezért ezek használata nem terjedt el. Tokhalakon, ahol a kaviárt biztosító nőstények jelentősen értékesebbek a hímeknél az ivari érés előtt két évvel biopsziás előválogatást végeznek. Valószínűleg nagyon közel vagyunk azonban ahhoz, hogy genom manipuláció és hormonos ivarátfordítás kombinálásával sikerüljön monoszex tokhalállományokat is létrehozni.

TRANSZGENIKUS (GÉNKEZELT) HALAK

Külföldön a halakon végzett génátültetési kísérleteket nagyjából abban az időben kezdték el, amikor az emlősökön is. Hazánkban az első kísérleteket pontyon, mikroinjektálásos technikával végezték, és ehhez humán növekedési hormon génjével készített konstrukciót alkalmaztak (*Bercsényi és mtsai,* 1987) Ezt követően több átviteli technikát is sikerült kifejleszteni, köztük spermiumok mikroporációjával és liposzómális átvitellel működőt is (*Szelei és mtsai,* 1994) Ekkor nem csak a gén jelenlétét, hanem markergének működését is sikerült kimutatni. A gyakorlat számára fontos, pl. növekedés fokozó faktorok bevitelével többen is foglalkoztak

(*Zhu, 1992; Moav és mtsai,* 1996), azonban a kis egyedszám, vagy a nagyon rövid nevelési idővel végzett tesztek nem voltak alkalmasak arra, hogy a transzgént hordozó hal előnyét bizonyítsák. Megdöbbentő hatású és bizonyító erejű volt azonban *Yoon és mtsai,* (2001) kísérlete melyben egy csíkhal saját növekedési hormon génjét új konstrukcióban vitte be. Ekkor olyan, gigantikusnak nevezhető halat kaptak, ami természetes körülmények között sohasem fordult még elő *(6. ábra).*

6. ábra **A természetben elő nem forduló nagyságú, a normálisnál 35-ször nagyobb súlyú transzgenikus csíkhal (Misgurnus mizolepi)** *(Yoon és mtsai, 2001)*

Figure 6. Extrabrdinary, 35 times larger than normal transgenic mud loach (Misgurnus mizolepi) (Yoon et al 2001)

Az ilyen teljesítményű transzgenikus halak természetes vizekbe jutásának ma még beláthatatlan következményei lehetnek. Ezért az ezekkel folytatott, nem csak tenyésztői, hanem kísérleti munkáknak is nagyon szigorú biztonsági rendszabályok szerint kell működniük (*Kapuscinski és mtsai,* 1999; *Marris*, 2010)

TERMÉSZETES VIZEKEN FOLYTATOTT HALÁSZAT GENETIKAI HATÁSAI

A természetes vizek hal állományaira azonban nem csak a transzgenikus halak kijutása jelenthet veszélyt. A halászat intenzitása mára sok helyen már olyan erős, és olyan mesterséges szelekciót jelent, ami igen komolyan befolyásolja a populációk allélgyakoriságát, méghozzá kontraszelekciót idézve elő. Ennek egyik, Magyarországon is létező megnyilvánulása, amikor egy tavon hosszú-hosszú generációkon keresztül méret szerinti fogási korlátozást írnak elő. Ez annyit jelent, hogy pl. ha a horgászok a balatoni süllőből csak azokat az egyedeket foghatják ki, amelyek 30 cm-nél hosszabbak, akkor *abból a korosztályból,* amelyiknek egyik fele még csak 30 cm alatti (azaz gyöngén nőtt), másik fele viszont már 30 cm felett van (azaz jó növésű) kontraszelekciót végeznek. A rosszul növekvőt ugyanis viszsza kell tenni a tóba, míg a jól növőket el szabad vinni *(7. ábra).* Belátható, hogy ez hosszú távon a jó növést biztosító allélok gyakoriságának csökkenéséhez, magyarul csökött növekedéshez vezet. Azok az indokok, hogy minden egyedet szaporodáshoz kell engedni valójában nem állják meg a helyüket. Egy természetes populációban az allélgyakoriság stabilitását az jelenti, ha a szaporodáshoz jutók jól reprezentálják az egész populációt. Amennyiben egyes allélok a szaporodáskor alulreprezentálódnak, úgy az utódpopuláció is megváltozik a szülőihez képest. Ezt a problémát fejtik ki megfelelő matematikai apparátussal (*Hard,* 2004 valamint *Allendorf és Hard,* 2009).

7. ábra. **A sok generáclón keresztül alkalmazott méret-szerlnti fogásl korlátozásnak kontraszelektív hatása van**

Figure 7. Application a size limit on catches in natural waters leads to contra-selection
Contra-selection (1); back to reproduce (2); out for table (3)

IRODALOMJEGYZÉK

Allendorf, F.W. – Hard, J.J (2009): Human-induced evolution caused by unnatural selection through harvest of wiid animals. PNAS, 106, suppl. 1. 9987–9994.

Bakos, J. (1979) Crossbreeding Hungarian races of common carp to develop more productive hybrids. In: Advances in Aquaculture, Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, UK, 635–642.

Bercsényi M. – Bergler, H. – Reichle, G. (1991): Schätzung der Heritabilität früher Wachstum-stadien des Sterlets. Fischer und Teichwirt, 12. 417–418.

Bercsényi M. – Nagy A. (1986): Predicting Success in Carp Hybridization Programs in Hungary. Proc. 3rd Wld Congress Genet. Appl. Livest. Prod., Lincoln NE, IX. 417-422.

Bercsényi M. – Orosz L. – Gráf L. – Duda E. – Horváth L. (1987): A transzgenikus ponty, előzetes eredmények. Napjaink Biotechnoiógiája, 10. 132–135.

Bercsényi M. – Magyary I. – Urbányi B. – Orbán L. – Horváth L. (1998): Hatching out goldfish from common carp egg. Interspecific androgenesis between two cyprinid fish species. Genome, 41. 573–579.

Chevassus, B. – Quillet, E. – Krieg, F. – Hollebecq, M. – Mambrini, M. – Fauré, A. – Labbé, L. – Hiseux, J. – Vandeputte', M. (2004): Enhanced individual selection for selecting fast growing fish: the "PROSPER" method, with application on brown trout (*Salmo trutta fario*). Genet. Sel. Evol., 36. 643–661.

Dupontnivet, M. – Vandeputte, M. – Vergnet, A. – Merdy, O. – Haffray, P. – Chavanne, H. –Chatain, B. (2008): Heritabilities and GxE interactions for growth in the European sea bass (Dicentrarchus labrax L .) using a marker-based pedigree. Aquaculture, 275. 81 – 87.

Eknath, A.E. – Hulata, G. (2009): Use and exchange of genetic resources of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Rev. Aquacult., 1. 197–213.

Golovinskaya, K.A – Romashov, D.D (1965): Segregation for the scaling pattern during diploid radiation gynogenesis in the common carp. Tr. Vses. Nauch. Issled. Inst. Prud. Ryb. Khozy., 14. 227–235. (in Russian)

Grunina, A.S. – Recoubratsky, A.V. – Neyfakh,A.A. (1995): Induced diploid androgenesis in sturgeons. Sturgeon *Q.*, 3. 6–7.

Hard, J.J. (2004): Evolution of Chinook Salmon Life History Under Size-Selective Harvest. In A. Hendry & S. Stearns (eds.) "Evolution Illuminated": Salmon and Their Relatives. Oxford University Press, 315–337.

Hertwig, G. (1911): Radiumbestrahlung unbefruchteter Froscheier und ihre Entwicklung nach Befruchtung mit normalem Samen. Arch. f. Mikr. Anal., 77. 165–209.

Jeney Zs. – Bercsényi M. – Váradi L. – Lehoczky I. – Bakos J. (2011) : A haltenyésztés genetikai alapjainak megőrzése. Állattenyésztés és Takarmányozás (nyomdában)

Kapuscinski, A.R. – Nega, T. – Hallerman, E.M. (1999): Adaptive biosafety assessment and management regimes for aquatic genetically modified organisms in the environment. In: Pullin, R.S.V. – Bartley, D.M. – Kooiman, J. (eds) Towards policies for Conservation and sustainably Use of Aquatic Genetic Resources. Conference Proceedings 59, ICLARM, 225–251.

*Kirpichnikov, V.S. – Balkashina, E.I. (*1935): Materials on genetics and selection of common carp I. (in Russian). Zoologichesky Journal (Moscow) 14. 45–78.

Kirpichnikov, V.S. – Balkashina, E.I. (1936): Materials on genetics and selection of common carp II. (in Russian). Biologichesky Journal (Moscow) 5. 327–376.

Komen, H. – Thorgaard, G. (2007): Androgenesis, gynogenesis and the production of clones in fishes: A review. Aquaculture, 269. 150–173.

Marris, E. (2010): Transgenic fish go large. Nature, 467. 259.

Moav, B. – Hinits, Y. Groll, Y. – Rothbard, S. (1996): Inheritance of recombinant carp [beta]-actin/GH cDNA gene in transgenic carp. Aquaculture, 137. 179–185.

Müller T. – Bódis M. – Urbányi B. – Bercsényi M. (2010): Comparison of the growth of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) and hybrids of pikeperch and Volga pikeperch *S. lucioperca × S. volgensis* (Gmelin, 1789) juveniles reared under controlled conditions. Isr. J. Aquacult. – Bamid., 63. 2.

Nagy A.– Rajki K.– Horváth L.– Csányi V. (1978): Investigation on carp, *Cyprinus carpio* L. gynogenesis J.Fish Biol., 13. 215–224.

Nagy A.– Csányi V.– Bakos J.– Bercsényi M. (1984): Utilization of gynogenetic hybrids in commercial carp production. Aquacult. Hung., 4. 7–16.

Neifakh, A.A. (1956): Izmeneniya radiochuvstvitel'nosti v protsesse oplodotvoreniya u v'yuna, Misgurnus fossilis. Dokl. AN SSSR,109. 943–946.

Nieisen, H.M. – Ødegård, J. – Olesen, I. – Gjerde, B. – Ardó, L. – Jeney G. – Jene, Z. (2010): Genetic analysis of common carp (*Cyprinus carpio*) strains: I. Genetic parameters and heterosis for growth traits and survival. Aquaculture, 304. 14–21.

Purdom, C. E. (1969): Radiation-induced gynogenesis and androgenesis in fish. Heredity, 24. 431–444.

Rohner, N.– Bercsényi M.– Orbán I.– Kolanczyk, M.E.– Linke, D.– Brand, M.– Nüssiein–Volhard, Ch.– Harris, M.P. (2009): Dupiication of fgfr1 permits Fgf signaling to serve as a target for selection during domestication. Curr. Biol., 19. 1642–7.

Simonics G. – Sári J. (2011): Személyes közlés

Szelei J. – Váradi L. – Müller F. – Erdélyi F. – Orbán L. – Horváth L. – Duda E. (1994): Liposome-mediated gene transfer in fish embryos. Transgenic Res., 3. 116–119.

Thodesen, J.– Grisdale-Helland, B. – Helland, S. J. – Gjerde, B. (1999): Feed intake, growth and feed utilization of offspring from wild and selected Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 180. 237–246.

Thorgaard,G.H.–Scheerer, P.D.–Hershberger,W.K.–Myers, J.M. (1990): Androgenetic rainbow trout produced using sperm from tetraploid males show improved survival. Aquaculture, 85. 215–221.

Tiwary, B.T. – Kirubagaran,R. – Ray, A. (2004): The biology of triploid fish. Rev. Fish Biol. Fisher., 14. 391–402.

Zhu, Z. (1992): Generation of fast growing transgenic fish: methods and mechanisms. Transgenic fish Singapore: World Scientific Publishing Co. Ltd., 92–119.

Yoon Kwon Nam – Jae Koo Noh – Young Sun Cho – Hyo Jong Cho – Kyu-Nam Cho – Chul Geun Kim – Dong Soo Kim (2001) Dramatically accelerated growth and extraordinary gigantism of transgenic mud loach *Misgurnus mizolepi*. Transgenic Res., 10. 353–362.

Érkezett: *2011.augusztus 10.*

Szerzők címe: *Bercsényi M. – Szűcs R.*
Pannon Egyetem, Georgikon Kar,
Author's address: University of Pannonia, Georgikon Faculty
H-8361 Keszthely, Deák F. u. 16.
bm@georgikon.hu, nemzsir@gmail.com

Orbán L.
Temasek Life Sciences Laboratory, National
University of Singapore, Singapore 117604
laszlo@tll.org.sg

Lehoczky I. – Jeney Zs.
Halászati és Öntözési Kutatóintézet,
Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation
H-5540 Szarvas, Anna liget 8.
lehoczky@haki.hu, jeneyz@haki.hu

MAHAL

MAGYAR HALTERMELŐK ÉS HALÁSZATI VÍZTERÜLET-HASZNOSÍTÓK SZÖVETSÉGE

Magyar Haltermelők és Halászati Vízterület-hasznosítók Szövetsége (MAHAL). Ezt a nevet vette fel az 1957 óta működő halászati érdekképviselet (Haltermelők Országos Szövetsége és Terméktanácsa) 2010. szeptemberi közgyűlése. A tagság a névváltoztatás mellett új stratégiát is fogadott el. A MAHAL – tagjai érdekeit védve – továbbra is folytatja munkáját az ágazati ügyek hazai és nemzetközi képviseletében, de tevékenységében nagyobb súlyt kap a természetes vízi halfogás és annak fenntarthatósága. Szakmai közösségként továbbra is segíti tagjait eligazodni a halászat és a horgászat legfontosabb gazdálkodási, környezeti és társadalmi kérdésében.

A korábbi évek számos, mindmáig ható eredménye közül érdemes megemlíteni az 1997. évi halászati törvényt, a halastavi környezetgazdálkodási programot, a halgazdálkodás vízkészletjárulék-mentességének elérését, a 2000-től több éven át folytatott közösségi marketing-kommunikációs programot a ponty-fogyasztás növelése érdekében, a Pontytenyésztési Kódex és a „Jó tógazdálkodási gyakorlat" elfogadását, vagy éppen az új víziállat-egészségőri rendszer kialakítását. Évente megrendezzük (idén volt a 37.) az országos halfőző versenyt, ami számos halgasztronómiai eseményhez adott inspirációt vagy példát országszerte.

A halászat és halgazdálkodás érdekében folytatott munkánk során nem vagyunk egyedül. Legfontosabb hazai partnerünk a Magyar Akvakultúra Szövetség (MASZ) és – az új természetesvízi halászati stratégia kidolgozásában – a gödöllői Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszéke. Nemzetközi téren az Európai Akvakultúra Szövetség (FEAP) és az SZNSZ Halászati Szervezete tagjaként szolgáljuk a magyar halászság ügyeit.

A MAHAL tagja lehet minden halászati tevékenységet folytató magánszemély, jogi személy, valamint ezek jogi személyiséggel nem rendelkező szervezete. A MAHAL hívja és várja soraiba a horgász-halász vízkezelőket és a természetes vízi halfogásban érdekelt más szervezeteket is. A jelenlegi taglétszám: 80

A MAHAL dinnyési Ivadéknevelő Tógazdasága saját tenyésztésű, genetikailag ellenőrzött tükrös és pikkelyes ponty, valamint növényevő halfajok és ragadozó halak ivadék korosztályait ajánlja tógazdaságok, horgászvizek és természetes vizek népesítéséhez.

A MAHAL információs és marketing hírlevele a Halászati Lapok, ami a Magyar Mezőgazdaság havi mellékleteként jelenik meg 2000. február óta.

Elnök: Dr. Németh István
Igazgató: Dr. Orosz Sándor

A dinnyési Ivadéknevelő Tógazdaság vezetője: Szabó Krisztián
Cím: 2485 Dinnyés, 7-es út
Tel: 22/357-690, Fax: 22/357-553

A HALTAKARMÁNYOZÁS HALLISZT ÉS HALOLAJ NÉLKÜL?*

CSENGERI ISTVÁN – GÁL DÉNES – KOSÁROS TÜNDE – PEKÁR FERENC – BAKOS JÁNOS – POTRA FERENC – KOVÁCS GYULA – FELEDI TIBOR – FAZEKAS JÓZSEF – BIRÓ JANKA – J. SÁNDOR ZSUZSANNA – GY. PAPP ZSUZSANNA – JENEY ZSIGMOND – RÓNYAI ANDRÁS

ÖSSZEFOGLALÁS

Az akvakultúra a halak mesterséges szaporítása alapjainak kidolgozásával, majd a módszerek azt követő elterjedésével – amiben a magyar tudósoknak, kiemelkedően Woynárovich Elek és Horváth László professzoroknak is alapvető szerepük volt – az 1970-es évek körül kezdődően ugrásszerű fejlődésének indult. További lendületet adott a fejlődésnek a zsenge ivadék neveléséhez szükséges élő táplálék előállítási technikák fejlődése. A FAO adatok szerint a halászat és az akvakultúra összesített eredménye 2008-ban 142 millió tonna, amelyből 115 millió tonna volt a humán fogyasztásra felhasznált rész, s ennek majdnem felét az akvakultúra termelés adta. A XX. század utolsó évtizedében azonban a kiderült, hogy a halliszt és halolaj források nem teszik lehetővé a további ütemes fejlődést, s közben más fenntarthatósági problémák is felmerültek. Az ezredforduló táján nyilvánvaló volt, hogy az akvakultúra stratégiákon változtatni kell. 2006-ban egy 4 éves Európai Uniós projekt indult 10,5 millió euró támogatással s jelentős magyar részvétellel. A projekt célja a halliszt és a halolaj helyettesítésére alkalmazható, fenntartható módon megtermelhető szárazföldi források alkalmazhatóságának vizsgálata volt. Az integrált projekt (AquaMax IP) keretében a HAKI-ban a ponty takarmányozási kutatásokat végeztünk. Jelen dolgozathoz kapcsolódó egyik célkitűzésünk az volt, hogy halliszt és halolaj felhasználása nélküli ponty takarmány receptúrákat dolgozzunk ki, és komplex módon vizsgáljuk azok halélettani és környezeti hatásait, valamint a tápokkal előállítható halhús minőségét. A célkitűzés a polikultúrás pontytenyésztésben alkalmazható hatékony tápok esetében maradéktalanul teljesült (FIFO=0). A medencés ponty nevelés esetében, az ivadék nevelési szakasz kivételével a célkitűzés szintén megvalósítható volt. A kutatások során kidolgoztunk olyan eljárásokat is, amelyek alkalmazásával a pontyhús humán táplálkozástani értéke, nevezetesen az omega-3 típusú telítetlen zsírsav tartalma (LcPUFA) növelhető viszonylag alacsony takarmányhal felhasználási arányok mellett.

SUMMARY

Csengeri, I. – Gál, D. – Kosáros, T. – Pekár, F. – Bakos, J. – Potra, F. – Kovács, Gy. – Feledi, T. – Fazekas, J. – Biró, J. – J. Sándor, Zs. – Gy. Papp, Zs. – Jeney, Zs. – Rónyai, A.: FISH FEEDING WITHOUT FISHMEAL AND FISH OIL?

After the establishment of artificial fish propagation technique, and after its world-wide spreading – in which Hungarian scientists, namely Elek Woynárovich and László Horváth professors took crucial role – at around 1970 a rapid development started in the aquaculture industry. Further impetus was given to this progress by developing cultivation methods to produce live food for fish and crustacean larvae. According to FAO statistics, in 2008 capture fisheries and aquaculture supplied the world with about 142 million tonnes of fish, and 115 million tonnes of this was used as human food. Aquaculture accounted roughly for the half (46%) of this food fish supply. However, in the last decade of the XXth century, it became visible that no further quick progress is allowed by the limited fishmeal and fish oil resources. Meanwhile sustainability problems appeared, as well. Thus, at around the millennium, it was evident that there is need to change the aquaculture strategies. In connection to changes of strategies, an integrated project (Project AquaMax) was launched in 2006. This project objected to replace as much as possible of the fish meal and fish oil used in fish feeds with sustainable, alternative – mainly terrestrial – feed resources. The project was supported by the European Union's 6th Framework

*Az adatok részben bemutatásra kerültek a XXXIII., XXXIV. és XXXV. Halászati Tudományos Tanácskozáson (Szarvas, 2009, 2010. 2011. május)

programme. In the project, our Institue has taken part with Common carp nutrition studies. The goal of the studies presented in this paper was to formulate recipes of compounded feeds for carp without the inclusion of fish meal and fish oil, and a complex evaluation of the physiological and ecological effects of the fed feeds, and studying the fish meat quality, as well. The goal, regarding the efficient feeds usable in carp polyculture fish pond was wholly fulfilled (FIFO=0). In case of in-door culture feeds, the objective was fulfilled for juvenile to edible size (150 g to 1.5 kg) rearing period. Within the scope of the studies such procedures were also developed which allowed the improvement of fish meat human nutritional value with respect to omega-3 LcPUFA levels with a relatively low feed fish inclusion factor (FFIF).

BEVEZETÉS

A halak mesterséges szaporítása alapjainak kidolgozásával (*Woynárovich*, 1953), majd az azt követő elterjesztésével (pl. *Woynárovich*, 1962; *Woynárovich és Horváth*, 1980) magyar tudósok is jelentősen hozzájárultak az akvakultúra ugrásszerű fejlődésének elindításában. További lendületet adott az akvakultúra fejlődésének a zsenge ivadék neveléséhez szükséges élő táplálék előállítási technikáinak fejlődése (pl. *Tamás és Horváth*, 1976; *Sorgeloos és mtsai*, 1977; *Hirata*, 1979; *Lavens és Sorgeloos*, 1996). A halászat és az akvakultúra összesített eredménye 2008-ban 142 millió tonna, amelyből 115 millió tonna volt a humán fogyasztásra felhasznált rész (*FAO*, 2010). Az akvakultúra részesedése ez utóbbiból 2008-ban 46% volt. Azonban, míg 1990 és 2004 között az akvakultúra évi átlagos növekedése 9,4% volt (*Hasan és mtsai*, 2007), a 2004-as termeléshez képest csak évi 2,6% körüli növekedés volt 2008-ig a FAO adatai szerint (*FAO*, 2010). A lassulás mértéke csak részben tudható be annak, hogy Kína 2006-ban új statisztikai módszereket vezetett be, az akvakultúra fejlődése nyilvánvalóan lelassult. A lassulás kapcsolatban lehet a vízi erőforrások felhasználásának – már korábban felismert – nem fenntartható fejlesztésével is. A fenntartható fejlődés felelős halászattal kapcsolatos szabályait, megfelelő előkészületek után (pl. *FAO*, 1992; cit. *Caddy és Griffiths*, 1995), először az 1995-ben megjelent „Code of Conduct for Responsible Fisheries" című dokumentumban rögzítették (*FAO*, 1995).

Egy ideig úgy tűnt, hogy az akvakultúra összhangban van a fenntartható halászat követelményeivel (*Naylor és mtsai*, 2000), miközben több kritikai elemzés foglalkozott és foglakozik az akvakultúrának a vízi erőforrásokra gyakorolt hatásaival (pl. *Roth és mtsai*, 2000; *Bartley és mtsai*, 2007; *Ellingsen és mtsai*, 2009; *Costa-Pierce és mtsai*, 2011). Az akvakultúra, különösen a lazacfélék takarmányozásának halliszt és halolaj függősége közismert. Az akvakultúra így alapvetően függ a természetes vizekből halászható, emberi fogyasztásra jórészt alkalmatlan, takarmányhal mennyiségétől. Napjainkban az akvakultúra használja fel a halliszt 68%-át és a halolaj 88%-át (*Costa-Pierce és mtsai*, 2011).

A FAO és az IFFO (International Fishmeal and Fish Oil Organisation) adatai szerint a halliszt termelés az 1994-es maximum óta csökkenő tendenciát mutat, 7,4 millió tonnáról 2008-ra mintegy 5 millió tonnára csökkent. Az akvakultúra körében takarmányozásra felhasznált halliszt és halolaj mennyisége azonban az akvakultúra termelés volumenének növekedése ellenére változatlannak látszik (*Chamberlain*, 2011). Az egyes, akvakultúrában tenyésztett halak, rákok globális termelési adatait és takarmányaikban felhasznált halliszt és halolaj mennyiségét pelágikus takarmányhal egyenértékre átszámítva hasonló tendencia volt megálla-

pítható (*Tacon és Metian*, 2008). A takarmányhalra történő átszámításhoz *Tacon és Metian* bevezették az ún. „Fish-in Fish-out" mérleg számítást. Az egyenérték számításoknál 22,5% átlagos halliszt-, valamint 5,0%-os átlagos halolaj-kihozatalt vettek figyelembe, és feldolgozták az egyes akvakultúra fajok termelési statisztikáit (felhasznált takarmány, takarmányegyüttható, halliszt és halolaj tartalmak a takarmányokban, illetve a megtermelt hal, rák mennyisége - *Tacon és Metian*, 2008). Hasonló számításokat végeztek *Naylor és mtsai* (2009). A „Fish-in Fish-out ratio" számítások egyszerűsített változatával nyert adat ((1)-es egyenlet) „FIFO" indexként került bevezetésre (*Kaushik és Troell*, 2010) az akvakultúrban termelt fajok tápjaiban lévő halliszt (FM-%-ban) és a táphoz külön hozzáadott halolaj (FO-%-ban) felhasználásának és a takarmányozás hatékonyságának (takarmány-együttható: FCR = FGR = feed per gain ratio – kg/kg-ban) összehasonlítására.

$$[(FM\%/22{,}5\%) + (FO\%/5{,}0\%)] \times FGR \qquad (1)$$

Az (1)-egyenlet zárójeles része a takarmányhal felhasználási faktor (FFIF = Feed Fish Inclusion Factor).

Tacon és Metian (2008) a „Fish-in Fish-out ratio" 1995-ös, 2005-ös és 2006-os értékei alapján előrejelzést készítettek a 2007, 2010, 2015 és 2020-as évekre. Prognózisuk szerint a húsevő halaknál is a „FIFO" drasztikus csökkenése várható ebben az évtizedben. A halliszt és halolaj alkalmazása haltápokban nem csak a halak tápanyagigénye szempontjából alapvető fontosságú. A halhús a humán táplálkozás-élettani szempontból fontos omega-3 típusú (n-3 típusú), hosszú szénláncú zsírsavak (LcPUFA) forrása, ezért ebből a szempontból is fontos, hogy a takarmányozási kutatások megoldják a halliszt és a halolaj helyettesítését, s a címben feltett kérdésre megadják a választ.

A magyar halfogyasztás igen alacsony és várható növekedése is igen lassú (*Failler*, 2007), bár a halfogyasztás jelentőségét a hazai kardiológusok és dietetikusok is hangsúlyozzák (pl. *Biró*, 2008). Az omega-3 típusú, hosszú szénláncú zsírsavak élettani jelentőségét újabban felfedezett származékok, illetve funkciók is igazolják (pl. *Schwab és Serhan*, 2006; *Norling és Serhan*, 2010; *Niemoller és Bazan*, 2010), s ez aláhúzza az ilyen hazai halas és dietetikai zsírsavas kutatások fontosságát.

A halliszt és a halolaj gyártás céljaira felhasználható hal mennyiségének, illetve a gyártott takarmány alapanyagok csökkenő tendenciáinak felismerése kapcsán 2006-ban kezdődött a „Sustainable aquafeeds to maximize health benefits of farmed fish for consumers" című (AquaMax) 4-éves integrált projekt (www.aquamaxip.eu) 32 résztvevő közreműködésével. A projekt alapvető célkitűzése az igényekhez képest kimerülőben lévő halliszt és halolaj források helyettesítésére szolgáló, fenntartható módon megtermelhető, szennyeződéseket minimális szinten tartalmazó növényi fehérje és növényi olaj takarmány alapanyagok alkalmazhatóságának és hatásának vizsgálata az 5 legjelentősebb akvakultúrában tenyésztett halfaj takarmányozásában. A takarmányozási hatások vizsgálatán túl, a halhús egészségügyi előnyeinek kérdéseivel, elsősorban az omega-3 zsírsavaknak a magzati fejlődésben betöltött szerepével is foglalkozott. A négy részprogramból álló integrált projekt 1. programja keretében a HAKI az édesvízi

halfajok – elsősorban a ponty – takarmányozásával és húsminőségével összefüggő kutatásokban vett részt a három hazai együttműködő partner közreműködésével (MTA, SZBK; HALANDOR Kft. és Gálosi Bárka Kft.). A projekt keretében végzendő vizsgálatainktól a ponty termelés fenntarthatóságának javítását, a pontyhús minőségének javulását és a ponty termelés gazdaságosságának növelését vártuk.

Jelen dolgozat keretében egy halastavi és egy medencés takarmányozási kísérlet eredményeiről számolunk be. A kísérletek egyik alapvető célja a ponty halliszt és halolaj nélküli összetett takarmányon (tápon) történő nevelésének megvalósítása – tulajdonképpen a címben feltett kérdés megválaszolása volt a ponty esetében – s emellett vizsgáltuk az előállított halhús minőségét is.

VIZSGÁLATI ANYAG ÉS MÓDSZER

Az EU 6. KP nemzetközi integrált projekthez kapcsolódó tavi kísérletekben pontyot (*Cyprinus carpio* L.) neveltünk polikultúrás népesítésű halastavakban. A természetes táplálékot magas fehérjetartalmú összetett takarmányokkal (tápokkal) egészítettük ki. Vizsgáltuk a kísérletek ponty állományának termelési mutatóit, valamint a halhúsok zsírsavösszetételét. A tavi kísérleteket egyenként 0,15 ha vízfelületű tavakban végeztük két ismétlésben, 2007. április elejétől november közepéig terjedő időszakban. Kezdetben az egész állományt kizárólag búzával takarmányoztuk, majd a kontroll, végig búzával etetett csoport kivételével, júniustól kezdődően különböző fehérjetartalmú összetett takarmányt etettünk. A takarmányozásnál alkalmazott, halliszt- és halolaj nélküli, 26% fehérjetartalmú pelletált táp fehérvirágú édes csillagfürtöt (*Lupinus albus* – 6,5%) és lenolajat (1,5%) tartalmazott (AL, CS-1 – 26% protein). A takarmányozási kezelést ezekben a csoportokban kombináltuk kétféle trágyázási módszerrel: 5 t/ha egyszeri dózisban (ED) és 3+2 t/ha több részletben elosztva (OD) *(1. táblázat)*. A harmadik kezelésben szintén búzával takarmányoztunk június közepéig, majd a búzát *Camelina sativa* olajat (5,8%) és hallisztet tartalmazó teljesértékű tápra (SKR, fehérje: 35%) cseréltük. A kontroll állományt (KONTR) végig kizárólag búzával takarmányoztuk. Az SKR és a KONTR csoportokban 5 t/ha egyszeri trágyázást alkalmaztunk *(1. táblázat)*.

Az étkezési méretű (1,5 kg körüli tömegűre nevelt) ponty előállítását célzó medencés takarmányozási kísérletben két ponty alfajt és egy tájfajtát (Dunai, Amúri, Szegedi tükrös) három eltérő olajtartalmú és különböző zsírsavösszetételű tápon neveltük *(2. és 3. táblázat)*. A tápok a következők voltak: (1) hazai kereskedelmi kontroll (CONTR), (2) csillagfürtös táp (CS-15 – 36% Protein), valamint a norvégiai AquaMax-partner cég által készített, teljesértékű kísérleti táp volt (Skretting, DIET F táp). Kontroll tápként hazai gyártású Tilápia/Ponty tápot (CONTR) alkalmaztunk. A tápok alapvetően az omega-6 és omega-3 zsírsav tartalomban különböztek *(3. táblázat)*. A CS-15-ös csoportnál a záró szakasz végén PUFA-dúsító, halolajos, hallisztes tápot alkalmaztunk.

A medencés kísérletben a halakat 300-literes, átfolyóvizes kádakban takarmányoztuk fajtánként és táponként 3–3 párhuzamos kezeléssel. A kádakban átlagosan óránkénti kétszeres vízcserét biztosítottunk. A kísérlet indításakor a kihelyezési tömeg kádanként átlagolva 166,7±2,8 g volt. A halakat a metabolikus testtö-

1. táblázat

A tavi kísérlet kezelési és kihelyezési adatai

Kezelések(1)		Halfaj(2)	Kihelyezés(3) kg/ha
A	Búza(4): 746 ± 72 kg/ha	C.c. 2*	381 ± 8
AL(5)	Táp(5): CS-1 (AL): 2564 ± 333 kg/ha	H.S.B. 2*	346 ± 7
ED(6)	Trágyázás(6): 5 t/ha – egyszeri dózis(6) (ED)(6)	Össz.**	885 ± 36
B	Búza(4): 704 ± 37 kg/ha	C.c. 2*	388 ± 13
AL(5)	Táp(5): CS-1 (AL): 2407 ± 71 kg/ha	H.S.B. 2*	314 ± 7
OD(7)	Trágyázás(7): 3 + 2 t/ha – osztott dózis(7) (OD)(7)	Össz.**	862 ± 6
E	Búza(4): 728 ± 33 kg/ha	C.c. 2*	353 ± 1
SKR(8)	Táp: Skretting (SKR) (8): 1945 ± 62 kg/ha	H.S.B. 2*	305 ± 5
	Trágyázás(6): 5 t/ha – egyszeri dózis(6) (ED)(6)	Össz.**	805 ± 8
F	Búza(4): 2180 ± 122 kg/ha	C.c. 2*	278 ± 12
KONTR(9)	Táp: –	H.S.B. 2*	220 ± 15
	Trágyázás(6): 5 t/ha – egyszeri dózis(6) (ED)(6)	Össz.**	653 ± 40

*C.c.2= ponty - 2-nyaras(10); H.S.B. 2 = fehér-pettyes busa hibrid – 2-nyaras(11)

** A többi halfajra vonatkozó adatokat is tartalmazza(12)

A kezeléseknél a polikultúrában P 31 intraspecifikus ponty hibridet, amurt, fehér busa×pettyes busa hibridet és egynyaras szürkeharcsát népesítettünk 67:22:9:2 % arányban(13)

Table 1. Stocking data for fish pond experiment

treatments(1), fish species(2), stocking rate(3); wheat(4), AL=lupine feed(5); ED= single dosing of manure(6), OD= partitioned dosing of manure(7); SKR=high protein, high oil Skretting feed(8), KONTR-wheet fed control groups(9); C.c. 2=Common carp yr 2+(10), H.S.B. 2=Silver carp×Bighead hybrid, yr 2+(11), Total includes all species(12), stocking rate: P 31 intraspecific common carp hybrid: H.S.B.: Grass carp (G.c. yr 3+): Silurus (E.c. 1 yr1+) in ratios of 67:22:9:2 %(13)

2. táblázat

A tavi és medencés kísérletben alkalmazott tápok kémiai összetétele

Táp / kezelés (1)	sz.a. (2)	Nyers-fehérje (3)	Nyers-zsír(4)	Nyers-hamu(5)	Nyers-rost(6)	P (7)
	összetétel (m/m%)					
Tavi kísérlet(8)						
AL csoport (CS-1 táp – Ø5 mm) (9)	89,45	26,80	8,95	3,45	3,65	0,50
SKR (Skretting F – Ø5 mm)(10)	89,35	34,30	11,00	4,30	2,75	0,68
KONTR, Búza (WHEAT)(11)	87,65	10,75	1,70	1,75	3,40	0,38
Medencés kísérlet(12)						
CS-15, Csillagfürtös táp (Ø5 mm) (13)	88,50	35,00	8,90	6,20	4,00	0,63
CONTR, Tilápia/Ponty táp (Ø5 mm) (14)	93,17	34,37	4,45	5,74		
SKR (Skretting F – Ø5 mm)(15)	89,51	34,10	9,00	4,48	1,58	0,84

Table 2. Chemical composition of the applied feeds

feed/treatments(1), d.m.(2), crude protein(3); crude fat(4), ash(5); crude fibre(6), phosphorous(7); pond experiment(8); AL=lupine based feed – 26% protein(9); SKR=high protein, high oil exp. Skretting feed(10), control wheat dlet(11); in-door experiment(12), Cs-15=lupine based feed – 36% protein(13), commercial control feed(14), SKR=high protein, high oil exp. Skretting feed(15)

3. táblázat

A kísérletekben alkalmazott tápok zsírsavösszetétele

Takarmány/ Experiment (tavi-medencés) (1)	AL CS-1 tavi	KONTR Búza tavi	SKR tavi és medencés	CS-15 medencés	CONTR medencés
Zsírsav* (2)	összetétel m/m % (3)				
16:0	10,6	15,7	9,3	10,6	16,2
18:1ω9	20,8	17,4	13,5	25,5	22,3
18:2ω6	44,8	58,7	20,4	35,5	39,5
18:3ω3	16,1	4,5	19,4	19,5	4,9
20:4ω6 (ARA)	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5
20:5ω3 (EPA)	0,1	0,0	2,0	0,1	0,8
22:6ω3 (DHA)	0,1	0,0	3,7	0,3	2,6
Total SFA(4)	15,4	17,7	14,4	15,7	22,8
Total MUFA (5)	23,1	19,1	35,5	28,4	26,0
Total ω-6(6)	45,1	58,7	22,0	35,8	40,4
Total ω-3(7)	16,4	4,5	26,8	20,0	8,6
Total PUFA(8)	61,5	63,2	48,8	55,9	49,0
ω-3/ω-6(9)	0,36	1,08	1,22	0,56	0,21
EPA + DHA	0,2		5,7	0,4	3,3
Összes zsí sav (mg/g)(10)	58,7	13,2	78,5	69,3	43,9

*A zsírsavak rövidített jelölése: a kettőspont előtti szám a zsírsav szénatomjainak száma; a kettőspontot követő szám a telítetlen kettőskötések számát adja meg; az „ω"-t követő szám az első telítetlen kettőskötés láncvégi metil-csoportra vonatkoztatott helyét mutatja.

*Fatty acid abbreviations: Carbon number: number of double bonds, figure behind ω position of first double bond counted from the methyl end

Table 3. Fatty acid (FA) composition of the applied feeds

feed/experiment: pond - in-door(1), fatty acid(2), composition in weight percent(3); sum of saturated FA (4), sum of monounsaturated FA(5) sum of ω-6 or n-6 FA(6); sum of ω-3 or n-3 FA (7); sum of all polyenoic FA(8); ω-3/ω-6 FA ratio(9); fatty acid contents in mg/g(10); for AL, KONTR, SKR, CS-15 and CONTR see footnote of Table 2

meg (kg ^{0,8}) 1,8%-ával takarmányoztuk, a tápok hatékonyságában várható különbségek és a hosszú nevelési idő, valamint az időközben szükséges állománycsökkentés miatt. A növekedési és testösszetétel adatokat csak a nevelés második szakaszára vonatkozóan értékeljük jelen dolgozatban. Az átlagos vízhőmérséklet a teljes nevelési periódusra vonatkoztatva 23,1±0,8 °C, az átlagos relatív oxigén telítettség 73,1±7,7% volt a halas kád kifolyóinál. A takarmányok növekedésre kifejtett hatásának értékelése a fajlagos napi növekedési sebesség (SGR) alapján történt, a takarmány- és fehérjehasznosítás jellemzésére a takarmányegyütthatót (FGR – Feed per Gain Ratio) és a fehérje hatékonysági arányt (PER – Protein Efficiency Ratio) alkalmaztuk. A nyert adatok statisztikai vizsgálatát SigmaStat Version 3.0 (SPSS Inc., Chicago, IL USA) programmal végeztük.

Az egész test homogenátum minták beltartalmi eredményei részben saját mérések, részben a Food Analytica-Kft (Békéscsaba) eredményei a hazai szabványoknak megfelelően végzett vizsgálatokból. A húsrész zsírsav tartalmának meghatározásához a norvég szabvány szerinti, az NQC-nek („Norwegian Quality Cut" – *Johnston és mtsai*, 2007) megfelelő filé régióból, az odalvonal feletti részből származó, a kísérlet végén vett fehér izom mintákat használtuk fel. A lipidek kivonását kloroform-metanol 2:1 arányú eleggyel Ultra-Turrax típusú homogenizátorban Folch és munkatársai által kifejlesztett módszerrel (*Folch és mtsai*, 1957) végeztük. Az elválasztáshoz a lipidek zsírsavait metilészterekké alakítottuk át. Az átészterezéshez sósavas metanolt (5% cc. HCl absz. metanolban) alkalmaztunk (*Stoffel és mtsai*, 1959), 80 °C-on, 2–8 órán keresztül nitrogénnel öblített légterű, lezárt ampullákban.

A zsírsavösszetétel meghatározását DB-225 típusú, 30 méteres kapilláris oszlopon végeztük AGILENT "5973N" típusú, lángionizációs (FID), illetve tömegspektrometriás (MSD) detektorral felszerelt gázkromatográf rendszerben. A zsírsav metilészter csúcsok azonosítását autentikus standardok, illetve másodlagos standardok segítségével végeztük. Az azonosításhoz alkalmaztuk a relatív elúciós idők (térfogatok) logaritmusa és a szénatomszám közötti összefüggést is. A zsírsav tartalom mennyiségi meghatározása a specifikus reszponz faktor (SRF) (*Ackman és Sipos*, 1964a; *Ackman és Sipos*, 1964b) és lignocerinsav metilészter belső standard alkalmazásával történt.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Tavi kísérlet

Lényeges különbség mutatkozott a tápokkal is takarmányozott és a csak búzán, nevelt pontyok termelési mutatói között *(4. táblázat)*, különösen a takarmányegyüttható esetében. A takarmány hatékonysága szempontjából a fehérje tartalom alapvető jelentősége egyértelmű, az FGR értéke a legmagasabb fehérjebevitelt jelentő SKR alkalmazásánál volt a legjobb *(4. táblázat)*. A csillagfürtöt tulajdonképpen azért vontuk be az alapanyagok körébe, mert fehérje, illetve lizin tartalma magas, bár az utóbbi években a csillagfürt hazai termelése lényegesen visszaesett (*Tóth*, 2010).

A tavi kísérlethez kapcsolódó, a halhús minőségére vonatkozó vizsgálataink eredményeit itt csak a halliszt és halolaj felhasználás szempontjából kiemelt fontosságú adatokra vonakozóan közöljük kivonatosan. A zsírsav összetétel adatok azt mutatják *(5. táblázat)*, hogy a ponty a táphoz adott lenolaj linolénsavából (18:3ω3) képes – más pontyfélék hasonlóan (*Olsen*, 2011) – dokozahexaénsav (DHA) előállítására, így a halolaj kiegészítés tavi termelésnél biztosan nem szükséges. Megállapítható, hogy a ponty csillagfürtös táppal történő kiegészítő tavi takarmányozása („A" és „B" kezelések) a FIFO arány 0 értékénél is jó hatásfokkal megvalósítható, bár a halolajos táppal (*5. táblázat* „E" kezelés, 1,1 körüli FIFO értékkel) etetett pontyok húsának humán táplálkozástani értéke mintegy 50%-kal magasabb az EPA+DHA tartalmat tekintve.

4. táblázat

Lehalászási eredmények tavi takarmányozásnál

Kezelé-sek(1)	Lehalászás(2)				
	halfaj(3)	megmaradás(4) (%)	nettó hozam(5) (kg/ha)	SGR bio.(6) (%/nap)	FGR bio.(7) (kg/kg)
A	C.c. 3 *	96 ± 1	1706 ± 264	0,81 ± 0,07	1,94 ± 0,06
AL	H.S.B. 3*	98 ± 5	533 ± 9	0,46 ± 0,00	
ED	G.c. 4*	92 ± 11	233 ± 23	0,50 ± 0,04	
	E.c. 2*	82 ± 19	27 ± 7	1,18 ± 0,11	
	Total **	96 ± 0	2538 ± 188	0,65 ± 0,04	1,30 ± 0,06
B	C.c. 3*	91 ± 1	1570 ± 16	0,77 ± 0,02	1,98 ± 0,09
AL	H.S.B. 3*	99 ± 1	568 ± 18	0,51 ± 0,02	
OD	G.c. 4*	95 ± 6	217 ± 40	0,47 ± 0,08	
	E.c. 2*	79 ± 2	25 ± 7	1,11 ± 0,12	
	Total**	93 ± 1	2453 ± 133	0,65 ± 0,02	1,27 ± 0,02
E	C.c. 3*	93 ± 4	1798 ± 315	0,88 ± 0,07	1,50 ± 0,21
SKR	H.S.B. 3*	97 ± 6	570 ± 99	0,52 ± 0,06	
	G.c. 4*	99 ± 3	147 ± 29	0,42 ± 0,09	
	E.c. 2*	84 ± 3	32 ± 1	1,20 ± 0,03	
	Total**	94 ± 1	2609 ± 322	0,71 ± 0,04	1,03 ± 0,09
F	C.c. 3*	97 ± 1	966 ± 39	0,85 ± 0,04	2,26 ± 0,22
búza	H.S.B. 3*	100 ± 2	471 ± 61	0,56 ± 0,07	
KONTR	G.c. 4*	92 ± 0	82 ± 5	0,25 ± 0,00	
	E.c. 2*	94 ± 13	13 ± 1	0,94 ± 0,06	
	Total**	97 ± 0	1569 ± 90	0,69 ± 0,05	1,39 ± 0,16

* C.c.3= ponty – 3-nyaras(8); H.S.B. 3 = fehér-pettyes busa hibrid – 3-nyaras (9); G.c. 4=amúr 3-nyaras (10), E.c. 2= szürke harcsa 2-nyaras(11)

** A többi halfajra vonatkozó adatokat is tartalmazza(12)

Table 4. Harvest data for fish pond experiment

treatments(1), harvest(2), fish species(3), survival(4), net yield(5), SGR for biomass(6), FCR for biomass(7), C.c. 3=Common carp yr 3(8) H.S.B. 3=Silver carp×Bighead hybrid, yr 3(9), G.c. 4=Grass carp yr 4(10), E.c. 2=silurus yr 2(11); total includes all species (12); for other designations see footnote of Table 1.

Medencés kísérlet

A medencés kísérlet során elhullást nem tapasztaltunk. A tápok hatékonyságában várható különbségek és a hosszú nevelési idő, valamint az időközi állománycsökkentés miatt halakat a metabolikus testtömeg (kg ^{0,8}) 1,8%-ával takarmányoztuk. A növekedési és testösszetétel adatokat csak a nevelés második szakaszára vonatkozóan mutatjuk be. A halak a teljes nevelési idő alatt mintegy 9–10-szeres tömeggyarapodást értek el. A Skretting táppal etetett állomány az 1,5 kg körüli étkezési méretet 161 nap alatt, míg a kontroll és a csillagfürtös tápon nevelt halak mintegy 48–50%-kal hosszabb idő alatt érte el. Skretting tápon nevelt halak takarmány-hasznosítási jellemzői jelentősen jobbak voltak a többi táppal etetett csoportokénál (*6. táblázat*, $p<0.001$). A csillagfürtös táp és a kontroll tápos csoportoknál közel azonos takarmányhasznosítási jellemzőket kaptunk. A Skretting

5. táblázat

Tavi kísérlet – Ponty fehér izom minták zsírsavösszetétele és zsírsav tartalma

Kezelés/minta (1)	A (AL/ED)		B (AL/OD)		E (SKR)		F (KONTR)	
Zsírsav*/konc. (2)	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g
16:0	13,79	0,92	13,94	0,83	14,44	1,28	15,45	2,54
18:1ω9	18,11	1,23	15,39	0,92	18,71	1,71	39,35	6,62
18:2ω6	16,05	1,07	17,02	1,02	9,17	0,82	6,46	1,05
18:3ω3	3,91	0,26	3,98	0,24	5,60	0,51	0,58	0,09
20:4ω6 (ARA)	5,99	0,39	7,05	0,41	3,37	0,28	3,47	0,52
20:5ω3 (EPA)	2,62	0,18	3,08	0,18	2,96	0,25	0,84	0,13
22:6ω3 (DHA)	9,41	0,61	10,36	0,60	12,21	1,03	2,67	0,40
Összes zsírsav (mg/g)		6,66		5,92		8,83		16,39
Total SFA	20,69	1,38	21,19	1,25	19,78	1,76	22,18	3,65
Total MUFA	27,22	1,84	23,33	1,39	34,35	3,11	53,46	8,95
Total ω-6	27,87	1,84	30,32	1,80	15,64	1,37	12,82	2,01
Total ω-3	20,58	1,35	22,25	1,30	25,58	2,19	6,03	0,91
Total PUFA	48,45	3,19	52,58	3,11	41,22	3,56	18,85	2,92
ω-3/ω-6	0,74		0,73		1,64		0,47	

Table 5. Pond experiment – fatty acid composition of common carp white muscle samples
treatment/sample(1), fatty acids/concentrations(2), for other designations see footnotes of Table 1. and Table 3.

6. táblázat

A ponty növekedési és takarmányhasznosítási eredményei a medencés kísérletben

Fajta / táp (1)	FGR	SGR	PER (2)	SFR (3)
Dunai* x CS-15	1,88	0,90	1,52	1,70
Dunai x SKR	1,31	1,18	2,19	1,54
Dunai x CONTR	1,87	0,89	1,52	1,68
Amuri* x CS-15	1,86	0,92	1,54	1,71
Amuri x SKR	1,28	1,20	2,23	1,532
Amuri x CONTR	1,79	0,91	1,60	1,64
Szegedi* x CS-15	1,95	0,88	1,47	1,71
Szegedi x SKR	1,28	1,22	2,23	1,56
Szegedi x CONTR	1,93	0,86	1,48	1,66
SEM	0,034	0,016	0,031	0,018
Fajta – p**	0,038	0,188	0,057	0,400
Takarmány – p**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

* Dunai: Dunai vadponty(4); Amuri: Amuri vadponty(5); Szegedi: Szegedi Tükrös(6)
** különbözőségek szignifikancia szintje fajtákra és tápokra (7); (Two-Way ANOVA; Tukey Test)

Table 6. Growth performance and feed efficiency data of common carp grown in the in-door experiment
variety-landrace/feed(1), PER : Protein Efficiency Ratio(2), SFR: Specoific Feeding Rate(3) Danube wild strain of Common carp(4)) Amur wild strain of Common carp(5); Szeged mirror landrace of Common carp(6); level of significance for varieties and feeds(7); for other designations see footnotes of Table 1. and Table 3., 4.

tápon és a kontroll tápon (hallisztes tápok) nevelt halaknál a FIFO értéke a záró szakaszban 1,3 kg (takarmányhal)/kg (gyarapodás), illetve 0,7 kg/kg volt. A fajtabeli hatásokat értékelve úgy tűnik, hogy a genetikai háttér jelentősége hosszabb távon kevésbé jelentős, mint a tápok minőségi különbségei.

A haltest nyerszsír tartalma a fajtával és a táppal kapcsolatos kisebb különbségeket mutatott *(7. táblázat)*. A kísérlet idején nyerszsír tartalom növekedett, átlagosan 22,9±5,2; ill. 36,3±4,8 g/100g sz.a. volt a kezdő, illetve a záró mintavételeknél.

7. táblázat

Ponty teljes test minták kémiai összetétele a különféle tápokon, medencékben tartott halaknál

Táp(1)	Hal fajta(2)	sz.a.	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyershamu	Foszfor
összetétel(3)		g/100 g				
CS-15 táp	Dunai	35,35	14,91	13,76	2,46	1,10
"	Amúri	35,88	15,70	13,13	2,56	1,12
"	Szegedi tükrös	36,53	15,62	15,26	2,23	0,92
SKR táp	Dunai	36,45	17,07	13,17	2,08	1,00
"	Amúri	35,24	17,15	11,54	2,30	1,10
"	Szegedi tükrös	34,19	16,72	11,00	2,38	1,04
CONTR táp	Dunai	34,67	17,05	11,02	2,54	1,04
"	Amúri	36,71	16,43	13,53	2,63	1,12
"	Szegedi tükrös	35,43	15,81	14,07	2,56	1,07

Table 7. Carcass chemical composition of common carp white muscle samples
feed(1), variety-landrace(2), composition(3), for other designations see footnotes of Table 2. and Table 6.

Az izom minták zsírsavösszetétele tükrözte a takarmányban alkalmazott olajok minőségét, a halhús zsírsavösszetétele táponként különböző volt *(8. táblázat)*. Az adott táp esetében az egyes fajták között a zsírsavösszetételben nem volt szignifikáns különbség. A zsírsav tartalomban (összes zsírsav – mg/g) nagy volt az egyedi szórás, s emiatt a csak tendencia jellegű különbségek voltak felismerhetők. Az egyedi szórások okainak felderítéséhez további vizsgálatok szükségesek.

Az eikozapentaénsav+dokozahexaénsav (EPA+DHA) tartalom értékeket is (mg/g koncentrációban) értékelve megállapítható volt, hogy az a halolajat is tartalmazó SKR táppal etetett halaknál volt a legmagasabb: 200-279 mg/100 g. A halolajat és hallisztet nem tartalmazó csillagfürtös tápon tartott halak egy csoportját az étkezési méretűre történő nevelés utolsó harmadában halolajos, hallisztes PUFA-dúsító táppal etetve megállapítható volt, hogy a befejező szakaszban a halolaj kiegészítés végig halolajos tápon nevelt halaknál mérhetővel közel azonos szintre emelte az EPA+DHA tartalmat *(9. táblázat)*.

Az SKR és a PUFA-dúsító táppal takarmányozott halak sovány húsrésze 100 grammban az ajánlott napi EPA+DHA felvétel 30–40%-át teszi ki, de ebből az EPA rész az ajánlott felvételnek csak kb. 10%-át. A projekt más kísérleteiben a teljes fi-

8. táblázat

A medencés kísérlet étkezési méretű ponty izom mintáinak zsírsavösszetétele (n=5)

Fajta / takarmány(1)	Dunai(2)	Amúri	Szegedi
	átlag ± SD	átlag ± SD	átlag ± SD
Zsírsav	(m/m %)		
CONTR táp			
16:0	16,30 ± 0,68	16,56 ± 0,73	17,59 ± 0,56
18:1ω9	36,81 ± 3,60	38,20 ± 2,92	36,25 ± 3,19
18:2ω6	16,24 ± 0,49	15,68 ± 0,56	15,89 ± 2,21
18:3ω3	1,70 ± 0,06	1,78 ± 0,03	1,64 ± 0,22
20:4ω6 (ARA)	1,56 ± 0,37	1,44 ± 0,50	1,09 ± 0,33
20:5ω3 (EPA)	0,58 ± 0,17	0,49 ± 0,06	0,48 ± 0,07
22:6ω3 (DHA)	3,34 ± 1,19	2,76 ± 0,74	2,19 ± 0,69
Total ω-6	19,87 ± 1,29	19,11 ± 1,55	18,74 ± 2,80
Total ω-3	6,27 ± 1,54	5,68 ± 0,93	4,90 ± 1,05
ω-3/ω-6	0,31 ± 0,06	0,30 ± 0,03	0,26 ± 0,05
Összes (mg/g)	33,6 ± 17,7	50,2 ± 27,6	71,3 ± 31,1
CS-15 táp			
16:0	13,54 ± 0,68	13,80 ± 0,39	14,23 ± 0,37
18:1ω9	34,90 ± 1,52	32,54 ± 2,21	32,73 ± 3,77
18:2ω6	21,10 ± 1,43	20,56 ± 1,13	18,88 ± 1,01
18:3ω3	7,83 ± 0,59	7,47 ± 0,56	6,73 ± 0,44
20:4ω6 (ARA)	1,33 ± 0,49	1,90 ± 0,64	2,12 ± 0,99
20:5ω3 (EPA)	0,56 ± 0,20	0,64 ± 0,12	0,77 ± 0,26
22:6ω3 (DHA)	2,07 ± 0,93	2,75 ± 1,16	3,21 ± 1,67
Total ω-6	24,52 ± 2,44	25,03 ± 2,26	23,65 ± 2,81
Total ω-3	11,71 ± 2,08	12,21 ± 2,23	12,24 ± 2,73
ω-3/ω-6	0,31 ±0,06	0,30 ± 0,03	0,26 ± 0,05
Összes (mg/g)	39,8 ± 16,2	30,2 ± 10,7	31,9 ± 17,1
SKR táp			
16:0	15,98 ± 0,20	16,36 ± 0,76	16,52 ± 0,70
18:1ω9	30,69 ± 0,90	30,12 ± 2,21	26,77 ± 3,12
18:2ω6	10,30 ± 0,56	10,03 ± 0,43	10,40 ± 0,54
18:3ω3	8,41 ± 0,45	8,21 ± 0,33	8,51 ± 0,62
20:4ω6 (ARA)	0,31 ± 0,11	0,41 ± 0,11	0,54 ± 0,18
20:5ω3 (EPA)	1,20 ± 0,27	1,16 ± 0,18	1,48 ± 0,39
22:6ω3 (DHA)	3,59 ± 1,38	3,97 ± 0,76	5,22 ± 2,08
Total ω-6	11,92 ± 0,81	11,79 ± 0,69	12,46 ± 0,95
Total ω-3	15,29 ± 2,44	15,59 ± 1,53	17,80 ± 3,58
ω-3/ω-6	0,31 ± 0,06	0,30 ± 0,03	0,26 ± 0,05
Összes (mg/g)	69,4 ± 45,2	45,4 ± 13,5	35,0 ± 15,4

Table 8. Fatty acid composition of white muscle samples of common carp reared in in-door experiment

species/landrace/feed(1), fatty acids/concentrations avg.±SD(2), for other designations see footnotes of Table 1. and Table 3.

9. táblázat

Ponty izom minták zsírsav tartalma csillagfürtös tápon és PUFA dúsító táp etetését követően (n=5)

Fajta / táp(1)	Dunai CS-15	Amúri CS-15	Szegedi CS-15	Dunai PUFA-dús. táp
Zsírsav (mg/g)(2)	átlag ± SD	átlag ± SD	átlag ± SD	átlag ± SD
16:0	5,33 ± 2,09	4,16 ± 1,40	4,51 ± 2,36	4,75 ± 1,40
18:0	1,65 ± 0,62	1,26 ± 0,39	1,32 ± 0,61	1,37 ± 0,33
18:1ω9	14,07 ± 6,07	10,00 ± 3,95	10,91 ± 6,58	10,42 ± 3,17
18:2ω6	8,53 ± 3,64	6,28 ± 2,42	6,05 ± 3,35	6,52 ± 2,69
18:3ω3	3,18 ± 1,38	2,30 ± 0,93	2,18 ± 1,23	1,34 ± 0,62
20:4ω6 (ARA)	0,47 ± 0,09	0,52 ± 0,07	0,55 ± 0,14	0,35 ± 0,05
20:5ω3 (EPA)	0,20 ± 0,04	0,18 ± 0,04	0,21 ± 0,07	0,44 ± 0,11
22:6ω3 (DHA)	0,71 ± 0,11	0,75 ± 0,09	0,81 ± 0,09	1,77 ± 0,29
Total	39,82 ± 16,16	30,25 ± 10,67	31,92 ± 17,15	32,99 ± 10,50
Total ω-6	9,78 ± 3,99	7,55 ± 2,70	7,36 ± 3,77	7,45 ± 2,92
Total ω-3	4,57 ± 1,73	3,64 ± 1,22	3,65 ± 1,57	4,19 ± 1,20
ω-3/ω-6	0,48 ± 0,04	0,49 ± 0,02	0,52 ± 0,05	0,58 ± 0,06
EPA + DHA	0,91 ± 0,15	0,93 ± 0,12	1,02 ± 0,15	2,21 ± 0,40

Table 9. In-door experiment – fatty acid content of common carp white muscle samples species/landrace/feed(1), fatty acids/concentrations avg.±SD(2), for other designations see footnotes of Table 2., Table 3. and Table 6.

lére ennél kétszer-háromszor magasabb EPA+DHA értékeket kaptunk. A búzás KONTR takarmányozás kivételével mindegyik kísérleti csoportnál magas EPA+DHA értékeket kaptunk. Ennek alapján az ilyen pontyokból készített, csak a sovány húsrészt tartalmazó nyúzott fiié, vagy az abból készíthető feldolgozott ponty filé termékek csomagolásán is már feltüntethetők lennének a tápanyag-összetétellel kapcsolatos, reklámot is biztosító, az egészségre vonatkozó következő állítások: „OMEGA-3 ZSÍRSAVAK FORRÁSA" („SOURCE OF OMEGA-3 FATTY ACIDS") vagy a „GAZDAG OMEGA-3 ZSÍRSAVAKBAN" („HIGH OMEGA-3 FATTY ACIDS") (EC No 1924/2006 regulation on nutrition and health claims made on foods; illetve a 33/2010.(V.13.), EüM-FVM együttes rendelet az 1924/2006 sz. EU rendelet végrehajtásáról).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az AquaMax projektet az Európai Unió finanszírozza az FP6 keretében a »FOOD-CT-2006-16249 Project „AQUAMAX"« számú szerződés szerint.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Ackman, R. G. – Sipos, J. C. (1964a): Application of specific response factors in the gas chromatographic analysis of methyl esters of fatty acids with flame ionisation detectors. J. Am. Oil Chem. Soc., 41. 377–378.

Ackman, R. G. – Sipos, J. C. (1964b): Flame ionisation detector response for the carbonyl carbon atom in the carboxyl group of fatty acids and esters. J. Chromatog., 16. 298–305.

Bartley, D.M. – Brugère, C. – Soto, D. – Gerber, P. – Harvey, B. (Szerkesztők). (2007): Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons. FAO/WFT Expert Workshop. 24–28. April, 2006, Vancouver, Canada. FAO Fisheries Proceedings. No. 10. Rome, FAO. 2007. 241.

Biró Gy. (2008): A táplálkozás jelentősége a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében és kialakulásában – irodalmi áttekintés. Élelmiszervizsgálati Közlemények, 54. 73-92.

Caddy, J. F. – Griffiths, R. C. (1995): Living marine resources and their sustainable development: some environmental and institutional perspectives. FAO Fisheries Technical Paper. No. 353. FAO, Rome. 1995. 167.

Chamberlain, A. (2011): Fishmeal and Fish Oil –The Facts, Figures, Trends, and IFFO's Responsible Supply Standard. International Fishmeal & Fish Oil Organisation. http://www.iffo.net/downloads/Datasheets%20Publications%20SP/FMFOF2011.pdf

Costa-Pierce, B. A. – Bartley, D. M. – Hasan, M. – Yusoff, F. – Kaushik,S. J. – Rana, K. – Lemos, D. – Bueno, P – Yakupitiyage, A. (2011): Responsible use of resources for sustainable aquaculture. Global Conference on Aquaculture, September 22–25, 2010, Phuket, Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, nyomdában

Ellingsen, H. – Olaussen, J. O. – Utne, I. B. (2009): Environmental analysis of the Norwegian fishery and aquaculture industry – A preliminary study focusing on farmed salmon. Marine Policy, 33. 479–488.

Failler, P. (2007): Future prospects for fish and fishery products. 4. Fish consumption in the European Union in 2015 and 2030. Part 2. EUR-6 NC (Cyprus, the Czech Republic, Estonia, Hungary, Poland, and Slovenia). FAO Fisheries Circular. No. 972/4, Part 2. Rome, FAO. 2007. 215–287.

FAO (1992): Declaration of the International Conference on Responsible Fishing. Cancun, Mexico, 6–8 May 1992. Document COFI/93/Inf. 7; 5.

FAO (1995): Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome, FAO. 1995. 41.

FAO (2010): The State of World Fisheries and Aquacuiture 2010. FAO, Rome, Italy, 197.

Folch, J. – Lee, M. – Sloane Stanley, G. H. (1957): A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem., 226. 497-509.

Hasan, M. R. – Hecht, T. – De Silva, S. S. – Tacon, A. G. J. (Szerkesztők) (2007): Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquacuiture development. FAO Fisheries Technical Paper. No. 497. Rome, FAO. 2007. 510.

Hirata, H. (1979): Rotifer culture in Japan. In: Styczynska-Jurewicz, E.; T. Backiel; E. Jaspers and G. Persoone (Szerkesztők), Cultivation of fish fry and its live food. European Mariculture Society, Special Publication, 4. 361-375.

Johnston I.A. – Bickerdike, R. – Li, X. – Dingwall, A. – Nickell, D. – Alderson, R. – Campbell, P. (2007): Fast growth was not associated with an increased incidence of soft flesh and gaping in two strains of Atlantic salmon (*Salmo salar*) grown under different environmental conditions. Aquaculture, 265. 148–155.

Kaushik, S.J. – Troell, M. (2010): Taking the Fish-In-Fish-Out ratio a step further. Aquaculture Europe, 35.15–17.

Lavens, P. – Sorgeloos, P. (Szerkesztők) (1996): Manual on the production and use of live food for auaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361, Rome, FAO, 1996. 295.

Naylor, R. L. – Goldburg, R. J. – Primavera, J. H. – Kautsky, N. – Beveridge, M. C. – Clay, J. – Folke, C. – Lubchenco, J. – Mooney, H. – Troell, M. (2000): Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405. 6790. 1017–1024.

Naylor, R. L. – Hardy, R. W. – Bureau, D. P. – Chiu, A. – Elliott, M. – Farrell, A. P. – Forster, I. – Gatlin, D. M. – Goldburg, R. J. – Hua, K. – Nichols, P. D. (2009): Feeding in aquaculture in an era of finite resources. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 106.36.15103–15110. doi: 10.1073/pnas.0905235106

Niemoller, T. D. – Bazan, N. G. (2010): Docosahexaenoic acid neurolipidomics. Prostaglandins & other lipid mediators, 91. 85–89.

Norling L. V. Serhan C. N. (2010): Profiling in resolving inflammatory exudates identifies novel anti-inflammatory and pro-resolving mediators and signals for termination (Review). J. Intern. Med., 268. 15–24.

Olsen, Y. (2011): Resources for fish feed in future mariculture. Aquacult. Environ. Interact., 1.187–200. www.int-res.com/articles/aei2011/1/q001p187.pdf

Roth, E. – Rosenthal, H. – Burbridge, P. (2000): A discussion of the use of the sustainability index: 'ecological footprint' for aquaculture production. Aquat. Living Resour. 13. 461–469.

Schwab, J.M. – Serhan, C. (2006): Lipoxins and new lipid mediators in the resolution of inflammation. Current Opinion Pharmacol., 6. 414–420.

Sorgeloos, P – Baeza-mesa, M. – Benijts, F. – Bossuyt, E. – Bruggeman, E. – Claus C., – Persoone, G. – Van De Putte G. – Versichele D. (1977): The use of the brine shrimp (*Artemia salina*) in Aquaculture. 3rd meeting of the ICES working group on Mariculture, Brest (France), 10-13. May, 1977. Publ. CNEXO (France) (Actes Colloq.)(no. 7), 21–25.

Stoffel, W. – Chu, F. – Ahrens, E. H., Jr. (1959): Analysis of long-chain fatty acids by gas-liquid chromatography – Micromethod for preparation of methyl esters. Analit. Chem., 31. 307–308.

Tacon, A.G.J. – Metian, M. (2008): Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture, 285. 1–4. 146–158.

Tamás G. – Horváth, L. (1976): Growth of Cyprinids under optimal zooplankton conditions. Bamidgeh Bull. Fish Cult., 28. 50–56.

Tóth G. (2010): Csillagfürt (*Lupinus* spp.). In: Gondola I. (szerkesztő): Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban. Nyíregyháza, 2010. 181–196.

Woynárovich E. (1953): A ponty mesterséges szaporítása. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei, 3. 227–242.

Woynárovich, E. – Horváth, L. (1980): The artificial propagatlon of warmwater finfishes – a manual for extension. FAO Fisheries Technical Paper, (201), 183.

Woynárovich, E. (1962): Hatching of Carp eggs in Zug glas and breeding of carp larvae until an age of 10 days. Bamidgeh, 14. 38–46.

Érkezett: *2011. szeptember 24.*

Szerzők címe: *Csengeri I. – Gál D. – Kosáros T. – Pekár F. – Potra F. – Kovács Gy. – Feledi T. – Fazekas J. – Biró J. – J. Sándor Zs. – Gy. Papp Zs. – Jeney Zs. – Rónyai A.*
Halászati és Öntözési Kutatóintézet

Authors' address: Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation
H-5540 Szarvas, Anna liget 8.
tel: 36-66-515314; fax: 36-66-312126
csengeri@haki.hu

Bakos J.
CIPRINUSZ BT,
CIPRINUSZ Limited Partnership
H-5540 Szarvas, Malom utca 3/6

FENNTARTHATÓ TÓGAZDASÁGI TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSE

GÁL DÉNES

ÖSSZEFOGLALÁS

A fenntartható haltermelés előfeltétele a termeléshez igénybevett erőforrások takarékos használata, a jövedelmező termelés és az akvakultúrának a vidéki lakosság foglalkoztatottsághoz való hozzájárulása. A hazai akvakultúra bázisát adó tógazdasági haltermelés is egy ilyen erőforrás-takarékos, környezetileg fenntartható termelési forma, azonban a halastavi termelés jelentős bővülése nem várható, annak fajlagosan nagy beruházásigénye miatt. Ugyanakkor a fogyasztói igények változásával egyre inkább a magasabb minőségű, értékesebb, elsősorban ragadozó fajok termelése növekszik, amelyek főként intenzív iparszerű rendszerekben, haltápok felhasználásával kerülnek előállításra. A környezeti fenntarthatóság, a fogyasztói igények és az egységnyi területen előállatható jövedelem közötti ellentét egyik lehetséges megoldása a kombinált tavi haltermelő rendszerek kifejlesztése és alkalmazása, amely lehetőséget teremt az ökológiailag fenntartható és egyúttal piacképes terméket előállítani képes haltermelési gyakorlat folytatására.

SUMMARY

Gál, D.: DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE POND FARMING TECHNOLOGIES

The precondition of sustainable aquaculture is the efficient use of natural resources, profitable fish production and contributions of aquaculture to employment of the rural population. The traditional pond fish production which is the basis of the Hungarian fish production is resources-saving, ecologically sustainable production method, however the growth of this sector is not expected because the relative high investment costs. Due to the changing consumers preference the demand for high value mainly predatory fish species which are produced from intensive systems using external fish feeds is increasing. A possible solution of the conflict between the ecological sustainability, the consumer preference and profitability per unit area is the development and application of combined pond fish production systems which gives opportunity to continue ecologically sustainable and marketable fish production.

BEVEZETÉS

Az akvakultúra az egyik legdinamikusabban növekvő állati terméket előállító szektor a világon, az elmúlt évtizedben 80%-os – évente átlagosan 6,1%-os – termelésbővüléssel (forrás: FAO FishStat, 2011). Az elmúlt időszakban ezt a növekedést az intenzív technológiák térnyerésre jellemezte, nemcsak a fejlettebb országokban, hanem az ázsiai térségben is. Miközben a tengeri és édesvízi halászat összfogása stagnált (sőt némileg csökkent) az elmúlt 15 évben, az akvakultúra az egyik leggyorsabban növekvő agrárágazattá vált a világ egészét tekintve. Ahogy a hal iránti kereslet növekszik, az akvakultúra termékei úgy képviselnek egyre jelentősebb hányadot a világ összes halfogyasztásából, ennek következtében az utóbbi 10 évben a halászati fogások aránya 75%-ról 60%-ra csökkent a világ halfogyasztásán belül (forrás: FAO FishStat, 2011). Ugyanakkor a tengerek halászatára gyakorolt nyomás csökkenésével párhuzamosan az akvakultúrás termelés bővülése következtében az ágazat erőforrásigénye is megnőtt. Az akvakultúra növekedésének fenntarthatósága tekintetében komoly akadályt jelent az erőforrások szűkössége, amely az ökológiai aggályok mellett a fenntarthatóság gazdasági és társadalmi aspektusait is befolyásolja.

FENNTARTHATÓSÁGI PROBLÉMÁK

A „fenntarthatóság" vagy „fenntartható fejlődés" fogalma, bár sokszor elcsépeltnek tűnik, mély jelentést hordoz. Azon az elgondoláson alapszik, hogy a fejlődésnek élhető környezetet kell biztosítania a jövő nemzedékek számára, mely magában foglalja a természeti környezet állapotának megóvását, a gazdasági jólét növelését illetve a társadalmi egyenlőség elősegítését. Ennek megfelelően az akvakultúra esetében sem csupán környezetvédelmi szempontok érvényesítését jelenti a fenntartható gazdálkodás, hanem hosszú távú gazdasági előnyök biztosítását is a haltermelők számára. A fenntarthatóság három szintje (környezeti, gazdasági és társadalmi) egyaránt meghatározza a gazdálkodás hosszú távú fenntarthatóságát. A fenntartható gazdálkodás legfőbb ismérvei a jövedelmező termelés, a nem-megújuló erőforrások hatékony és takarékos használata, a megújuló erőforrások felhasználásának növelése, a lakosság egészséges élelmiszerrel való ellátása, valamint a vidéki életminőség javításához való hozzájárulás *(1. táblázat)*.

Az akvakultúra termelésének az elmúlt évtizedekben bekövetkező robbanásszerű fejlődése elsősorban az intenzív tápetetés és az iparszerű rendszerek elterjedésének köszönhető. Mindennek pozitív hozadéka nem elhanyagolható; az akvakultúra a csökkenő természetesvízi halfogások mellett is képes a fejlődő világ, valamint a fejlett világ kevésbé nélkülöző lakosságát egészséges, sok esetben egészségvédő élelmiszerrel ellátni. Azonban az akvakultúra szükségszerűen terheli is a környezetét, főként tápanyag, de gyakran gyógyszer- és vegyszermaradvány-kibocsátása, valamint az intenzív rendszerek növekvő fosszilis energiafelhasználása által. Az akvakultúra intenzitásának növekedése következtében számos fenntarthatósági problémával kell szembenézni globális szinten, amelyek elsősorban:

- a ragadozó halak nevelésének előretörése következtében nő az ágazat fehérje-felhasználása,
- növekvő halliszt és halolaj felhasználás,
- emelkedő takarmány-alapanyag árak,
- külső, gyakran távoli importból származó erőforrások felhasználásának növekedése, a helyi erőforrásokra alapozott haltermelés helyett,
- emelkedő környezeti terhelés, elsősorban az intenzív rendszerek hulladék kibocsátása miatt,
- növekvő energiafelhasználása.

1. táblázat

Az akvakultúra fenntarthatóságát befolyásoló főbb tényezők

Környezeti fenntarthatóság (1)	Gazdasági fenntarthatóság (2)	Társadalmi fenntarthatóság (3)
Víz, a fosszilis energia és termőterület felhasználás; kibocsátott elfolyóvíz minősége és mennyisége; halliszt és halolaj felhasználás; vegyszer és gyógyszer felhasználás (4)	Jövedelemtermelő-képesség, piaci kereslet-kínálat erőforrás felhasználáshoz kapcsolódó költségek (takarmányértékesítés, vízfelhasználás, vízterhelési díj stb.), beruházási költségek (5)	Hozzájárulás a foglalkoztatottsághoz, a helyi gazdasághoz (pl. helyi alapanyagok használata, tulajdonviszony stb.); és a lakosság egészséges élelmiszerrel való ellátásához; halastavak által nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások (6)

Table 1. The main factors affecting the sustainability of aquaculture
ecological sustainability (1); economical sustainability (2); social sustainability (3); water, fossil energy and land consumption, discharged effluents; fish meal and fish oil consumption; chemical and drug consumption (4); profitability, market demand and supplycost of resources (feed conversion, water consumption, water loading fee, cost investment,etc.) (5); contribution for the employment and local economy (e.g. using local resources and raw materials, ownership, etc.) and food safety, ecosystem services of fishponds (6)

Az akvakultúrás szektor átalakulására jellemző – elsősorban a fogyasztási szokások megváltozása miatt –, hogy a ragadozó halak iránti kereslet erősödött. Ennek következtében a hagyományos, jellemzően alacsony táplálkozási szinten lévő növény- és mindenevő halfajok iránti kereslet csökkent. Számításaim szerint (a haltermelés átlagos trofitási szintjét úgy kaptam meg, hogy összegeztem a különböző fajtacsoportok, az össztermelésen belüli elfoglalt részarányával súlyozott trofitási range-inek számtani átlagait) utóbbi 10 évben a világon megtermelt halak átlagos, a táplálkozási hálózatban elfoglalt trofitási szintje 2,5-ről 2,7-re emelkedett (a magyar haltermelés trofitási szintje ebben az időszakban ugyanígy 2,5-ről 2,7-re nőtt).

Az ún. FIFO (Fish In to Fish Out ratio) arány fejezi ki az 1 kg akvakultúrás termék előállításához szükséges halliszt és halolaj termeléséhez felhasznált vadhal mennyiségét (nem étkezési célú halászati fogásból származó hal). Globális szinten az a mutató 0,7 kg (*Tacon és Metian,* 2009), azonban a magyar akvakultúra esetében ez az érték – a tógazdasági haltermelés dominanciája miatt – még alacsony, mindössze 0,25, de fokozatosan emelkedik (1999-ben még 0,1 alatt volt). Ennek következtében a ragadozó halak neveléséhez szükséges, magas fehérjetartalmú, halliszt- és halolaj-tartalmú tápok felhasználása is emelkedett. A halta-

karmányokban hallisztre és halolajra elsősorban a ragadozó halak amino- és zsírsav igénye miatt van szükség, amely más forrásból nem, vagy csak nehezen pótolható. Bár az utóbbi években az intenzív takarmányozási és tápfejlesztési munkáknak köszönhetően az egységnyi haltermék előállításához felhasznált halliszt és halolaj mennyisége csökkent, azonban az intenzív technológiák térnyerésével a haltakarmányok iránti igény ennél jóval nagyobb mértékben emelkedett, amely magával hozta ezen takarmány-alapanyagok árának növekedését is. (A halliszt ára az utóbbi hat év alatt megháromszorozódott 600 $/tonnáról 1800 $/tonnára emelkedett.) Mivel a halliszt és halolaj elsődleges forrása a tengeri halászat, úgy belátható, hogy a halliszt- és halolaj felhasználásra alapozott intenzív ragadozóhal nevelés jelenlegi formájának hosszú távú fenntarthatósága kétséges.

A hallisztet tartalmazó táppal való etetés elterjedése, a monokultúrás állományok termelésének előtérbe kerülése, a tavi levegőztetés alkalmazása mind egy olyan agrotechnikai fejlődés elemei, amelyek a tradicionális tavi technológiák háttérbe szorulásához vezettek. A hagyományos, helyi erőforrásokra alapozott, alacsony környezeti terhelésű és energiaigényű, melléktermékek hasznosításán alapuló polikultúrás haltermelő rendszerek jelentősége ennélfogva csökkent, az akvakultúra erőforrás felhasználása pedig lényegesen megnőtt (víz, élőhely, energia, tápanyag kibocsátás, halliszt és halolaj felhasználás) *(2. táblázat).*

Az akvakultúrának – elsősorban az intenzív haltermelésnek – a természeti környezetet leginkább veszélyeztető hatása a szerves, illetve szervetlen anyagokkal terhelt elfolyóvíz kibocsátása által jelentkezik. A természetes vizek fő problémáját, az eutrofizációt, a haltermelő rendszerekből kikerülő nitrogén- és foszforvegyületek okozzák. A takarmányként bejuttatott tápanyagoknak – részben biológiai, részben technológiai okok miatt – csak viszonylag kis hányada, mintegy 20–30%-a hasznosul a haltermelés során (*Hargreaves*, 1998), miközben a fennmaradó rész rendszerint az elfolyóvízben jelenik meg. Az alkalmazott haltermelő rendszerek típusai a környezeti fenntarthatóság tekintetében is különböznek.

Az édesvízi haltermelő rendszereknek három csoportja különböztethető meg az alapján, hogy hogyan biztosítják a haltermelés számára szükséges vízminőséget: (1) vízvisszaforgatáson alapuló ún. zárt recirkulációs rendszerek, (2) átfolyóvizes (ide értve a ketreces haltermelést is) intenzív iparszerű, illetve (3) halastavi rendszerek. Az elsősorban Nyugat-Európában elterjedt – de hazánkban is megtalálható – **rárt recirkulációs rendszerek**nél (RAS) a nem hasznosított tápanyagok egy részét a haltermelő egységhez kapcsolt biológiai vízkezelő egységben, szabályozott körülmények között, bakteriális lebontás által szabadítják fel szerves kötéseikből és bocsátják ki a légkörbe, mint pl. szén-dioxidot és nitrogéngázt. A recirkulációs rendszerek működtetése során arra törekszenek, hogy a nem hasznosuló tápanyagokat minél előbb eliminálják, ezzel javítva a haltermelő közeg vízminőségét. Mindez speciális berendezések, mechanikai és biológiai szűrők energia- és költségigényes alkalmazását teszi szükségessé. A vízkezelési folyamat során, a takarmánnyal a haltermelő rendszerbe került értékes tápanyagoknak mintegy 2/3-át elveszítjük. Ugyanakkor a zárt recirkulációs rendszerek előnye, hogy a környezeti feltétek pontosan szabályozhatóak, ezért alkalmazásukkal programozott és magas minőségű termelés valósítható meg. Az intenzív haltermelésben Magyarországon is elterjedt ún. **átfolyóvizes technológiák** alkalmazásakor vízkezelés nem történik, a működésükhöz szükséges vízminőséget a rajtuk folya-

2. táblázat

Hagyományos tógazdálkodás és az intenzív akvakultúra összehasonlítása

	Hagyományos tógazdálkodás (1)	Intenzív akvakultúra (2)
Termelés helye (3)	Földmedrű tó (10)	Medencék (zárt recirkulációs és átfolyóvizes) és ketrecek (11)
Termelési intenzitás (4)	Mérsékelt égövön 0,5–1,5 t/ha (12)	20–300 kg/m^3
Népesítési szerkezet (5)	Jellemzően pontyféléken alapuló polikultúra (13)	Monokultúra (14)
Takarmány (6)	Kiegészítő, általában gabonatakarmányozás, de rendszerint a helyi erőforrásokra alapoznak, jelentős a természetes hozam aránya (20–50%) (15)	Teljes értékű tápok felhasználása (16)
Trágyázás (7)	Rendszerint szerves trágyázás (17)	–
Energiafelhasználás (8)	Alacsony fosszilis energia felhasználás (18)	Magas fosszilis energia felhasználás (19)
Trofitási szint (9)	Alacsonyabb, átlagosan 2,6 (2–3,8 között) (20)	Magasabb, átlagosan 3,8 (3–5 között) (21)

Table 2. Comparison of traditional pond culture and intensive aquaculture
Conventional pond culture (1); Intensive aquaculture (2); place of production ; production intensity (4) ; fish stocking (5) ; feed (6) ; Manuring (7) ; energy consumption (8) ; trophic level (9); earthen pond (10); tanks (indoor recirculation and flow-through systems) and cages (11); on temperate climate 0.5–1.5 t/ha (12); typically carp-based policulture (13); monoculture (14); supplementary grain feeding, typically based on local resources, significant share of natural food (15); feeding of complete fish feeds (16); typically organic manure application (17); low fossil energy consumption (18); high fossil energy consumption (19); low (in a range of 2–3.8, average 2.6) (20); higher (in a range of 3–5, average 3.8) (21)

matosan átáramló víz biztosítja. Mivel az átfolyóvizes rendszer nem rendelkezik vízkezelő egységgel, a belépő tápanyagok jelentős része a befogadó vizeket terheli, ami a természetes vizeink további minőségromlásához, eutrofizálódásához vezet. Hazánkban az utóbbi két évtizedben terjedtek el az intenzív medencés, átfolyóvizes haltermelő telepek, amelyekben jelenleg az akvakultúrás termelés 12%-át állítják elő (*Pintér*, 2010). Meg kell ugyanakkor említeni, hogy az utóbbi években jelentős erőfeszítések történtek az átfolyóvizes rendszerekből kibocsátott elfolyóvizek környezeti hatásának csökkentésére létesített vizes élőhelyek alkalmazásával (*Kerepeczki és mtsai*, 2003; *Kerepeczki*, 2006). Az intenzív iparszerű rendszerekkel ellentétben, a **halastavi termelés** során a tóba bejuttatott, és a haltermelés által közvetlenül nem hasznosított tápanyagok egy része a tavi életközösség táplálkozási hálózatán keresztül a halak számára újból hozzáférhetővé válik. A halastavi gazdálkodásban nem jellemző a tápetetés, helyette kiegészítő gabonatakarmányozást folytatnak, így a halak energiaszükségletét a gabona, a fehérjeigényét a tóban keletkező természetes táplálékszervezetek biztosítják, emellett jellemző a melléktermékek felhasználása (pl. szervestrágyázás). A hagyományos tavi akvakultúrában a fosszilis energia felhasználás alacsony, ezzel szemben az intenzív – főleg a zárt, zárt recirkulációs rendszerek közvetlen energia felhasználása ezt lényegesen meghaladja (*3. táblázat*).

Az előbbiekkel összhangban a fenntartható haltermelés érdekében szükséges tennivalók a következőképpen foglalhatóak össze (*Naylor és mtsai*, 2000): az alacsony táplálkozási szinteken lévő halfajok termelésének kiterjesztése; a halliszt és halolaj felhasználásának csökkentése a haltakarmányokban; integrált vagy kombinált haltermelő rendszerek fejlesztése; a környezetbarát haltermelési gyakorlat támogatása. Ugyanakkor a fogyasztói igények változásával egyre inkább a magasabb minőségű, értékesebb, elsősorban ragadozó fajok termelése növekszik, amelyek nagytömegben elsősorban iparszerű rendszerekben, haltápok felhasználásával állíthatók elő.

1. ábra **Az intenzív medencés rendszer, a hagyományos halastó és a kombinált haltermelő rendszer nitrogénforgalmának sematikus ábrája**

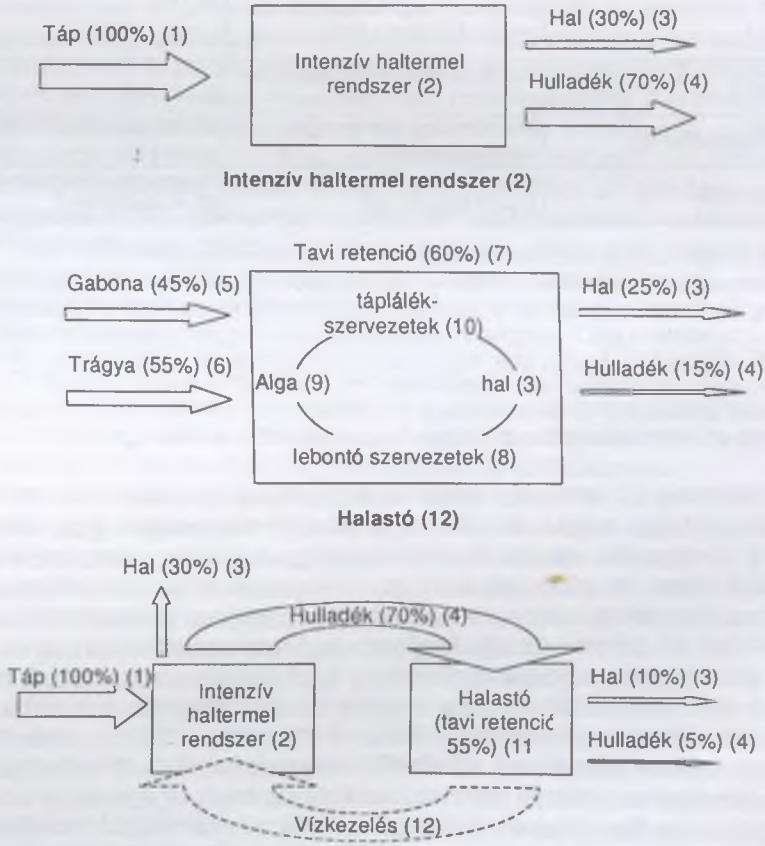


Figure 1. Schematic diagram of the nitrogen cycles of a intensive system, a conventional fishpond and a combined fish production system
feed (1); intensive fish production system (2); fish (3); waste (4); grain (5); manure (6); pond retention (7); decomposing organisms (8); algae (9); natural food (10); fishpond (pond retention) (11); water treatment (12); combined fish production system (13)

A haltermelés környezeti hatásának értékeléséhez széles körben elterjedt az 1 kg haltermeléséhez felhasznált erőforrások számbavétele (*Larsson és mtsai*, 1994; *Bosma* és *Verdegem*, 2011). A fenntartható haltermelés előfeltétele a termeléshez felhasznált erőforrások takarékos használata, a felhasználás hatékonyságának javítása és lehetőség szerint azok újrahasznosítása, ami a kombinált haltermelő rendszerek alkalmazásával megvalósulhat. *(1. ábra)*. A *3. táblázatban* a hazánkban is alkalmazott termelési gyakorlatok – halastavi, zárt recirkulációs és átfolyóvizes haltermelő rendszerek, valamint a kombinált tavi haltermelő rendszerek – jellemző erőforrás felhasználás mértéke került összefoglalásra.

3. táblázat

A haltermelés során felhasznált és kibocsátott tápanyagok mennyisége és a fajlagos vízfelhasználás

	Halas-tavak (1)	Kombinált tavi rendszerek (2)		Átfolyóvizes rendszer (6)	Átfolyóvizes rendszer (6)
		Tavi recirkulációs rendszer (3)	Intenzív kombinált rendszer (4)		
1 kg hal előállításakor felhasznált összes tápanyag (g/kg hal) (7)					
Nitrogén (8)	120	90	99	74	68
Foszfor (9)	24	16	16	15	11
Szerves szén (10)	1300	1150	530	440	410
ebből takarmány eredetű tápanyag (g/kg hal) (11)					
Nitrogén (8)	50	55	75	74	80
Foszfor (9)	7,3	9,9	12	15	13
Szerves szén (10)	975	920	450	440	430
1 kg megtermelt halra eső halliszt felhasználás (12)					
FIFO (kg/kg)	0	0,3	1,3	0,4	1,8
A haltermelés tápanyag-hasznosítása (%) (13)					
Nitrogén (8)	18,4	27,4	33	32	31
Foszfor (9)	10,4	12,8	32	43	28
Szerves szén (10)	6,8	8,6	21	32	24
1 kg megtermelt halra eső tápanyag kibocsátás (g/kg hal) (13)					
Nitrogén (8)	24	6,4	5,8	46	50
Foszfor (9)	2,4	1,9	0,53	8,3	6,8
Szerves szén (10)	290	88	48	72	88
1 kg hal előállításakor felhasznált vízmennyiség (m3/kg hal) (14)					
	24	9,7	1,6	0,24	1,1
1 kg hal előállításakor felhasznált energia (kWh/kg hal) (15)					
	0,2	0,6	0,75	12	0,6

Table 3. The relative discharge and consumption of nutrients and water consumption used for fish production

fishponds (1); combined pond systems (2); pond recirculation system (3); intensive combined system (4); indoor recirculation system (5); flow-through system (6); total nutrients used for 1 kg fish production (g/kg fish) (7); nitrogen (8); phosphorus (9); organic carbon (10); from feed origin nutrients (g/kg fish) (11); fish meal consumption for 1 kg fish produced (12); nutrient utilisation of fish production (13); nutrient discharge for 1 kg fish produced (g/kg fish) (13); water consumption for 1 kg fish produced (m3/kg fish) (14); energy consumption for 1 kg fish produced (kWh/kg fish) (15)

FIFO: Fish In to Fish Out: 1 kg akvakultúrás termék előállításhoz szükséges halliszt és halolaj termeléshez felhasznált vadhal mennyiség

A MAGYAR AKVAKULTÚRA HELYZETE

A magyarországi termelés bázisát a tavi haltermelés adja, az étkezési haltermelésünk megközelítően 86%-a, mintegy 25000 ha halastóból származik, míg a fennmaradó 14% az intenzív, túlnyomó részben átfolyóvizes rendszerekben kerül előállításra (elsősorban afrikai harcsa, kisebb részben pisztráng) (*Pintér*, 2010). A zárt recirkulációs rendszerekben megtermelt halmennyiség az utóbbi évek beruházásai ellenére sem nem éri el az 1%-ot. 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). Mindeközben a hagyományos tavi haltermelésnek számos problémával kell szembenéznie, mint az emelkedő gabonaárak, a madárkártétel, valamint azzal, hogy a fogyasztói igények megváltozása miatt a ponty iránti kereslet jelentős emelkedése a jövőben sem várható.

A halastó és az intenzív zárt recirkulációs rendszerek fajlagos beruházásigénye hasonló; évi 1 tonna kibocsátású rendszer létesítése megközelítően 3–6 mFt befektetett tőkét igényel. Ugyanakkor halastavakban főként, az alacsonyabb áron értékesíthető pontyféléket állítanak elő. A hagyományos tavi haltermelés alacsony beruházás-arányos jövedelmezősége miatt (éves árbevétel jellemzően 300–600 eFt/ha között alakul) új tavak építése nem, vagy csak nagyon hosszú időszak alatt megtérülő befektetés. Ennek következtében az utóbbi évtizedekben az üzemelő halastó terület nem bővült.

A fenntartható tógazdálkodás során nagyon fontos a haltermelő rendszerek alacsony tápanyag-kibocsátása, ugyanakkor nem elhanyagolható a tevékenység gazdaságossága sem, valamint a vidéki lakosság megélhetéséhez való hozzájárulása, a munkahelyek megőrzésével és új munkahelyek létrehozásával. Amikor fenntartható tógazdálkodásról beszélünk, az új tavi termelő rendszerek fejlesztésén túl nagyon fontos áttekinteni, hogy a meglévő halastavaink fenntarthatóak-e. Az alábbi esettanulmányokban áttekintésre kerülnek a hagyományos tógazdálkodás fenntarthatóságát, valamint a fenntarthatóságának erősítése érdekében – főként a HAKI-ban, Szarvason, de a haltermelő gazdaságokkal együttműködésben – végzett technológiafejlesztési munkákat:

- A hagyományos halastavi gazdálkodás környezeti hatásainak vizsgálata
- Kombinált tavi haltermelő rendszerek fejlesztése
- Intenzív medencés rendszerek elfolyóvizének kezelésére kialakított létesített vizes élőhely

ESETTANULMÁNYOK

A hagyományos halastavi gazdálkodás környezeti hatásának vizsgálata

Mivel a tógazdálkodás meghatározó haltermelési forma ezért fontos annak tisztázása, hogy a tógazdasági haltermelés milyen hatással van természetes vizeink minőségére, azokat a halastavak tápanyagokkal milyen mértékben terhelik.

(Az alábbi eredmények részletesen *Gál*, 2006; *Gál* és mtsai, 2006 és 2009 közleményekben kerültek bemutatásra.)

A vizsgálati eredményekből megállapítható volt, hogy a halastavak jelentős mennyiségű tápanyag visszatartására képesek. A halastavak termelési intenzitás növekedésével, vagyis a növekvő halhozamokkal nem járt együtt a tavakból az elfolyóvízzel kibocsátott tápanyagok mennyiségének növekedése. Ezt támasztotta alá a tavakba bekerült nitrogén-, foszfor- és szerves anyag mennyiségek és a visszatartásuk között meglévő erős kapcsolat, ami arra enged következtetni, hogy a halastavak tápanyag-feldolgozási kapacitása lényegesen meghaladja a tógazdálkodási gyakorlatra jellemző nitrogén-, foszfor- és szervesanyag-terheléseket *(4. táblázat)*.

4. táblázat

A vizsgált esettanulmányok tápanyagforgalmi és hozam eredményei

	Hagyományos halastó (1)	Tavi recirkulációs és tó a tóban rendszer (2)	Intenzív kombinált rendszer (3)	Létesített vizes élőhely (4)
Tápanyag feldolgozás (kg/ha) (5)	N: 85	C: 1.200	N: 2.500	N: 1.300
	P: 20	P: 25	P: 375	P: 130
	N: 120	C: 2000	C: 15.000	C: 4.000
a bekerült tápanyag %-ban (5)	N: 53	N: 62	N: 63	N: 94
	P: 74	P: 73	P: 65	P: 92
	C: 74	C: 82	C: 74	C: 90
Elérhető nettó átlaghozam (6)	500–2000 kg/ha (átlag: 900 kg/ha) (8)	2–3 t/ha (a vizsgálat alatt: 2,4 t/ha volt) (9)	10–20 t/ha (élőbevonattal: 15–20 t/ha, nélkül 10–15 t/ha) (10)	0,25–0,5 t/ha
intenzív részben (6)	–	2-5 t/ha	10-15 t/ha	–
extenzív részben (7)	0,5-2 t/ha	1-2 t/ha	3-5 t/ha	0,4-0,8 t/ha

Table 4. Nutrient cycling and fish yields of the case studies
traditional fishpond (1); pond recirculation system and pond in pond system(2); intensive combined system (3); constructed wetland (4); nutrient retention (5); nutrient load (6); in intensive part (7); in extensive part (7); average: 900 kg/ha (8); in the case study: 2.4 t/ha (9); with periphyton: 15–20 t/ha, without periphyton 10–15 t/ha (10)

A halastavak környezeti szerepét értékelve megállapítható, hogy képesek voltak csökkenteni a befogadó vizek tápanyagterhelését, azáltal, hogy a tavakból kevesebb nitrogén és foszfor mennyiség (átlagosan 48 és 62%-kal) távozott a lecsapolásuk során, mint amennyi oda a vízfeltöltés és vízpótlás során bekerült.

Ugyanakkor a halastavakból távozó víz több szerves anyagot tartalmazott (átlagosan 78%-kal), mint amennyi oda a feltöltő vízzel érkezett, a lecsapoláskor megnövekedő szerves lebegőanyag koncentrációk következtében.

Megfigyeléseink igazolták azt, hogy a tógazdasági haltermelés azon kevés állattenyésztési technológiák egyike, melynek során a gazdálkodási tevékenység nem jelent komoly környezeti kockázatot. Sőt, az emberi táplálkozásban bizonyítottan egészséget fenntartó és javító halhús úgy állítható elő, hogy jelentős mértékben hasznosítjuk a más művelési ágak által kibocsátott, az ott nem hasznosult tápanyagokat. Megfelelő tógazdasági gyakorlat alkalmazásával, a tavi életközösségben zajló folyamatokra építve, a befogadó vizek terhelésének minimalizálásával folytatható gazdaságos haltermelés, összhangban a természeti környezet megóvására vonatkozó törekvésekkel.

A hagyományos tavi haltermelés ökológiailag az egyik legfenntarthatóbb akvakultúrás tevékenység, miközben a halastavaink jelentős természeti értéket is képviselnek. A hazai tógazdasági gyakorlat egy jövedelmező, hosszú távon fenntartható gazdálkodási forma. Azonban a halastavak létesítésének költsége a hagyományos tógazdálkodás során nyerhető árbevételhez képest nagyon magas, ezért a halastóterület jelentős bővülésére számítani a jövőben sem lehet. A hagyományos tógazdálkodás során új termelők, különösen a vidék megtartóereje szempontjából fontos családi kis- és mikrovállalkozások megjelenése sem lehet várható.

Kombinált haltermelő rendszerek

A környezeti fenntarthatóság, a fogyasztói igények és az egységnyi területen előállítható jövedelem közötti ellentét egyik lehetséges megoldása a kombinált haltermelő rendszerek kifejlesztése és alkalmazása, amely lehetőséget teremt az ökológiailag fenntartható és egyúttal piacképes terméket előállítani képes haltermelési gyakorlat folytatására. A haltermelő technológiák fejlesztése során kézenfekvő megoldásként vetődik fel, hogy az intenzív akvakultúra által kibocsátott elfolyóvíz kezelését halastavi ökoszisztémában oldjuk meg, illetve az intenzív akvakultúrát integráljuk a halastavi vízkezelő rendszerekkel.

A kombinált haltermelő rendszer működésének az alapelve, hogy az intenzív és az extenzív haltermelési technológiákat összekapcsoljuk, ezáltal több eltérő, a táplálkozási hálózat különböző szintjein található halfajt nevelünk egy integrált rendszerben, így a rendszerbe bekerült tápanyagok is több, különböző haltermelési cikluson keresztül hasznosulnak. A különböző termelési egységek összekapcsolásával csökkenthető a haltermelés vízigénye és a környezetbe kibocsátott szerves és szervetlen tápanyagterhelés, miközben egységnyi takarmány felhasználásával több hal állítható elő. A kombinált rendszerek új, intenzívebb termelést lehetővé tevő technológiák, amelyek alkalmasak a termelékenység növelése, a termelt halfajok választékának bővítése, valamint a tápanyagok újrahasznosítása a haltermelő rendszeren belül, ezáltal csökkentve a környezeti terhelést.

A kombinált rendszerek, nemcsak a már üzemelő tógazdaságok termelési kapacitásának növelésére szolgálnak, hanem alkalmazásukkal akár néhány hektáron gazdálkodó életképes családi vállalkozások is létrehozhatóak. Az alkalmazási lehetőségekre az alábbiakban mutatunk be példákat:

Alacsony intenzitású kombinált haltermelő rendszerek

Tavi recirkulációs rendszer

A tavi recirkulációs rendszer egy a tógazdaságok már meglévő tavainak összekapcsolásával kialakított kombinált haltermelő rendszer, amely létrehozható a gazdaság kisméretű teleltető, vagy ivadéknevelő tavainak és a nagyméretű – akár több 10 hektár területű – tavainak felhasználásával (*Diab és mtsai,* 1992). Az alábbi esettanulmányban a rendszer a HAKI Iskolaföldi telepén működtetett rendszer hároméves, üzemi léptékű tesztelése során szerzett tapasztalatainkat foglaljuk össze (részletesen: *Gál és mtsai*, 2003; *Gál,* 2006).

A kísérleti tórendszer intenzív része öt, 1 ha összterületű, 1,5 m vízmélységű intenzív tóból, valamint egy 20 ha területű, 1 m vízmélységű vízkezelő, extenzív tóból állt, amelyek között a vízforgatást szivattyúkkal biztosították *(2. ábra)*. Az intenzív tavak és az extenzív vízkezelő tó térfogat aránya 1:14 volt. A rendszer év közben zártan üzemelt, működése során vízcsere nem történt. A tavak lecsapolására évente egy alkalommal, a lehalászási időszak alatt került sor. A kombinált haltermelő rendszer intenzív tavaiban pontyot, afrikai harcsát és tilápiát neveltek. Az alkalmazott technológia jellemzői a magas népesítési sűrűség, az intenzív takarmányozás és a folyamatos vízátfolyás voltak. A rendszer működése során az intenzív tavak elfolyó vizének kezelése az extenzív halastóban történt. A vízkezelésre szolgáló halastóban olyan halfajokat – pontyot, fehér busát és pettyes busát – neveltek ritka népesítéssel, kiegészítő gabona takarmányozással, amelyek fő tápláléka az intenzív tavak elfolyóvizének tápanyagtartalmát hasznosítva, a tóban elszaporodó természetes táplálék. Az így kezelt víz visszaforgatásra került az intenzív tavakba, ezáltal csökkent a haltermelés vízigénye és a környezetbe kibocsátott szerves és szervetlen tápanyagterhelés.

2. ábra **Kombinált intenzív-extenzív tavi haltermelő rendszer vázlata**

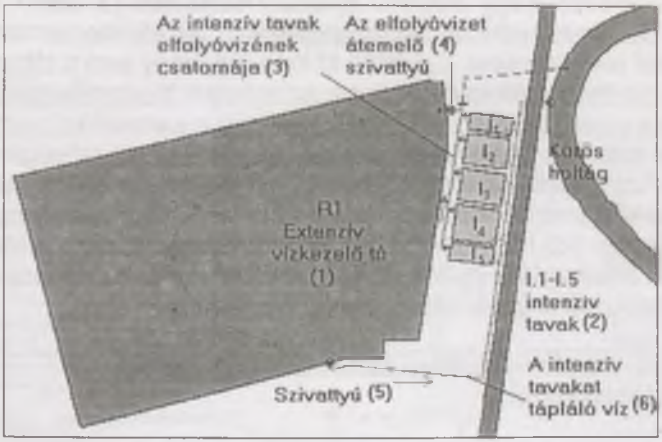


Figure 2. Operational scheme of the combined system
extensive fish pond for water treatment (1); intensive ponds (2);canal of effluent water from intensive ponds (3); pump for discharge water (4); pump (5);canal of inflow water into intensive ponds (6)

A rendszer teljes tófelületére vonatkoztatott átlagos halhozam elérte a 2,4 t/ha-t, ami a hagyományos tavi hozamok háromszorosa. A rendszer működése során jelentős mennyiségű szerves és szervetlen tápanyagot volt képes visszatartani, elsősorban az extenzív halastóban zajló folyamatok révén *(4. táblázat)*. A szerves-szén-, nitrogén- és foszformérlegből megállapítható, hogy a rendszerbe került tápanyagok jelentős, a hagyományos tavi haltermelő rendszereket meghaladó mértékben hasznosultak a halhozam formájában. Az összes bekerült szerves szénnek 8,6%-át, a nitrogénnek 27,4%-át és a foszfornak 12,8%-át hasznosította halbiomassza-gyarapodás formájában a rendszer *(3. táblázat)*.

A tavi recirkulációs rendszer jól ötvözte az intenzív és az extenzív tavi haltermelés előnyeit. Az intenzív egység alkalmas magas népesítési sűrűségben értékes halfajok (afrikai harcsa, tilápia, tokfélék, lesőharcsa), illetve ponty intenzív nevelésére. Az extenzív egységben pontyra alapozott poli-, illetve bikulturás népesítési technológia alkalmazásával a hazai tógazdaságokat meghaladó hozamok érhetők el. A vizsgálataink alapján az extenzív halastó 1 hektárja külön technológiai beavatkozás nélkül (pl. levegőztetés) alkalmas 3-5 tonna intenzíven nevelt haltömeg tartása során kibocsátott elfolyóvíz kezelésére. A kombinált rendszer a meglévő, hagyományos tógazdálkodási építmények (telelő tavak és vízellátó berendezéseik, illetve nevelő tavak) összekapcsolásával viszonylag alacsony beruházási igény mellett biztosít kiemelkedő hozamokat. Az intenzív és extenzív egységek közötti vízforgatással jelentősen csökkenthető volt a haltermelés vízigénye, valamint a környezet tápanyagterhelése, illetve a haltermelés fajlagos erőforrás felhasználása.

„Tó a tóban" rendszer

Az ún. tó a tóban rendszer a kombinált haltermelő rendszer egy speciális változata (*Füllner és mtsai*, 2007), amely ugyancsak a már üzemelő tógazdaságok számára ajánlható alternatíva. A rendszer lényege, hogy egy merevfalú úszó medence kerül kihelyezésre egy meglévő extenzív halastóba *(3. ábra)*. A rendszer működésének elve és terhelhetősége megegyezik az előzőekben ismertetett kombinált haltermelő rendszerével. Egyetlen különbség, hogy a tó a tóban rendszer esetében nem kis földmedrű tavak, hanem az extenzív tóban elhelyezett medencék szolgálnak az intenzív halnevelésre. A rendszer a kistavakkal nem rendelkező gazdaságok számára biztosítja az intenzív haltermelés lehetőségét. A medencék vízellátása közvetlenül az extenzív halastóból történik és az intenzív halnevelés hulladékai is közvetlenül visszakerülnek az extenzív halastóba. A medence fajlagosan magasabb (20–50 kg/m^3) nevelési sűrűséget tesz lehetővé, mint a földmedrű tavak alkalmazása (1–5 kg/m^3), ugyanakkor a medencék kialakítása fajlagosan magasabb beruházási költséggel jár (kb. 40–80 eFt/m^3).

Kis területigényű, magas intenzitású kombinált rendszer: intenzív kombinált rendszer

A kombinált rendszerek működésének kulcsa az extenzív rész vízkezelő, tápanyag-feldolgozó képessége, ami különböző technológiai elemek alkalmazásával tovább fokozható: intenzív levegőztetés, vízkeverés, élőbevonat alkalmazása, táp-

3. ábra **Tó a tóban rendszer: intenzív halnevelésre szolgáló medencék egy halastóban**

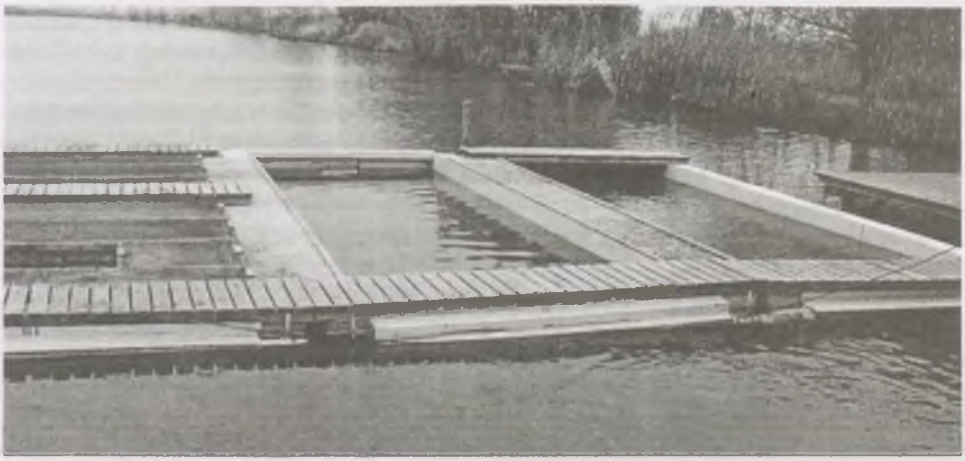


Figure 3. Pond in pond system: floating tanks for intensive fish production in extensive fishpond

anyagarányok módosítása, stb (*Azim*, 2001; *Gál és mtsai*, 2007; *Asaduzzaman és mtsai*, 2008). Az extenzív tóban zajló biológiai folyamatok (pl. aerob bomlás, elsődleges termelés) irányának befolyásolásával és sebességének fokozásával kialakítható egy kisméretű, de nagy fajlagos terhelési intenzitású tavi haltermelő rendszer. Az alábbiakban a tavi haltermelés intenzitásának növelésére, a terhelhetőség maximumának meghatározására irányuló kísérletsorozat főbb eredményei kerülnek összefoglalásra (bővebben: *Gál és mtsai*, 2009, *Gál és mtsai*, 2011).

A vizsgálatokat kisméretű tavakban végeztük (a tavak területe egyenként 310 m^2, a vízmélysége 1 m volt), amelyek a kísérleti rendszer extenzív részeiként szolgáltak. A rendszer intenzív részét egy-egy 10 m^2 nagyságú ketrec képezte, amelyeket közvetlenül az extenzív tóba helyeztünk *(4. ábra)*. Lapátkerekes leve-

4. ábra. **Az intenzív kombinált kísérleti rendszer kialakítása**

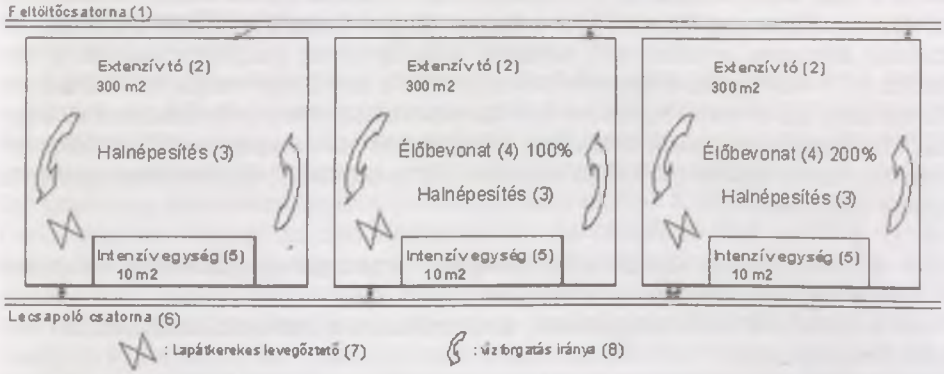


Figure 4. The layout of the experimental intensive combined system
water supply canal (1); extensive pond (2); fish stocking (3); periphyton (4); intensive unit (5); drainage canal (6); paddle wheel aerator (7); direction of water circulation (8)

gőztetők alkalmazásával tartottuk fent a megfelelő oxigénszintet a tavakban, valamint ezek biztosították a vízáramlást a rendszer intenzív és extenzív részei között. A vizsgálatok az intenzív részben alkalmazott különböző tápanyag terhelések (az átlagos nitrogénterhelés 0,5 és 2,8 g/m^2/nap között változott), valamint a különböző élőbevonat sűrűségek (az élőbevonat képződésére szolgáló mesterséges felület nagysága 0, 100 és 200%-a volt az extenzív tavak felületének) halhozamokra és a rendszer működésére kifejtett hatására irányultak. Az extenzív rész haltermelési potenciálja a kihelyezett mesterséges felületen képződött élőbevonat alkalmazásával fokozható, mivel az élőbevonat többlet természetes táplálékot biztosít a halak számára.

Az intenzív és az extenzív haltermelés kombinációja 20–25%-kal jobb fehérjehasznosulást eredményezett, amely az élőbevonat alkalmazásával tovább javult, a fehérjehasznosulás ekkor 35–40%-kal haladta meg a kombináció nélküli intenzív haltermelés esetében számítottat. A haltermelés tápanyag-hasznosulása – az extenzív tóban elért másodlagos halhozam révén – azokban a kísérleti beállításokban volt a legmagasabb, ahol az alkalmazott élőbevonat mennyisége 100%-a volt a tófelületnek.

Az intenzív kombinált rendszer fajlagos beruházásigénye lényegesen alacsonyabb a hagyományos halastavakénál és a zárt recirkulációs rendszereknél; évi 1 tonna kibocsátású rendszer létesítése megközelítően 3–6 mFt helyett mindösszsze 0,4–0,8 mFt befektetett tőkét igényel.

A hagyományos tógazdálkodás átlagos halhozamai 1 t/ha alattiak, az előzőekben bemutatott kombinált technológiákkal (tavi recirkulációs rendszer és tó a tóban technológia) 3–5 t/ha halhozam érhető el, ezzel szemben a kisméretű, intenzitású kombinált rendszer fajlagos hozamai elérhetik akár a 20 t/ha-t. A kombinált technológiák alkalmazásával a jelentős hozamtöbblet mellett a tógazdasági körülmények között termelt halfajok választéka is bővíthető. Az intenzív, részben értékes, főként ragadozó halak (pl. szürkeharcsa, csíkos sügér, törpeharcsa stb.) nevelhetők, miközben a termék-előállítás egy részét továbbra is a halastavak tradicionális fajai adják, ezáltal diverzifikálva a haltermelést. Mindeközben a kombinált rendszerek tápanyag kibocsátása a hagyományos halastavi gazdálkodáshoz hasonlóan alacsony, a haltermelő rendszer jobb tápanyag gazdálkodásának következtében. A kombinált rendszerek alkalmasak a tavi haltermelés intenzitásának növelésére, az intenzív haltermelés által kibocsátott elfolyóvíz kezelésére, a kezelt víz visszaforgatására, miközben a kiegészítő haltermeléssel többlet jövedelmet képesek előállítani, alkalmazásukkal környezetbarát haltermelési gyakorlat folytatható, mert:

- az elfolyóvízzel kibocsátott tápanyagok mennyisége jelentősen kevesebb az intenzív rendszerekhez képest,
- a kezelt víz visszaforgatható, ami csökkenti a haltermelésre fordított vízmennyiséget,
- a vízkezelési folyamat során többlet haltömeg állítható elő, ezért a haltermelés tápanyag transzformációs hatékonysága jobb, mint az egyéb haltermelő rendszereké,

Azonban a kombinált rendszerek sem nyújtanak megoldást az olyan fenntarthatósági problémákra, mint a növekvő halliszt és halolaj felhasználás, alkalmazásuk csak a haltermelésre felhasznált erőforrások hatékonyabb felhasználását segítik. A halastóban történő vízkezelésnek azonban korlátai is vannak, amelyek a technológia hasznosíthatóságára is kihatnak: a vízkezelés szezonális jellegű, mivel a hatékonysága hőmérséklet csökkenésével romlik, illetve jelentős terület szükséges a megfelelő vízkezeléshez *(5. táblázat)*.

5. táblázat

A kombinált haltermelő rendszerek alkalmazásának előnyei és hátrányai

Előnyök (1)	Hátrányok (2)
Egyszerű technológia alacsony beruházási és működési költségekkel (3)	Kevésbé kontrollálható termelési feltételek (pl. hőmérséklet ingadozás) (4)
A kiegészítő haltermelés révén jobb tápanyag-hasznosítás és pótlólagos árbevétel (5)	A vízminőség a tóban lejátszódó biológiai folyamatok eredménye (6)
Alacsony tápanyag-kibocsátás (7)	Rövid nevelési időszak (Magyarországon áprilistól októberig) (8)
A haltermelés alacsony energiaigénye (9)	A halak téli tárolását meg kell oldani (10)
Alacsonyabb fajlagos vízfelhasználás összevetve más tavi haltermelési gyakorlattal (11)	
Kis területen megvalósuló haltermelés miatt az állomány jobban védhető a ragadozók támadásaitól (12)	

Table 5. Advantages and disadvantages of combined fish production systems
advantages (1); disadvantages (2); simple technology with low investment and operation costs (3); less controllable production conditions (i.e. temperature) (4); higher nutrient utilisation capacity due to the extensive fish production (5); the water quality is resulted from the biological processes in pond (6); low nutrient discharge (7); limited production season (April till October in Hungary) (8); low energy demand (9); the winter storage of fish need to be solved (10); lower water consumption comparing the traditional pond culture (11); due to the concentrated production in small area the fish can be protected better from predators (12)

Intenzív medencés rendszerek elfolyóvizének kezelésére kialakított létesített vizes élőhely

A létesített vizes élőhelyi rendszer egy speciális változata a kombinált haltermelésnek. Az élőhely alkalmazásának elsődleges célja intenzív haltermelő telepek elfolyóvize által okozott környezeti terhelés csökkentése. Az intenzív haltermelő rendszerek várható jövőbeni terjedése miatt gondoskodni kell az általuk kibocsátott folyékony hulladékok hatékony és olcsó kezeléséről. A legtöbb intenzív haltermelő rendszer, legyen az zárt recirkulációs – amennyiben nem használ denitrifikáló és foszfáteltávolító egységet – vagy átfolyóvizes technológia, jelentős, fajlagosan közel hasonló mennyiségű tápanyagot bocsát ki *(3. táblázat)*. A létesített vizes élőhelyek, halastavak és vízinövényes tavak összekapcsolásával kialakított rendszerek hatékony és olcsó vízkezelési alternatívát jelentenek. Sok esetben a környezetet terhelő intenzív medencés haltermelő rendszerek további működéséhez nélkülözhetetlen vízkezelési technológia legkézenfekvőbb és legolcsóbb alternatívája a létesített vizes élőhelyek alkalmazása.

A Halászati és Öntözési Kutatóintézetben megépült halastavakból és vízinövényes tavakból álló kísérleti vízkezelő rendszer létesítésének célja egy intenzív átfolyóvizes halnevelő telep elfolyóvizének a kezelése volt (bővebben: *Kerepeczki és mtsai*, 2003; *Kerepeczki*, 2006; *Gál és mtsai*, 2009). A vízkezelő tórendszer két halastóból és két vízinövényes tóból állt, melyek lineárisan voltak összekapcsolva. A halastavakat busa-ponty-amur polikultúrában népesítettünk, a vízinövényes tavakban gyékény- illetve nádas állomány alakult ki az évek folyamán.

A vizsgált rendszer alkalmazása az intenzív akvakultúra által kibocsátott nitrogén mennyiségét 1300 kg/ha, a foszfor mennyiségét 130 kg/ha és a kémiai oxigénigényben kifejezett szerves anyag mennyiségét 7500 kg/ha mértékben csökkentette, átlagosan 80% feletti eltávolítási hatékonyság mellett. A rendszer halastavi részében 1200–1500 kg/ha halat termeltünk természetes haltáplálékokon. A tápanyagok eltávolítása az elfolyóvízből csökkentette a vízterhelési díjat és hozzájárult a környezetvédelmi bírságok elkerüléséhez, ugyanakkor a megtermelt piacképes melléktermékek értékesítése járulékos bevételforrást jelenthet (hal és energianövény). Azonban a vízkezelő módszer alkalmazásakor néhány korlát is felmerül. Az éghajlati viszonyok miatt hazánkban télen nem lehetséges a vizes élőhelyek folyamatos működése a nyárival azonos terhelési szint mellett *(6. táblázat)*. Alacsony hőmérséklet esetén (15 °C alatt) az elfolyóvízzel érkező terhelés mérséklése ajánlott a koncentrációk csökkentésével (a lebegőanyagok kiszűrésével) vagy a kezelt térfogat csökkentésével (átmeneti téli tárolással).

6. táblázat

A létesített vizes élőhelyi rendszer terhelhetősége különböző hőmérsékleti tartományokban

Vízhőmérsékleti tartomány (1)	N terhelhetőség (2)	P terhelhetőség (3)	KOI terhelhetőség (3)
	kg/ha/nap		
10–15 °C	3,0	0,4	19
15–20 °C	5,7	0,4	31
20–25 °C	7,4	0,8	44

Table 6. The loading capacity of constructed wetland at different temperature intervals
water temperature interval (1); N loading (2); P loading (3); COD loading (4)

KÖVETKEZTETÉSEK

- Magyarországon a hagyományos tógazdasági haltermelés ökológiailag az egyik legfenntarthatóbb, jellemzően jövedelmező haltermelési tevékenység, de a fajlagosan magas beruházási költségek miatt a tógazdasági termelés jelentős bővülésére, valamint új családi gazdaságok létesülése nem várható. A termelési erőforrások diverzifikációja helyett (amikor a nagyobb, közepes és mikro vállalkozások egyaránt, közel hasonló súllyal vesznek részt a termelésben) az ágazaton belüli lassú tőkekoncentráció valószínűsíthető, amely folyamatot a támogatási rendszer is tovább erősít.
- A tavi haltermelés növelésére, az előállított fajok választékának bővítésére a kombinált rendszerek alkalmasak. Alkalmazásukkal a környezeti terhelés emelkedése nélkül fokozható a tavi termelés intenzitása; hatékonyabb erőforrás fel-

használással érhető el nagyobb haltermelés. A kombinált tavi rendszerek egyaránt eleget tesznek a fenntartható gazdálkodás környezeti, gazdasági és társadalmi aspektusainak.

– A halastavak és egyéb létesített vizes élőhelyek alkalmasak az intenzív haltermelés által kibocsátott elfolyóvizek hatékony kezelésére. Megfelelőek az intenzív medencés – legyen az zárt recirkulációs vagy átfolyóvizes rendszer – haltermelés környezeti hatásainak hatékony csökkentésére.

IRODALOM

Asaduzzaman, M. – Wahab, M.A. – Verdegem, M.C.J. – Huque, S. – Salam, M.A. – Azim, M.E. (2008): C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii production in ponds. Aquaculture, 280. 117–123.

Azim, M.E. (2001): The potential of periphyton-based aquaculture production systems. Dissertation, Wageningen University, The Netherlands

Bosma, R.H. – Verdegem, M.C.J. (2011): Sustainable aquaculture in ponds: Principles, practices and limits. Livest. Sci., 139. 58–68.

Diab, S. – Kochba, M. – Mires, D. – Avnimelech, Y. (1992): Combined intensive-extensive (CIE) pond system A: inorganic nitrogen transformations. Aquaculture, 101. 33–39.

Füllner, G. – Gottschalk, T. – Pfeifer, M. (2007): Experiments for the production of hybrid striped bass in in-pond circulation system. Aquacult. Int., 15. 241–248.

Gál D. – Szabó P. – Pekar F. – Váradi L. (2003): Experiments on the nutrient removal and retention of a pond recirculation system. Hydrobiologica, 506. 767–772.

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

Gál D. – Kerepeczki É. – Szabó P. – Pekár F. (2006): A tógazdasági haltermelés környezeti hatásainak felmérése. Agrártudományi Közlemények, 21. 19–24.

Gál D. – Pekár F. – Kerepeczki É. – Váradi L. (2007): Experiments on the operation of a combined aquaculture-algae system. Aquacult. Int., 15. 173–180.

Gál D. – Kerepeczki É. – Kosáros T. – Hegedűs R. – Pekár F. – Váradi L. (2009): Water treatment of intensive aquaculture systems through wetlands and extensive fish ponds. In: SustainAqua – Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture 25–42.

Gál D.– Pekár F. – Kosáros T. – Kerepeczki É. (2011): Potential of nutrient reutilisation in combined intensive-extensive pond systems. Aquacult. Int., (in press)

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

Kerepeczki É. (2006): Intenzív haltermelő telep elfolyóvizének kezelése létesített vizes élőhelyi rendszerben. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, 111.

Kerepeczki É. – Gál D. – Szabó P. – Pekár F. (2003): Preliminary investigations on the nutrient removal efficiency of a wetland-type ecosystem. Hydrobiologica, 506. 665–670.

Larsson, J. – Folke, C. – Kautsky, N. (1994): Ecological limitation and appropriation of ecosystem support by shrimp farming in Columbia. Environ. Manage., 18. 663-676.

Naylor, R.L. – Goldburg, R.J. – Primavera, J.H. – Kautsky, N. – Beveridge, M.C.M. – Clay, J. – Folke, C. – Lubchenco, J. – Mooney, H. – Troell, M. (2000): Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405. 1017–1024.

Pintér K. (2010): Magyarország halászata 2009-ben. Halászat, 103. 2. 43–48.

Tacon, A.G.J. – Metain, M. (2009): Fishing for aquaculture: non-food use of small pelagic forage fish: a global perspective. Rev. Fis. Sci., 17. 305–317.

Érkezett: *2011. július 18.*

Szerző címe: *Gál D.*
Halászati és Öntözési Kutatóintézet,
Author address: Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation
H-5540 Szarvas, Anna-liget 8.,
gald@haki.hu, tel. +36 66 515323, fax. +36 66 312142

Poszter megrendelőlap

Megrendelem az alábbi posztereket 800 Ft/db + postaköltség:

- ☐ Ehető és mérgező gombák ... db
- ☐ Vadon termő gyógynövények ... db
- ☐ Gyomnövények Magyarországon ... db
- ☐ Bogarak Magyarországon ... db
- ☐ Őshonos magyar háziállatok ... db
- ☐ Magyarország fafajai ... db
- ☐ Magyarország védett növényei ... db
- ☐ Magyarország fontosabb pázsitfüvei ... db
- ☐ Takarmánynövényeink ... db
- ☐ Minősített hibrid, vörös-fehérbort adó szőlőfajták ... db
- ☐ Minősített hibrid csemegeszőlőfajták ... db
- ☐ A szőlő károsítói ... db
- ☐ Zöldségfélék kártevői ... db
- ☐ Környezetünk madarai ... db
- ☐ Lepkék Magyarországon ... db
- ☐ Magyarország fogható halai I–II. ... db
- ☐ Magyarország védett halai ... db
- ☐ Hazai ragadozó madaraink ... db
- ☐ Lófajták Magyarországon ... db
- ☐ Magyar galambfajták ... db
- ☐ Gidrán ... db

Név: .....

Cím: .....

Irányítószám: ☐ ☐ ☐ ☐

e-mail.: .....

Információ: **Bőjte Anikó,** telefon: 220-8331
AGROINFORM KIADÓ • 1149 Budapest, Angol u. 34.
•Tel./fax: 220-8331
E-mail: kereskedelem@agroinform.com
www.agroinform.com

INTENZÍV HALTERMELÉSI RENDSZEREK FEJLESZTÉSE

STÜNDL LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

Az akvakultúrás termékek: halak, rákok, puhatestűek, vízinövények igen széles termékskálát képviselnek, és irántuk a kereslet Világszerte folyamatosan növekszik. Ennek oka, hogy egyrészt olcsó és könnyen előállítható fehérjeforrások így – főként a gazdaságilag fejletlen meleg égövi területeken – népélelmezési jelentőségük van, ugyanakkor a fejlettebb országokban a prémium kategóriás élelmiszerek is ezekhez tartoznak. Az évi 164 millió tonnás termelés (2009) a már évek ót a stagnáló természetesvízi (tengeri és édesvízi) halászatból és dinamikusan (2000–2009), évi 6%-os ütemben fejlődő akvakultúrából származik. Ez utóbbi részaránya már közel 45%, ennek oka a tengeri halállományok túlhalászat miatti kimerülése. Az akvakultúra fejlődése azért is töretlen, mivel e rendszerekben jól tervezhető és biztonságos módon lehet terméket előállítani. Az intenzív haltermelő rendszerek számos típusa létezik melyek világszerte igen elterjedtek: a legegyszerűbb anyagokból készült trópusi néhány m^3-es „háztáji" hálóketrecektől a legkorszerűbb számítógép vezérelt több ezer m^3-es temperáltvizű recirkulációs halnevelő telepekig. Utóbbiak Európában is meghonosodtak, mivel így folyamatosan egész éven át termelhetők a legértékesebb fajok is. A technikai feltételek kialakításánál elsődleges szempont, hogy az a termelt faj(ok) igényeihez igazodva, megbízhatóan és költséghatékonyan legyen működtethető. Ennek egyik feltétele az intenzifikálás, azaz egységnyi erőforrás-felhasználásra több terméket lehessen előállítani. Az üzemeltetés energiaigénye jelentős, ezért előnyben kell részesíteni a megújuló (geotermikus) energiák felhasználását, melyre hazánk adottságai komparatív előnyt jelentenek. A másik kulcskérdés a takarmányozásban rejlő lehetőségek jobb kihasználása. A halliszt és halolaj ellátás tengeri halfajokra alapozott, ezért az előzőekben említett problémák miatt az ellátás egyre költségesebb. A fejlesztés egyik feladata ezek kiváltása más nyersanyagokkal, valamint a biotechnológia és a nutrigenomika legújabb vívmányainak alkalmazása a fajspecifikus takarmányok előállításában. Ezen szempontok fegyelembevételével hazánkban is lehetséges olyan új versenyképes „korszerű" (szálkamentes, fehérhúsú) halfajok nyomonkövethető, minőségbiztosított előállítása, melyek így az igényes európai piacokon is keresettek. Ehhez rendelkezésre állnak a megfelelő EU-s támogatások is.

SUMMARY

Stündl L.: DEVELOPMENT OF INTENSIVE FISH PRODUCTION TECHNOLOGIES

Aquaculture species such as fish, crayfish, molluscs and plats are a wide range of products, with continuously growing demand worldwide. The reasons for this is that they are cheap and easy-to-raise protein sources, thus having significance in food supply especially in developing countries in tropic regions, moreover, the premium category foodstuffs in developed high income countries are also belonging to this category. World annual total production of 164 million tons (2009) are made up of two sources: 1) marine and inland fisheries landings that are stagnating for several years and 2) aquaculture which is growing dynamically with annual 6% rate between 2000–2009. The latter is accounting for nearly 45% of the total supply due to the depleting marine stocks caused by overfishing. Aquaculture is growing continuously also because the production is safe and can be planned well. There are several types of intensive fish production systems widespread worldwide: those "family scale" few m^3 net cages on the tropics built from simple natural materials, to the modern computerized temperate water recirculation plants with several thousand m^3 capacity. The latter are widespread also in Europe because they facilitate to produce even the most valuable species whole year round. A key issue in the technical outlay is to meet the demands of the cultured species the best and the operation of the system is to be safe and cost-effective. One condition for this is intensification: enable to produce more product per unit resource input or effort. The facilities need significant amount of energy, thus renewable energy sources are to be favoured for which Hungary has comparative advantages Another key issue is the better utilisation of the feeding potential. Fish meal and fish oil is largely from marine

catch, so, because of the problems mentioned above the supply tends to be more and more expensive. One task for development is to replace them with other raw materials, as well as the implementation of the results of biotechnology and nutrigenomics in species-specific feeds. Taking into consideration these issues, there is an opportunity for the production of "modern" (boneless, white flesh) competitive fish species in Hungary under traceable and quality assured technology which are always wanted in the European market. There is also EU funding available for this purpose.

BEVEZETÉS

Az akvakultúra – azaz vízi növények és állatok kereskedelmi célú termelése – a fajok, módszerek és technológiák széles körét érinti. Földrajzi értelemben is tág határok között mozog: messzi északi- vagy déli területeken (hideg vagy mérsékelt éghajlaton) ketreces, medencés vagy tavi halnevelésben termelt lazac, pisztrángvagy tokféléktől egészen a trópusi égövi ponty, tilápia vagy garnéla farmokig (*Subasinghe és Currie,* 2005). Az akvakultúra legegyszerűbb formája medencékben, tavakban, vagy természetes vizekből kizárt terekben (öblözetekben, lagúnákban, vagy ketrecekben) történő halnevelés, melynek célja általában az étkezési hal előállítás. Az ilyen rendszerekben – akár tengeri, akár édesvízi környezetben – fajok széles körét termelik (*McAvoy,* 2009). Ez a Világ egyik leggyorsabban növekvő élelmiszer-ágazata: a népesség által elfogyasztott halak és más vízi állatok körülbelül fele már napjainkban is ilyen tenyészetekből származik (*Európai Unió,* 2011a).

Az édesvízi akvakultúra története

Ausztrál bennszülöttek már i.e. 6000 évvel neveltek angolnát. Ásatások 100 km^2-nyi vulkanikus eredetű árterületet tártak fel, ahol az őslakók teljes csatorna- és gátrendszert létesítettek, melyből csapdákkal fogták be az angolnát egészéven át. Kínában i.e. 2500-tól működött akvakultúra. Áradások után olykor visszamaradtak halak, főleg pontyfélék, melyeket a korai „haltermelők" rovarlárvákkal vagy selyemhernyó ürülékkel etettek. Japánban tengeri algát és óriásmoszatot termeltek bambuszrudakból álló állványzat segítségével, melyeket osztrigatermelésre is használtak. A rendelkezésre álló források szerint, a Rómaiak már szaporítottak is halakat kisebb tavakban (*Rabanal,* 1998).

Az akvakultúra írásos emlékei a Bibliában is fellelhetők: Ézsaiás könyve 19. (bizonyos fordításokban) halastavakra és mesterségesen elárasztott területekre utal (*Swann,* 1992).

Számos szerző szerint az i.e. 475-ös év igen jelentős volt, mivel ekkor írta Fan Lai az *„Elsőrangú haltermelés"* című könyvét. Ez az első monográfia mely a haltermelésről szól, benne leírásokat ad a tavakról, a ponty szaporításáról, ivadékneveléséről. (*Hickling,* 1962).

Közép-Európában a korai keresztény kolostorokban alkalmazták a római kori akvakultúra módszereket. A haltermelés e módja a középkorban terjedt el Európa szerte, mivel akkor a tengerpartoktól és nagyobb folyóktól távol a hal ritka vagy drága árucikk volt. A XIX. században a szállítási módszerek fejlődése miatt a hal már könnyebben és alacsonyabb áron volt hozzáférhető, ez nem kedvezett az akvakultúra fejlődésének. (*Jhingran,* 1987).

Az első recirkulációs rendszerű intenzív telepek: 1859-ben Stephen Ainsworth New York-ban kísérleteket kezdett pataki szaiblinggal (*Salvelinus fontinalis*). 1864-ben Seth Green kereskedelmi célú halkeltető telepet épített itt, melyet több Kanadai és USA keltető kialakítása követett (*Milner*, 1874).

Az európai édesvízi akvakultúra fejlődését az 1960-as évektől alapvetően a szivárványos pisztráng termelése határozta meg. Az intenzív tenyészetek kereskedelmi méretűvé fejlődése először Dániában indult meg. Mára a haltermelés az előállított fajokat és a termékek minőségét illetően egyaránt erőteljesen diverzifikálódott (*Európai Unió*, 2011b).

Az akvakultúra rendszerek típusai

Megkülönböztetünk intenzív, félintenzív vagy extenzív haltermelést, ahol az egyes intenzitási szintek között a különbség leginkább egyes fajlagos naturális ráfordítások mértéke pl. 1 m^3 vízben felhasznált takarmány és a telepítési sűrűség (kg/m^3) alapján tehető. Az intenzív rendszerekben a termelt fajok kevéssé függnek a természetes táplálékformáktól, és jobban a mesterségesen előállított keveréktakarmányoktól. A telepítési sűrűség az adott faj(ok) technológiai tűrőképességétől valamint attól függ, hogy a kulcsfontosságú környezeti tényezőket milyen mértékben tudjuk biztosítani, illetve optimalizálni. Ennek épp ellenkezője az extenzív haltermelés, ahol szerves, vagy műtrágyázással segítik elő a tápláléklánc alapjául szolgáló növények (algák) termelődését (primer produkció). A tavakat több halfajjal telepítik (polikultúra), és előfordul, hogy kombinálták további állattenyésztési módokkal, pl. víziszárnyas-tenyésztéssel, melyek melléktermékei a tavak tápanyag ellátását segítik.

Az akvakultúra technológiák intenzitás alapján az alábbiak szerint csoportosíthatók (*Funge-Smith* és *Phillips*, 2001):

- Vízterekben vagy szárazföldön lévő Intenzív rendszerek (partmenti / nyíltvízi ketreces / hálóketreces nevelés
- Szárazföldi extenzív vagy félintenzív rendszerek (természetesvíz-feltöltésű mesterséges tavak)
- Recirkulációs intenzív rendszerek (nyílt vagy épületen létesített rendszerek)
- Integrált extenzív-intenzív termelő rendszerek (állattenyésztés-hal, mezőgazdaság és haltermelés öntözővíz tározókban stb.)

A termelt fajok alapján a csoportosítás lehet:

- Halak (tavak, integrált tórendszerek, intenzív telepek);
- Vízinövények és makrofiták (lebegő, vagy rögzített struktúrákon, tavakban, medencékben);
- Puhatestűek (tavi, állványos vagy medencés nevelés)
- Rákok (tavi vagy medencés nevelés);
- Egyéb fajok (pl. kétéltűek, hüllők, emlősök stb.)

Az egyes tipikus technológiák összehasonlító adatait az *1. táblázat* tartalmazza. Egy akvakultúra beruházás tervezésénél és üzemeltetésénél a környezeti lehetőségek (erőforrások rendelkezésre állása), a termelni kívánt fajok biológiai igényei és gazdasági megfontolások alapján hoznak döntést. A táblázat adatai alapján az látható, hogy a példában szereplő intenzív telepek termelési költségei és árbevétele alapján a m^3-enkénti jövedelem – fajtól függetlenül – 80 és 100 USD

1. táblázat

A különböző intenzitású akvakultúra rendszerek főbb termelési paraméterei

	Népesítés (kg/m^3) (8)	Tak.ért. (kg/kg) (9)	Tak.nyers-fehérje tart. (%) (10)	Filé kihozatal (%) (11)	Hő optimum (°C) (12)	NH4 tolerancia (mg/l) (13)	Termelési ktg. (USD /kg) (15)	Termék átlagár (USD /kg) (16)
Recirkulációs bárramundi term. (1)	15–60 [a]	1,0–2,0 [a]	40–55 [b]	52–56 [ae]	25–35 [c]	0–0,67 [d]	1,9–6,9 [a]	3–4 [a]
Intenzív tilápia term. (2)	60–120 [e]	1,7–2,0 [f]	33–64 [u]	35,7 [ac]	31–36 [e]	2,25–2,65 [g]	0,55–0,65 [e]	1,3–1,6 [e] 1,3–2 [r]
Átfolyóvizes vagy recirk. afrikai harcsa term. (3)	700–1000 [h]	1,5–20,0 [i]	37–56 [u]	44,0–46,7 [ab]	26–28 [i]	0,3–2,0 [i]	1,0–2,5 [h]	3–3,2 [h]
Átfolyóvizes vagy recirk. pisztrángterm. (4)	30–40 [j]	1,0–1,2 [j]	42–64 [u]	52,7–53,8 [aa]	12–21 [j]	0,07–0,39 [k]	1,2–20,0 [j]	4,1–4,6 [j]
Ketreces tengeri sügér term. (5)	20–35 [l]	1,2–1,4 [m]	42–64 [u]	41–44 [z]	13–18 [l]	1,7 [n]	3–5 [l]	5,9–6,7 [l]
Ketreces lazacterm. (6)	max. 20 [o]	1,0–1,2 [o]	38–48 [u]	59,9–62,3 [y]	5–17 [o]	0,28 [p]	1–2,5 [o]	4,62–9,25 [s] 4,4–4,9 [o]
Pearson Tógazdasági ponytermelés (7)	0,15–0,2 [v]	1,3–5,4 [w] 2–3 [v]	~ 10 (u)	33,5–34,6 [x]	23–30 [t]	0,262–0,322 (ad)	1,8–2,7 [v]	1,2–1,4 [t]

Források (17): (a) FAO (2011a); (b) Fish.Wa, (2011); (c) Katersky és Carter, (2007); (d) Pearson és mtsai (2003); (e) FAO (2011b); (f) Asraf Mohamed és mtsai (2007); (g) Abdalla és McNabb (1998); (h) FAO (2011c); (i) Isyagi, és mtsai (2009); (j) FAO (2011d); (k) Russo és mtsai (1974); (l) FAO (2011e); (m) Robles és mtsai (2007); (n) Person-Le Ruyet és mtsai (1995); (o) FAO (2011f); (p) Hellawell, (1986); (r) Globefish (2011); (s) Seafood Source (2011); (t) FAO (2011g); (u) Aller-Aqua (2011); (v) MAHAL (2011); (w) Coche és mtsai (1998); (x) Gela és mtsai (2003); (y) Biswas és mtsai (2006); (z) Einen és mtsai (1999); (aa) Peruzzi és mtsai (2004); (ab) Samuelsen és mtsai (2001); (ac) Hoffman és mtsai (1993); (ad) Rutten, és mtsai (2004); (ae) Bársony és mtsai (2011);

Table 1. Main production parameters of different intensity aquaculture operations

Recirculation Barramundi prod. (1); Intensive Tilapia prod. (2); Water flowthrough or recirculation African catfish prod. (3); Water flowthrough or recirculation African Rainbow trout prod. (4); Seabass cage culture (5); Atlantic salmon cage culture (6); Common carp pond culture (7); Stocking density (8); Feed conversion ratio (9); Crude protein content of feed (10); Filletting rate (11); Temperature optimum; Ammonia tolerance (13); Investment cost (14); Production cost (15); Average product price (16); Sources (17)

között alakul. Természetesen adott esetben lehetnek jelentős eltérések, de a termelés jövedelmezősége egyértelműen a gazdaságos (költséghatékony) üzemeltetésen múlik. A sűríthetőség az intenzitás növelésével emelkedik: halastóban igen alacsony, ketrecben és átfolyó vízben közepes (20–40 kg/m^3/év) a legmagasabb a recirkulációs rendszerekben (60–120 kg/m^3/év). A takarmányozás paramétereiben nincs jelentős különbség a példában szereplő intenzív fajok között. (A takarmányértékesítés: 1–2 kg/kg és a nyersfehérje-tartalom: 33-64%, viszont ez úgy értelmezhető, hogy a jobb takarmányértékesítéshez a magasabb nyersfehérje tartozik, tehát végső soron a fehérje felhasználás 600g/kg halhús körül alakul.). Az intenzív temperált vizű telepek méretgazdaságossága alapján legalább 500 m^3 kapacitású és 25 °C-os technológiai vizet biztosító rendszerek szükségesek a hatékony működéshez és folyamatos termék előállításhoz.

A nevelés szakaszai magukban foglalják a tenyészállomány tartását, szaporítását, ivadéknevelését és hizlalást.

Duarte és mtsai (2007) leírja, hogy az akvakultúrában termelt fajok közül mintegy 340-et (97%) a XX. században vontak termelésbe és ebből 106 fajt 2000 után. A mezőgazdaság jelentőségét figyelembe véve meglepő, hogy az ismert növény- és állatfajok mindössze 0,08%-át és 0,0002%-át háziasították, míg ez az arány a vízinövények és -állatok esetében 0,17 és 0,13%. A domesztikáció (azaz esetünkben a termelésbe állítás) egy faj esetében legalább 10 évnyi kutatómunkát igényel.

A közkedvelt természetesvízi állományok túlhalászta és a magas minőségű állati fehérje iránti igény arra ösztönzi a haltermelőket, hogy újabb és újabb fajokat vonjanak termelésbe (*Marziali*, 2009).

Az akvakultúra termelési és fogyasztási eredményei, trendjei

Haltermelés

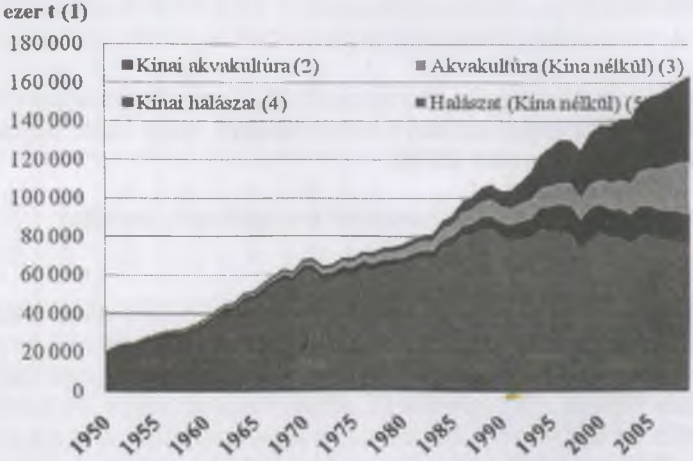
A Világ összes hal-, valamint más víziállat- és növénytermelése alapvetően két rendszerből, halászatból és akvakultúrából származik. Még mindig a halászat adja a mintegy 164 millió tonnás éves termelés nagyobbik részét azonban a különbség mindössze 10%-ra mérséklődött (*1. ábra*), mivel az utóbbi 20 évben az akvakultúra jelentős és stabil, évi 6,3%-os növekedést mutatott, míg a halászat (tengeri+belvízi) 1995 óta évi 90–95 millió tonna között ingadozik. Kiemelendő, hogy az utóbbi 10 év átlagában a Világ akvakultúra termelésének növekedése évi 11% volt, míg Kína esetében ez 6%-ra mérséklődött. (az előző 10 évben, 1990 és 1999 között az ütem épp fordított, 4 és 19% volt (*FAO FishStat*, 2011). Ennek oka, hogy a halászati termőhelyek szint mindegyike túlhalászott, vagy elérték a maximális hasznosíthatóságot, így további növekedés itt már nem várható. Fentiek alapján vitathatatlan, hogy a Világ növekvő igényét csak az akvakultúra tudja kielégíteni.

A világban elfogyasztott halak és rákok közel felét akvakultúrában – tengerben vagy édesvízben ellenőrzött körülmények között – tenyésztik. A termelés mind sós (tengeri és barackvizes) mind édesvízben egyaránt növekszik, előbbiek esetében évente átlagosan 5,7 és 8,5, míg az utóbbinál 7% volt az utóbbi 10 év átlagában. 2009-ben az összesen 73 millió tonnás akvakultúrás termelésből a tengeri és édesvízi termelés 33,8 és 34,8 millió tonnával részesedik a brackvízekben további 4,4 millió tonna a termelés (*FAO FishStat*, 2011).

Az világ akvakultúrás termelésében az édesvízi halak dominálnak (42%), a tengeri és vándorló halfajok és rákok csupán 7–7%-kal részesednek. A kibocsátás mintegy 23%-át növények adják. Ezeket humán fogyasztásra vagy ipari célra (pl. műtrágya, vagy agar-agar) használják. A termelés további ötöde puhatestűekből áll. Az utóbbi 10 évben minden csoport termelése növekedett melyek között a rákfélék és egyéb fajok felfutása a legszembetűnőbb. Előbbiek között tulajdonképpen minden termel faj a garnélák (*Penaeidae*) családjából származik, melyből 2,3 millió tonnát (44%-ot) a fehér garnéla (*Penaeus vannamei*, vagy újabb elnevezés szerint *Litopenaeus vannamei*) és 769 ezer tonnát (15%-ot) a fekete (óriás) tigris garnéla (*Penaeus monodon*) ad. Az „egyéb" kategóriában a növekedést a Kínában termelt egyéb fajok (pl. teknősök, békák stb.) jelentik

A világ édesvízi akvakultúra kibocsátása 94,8%-ban Ázsiából (meghatározó részben Kínából) származik, ahol a termelés növekedése 10 év átlagában meghaladta az évi 42%-ot. Az európai akvakultúra ugyanebben az időszakban stagnált, a mindössze évi átlagos 1,9%-os növekedése esetenként 4,3%-os csökkenést, vagy akár 5,3%-os növekedést mutatott az egyes évek között.

1. ábra **A halászat és akvakultúra termelésének alakulása**



(Forrás: FAO FishStat, 2011) (6)

Figure 1. Evolution of capture and aquaculture production (World total and China)
thousand tons (1); China aquaculture (2); Total aquaculture excl. China (3); China fisheries (4); Total fisheries excl. China (5); source (6)

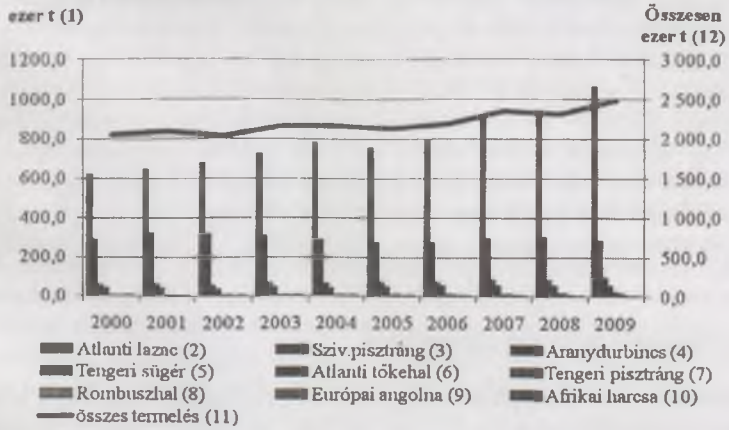
Az európai intenzív akvakultúrában legnagyobb mennyiségben termelt fajok termelési adatait a *2. ábra* mutatja be. A tendenciák tekintetében elmondható, hogy összességében tíz év alatt mintegy 21%-kal emelkedett a termelés, de ez a legnagyobb mennyiségben tenyésztett fajok esetében ez átlagosan 50%-ot jelentett.

A FAO FishStat (2011) statisztikái alapján Európában több mint 1,06 millió tonnás eredménnyel (mely a 2,48 millió tonnás összes akvakultúra termelés 42,8%-a) dominál az atlanti lazac (*Salmo salar*), melynek mintegy 81%-át Norvégiában termelik. Szivárványos pisztrángot (*Oncorhynchus mykiss*) több or-

ságban is tenyésztik termelése stagnált, az elmúlt 10 évben 274 és 320 ezer tonna között mozgott. A legjelentősebbek Olaszország és Franciaország (36 és 33 ezer tonna) de 20 ezer tonna felett termelnek Németországban és Dániában is. Aranydurbincsból (*Sparus aurata*) és tengeri (farkas) sügérből (*Dicentrarchus labrax*) összesen 96 és 59 ezer tonna a termelés, mindkettőt főként Görögországban (60 és 33 ezer tonna) valamint Törökországban (28 és 46 ezer tonna) állítják elő. Viszonylag újkeletű a tőkehal (*Gadus morhua*) intenzív tenyésztése, melyet szinte kizárólag Norvégiában folytatnak: 2000-ben még 200 kg volt a termelés, 2009-re már majdnem elérte a 23 ezer tonnát. A tengeri pisztráng (*Salmo trutta trutta*) a sebes pisztráng (*Salmo trutta*) egyik alfaja, mely tengeri életmódú, csak ívás idején keresi az édesvizet. Érdekes, hogy termelése 2009-ben sósvízben mindössze 150 tonna, míg édesvízben meghaladta a 21 ezer tonnát (legfőbb termelője Oroszország, 17,3 ezer tonnát állít elő). A rombuszhal (*Scophthalmus maximus*) részesedik. Az angolna (*Anguilla anguilla*) esetében jelentős csökkenés tapasztalható (10,7 ezerről 6,4 ezer tonnára esett vissza). Ennek oka, hogy a természetesvízi ivadékállomány befogására alapozott termelést az EU korlátozta, azaz az ivadékok halászatát a 2004–2006 évek átlagának 50%-ára kell fokozatosan csökkenteni (*EC*, 2007). Az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) termelése a 80-as évek közepén kezdődött, jelenleg mintegy 6200 tonnát termelnek ebből.

A termelés döntő hányadát adó atlanti lazacot, aranydurbincsot, tengeri sügeret és atlanti tőkehalat tengeri ketreces halnevelésben állítják elő. A környezetvédelmi szabályozás erősödése miatt várhatóan nem lesz olyan ütemű a növekedés, mind napjainkban, így felértékelődik a belvízi akvakultúra jelentősége (*Failler*, 2007).

2. ábra **Az európai intenzív akvakultúrában legjelentősebb fajok termelési trendje**



(Forrás: FAO FishStat, 2011) (13)

Figure 2. Production trends of major species in intensive aquaculture in Europe
thousand tons (1); Atlantic salmon (2); Rainbow trout (3); Gilthead seabream (4); European seabass (5); Atlantic cod (6); Sea trout (7); Turbot (8); European eel (9); North African catfish (10); Total intensive production (11); Change (12); source (13)

A hal- és haltermék-fogyasztás, termelés és kereskedelem várható alakulása Európában

Jelen tanulmány célja elsősorban az európai akvakultúra fejlesztésének Az európai halfogyasztás (EU 25) 22,1 kg/fő/év. jelenleg a Világ átlagot (17,1 kg/fő/év) meghaladja (*Szűcs és Tikász*, 2008). Ez az átlagérték természetesen szélsőségeket takar, a legnagyobb Portugáliában (61,6) legalacsonyabb Bulgáriában (4,2) (FAO, 2010).

A FAO által kiadott előrejelzés (*Failler,* 2007) eredménye azt mutatja, hogy a hal- és halászati termékek iránti igény 2030-ig jelentősen növekedni fog. Az egy főre jutó fogyasztás (EU27 és Norvégia) 22-ről 24 kg/fő/év értékre növekszik. Ez a látszólag nem túlságosan nagy, mindössze 2 kg, de azt jelenti, hogy a nettó kínálatban 1,6 millió tonna terméktöbbletet igényel, melyet a 22 millió fővel gyarapodó lakosság és az egyre nagyobb mértékű halfogyasztás együttes hatása okozza. Ugyancsak erősödik a feldolgozott és konyhakész termékek iránti igény, mely elsősorban a nagyobb vásárlóerővel rendelkező EU-15 országaiban lesz kifejezettebb. Az előrejelzések szerint a fogyasztás minden termékcsoport esetében növekedni fog, ez a rákféléknél 25%, a puhatestűek és lábasfejűeknél 17%, a tengeri és édesvízi halaknál pedig 12 és 6% lesz.

A jelenleg legnagyobb mennyiségben fogyasztott fajok közös tulajdonsága, hogy szálkamentesek és tengeri halra emlékeztető ízvilágúak. Az európai fogyasztói igényeknek ezek felelnek meg. A hazai versenyképes haltermelés fejlesztésében ezek a tengeri fajok nem jöhetnek szóba, helyettük viszont lehetséges olyan fajok előállítása, melyek alkalmasak édesvízi nevelésre és megfelelnek a legmagasabb fogyasztói igényeknek. Ilyenek a sügérfélék (pl. Barramundi – *Lates calcarifer*, a vörös árnyékhal – *Sciaenops ocellatus, hibrid csíkos sügér Morone saxatilis x M. chrysops*) vagy a nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*).

A 2030-ra már várhatóan 500 millió lakos fogyasztásnövekedésével összhangban a termelés növekedése is prognosztizálható, azonban ez nem egységesen fog bekövetkezni: kisebb mértékű (12%) az EU 15 tagállam, és jelentősebb a később csatlakozott országok (EUR-6[1]: 43%) valamint a többi EU tag és nem tag ország esetében (EUR-7[2]: 35%). Az akvakultúrában termelt hal mennyisége 1 millió tonnával fog növekedni, 215-re elérve a 2,1 és 2030-ra a 2,5 millió tonnás szintet. Mindezek ellenére a termelés nem tud lépést tartani a növekvő igénnyel, így a 3. országból (főként Ázsiából) származó import mintegy 15%-os növekedése is várható, elsősorban a feldolgozott rákok, puhatestűek és halak esetében (*Failler*, 2007)

Környezeti és fenntarthatósági aspektusok

Egyre növekszik a Világ élelmiszerigénye, és ezzel arányosan nő a természeti tartalékokra nehezedő nyomás. Az igazi kihívást az jelenti, hogy a termelés növelése közben csökkentsük annak a szárazföldre és a tengeri vizekre gyakorolt hatását. (*Európai Unió,* 2011a)

Az európai élelmiszer előállításban egyre inkább előtérbe kerülnek a fenntarthatósági aspektusok. Az európai akvakultúra növekedését akadályozó környezeti kényszerek: betegségek, élelmiszer-egészségügyi és -biztonsági kérdések,

valamint ezek hatása a farmok (telepek) és fizikai/biológiai környezetük kölcsönhatásaira (*McAllister*, 1999). A termelésnek nem csupán környezeti szempontból kell fenntarthatónak lennie, hanem ugyanilyen fontosak a gazdasági és társadalmi vonatkozások is (*3. ábra*).

3. ábra **A fenntartható akvakultúra elemei** *(White és mtsai, 2004)*

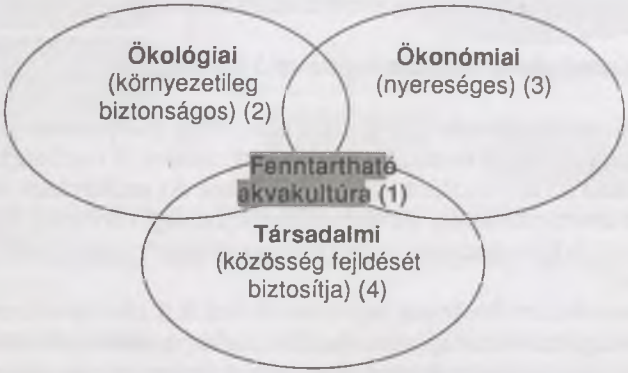


Figure 3. Elements of the sustainable aquaculture
Sustainable aquaculture (1); Ecological (environmentally safe) (2); Economic (profitable) (3); Social (ensures the development of the community) (4)

Néhány, az intenzív akvakultúrával kapcsolatos környezeti problémát az alábbiakban *Baird és mtsai* (1996) és más szerzők nyomán mutatok be:

Hulladék- és tápanyagterhelés: A nagy mennyiségű és rossz hatékonyságú halliszt és halolaj felhasználás miatt a szilárd anyagok, tápanyagok (N, P, ásványi anyagok), (előtisztítás nélküli) kikerülése és ezek hatása a befogadó víztestre, az élőbevonatra, valamint az ott élő fajok mennyiségére és diverzitására (*Jennings és mtsai*, 2001). Ezt súlyosbítja, hogy több esetben a takarmányok összetétele és adagolása nem pontosan felel meg az adott faj igényének, így itt indokolatlan túltakarmányozás fordulhat elő (*Wu*, 1995).

Vízcsere: A szárazföldi intenzív rendszerekben a rendszerből távozó víz helyett viszonylag nagy mennyiségű pótvízre lehet szükség. Az elfolyó víz terhelése viszont nem mindig olyan koncentrációjú, hogy hatékonyan hasznosítani lehetne pl. extenzív akvakultúrával.

Kiszökő példányok: A sérült rendszerekből, vagy pl. átfolyóvizes halnevelőkből áradások esetén a halrácsok sérülésekor a meglévő természetes fauna genetikai szennyezése következhet be, vagy egy erősebb (életrevalóbb, genetikailag egyöntetűbb) faj kikerülése visszaszoríthatja a természetes állományt. Ugyancsak előfordulhat új betegség megjelenése is. Mindezek a biodiverzitás csökkentését eredményezik. Ez a hatás függ attól, hogy az idegen faj életképes tud-e maradni, valamint hogy tud-e szaporodni, végső soron kereszteződni a természetes állománnyal (*Black*, 2001).

A védett/védendő fajok kártétele: A tenyésztett fajoknak okozott stressz, veszteség vagy betegségek ellen úgy kell fellépni, hogy az ne veszélyeztesse a területen élő természetvédelem értékeket.

Betegségek kijutása: Egyik leglényegesebb probléma, mivel a tenyésztett fajok ellenálló képessége – a tenyésztési munka és a vakcinázás, immunizálás miatt – jobb (*Forrest és mtsai*, 2007), így hordozhatnak olyan parazitákat, kórokozókat, melyek a vad állományokra végzetes hatással lehetnek.

A hazai adottságainknak és az európai piaci igényeknek (geotermikus energiaforrás, folyamatos működés, értékes és különleges halfajok nevelhetősége, piacokhoz való közelség) leginkább a recirkulációs halnevelők felelnek meg.

A recirkulációs rendszerű intenzív halnevelő rendszerek

A fentiekben leírt tendenciák egyértelműsítik, hogy Európában igen nagy kereslet tapasztalható a hal- és halászati termékekre, melyet jó minőségben és megbízható módon csak az akvakultúra képes kielégíteni. Az erőforrások hatékony felhasználása és a fenntarthatósági és élelmiszerbiztonsági kérdések előtérbe kerülése miatt ezeknek a kihívásoknak legjobban az intenzív haltermelő rendszerek tudnak megfelelni.

Az elmúlt ötven évben látványos fejlődésnek indult a zárt rendszerű haltermelés. Ezt a technológiát először a halszaporítás során, a halkeltetőkben alkalmazták. Amint egyre több ismeret állt rendelkezésre a vízkémiai paraméterekről, biológiai folyamatokról valamint a tápanyagmérlegről, egyre inkább lehetségessé vált a leginkább fenntartható, úgynevezett recirkulációs halnevelés. Itt a technológiai víz mechanikai és biológiai tisztítás után visszakerül a halnevelő medencékre, így a külső környezettől – kórokozóktól – teljesen elzártan és optimalizált körülmények között lehet nevelni, mely több célfaj esetben elengedhetetlen a gazdaságos termeléshez, valamint a szaporításhoz (*Subasinghe és Currie*, 2005).

A rendszerek alapelve, hogy a víz zárt körforgásban marad: a halnevelő egységekről távozó víz tisztításra kerül, így „újrakeringtethető" lesz. A rendszerek egyik előnye, hogy a külső környezettől elszigeteltek, ami lehetővé teszi a víz valamennyi paraméterének kontrollját és szabályozását: a hőmérsékletet, a pH-t, a sótartalmat, a fertőtlenítést, a szerves anyagcsere-termékek kezelését stb. A technológia az iparszerű halnevelő telepeken az 1980-as évek óta terjedt el, különösen a szélsőséges éghajlatú országokban előnyös, mivel nyáron és télen egyaránt lehetővé teszi a víz hőmérsékletének és szabályozását. Édesvízben e rendszert elsősorban a szivárványos és tengeri pisztráng, a harcsafélék és az angolna esetében alkalmazzák, de valamennyi faj számára megfelelő, beleértve számos tengeri fajt is (*Európai Unió*, 2011b). Olyan mesterséges ökoszisztémának tekinthetők, melyekben a termelt célfajok számára optimális körülményeket teremtenek úgy, hogy azokat természetes környezetüktől elválasztják. E rendszerek térhódítását több tényező párhuzamos fejlődése tette lehetővé: a) tenyészállomány tartása mesterséges körülmények között az időzíthető ivarérés biztosítására; b) lárvanevelés tökéletesítése, c) ivadék és előnevelt állomány tervezett értékesítésének biztosítása (*Wecker és mtsai*, 2007).

A rendszerek általában medencékből (termelő egységekből) ülepítő és biológiai szűrő részből állnak *(4. ábra)*, a víz áramlása is ebben az irányban történik: a nevelő medencékről lefolyó vizet először mechanikailag szűrik (eltávolítják a nagyobb szennyeződéseket) majd az oldott anyagok (elsősorban ammónia/ammónium) semlegesítése történik. (*Stickney*, 1994)

4. ábra **A recirkulációs halnevelő rendszer általános felépítése**
(a nyilak a víz áramlásának irányát jelölik)

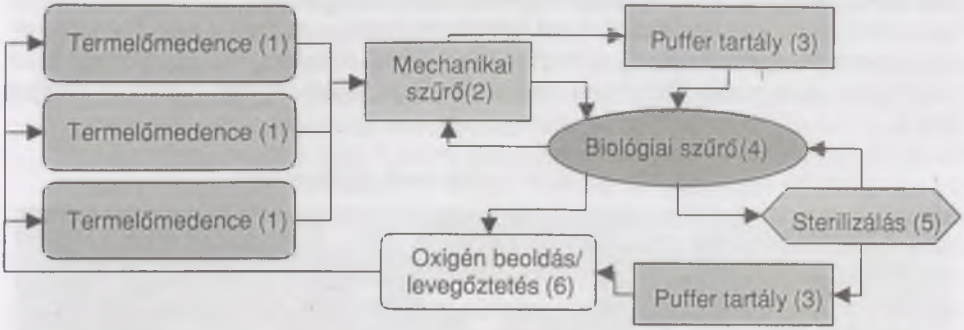


Figure 4. General scheme of a Recirculating Aquaculture System (RAS) (arrows indicating the direction of water-flow)
Culture unit (1); Mechanical filter (2); Sump (3); Biological filter (4); Sterilisation (5); Oxygen injection/aeration (6)

A recirkulációs rendszerek a víztakarékosság mellett lehetővé teszik, hogy az élőlények (akár növények, akár állatok) életfolyamatait lényegesen befolyásoló elemeket (pl. hőmérséklet, sótartalom, oxigén, ragadozók, betegségek stb.) kontrolálni tudjuk. Ez ugyan költséges lehet, mivel a működéshez (a víz mozgatásához) elektromos energia, az optimális hőmérséklet fenntartásához (fűtéshez, vagy hűtéshez) pedig további energia felhasználás szükséges. Ugyancsak rendelkezni kell áramkimaradás esetére biztonsági tartalék rendszerrel is. A környezetileg leginkább fenntartható megoldás az alternatív energiaforrások (geotermális, nap, vagy szél, esetleg hulladék hő) használata. (*LSGCP*, 1997)

Ezen rendszerek gyakorlatilag bárhová telepíthetők, akár települések határain belül, kihasználva az esetleges meglévő épületek és a piacok közelségét, csökkentve ezzel akár a beruházási, akár a szállítási költségeket (*White és mtsai*, 2004).

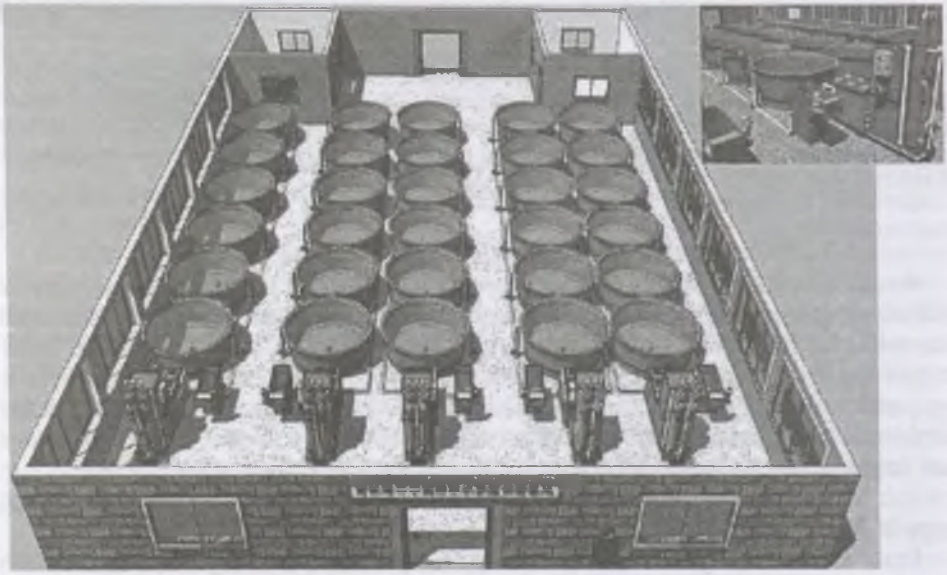
A recirkulációs rendszerek kialakulását és elterjedését az energiatakarékosság mellett a csökkentett vízkibocsátással kapcsolatos környezetkímélő technológiák iránti növekvő igény is támogatta (*Chen és mtsai*, 2002).

Technológiai jellemzők

A recirkulációs rendszerek a technológia kivitele és a termelt fajok alapján is többfélék lehetnek. A víz visszaforgatása (recirkuláció) nem szükségszerűen intenzíven, azaz nagy átáramlással történik. Számos Tilápia vagy garnéla farm kis vízcserével, így alacsony energia- és vízigénnyel működik mégis elégséges technológiai biztonságot ad. Az ún. szuperintenzív rendszereknek igen alacsony a víz- és helyigénye, vízkibocsátása, valamint a termelés optimalizása és a takarmányértékesítés maximalizálása érdekében szoros kontroll alatt állnak *(1. kép)*. Majdnem bárhol létesíthetők, és függetlenek kártevőktől ragadozóktól, időjárástól, valamint alacsony a vegyszer és gyógyszer felhasználásuk. Ugyanakkor a beruházási és üzemeltetési költségük magas és a műszaki berendezések bonyolultsága miatt előfordulhatnak komoly következményekkel járó hibák. E miatt működtetésük

jelentősebb menedzsment, takarmányozási és egészségügyi kontrollt igényel. Ennek ellenére egy jól megtervezett és kivitelezett, nagyértékű fajokat elállító rendszer mind költséghatékonyság mind biztonság szempontjából kielégítően és versenyképesen működtethető, a környezetvédelmi előírások és az értékes fajok iránti igény miatt pedig különösen megfelelők Európában (*Funge-Smith és Phillips*, 2001).

1. kép **Egy recirkulációs halnevelő rendszer rajza**



(Forrás: China.cn, 2011)

Photograph 1. Sketch of a recirculating aquaculture system (RAS)

Az üzemeltetés főbb technológiai elemei az alábbiak (*McGee és Cichra*, 2000; *Yanong*, 2003):

A medencék alakja, mérete: A termelő medencék anyaga, mérete és alakja igen változatos lehet. Általános alapelv, hogy kerülni kell az éles (derékszögű) sarkok kialakítását, mivel itt megrekedhet a szilárd üledék amely állategészségügyi kockázatot jelent. A legelterjedtebbek a műanyagból készült kör- és téglalap alakú („raceway") beton medencék. Az előbbiek a vízcsere szempontjából kedvezőbbek, viszont rosszabb a helykihasználásuk. A termelési költségek alakulása alapján elmondható, hogy a fentiek miatt a termelési volumen növekedésével a körmedencék egyre költségesebbek, míg a téglalap alakúak fajlagos költsége csökken (*San és mtsai*, 2001). Lárva- és ivadéknevelésre általában kisebb 3–5 m^3-es műanyag kör-, míg hizlalásra 40–60 m^3-es téglatest alakú betonmedencéket alkalmaznak. A fejlesztések jelenlegi iránya a vízcsere hatékonyságának növelése, a pangó sarkok kialakulásának elkerülése. Ezek megoldásai: szögletes, lekerekített sarkú és/vagy több vízbetáplálási pontú medencék kialakítása.

Szilárd lebegőanyag eltávolítása: A halak ürülékéből és a nem elfogyasztott takarmányból származó szilárd fázis bomlása jelentős oxigén igénnyel és mérgező ammónia felszabadulással jár. A hatékony eltávolításhoz ezért koncentrálni (sűríteni) kell ezt, mely gravitációs úton működő ülepítő, vagy szűrő egységgel – porózus, vagy hálószerű anyag segítségével – történhet. Megoldásai a különböző mechanikai filterek, melyek közül a porózus (szivacs, szita, homok vagy kavics) töltetűeket használták legelőször. Ezeknek biológiai szűrési képességük is van, viszont a kis fajlagos felületük és körülményes tisztításuk miatt ma már nem alkalmazzák őket. Jelenleg a háló/szita elven működő tányér-, vagy dobszűrőket használják. Elterjedtek még a gravitációs elven működő ülepítők (lamella; ciklon-, vagy vortex szeparátorok is. Az igen kisméretű (20 µm alatti) anyag leválasztása sem gravitációs sem hálós szűréssel nem gazdaságos. Erre viszont a sűrített levegővel működő hableválasztók más néven szkimmerek alkalmasak. A szűrők fejlesztése jelenleg a hatékonyság növelése és a gazdaságosság fokozása felé halad.

Biológiai szűrés: A halak és más vízi élőlények nitrogénben gazdag ürüléküket ammónia (NH_3) formájában választják ki a kopoltyúmembránon keresztül. A vizelet, szilárd ürülék és feleslegben adagolt takarmány, mint ammóniaforrások mind hozzájárulnak az emésztetlen nitrogén-terheléshez. Az ammónia mérgező a halak számára, de igen kicsi (0,05 mg/l alatti) koncentrációban még nem letális, viszont gyenge növekedést és kisebb ellenálló képességet eredményeznek. Az ammónia nitritté, majd nitráttá történő oxidációját két lépcsőben aerob nitrifikáló baktériumok (*Nitrosomonas* és *Nitrobacter*) végzik. A biológiai szűrők kezdetben természetes anyagokból (kerámia töltetűek, homok és kavics), manapság műanyagból készülnek. A fejlesztés iránya a felület növelése (akár 900–1000 m^2/m^3) mellett annak biztosítása, hogy a rajtuk megtelepedő baktérium réteg (film) ne tudjon olyan vastagságú lenni, hogy az már a hatékony szűrést akadályozza, azaz a töltet eltömődjön. A töltet mozgatása egyrészt segít az oxigén ellátásban és a túlnövekedett film leválasztásában. Az első halak telepítése előtt elég időt (kb. 6 hetet) kell hagyni a biofilter felépülésére.

Levegőztetés/oxigén ellátás: A vizet a halak életfenntartása és termelése, valamint a biológiai szűrő megfelelő üzemelése miatt – mivel a nitrifikáció aerob folyamat – a kívánatos oldott oxigén koncentráció fenntartása érdekében mindenképpen levegőzetni kell. Levegőt, vagy nagyobb telepítési sűrűség esetén oxigént juttatnak a halnevelő egységekbe és a biofilterbe ezzel segítve a bakteriális lebontó folyamatokat. Az oldott oxigén telitettségnek legalább 60%-osnak kell lennie, melyet rendszeresen ellenőrizni kell. Mivel termelt fajok hő optimuma magas (23–27 °C) így az intenzív termelés szűk keresztmetszete leggyakrabban a megfelelő oxigénszint biztosítása. Eszközei a lapátkerekes levegőztető vagy a különböző porlasztókövek. Egy bizonyos intenzitás (halfajsűrűség és takarmány-felhasználás) felett már csak folyékony oxigén beoldással biztosítható, amely viszont elég költséges és csak nagyobb telepeken alkalmazható költséghatékonyan. A fejlesztés egyik kiemelt területe a levegőztető rendszerekkel kapcsolatos. Egy új termék az újrahasznosított autógumiból készült cső, mely alacsony nyomás mellett

igen nagy mennyiségű és kisméretű buborékot tud előállítani. E mellett nem jellemző rá a porlasztókövek esetében megfigyelhető algásodásból eredő eltömődés.

pH pufferelés: A halak anyagcseréje és a nitrifikáció savas környezetet eredményez, mely csökkenti a víz puffer kapacitását és a pH-t. A legtöbb hal képes tolerálni az 5–10 közötti pH-t, ugyanakkor a 6,5–8,5 közötti tartomány a legkedvezőbb a legtöbb faj számára. Ennek biztosítása általában ecetsav vagy sósav adagolásával történik.

Egészségügy-prevenció: A működéshez szükséges megbízható egészségi állapot fenntartásához leggyakrabban két módszert, UV sugárzást, vagy ózon adagolását alkalmaznak. Az UV fény erős, kb. 254 nm hullámhosszúságú optimális, működési elve, hogy károsítja az örökítő anyagot (DNS, RNS) és a fehérjéket. A legtöbb kórokozó ellen 20–160 ezer μW sec/m^2 dózis megfelelő. Használata nem folyamatos, mivel károsíthatja az összes vízi mikroorganizmust is. Az ózon (O_3) rendkívül reaktív, erősen redukáló anyag, amelylyel a víz egy zárt térben találkozik. Hatása, hogy lebontja az oldott és lebegő formában lévő molekulákat, csakúgy mint a kórokozókat is. Vezethető a hableválasztóba is, mely növeli a hatékonyságot. Mivel erősen mérgező hatású, így nem kerülhet vissza a rendszerbe, gáztalanítóval, vagy szénszűrővel kell eltávolítani.

Takarmányozás: A rendszerekben magas, 40–60% nyersfehérje és 10–15% olajtartalmú keveréktakarmányokat alkalmaznak, melyekhez tengeri halászatból származó hallisztet és halolajat használnak fel. A takarmányértékesítés a termelt fajok esetén viszonylag jó (1–2 kg/kg). Az etetéseket kézzel, vagy etető berendezések alkalmazásával lehet elvégezni. A leginkább elfogadott megoldás az, hogy az állomány biomassza tömegének 0,7–1,5%-ának megfelelő napi takarmányadagot 3–4 alkalommal juttatják ki. Ennek döntő hányada (70–80%-a) etetők alkalmazásával történik, de a fennmaradó kisebb részt kézből etetik, mivel így biztosítható, hogy az állomány minden egyede takarmányhoz jusson, valamint így kerülhető el a fölösleges takarmány kijuttatás. Ez utóbbi egyrészt gazdaságtalan, másrészt terheli a tisztítórendszert és végső soron a környezetet is. A kutatás-fejlesztés egyik fő iránya a faj- és korcsoport-specifikus takarmányok előállítása, valamint az egyre szűkösebb (így egyre drágább) halliszt- és halolaj helyettesítése. Itt jelentős tartalékok vannak, főként a bio- és nanotechnológiai módszerek alkalmazása területén.

Energetika: A rendszereknek vagy minimális (pl. ketreces halnevelés) vagy jelentős (recirkulációs telepek) energiaigényük van, ez utóbbi esetben a vízmozgatás és –temperálás miatt szükséges. Az energiahatékonyság a zárt haltermelő telepeken kiemelt jelentőségű, hiszen ez a költségek jelentős részét teheti ki. Ennek érdekében egyre inkább az ún. alacsony emelőmagasságú („low-head") rendszerek terjednek, ahol a víz mozgatása minimális energiaigényű, mivel a medencék és a tisztító rendszer üzemvízszintkülönbsége mindössze 30–40 cm. Az épületek szigetelése valamint a megújuló energiák alkalmazása szintén segíti a gazdaságosság növelését. Jelenleg a több energiaforrás (fosszilis, geotermikus, nap, biomassza stb. – „energiamix") használata lehet optimális megoldás.

Üzemeltetés: A rendszereket a működtetés műszaki biztonsága és gazdaságossága szempontjából egyaránt az egyszerűség jegyében kell megtervezni. Az alapvető ellenőrző berendezések közül az oldott oxigén, hőmérséklet és ammónia/pH on-line monitoring rendszert minden esetben célszerű beépíteni. Ezek egyrészt automatikusan szabályozzák a rendszert, másrészt a beállított küszöbértékek változása esetén riasztanak és akár távoli beavatkozást is lehetővé tesznek.

Újabban a műszaki és biológiai elemek összehangolását és az rendszer egyszerűsítését együttesen alkalmazzák. Az első lépés az elfolyó víz tisztításának közvetlen megoldása, az ún. akvapónia alkalmazása. Ez az elem a hidropóniás (tápoldatos) növénytermesztés elvét, technikai megoldásait kombinálja az akvakultúrával: a víz forgatása olyan medencéket is érint, ahol saláta- vagy fűszernövények (pl. rukkola, menta stb.) termelése történik. A növények a víz nitrogén- és foszfortartalmát hasznosítják, ezáltal kettős előnyt nyújtanak: egy új termék előállítása mellett a víz tisztítása megtörténik, így az visszavezethető a haltermelő egységekre. Ugyancsak új megoldás, ha a növények, esetleg algák már a halnevelő medencékben tartózkodnak, így a hal anyagcsere termékek lebontása már itt megkezdődhet. Ez az ún. „green-water" („zöld víz") technológia a legérzékenyebb fajok (pl. angolna) esetében is alkalmazott, előnye hogy kisebb a telep tisztítókapacitás iránti igénye (vízforgatás, mechanikai szűrés, biofiter felület stb.).

A technológia főbb elemeinek összefüggései

A recirkulációs rendszerek esetében van számos olyan technológiai elem, melyek kölcsönhatása teljes mértékben még nem tisztázott. Ezek, többek között:

- Az egyes főbb elemek közötti kölcsönhatások (mechanikai filter, biofilter, energiaáramlás);
- A kórokozók és a biofilter kedvező baktériumainak kapcsolata;
- A biofilm kialakulása, működése, dinamikai folyamatai;
- Új takarmányok alkalmazása esetén a folyamatok módosítása/finomítása;
- Az egyes anyagcsere-termékek felhalmozódásának folyamata;
- A rendszerek tervezéséhez és működésének ellenőrzéséhez többtényezős összefüggéseket elemző lőrejelző modellek kialakítása

A rendszerekben alkalmazott takarmányok esetében szükséges a takarmányértékesítést és a vízkezelés/tisztítás hatékonyságát együttesen, az összefüggések feltárásával értékelni. Ma már úgy lehet összeállítani a táp receptúrákat, hogy az segítse az ürülék leválaszthatóságát és a tápanyagveszteség mérséklését.

Az intenzifikálással összefüggésben kialakuló nagyobb népesítési sűrűség okozhat stresszt melynek oka a halak társas viselkedésében történő negatív változás. Ennek mértéke és hatása azonban fajtól függ, egyes halfajok akár jobban is termelhetnek sűrűbb telepítés esetén. Előfordulhat viszont az is, hogy a halak (pl. természetes vizekből befogott, vagy más, „ritkább" népesítésű rendszerekből származó ivadékok) újbóli adaptációt igényelnek. Az állatjóléti megfontolások és a javuló termelékenység iránti igény ugyancsak arra készteti a tervezőket, hogy a termelt faj(ok) számra egyre megfelelőbb rendszereket készítsenek. (*Funge-Smith és Phillips*, 2001)

Fejlesztési lehetőség: édesvízi intenzív akvakultúra

Az akvakultúra egyre nagyobb szerepet játszik a hal- és haltermék ellátásban, mivel a természetes halászati élőhelyeket fokozottan hasznosítják, ezért a természetes halállományok a fenntarthatóság szempontjából veszélyeztetett helyzetbe kerültek. A különböző akvakultúra-ágazatok fejlődésének mértéke és iránya nem egyforma: míg az európai tengerihal-tenyésztés továbbra is fellendülőben van, a puhatestű állatok és az édesvízi halak tenyésztése az elmúlt években összességében egyaránt folyamatosan hanyatlik.

A fentiekben bemutatott tendenciák miatt az Európai Bizottság 2009-ben elhatározta, hogy új lendületet ad az európai akvakultúra fenntartható fejlődésének (Európai Unió, 2011a). Az ezzel kapcsolatos új stratégia három központi célkitűzése:

- Az ágazat versenyképességének javítása a kutatás-fejlesztés támogatása, az élőhely-fejlesztés, valamint a halászati uniós szakpolitika révén megvalósuló támogatások segítségével;
- A fenntartható fejlődés biztosítása különösen a környezetbarát termelési módszerek, az állategészségügy, az állatjóllét és a fogyasztóvédelem területén végzett beavatkozásokkal;
- Vállalkozásbarát környezet kialakítása (helyi, nemzeti és uniós szinten) az ágazatban rejlő lehetőségek teljes mértékű kiaknázása érdekében.

Az akvakultúra fejlesztésnek úgy kell az egészséges és biztonságos termékelőállítást segítenie, hogy egyúttal ne veszélyeztesse a környezetét, azaz megfeleljen a fenntarthatóság szempontjainak. El kell kerülni az olyan jelenleg széleskörűen elterjedt, de hosszú távon nem fenntartható technológiák alkalmazását, mint pl. a ketreces lazacnevelés vagy kistavas garnéla előállítás. A következő szempontok javasoltak a fenntartható fejlesztés érdekében (*White és mtsai,* 2004):

Ökológiailag fenntarthatóbb gyakorlat alkalmazása

- Integrált és/vagy polikultúrás rendszerek alkalmazása (pl. hal-kagyló vagy hal-növény, vagy akvapónia/hidropónia)
- A faj- és korcsoport-specifikus takarmányozásban rejlő lehetőségek jobb kihasználása (beleértve a bio- és nanotechnológiai módszereket is)
- Az elfolyó víz tisztítása/hasznosítása (ülepítő tavak, wetland-ek, hidropónia stb.)

Alacsony vízfelhasználás és üzemeltetési költségű zárt rendszerekre történő átállás

- A halállomány sűrítésének fokozása és a teljes cserélt víz visszanyerése
- A megújuló energiák használatának előtérbe helyezése
- A kialakításnál az üzemeltetés energia-hatékonyságát kifejezetten biztosítani kell. Ennek ki kell terjednie az épületszigetelésre, vízforgatásra is.

A természesvízi halállományokra alapozott termelés jelentős csökkentése

- Növényi alapanyagok/alternatív fehérjeforrások alkalmazása a tápgyártás során

- A halliszt és halolaj állati takarmányként való felhasználásának csökkentése
- Ezzel párhuzamosan ösztönözni kell a bio- és nanotechnológiák, pre- és probiotikumokok és más természetes hozamfokózók alkalamzását
- Támogatni kell a növényevő halak, puhatestűek, vagy más alacsonyabb trófikus szinten lévő állatok termelését (a kevésbé fehérjeigényes takarmányok felhasználhatósága miatt)

A minőségbiztosítás, nyomonkövethetőség és címkézési sztenderdek kialakítása

- A tanúsítás elemeit hozzáférhetővé kell tenni a lakosság és hivatalos szervek számára
- A nyomonkövetés esetében a korszerű informatikai eszközök / Internet használata
- Az elfogadottság érdekében a tanúsítást egy hivatalos szervezetnek kell végezni

A termelékenység növelése, a termékminőség javítása és a szektor versenyképességének fokozása a környezet veszélyeztetése nélkül mind kulcskérdések. A technológiafejlesztésnek – az édesvízi intenzív akvakultúra esetében – elsősorban az intenzív technológiákra, a halliszt és halolaj kiváltására, a több faj együttes termelésére (polikultúrára) és az irányítási eszközökre kell fókuszálnia. (*Váradi és mtsai*, 2001)

Az intenzifikálás kulcsa minden állattenyésztési szektorban a hallisztet és halolajat tartalmazó teljesértékű keveréktakarmányok előállítása. Bár a tenyésztett halak jobban értékesítik a takarmányt mint a többi állatfaj, ez a szektor jelenleg mégis jobban függ a halliszt és halolaj-ellátástól. (*Moffitt*, 2006; Brummett, 2007) Az akvakultúra halliszt felhasználása az 1988-as 8%-ról 2000-re 35 (*Delgado és mtsai*, 2003), 2005-re 45%-ra növekedett (*World Bank*, 2006). A Halliszt Információs Hálózat (*FIN*, 2010) adatai alapján 2010-re az akvakultúra 56, míg a sertéshizlalás 20, a baromfi szektor pedig mindössze 12%-ot használ fel a Világ teljes halliszt termeléséből.

Az intenzív halnevelő rendszerek technológiai, takarmányozási, fenntarthatósági és gazdasági szempontú SWOT elemzése a *2. táblázatban* látható.

A hazai fejlesztések finanszírozási lehetőségei

Jelenleg az akvakultúrát érintő beruházások, valamint az új haltermelési technológiák fejlesztésének és bevezetésének támogatása a 2007-2013 időszakban a Halászati Operatív Programból (HOP) történhet. A hazai támogatási rendszerben jelenleg nem látható más jelentősebb forrás, mint az EU Operatív Programok rendszere, viszont ezekben – a kettős finanszírozás elkerülése miatt – a halászattal kapcsolatos tevékenységek csak a HOP-ból kaphatnak támogatást.

A HOP támogatási rendszere az Európai Halászati Alapról szóló 1198/2006/EK rendeleten alapszik. Az e rendelet alapján elkészített és elfogadott program két prioritási tengelye mentén lehet forrásokhoz jutni. A II. tengely a beruházásokat – így a termelés eszközrendszer modernizációját és az új termelési lehetőségeket, új halfajok bevezetését, jó piaci lehetőségekkel rendelkező halfajok termelésének elősegítését, környezetileg fenntartható módszereket – a III. tengely pedig az ezekkel kapcsolatos innovációt és technológia transzfert támogatja. A programok

2. táblázat

Az intenzív haltermelő rendszerek SWOT analízise *(Bostock és mtsai, 2009)*

	Erősségek	Gyengeségek	Lehetőségek	Veszélyek
Helyszínek rendelkezésre állása	Területigényhez képest jó termékkibocsátás; telepítésre szolgáló vagy horgászcélú haltermelés is kapcsolható	Az átfolyóvizes telepek hulladék kibocsátása miatt várható, hogy tovább szigorodnak az előírások	A meglévő telepeken a technológia fejlesztés a kibocsátás növelésével járhat és nem kell új telepet építeni.	A jó telephelyekért és a vízért verseny folyik, így a vidéki területeken ez a fejlesztés gátja lehet.
Technológiai kérdések	Az elmúlt 10–20 évben jelentős K+F eredmények születtek	Az innovációra korlátozott mértékben álltak/állnak rendelkezésre források	Javuló technológiák a környezeti problémák megoldására és a hatékonyság és stabilitás javítására	A fejlesztés hiánya ahhoz vezethet, nem tudják betartani egyre szigorúbb környezeti előírásokat
Takarmányok (halliszt és halolaj) rendelkezésre állása	A takarmány összetétel és felhasználás közvetlen ellenőrzése lehetséges	Jelenleg kismértékben változó, de általánosságban jelentős mértékű halliszt és olaj felhasználás	A tápfejlesztések miatt az egységnyi termékre jutó halliszt és –olajfelhasználásának jelentős csökkentése várható	Az emelkedő input árak hatása a nyereségességre (ha nem találnak olcsóbb helyettesítést)
Élelmiszer biztonság és más, fogyasztással összefüggő aspektusok	Általában jól kontrollálhatók a környezeti tényezők és a takarmányozás	A vízátfolyásos rendszerek a víz- és takarmányszennyezés miatt potenciális kockázati tényezők	Fejlesztés és a tisztító technológia beüzemelése	Környezet- és takarmány szennyezése
Állategészségügy és állatjóléti	Az egészségügyi és -jóléti technológiák és menedzsment könnyen bevezethetők	Jóval valószínűbb betegségek megjelenése; az állatjóléti igények kifejezettebbek, erősebbek	Az állatjóléti kutatásokra alapozva javított technológiai rendszer	Új betegségek megjelenése
Környezeti aspektusok	A negatív hatások csökkentésére alkalmas technológia rendelkezésre áll több területen	A tápanyagok és szilárd anyagok kibocsátása, ha nem kezelik őket a telepen	A termelés növekedésével potenciálisan javuló vízhasznosítás	Szigorú környezeti szabályozók és technológia-fejlesztési támogatások hiánya telepek bezárásához vezethet
Jogi és adminisztratív kötöttségek	Átlátható és megfelelő szabályozás	A szabályzók csak néhány tényezőt vesznek figyelembe így nehezen alakítható ki a legjobb gyakorlat	A szabályzók kiterjesztése z állatjóléti és vízkezelési technológiákra	A túlzó vízminőségi előírások telepek bezárásához vezethetnek, ezeknek
Termelési költségek	A munkaerő költségek vonatkozásában relative stabil	Átfolyó vizes rendszerek esetében környezetvédelmi korlátok visszahatása	A recirkulációs rendszerek továbbfejlesztése a költségek csökkentésének irányába is.	Emelkedő takarmányárak és szigorodó környezetvédelmi előírások együttes hatása
Harmadik országok konkurenciája, piaci elemek	A piacok közelébe hozható a termelés	Méretgazdaságosság szempontjából limitáltak a ma meglévő rendszerek	Helyi termékként feltüntethető termelés	Kitett a harmadik országból érkező árversenynek
Ökológiai, gazdasági és környezeti fenntart-hatóság	A fajok a környezettől elzártan és hatékonyan minimális hulladékkal termelhetők	A korszerű technológiák beruházási költsége magas, sok a fosszilis és költséges energiafelhasználás	Több megújuló energia vegyes alkalmazása mely gazdaságilag már egyre elérhetőbb	Az új technológiai elemek esetleges működési bizonytalansága

igen kedvezően, előbbi esetében 60, utóbbinál 100%-os vissza nem térítendő támogatással segíti az ágazat modernizációját, versenyképességének és hosszútávú fenntarthatóságának javítását.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fentiekben bemutatott intenzív haltermelő rendszerekkel kapcsolatban az alábbi következtetések vonhatók le:

A Világ és Európa haltermelésének növekedését az akvakultúra fogja biztosítani az elkövetkező két évtized során, a termelt fajok között a szálkátlan „tengeri hal ízű" halak mellett előtérbe kerülnek a rákok és puhatestűek is.

Európában az erőforrások fenntartható és hatékony használata, valamint a folyamatos termelés biztosítása miatt az energiatakarékos (recirkulációs) intenzív haltermelő rendszerek jelentő fejlődése prognosztizálható.

Az intenzív technológiai elemek közül az egészségügy (prevenció), takarmányozás és a víztakarékosság területén van jelentősebb fejlesztési potenciál.

Az európai piacon csak azon frissen (jégen) beszállított szálkátlan, fehér húsú, tengeri hallal megegyező ízvilágú, édesvízi akvakultúrában termelt fajok rendelkeznek korlátlan kereslettel, melyeket minőségbiztosított és nyomonkövethető módon termeltek és dolgoztak fel.

IRODALOMJEGYZÉK

Abdalla, A. A. F. – McNabb, C. D. (1998): Acute and sublethal growth effects of un-ionized ammonia for Nile Tilapia Oreochromis niloticus. CRSP Research Report, 98–125.

Aller-Aqua (2011): http://www.aller-aqua.com/

Asraf Mohamed, A-S. – Wafa, M.E. – El-Haroun, E.R. – Chowdhury, M.A.K. (2007): Growth performance and feed utilization of Nile tilapia Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) and tilapia galilae Sarotherodon galilaeus (Linnaeus, 1758) fingerlings fed plant protein-based diets. Aquacult. Res., 38. 827–837.

Baird, D. J. – Beveridge, M. A. – Kelly, L. A. – Muir, J. F. (1996): Aquaculture and water resources management, Institute of Aquaculture, Stirling. Blackwell Science, Inc. Cambridge, MA.

Bársony P. – Fehér M. – Csorvási É. – Szűcs I. – Borbély Gy. – Stündl L. (2011): A halhús mellékízmentesítés (purging) időtartamának hatása a barramundi adaghal és filékihozatalára. HAKI Napok, 2011.

Biswas, J., K. – Sarkar, D. – Chakraborty, P. – Bhakta, J.N. – Jana, B.B. (2006): Density dependent ambient ammonium as the key factor for optimization of stocking density of common carp in small holding tanks. Aquaculture, 261. 952–959.

Black, K.D. (2001). Environmental, economic and social impacts of mariculture. In: Encyclopedia of Ocean Sciences. Steele, J., Thorpe, S., Turekian, K. (szerkesztők). Academic Press. 1578–1584.

Bostock, J. – Murray, F – Muir, J. – Telfer, T. – Lane, A. – Papanikos, N. – Papegeorgiou, P. – Alday-Sanz, V. (2009): European Aquaculture Competitiveness: Limitations and Possible Strategies EU Directorate General for Internal Policies Policy Department B: Structural And Cohesion Policies, IP/B/PECH/IC/2008_177.

Brummett, R. E. (2007): Comparative analysis of the environmental costs of fi sh farming and crop production in arid areas. *In* Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons. FAO/WTF expert workshop. D M Bartley, C Brugère, D Soto, P Gerber and B Harvey (szerkesztők). FAO: 221–228. Rome.opportunities for aquaculture. *Fisheries*, 30.36–38.

Chen, S, – Summerfelt, S – Losordo, T – Malone, R. (2002): Recirculating Systems, Effluents, and Treatments. 119–140. *in* J. Tomasso, ed, Aquaculture and the Environment in the United

States. The United States Aquaculture Society, a Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.

Coche, A. G. – Muir, J., F. – Laughlin, T., L. (1998): Management for freshwater fish culture, fish stocks, and farm management. Technol. Engineer., 341. 134.

Delgado, C.L. – Wada, N. – Rosegrant, M.W. – Meijer, S. – Ahmed, M. (2003): Fish to 2020. Supply and demand in changing global markets. Washington, D.C., IFPRI: 226.

Duarte, C. M. – Marbá, N. – Holmer, M. (2007): Rapid Domestication of Marine Species. Science, 316. 382–383.

EC (2007): Council Regulation (EC) No 1100/2007 of 18. September 2007. establishing measures for the recovery of the stock of European eel. Offic. J. EU. L 248/17. 22.9.2007.

Einen, O. – Mørkøre, T. – Bencze Rorá, A.,M. – Thomassen, M., S. (1999): Feed ration prior to slaughter – a potential tool for managing product quality of Atlantic salmon Salmo Salar. Aquaculture, 178. 149–169.

Európai Unió (2011a): Az EU akvakultúra-stratégiája http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aqua-culture/strategy/index_hu.htm

Európai Unió (2011b): Akvakultúra-módszerek: Az édesvízi intenzív halgazdálkodás http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/aquaculture_methods/index_hu.htm

Failler, P. (2007): Future prospects for fish and fishery products. 4. Fish consumption in the European Union in 2015 and 2030. Part 1. European overview. *FAO Fisheries Circular.* No. 972/4, Part 1. Rome, FAO. 204.

FAO (2010): Fishery and Aquaculture statistics. FAO yearbook 2008. Rome, FAO. 2010. 72p. http://www.fao.org/docrep/013/i1890t/i1890t.pdf

FAO (2011a): http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Lates_calcarifer/en;

FAO (2011b): http://www.fao.org/fishery/ culturedspecies/Oreochromis_niloticus/en;

FAO (2011c). http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en;

FAO (2011d): http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en;

FAO (2011e): http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en;

FAO (2011f): http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/ Salmo_salar/en;

FAO (2011g). http://www.fao.org/fishery/ culturedspecies/Cyprinus_carpio/en;

FAO FishStat (2011): Universal software for fishery statistical time series. FAO http://www.fao.org/fishery/statistics/collections/en (2011)

FIN (2010): Fishmeal Information Network http://www.gafta.com/fin/index.php

FishWa (2011): The Goverment of Western Australia, Department of Fisheries http://www.fish.wa.gov.au/docs/aqwa/Barramundi/FarmingBarramundiPage06.php?0308;

Forrest, B. – Keeley, N. – Gillespie, P. – Hopkins, G. – Knight, B. – Govier, D. (2007): Review of the ecological effects of marine finfish aquaculture: final report. Prepared for Ministry of Fisheries. Cawthron Report No. 1285. 71.

Funge-Smith, S. Phillips, M.J. (2001): Aquaculture systems and species. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. 129–135. NACA, Bangkok and FAO, Rome.

Gela, D. – Rodina, M. – Linhart, O. (2003): Top-crossing with evaluation of slaughtering value in common carp (*Cyprinus carpio* L.) offspring. Aquacult. Int., 11. 379–387.

Globefish (2011): http://www.globefish.org/tilapia-february-2011.html;

Hellawell, J.M. (1986): Biological indicators of freshwater pollution and enviromental management. Elsevier Applied, Science, London, 546.

Hickling, C.F. (1962): Fish culture. Faber and Faber, London: 296.

Hoffman, L. C. – Casey, N. H. – Prinsloo, J. F. (1993): Carcass yield and fillet chemical composition of wild and farmed African sharptooth catfish, Clarias gariepinus, in: Barnabé, G. et al. (szerkesztők) Production, environment and quality: Proceedings of the International Conference Bordeaux Aquaculture '92, Bordeaux, France, March 25–27, 1992. EAS Special Publication, 18. 421–432.

Isyagi, N.A., – Veverica, K. L. – Asiimwe, R. – Daniels, W.H. (2009): Manual for the Commercial Pond Production of the African Catfish in Uganda Department of Fisheries and Allied Aquacultures; Auburn University, Alabama, USA.

Jennings, S. – Kaiser, M. J. – Reynolds, J.D. (2001): Marine Fisheries Ecology. Blackwell, Victoria

Katersky, R. S. – Carter, C. G. (2007): A preliminary study on growth and protein synthesis of juvenile barramundi, Lates calcarifer at different temperatures. Aquaculture, 267. 157–164.

LSGCP (1997): Urban Aquaculture for the 21st Century. Louisiana Sea Grant College Program

MacAlister, E. (1999): Forward Study of Community Aquaculture. EU DG XIV Report, EU, Brussels, 1999

MAHAL (2011): http://www.mahal.aweb24.com/feltoltes/jelentes.pdf

McAvoy, A (2009): "Hawaii regulators approve first US tuna farm". Associated Press. http://abcnews.go.com/Business/wireStory?id=8905220. Retrieved April 9, 2010.

McGee, M. – Cichra, C. (2000): Principles of Water Recirculation and Filtration in Aquaculture Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. First published October 1988. Reviewed April 2000.

Milner, J. W. (1874): "The Progress of Fish-culture in the United States". United States Commission of Fish and Fisheries Report of the Commissioner for 1872 and 1873. 535 – 544.

Moffitt, C.M. (2006): Environmental, economic and social aspects of animal protein production and the opportunities for aquaculture. *Fisheries*, 30. 36–38.

Pearson, R.G. – Crossland, M. – Butler, B. – Manwaring, S. (2003): Effects of cane-field drainage on the ecology of tropical waterways. Australian Centre for Tropical Freshwater Research, James Cook University, Report No. 3/0, 4–1–3. 39–81.

Person-Le Ruyet, J. – Chartois, H. – Quemener, L. (1995): Comparative acute ammonia toxicity in marine fish and plasma ammonia response. Aquaculture, 136. 181–194.

Peruzzi, S. – Chatain, B. – Saillant, E. – Haffray, P. – Menu, B. – Falguiere, J. (2004): Production of meiotic gynogenetic and triploid sea bass, Dicentrarchus labrax L. 1. Performances, maturation and carcass quality. Aquaculture, 230. 41–64.

Rabanal, H.R. (1998): History of aquaculture. FAO ASEAN/SF/88/Tech. 7 Food and Agriculture Organization, United Nations. Retrieved August 23. 2009.

Robles, R. – Adriaen, J. – Ceulemans, S. – Van Halteren, A. – Coutteau, P. (2007): Determine optimal levels of fishmeal/fish oil replacement with soy products (soybean meal, soybean oil and soy protein concentrate) in practical feeds for European seabass (*Dicentrarchus labrax*) TRIAL REPORT ASA BASS 7

Russo, R.C. – Smith, C.E. – Thurston, R.V. (1974): Acute toxicity of nitrite to rainbow trout (Salmo gairdneri). J. Fish. Res. Board Can., 31. 1653–1655.

Rutten, M. J. M. – Bovenhuis, H. – Komen, H. (2004): Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (Oreochromis niloticus L.). Aquaculture, 231. 113–122.

Samuelsen, T. – Isaksen, M. – McLean, E. (2001): Influence of dietary recombinant microbial lipase on performance and quality characteristics of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Aquaculture, 194. 161–171.

San, N.N. – Miller, D. – D'Souza, G. – Smith, D.K. – Semmens K. (2001): West Virginia Trout Enterprise Budgets. Aquaculture Information Series, West Virginia University, WV 26506–6108 Publication #AQO1-I Version 2.0 – January 2001. 24.

Seafood Source (2011): http://www.seafoodsource.com/ newsarticledetail.aspx?id=11255;

Stickney, R.R. (1994): Recirculating water systems. *in* Stickney, R.R.: Principles of aquaculture. John Wiley & Sons, New York. 722-731.

Subasinghe R - Currie, D. (2005): Aquaculture topics and activities. Aquaculture systems. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome. Updated 27 May 2005. [Cited 10 July 2011].

Swann, LaDon (1992): A Basic Overview of Aquaculture History. Water Quality Types of Aquaculture, Production Methods Illinois-Indiana Sea Grant Program Purdue University West Lafayette, IN Technical Bulletin Series # 102 1992. 11.

Váradi L. – Szűcs I. – Pekár F. – Blokhin, S. – Csávás I. (2001): Aquaculture development trends in Europe. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand, 20–25 February 2000. 397–416. NACA, Bangkok and FAO, Rome.

Wecker, B. – Karimov, B. – Kamilov, B. – Waller, U. – Matthies, M. – Lieth H. (2007): Sustainable Aquaculture in Recirculating Systems Feasibility Study for the Catchment Area of the Aral Sea. Instituts für Umweltsystemforschung der Universität Osnabrück, 78.

White, K. – O'Neill, B. – Tzankova Z. (2004): At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution? SeaWeb Aquaculture Clearinghouse 2004. 17.

World Bank (2006): Aquaculture: changing the face of the waters. World Bank report No. 36622-GLB. World Bank. Washington DC.

Wu, R. S. S. (1995): The environmental impact of marine fish culture: Towards a sustainable future. Marine Pollution Bulletin, 31. 159–166.

Yanong. R. P. E. (2003): Fish Health Management Considerations in Recirculating Aquaculture Systems – Part 2: Pathogens. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Circular 121, December 2003. 9.

Érkezett: *2011. augusztus 23.*

Szerző címe: *Stündl L.*
Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

Authors' address: University of Debrecen, Centre for Agriculture and Applied Economic Sciences
H-4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.
stundl@agr.unideb.hu

Agroinform.com

Weboldalunkon változatos megjelenési lehetőséget kínálunk!

Honlapunkon az Agroinform kiadásában megjelent könyveket, folyóiratokat, plakátokat is megrendelheti – éljen a lehetőséggel megéri!

1149 Budapest, Angol utca 34.
Tel./Fax: 06-1/220-8331
http: www.agroinformkiado.hu

Poszter megrendelőlap

Megrendelem az alábbi posztereket 800 Ft/db + postaköltség:

- ☐ Ehető és mérgező gombák ... db
- ☐ Vadon termő gyógynövények ... db
- ☐ Gyomnövények Magyarországon ... db
- ☐ Bogarak Magyarországon ... db
- ☐ Őshonos magyar háziállatok ... db
- ☐ Magyarország fafajai ... db
- ☐ Magyarország védett növényei ... db
- ☐ Magyarország fontosabb pázsitfüvei ... db
- ☐ Takarmánynövényeink ... db
- ☐ Minősített hibrid, vörös-fehérbort adó szőlőfajták ... db
- ☐ Minősített hibrid csemegeszőlőfajták ... db
- ☐ A szőlő károsítói ... db
- ☐ Zöldségfélék kártevői ... db
- ☐ Környezetünk madarai ... db
- ☐ Lepkék Magyarországon ... db
- ☐ Magyarország fogható halai I–II. ... db
- ☐ Magyarország védett halai ... db
- ☐ Hazai ragadozó madaraink ... db
- ☐ Lófajták Magyarországon ... db
- ☐ Magyar galambfajták ... db
- ☐ Gidrán ... db

Név: .....

Cím: .....

Irányítószám: ☐☐☐☐ e-mail.: .....

Információ: **Bőjte Anikó,** telefon: 220-8331
AGROINFORM KIADÓ • 1149 Budapest, Angol u. 34. •Tel./fax: 220-8331
E-mail: kereskedelem@agroinform.com • www.agroinformkiado.com

ÚTMUTATÓ A KÉZIRATOK ELKÉSZÍTÉSÉHEZ

Az Állattenyésztés és Takarmányozás kéthavonta megjelenő tudományos folyóirat, foglalkozik az állatitermék-előállítás valamennyi ágával, beleértve az összes állatfajt, azok tenyésztését, tartását, takarmányozását és az életfolyamatokkal kapcsolatos minden kérdéskört. Közöl elsősorban eredeti tudományos közleményeket, de egyes esetekben a tárgykörhöz tartozó szakirodalmi áttekintéseket és szükség szerint időszerű termeléspolitikai koncepciókat, szemle cikkeket. Tájékoztató céllal ismertet disszertációkat, beszámolókat tudományos rendezvényekről, összefoglalókat az egyetemek és a kutatóintézetek kiadványaiból. A cikkeket magyar vagy angol nyelven, az összefoglalókat, a táblázatokat és az ábraszövegeket mindkét nyelven közli.

A kéziratokat kettő példányban, nem szerkesztett változatban, írógéppel, vagy nyomtatóval jól olvashatóan leírva kell a szerkesztőség címére megküldeni. Csatolandó valamennyi szerző nyilatkozata arról, hogy hozzájárul a közlemény megjelenéséhez, és egyet ért annak tartalmával. A beérkezett kéziratokat a szerkesztőség (anonim) lektoráltatja, és amennyiben szükséges (ugyancsak anonim) visszaküldi a szerző(k)nek a végleges változat elkészítése érdekében.

Az elfogadott közlemények végső változatát elektronikus verzióban és egy kinyomtatott példányban kell a szerkesztőség címére beküldeni. A közlés költségmentes, az első szerző öt példányt kap a lap aktuális számából, és megkapja cikkét pdf kiterjesztésben.

Felvilágosítás a közléssel kapcsolatban, a szerkesztőségben:

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, 2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1., Tel.: 23-319-133/256; Fax: 23-319-133; E-mail: szerk@atk.hu.

Az útmutató teljes szövege, az Állattenyésztés és Takarmányozás. 2004. 53. 2. számában a 193–195. oldalon olvasható, illetve az Internetről letölthető:

http:/www.atk.hu/magyar/MagyHaszUt.htm

GUIDE FOR AUTHORS

The Hungarian Journal of Animal Production is a bimonthly scientific journal dealing with all of the branches of animal production, including all of the species, their breeding, keeping and feeding, and the whole sphere of question's connected to their vital processes. Mainly original scientific papers, but in some cases also review articles and up-to-date production political conceptions are published. Information is given on dissertations, scientific meetings and on reports of universities and research institutes. Articles are published in Hungarian or English, summaries, texts of tables and figures in both languages.

Manuscripts should be sent in two copies, written in well readable in non-reducted form by typewriter or printer to the address of the editorial office. All authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. Manuscripts are anonymously reviewed, and if necessary (also anymously) returned to the author(s) for the formation of the final version.

The final versions of the accepted publications should be submitted in electronic version plus in one printed copies to the address of the editorial office. Publishing is free of charge, five exampler of current journal and per e-mail the pdf version of paper are sent to the first author.

Publication related information may be obtained from the editorial office: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition, H-2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1., Phone: +36-23-319-133/256; FAX: +36-23-319-133; E-mail: szerk@atk.hu.

Full text (in English) of guide for authors see on the Internet:

http:/www.atk.hu/english/AngHaszUt.htm

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

Főszerkesztő (Editor-in-chief): FÉSÜS László (Herceghalom)

A szerkesztőbizottság (Editorial board):

Elnök (President): SCHMIDT János (Mosonmagyaróvár)

BREM, G. (Ausztria)
HODGES, J. (Ausztria)
NOBORU, M. (Japán)
ROSATI, A. (EAAP, Olaszország)
VERSTEGEN, M.W.A. (Hollandia)

BODÓ Imre (Szentendre)
BÖGRÉNÉ BODROGI Gabriella (Budapest)
FÉBEL Hedvig (Herceghalom)
GUNDEL János (Herceghalom)
HIDAS András (Gödöllő)
HOLLÓ István (Kaposvár)
HORN Péter (Kaposvár)
HULLÁR István (Budapest)
KOVÁCS József (Keszthely)
KOVÁCSNÉ GAÁL Katalin (Mosonmagyaróvár)

MÉZES Miklós (Gödöllő)
MIHÓK Sándor (Debrecen)
NÉMETH Csaba (Budapest)
PÉCSI Mária (Budapest)
RÁTKY József (Herceghalom)
SZABÓ Ferenc (Keszthely)
TŐZSÉR János (Gödöllő)
VÁRADI László (Szarvas)
WAGENHOFFER Zsombor (Budapest)
ZSARNÓCZAY Gabriella (Budapest)

Szerkesztőség: (Editorial office): Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.
T/F: (+36) 23-319-133 – E-mail: szerk@atk.hu – http://www.atk.hu

A cikkeket kivonatolja a *CAB International (UK) az Animal Breeding Abstracts* c. kiadványban
This journal is abstracted by *CAB International (UK) in Animal Breeding Abstracts*

Felelős kiadó (Publisher): BOLYKI István, ügyvezető igazgató

HU ISSN: 0230 1814

A lap a Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata
This is a scientific quarterly journal of the Ministry of Rural Development, founded in 1952 („Állattenyésztés") by Prof. József Czakó

A kiadást támogatja (sponsored by): Vidékfejlesztési Minisztérium
MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága

Megjelenik évente négyszer

Előfizetési díj: 1 évre 7000 Ft (ÁFA-val)
Kiadja és terjeszti az AGROINFORM Kiadó
Előfizethető a kiadónál, vagy átutalással a K&H 10200885-32614451 pénzforgalmi jelzőszámra
Külföldön terjeszti a Batthyány Kultur-Press Kft., 1011 Budapest, Szilágyi Dezső tér 6.
T/F: (+36) 1-201-8891; (+36) 1-212-5303, E-mail: batthyany@kultur-press.hu
Orders may be placed with Batthyány Kultur-Press Ltd., Szilágyi Dezső Square 6.
H-1011 Budapest, or with any of its representatives abroad

Nyomta: AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft., 1149 Budapest, Angol u. 34.
A nyomda felelős vezetője: STEKLER Mária
Budapest, 2011/117