

## Különböző zsírtartalmú tápok etetésének hatása a hibrid csíkos sügér termelési paramétereire és húsminőségére

Juhász Péter<sup>1</sup> – Bársony Péter<sup>1</sup> – Csorvási Éva<sup>1</sup> – Szűcs István<sup>2</sup> – Remenyik Judit<sup>1</sup> – Stündl László<sup>1</sup>

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,

<sup>1</sup>Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen

<sup>2</sup>Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, Gazdálkodástudományi Intézet, Debrecen

juhaszp@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A hibrid csíkos sügér keresztezés eredménye. Az így kapott utódok jó növekedési eréllyel rendelkeznek, és szüleiknél jobban tolerálják a szélsőséges vízhőmérsékletet és az oldott oxigéntartalmat. Emellett a betegségekkel szemben is nagyobb ellenállóságot mutatnak. Ezen okokból kifolyólag a hibrid kiválóan alkalmas intenzív üzemi haltermelésre.*

*A 7 hetes kísérletben a hibrid növekedési és termelési mutatóit vizsgáltuk 2 nagy beltartalmú táp etetésének hatására, a kísérlet végétől pedig húsának zsírtartalmát, illetve zsírsav-összetételét analizáltuk. A tömeggyarapodásban, takarmányértékesítésben, ill. a szétnövéseben nem volt számottevő különbség a két csoport között, míg a túlélés a több zsírt fogyasztó halak esetében alakult kedvezőtelenebbül. A kisebb zsírtartalmú táppal etetett csoport tagjainak a húsát vizsgálva azt állapítottuk meg, hogy az zsírosabb, és a szárazanyag-tartalma is nagyobb, mint abban a csoportban, amely takarmánya nagyobb zsírtartalommal bírt. Az omega-3 és omega-6 zsírsavtartalom is abban a csoportban volt magasabb, amely kevesebb lipidet fogyasztott.*

**Kulcsszavak:** hibrid csíkos sügér, hal takarmányozás, fehérje, zsír, akvakultúra, zsírsavak

### SUMMARY

*The interspecific 'hybrid striped bass' is the result of cross breeding. Their offspring have got good chances of growth and tolerate extreme water temperatures and the content of dissolved oxygen more than their parents. Furthermore, they are more resistant to diseases. Therefore, the hybrid is perfectly suitable for intensive fishery production.*

*Our experiment lasted for seven weeks. We analysed the indices of growth and production of the hybrid as the consequence of nurturing them with two feeds of high nutritive value during this period. We examined the content of fat and of fatty acids in the flesh of these fish. There were no considerable differences in terms of weight gain, feed conversion ratio and uneven growth between the two groups, while survival was less likely among the fish which had consumed more fat. We demonstrated, examining the flesh of the individuals which had consumed feed containing lower fat content, that it was fattier and contained more dry matter than those that had been fed of higher fat content. Besides, the content of omega-3 and omega-6 fatty acids was higher in the fish that had consumed less lipids.*

**Keywords:** hybrid striped bass, fish feeding, protein, fat, aquaculture, fatty acids

### BEVEZETÉS

A hibrid csíkos sügér a Morone nemzetség két faja, a csíkos sügér (*M. saxatilis*) és a fehér sügér (*M. chrysops*) közötti keresztezés eredménye (Feledi et al., 2009). Az eredeti hibrid keresztezéséhez csíkos sügér ikrást és fehér sügér tejest használt fel szülői partnerként Stevens 1965-ben (Bishop, 1968), amit palmafaja sügérnek (palmetto bass) nevezett el. A másik, a reciprok keresztezés, amikor fehér sügér anyahal ikráját és a csíkos sügér tejét használják fel. Az így kapott utódokat napfény sügérnek hívjuk (sunshine bass) (Kohler, 2000; Robins et al., 1991).

A keresztezés során olyan utódokat kapunk, amelyek magukban hordozzák mindkét szülő pozitív jellemvonásait, jó növekedési eréllyel rendelkeznek, a szüleiknél jobban tolerálják a szélsőséges vízhőmérsékletet és oldott oxigéntartalmat (Lutz, 2004; Bonn et al., 1976). Ezen tulajdonságok mellett a betegségekkel szemben is nagyobb ellenállóságot mutat, mint a szülői fajok (Füllner et al., 2007).

A fehérje nélkülözhetetlen alkotó elem a halak takarmányozása során. Ez a legdrágább komponense a tápoknak, ezért túlzott adagolása nem gazdaságos. Gallagher (1994) kísérleti eredményei rámutattak arra,

hogy nem érhető el szignifikáns különbség a testtömeg gyarapodásban, ha a takarmány állati eredetű fehérjetartalmának 50%-át szójafehérjével próbálják kiváltani.

A haltermelésben a takarmány zsírtartalma is igen fontos szempont, egyrészt a halak elegendő esszenciális zsírsav ellátása szempontjából (NRC, 1993), illetve a feleslegesen sok fehérje-felhasználás elkerülése miatt is. Fair et al. (1993) rámutatott arra, hogy intenzív halnevelésnél igen fontos a takarmány omega-3 zsírsav tartalma azért, hogy fenntartsa a DHA és EPA zsírsavak megfelelő szintjét.

Jelenleg a lazacfélék, mint hidegvízi ragadozó fajok takarmányozásában használnak 30%-ot meghaladó fehérjetartalmú tápokot, javítva ezzel a takarmányértékesülést és a növekedést (Hardy, 1999).

A legtöbb melegvízi faj esetében a takarmány kevesebb mint 10% zsírt tartalmaz, mivel ők jobban tudják hasznosítani a szénhidrátokat energia forrásként. Azonban a különböző melegvízi fajoknak a természetes táplálkozási területtől függően eltérő a szénhidrát-hasznosítási képessége. A ragadozó fajoknak jellemzően csökkent ezen adottsága (Wilson, 1994).

Egy korábbi tanulmány rámutatott arra, hogy a hibrid csíkos sügér a dextrint közel olyan hatékonyan tudja energiaforrásként hasznosítani, mint a lipideket

a megfelelő takarmányértékesítéshez, illetve tömeggyarapodáshoz (Nematipour et al., 1992a). Ezzel ellentmond több kutatás is, miszerint ezek a halak a zsírt hasznosítják hatékonyabban energiaforrásként (Hutchinson et al., 1998; Gaylor és Gatlin, 2000a). Sullivan és Reigh (1995) kísérletei szerint a hibrid csíkos sügér hatékonyabban képes hasznosítani az állati eredetű tápok szárazanyag és energia tartalmát, mint a növényi eredetűekét.

A Gaylord és Gatlin (2000b). a takarmány zsírtartalmának 5%-ról 15%-ra növelésével jobb tömeggyarapodást tapasztalt. Azonban a 20%-os zsírt tartalmazó táp etetésével köztes hatást ért el, mivel ekkor a takarmányértékesítés jobb volt, mint a 15%-os tápnál tapasztalt, de a halhús elkezdett zsírosodni. A tanulmány szerint a hibrid csíkos sügér növekedése, illetve zsír raktározása 10–15%-os zsírtartalom esetében a legoptimálisabb.

Rawles et al. (2012) kutatása szerint kisebb zsírtartalmú táp etetése gyengébb növekedési erélyt és takarmányértékesítést eredményez, ők a legjobb tömeggyarapodást a 48% fehérje és 18% zsírtartalmú táp etetésével érték el 30 °C körüli víz hőmérsékleten. Azt is megállapították, ha a takarmány azonos zsírtartalmához magasabb fehérjetartalmat párosítanak, akkor a halhús zsírtartalma kisebb lesz, mintha a takarmány kevesebbet tartalmazott volna.

Nilusi tilápia ivadékoknál a takarmány zsírtartalmának növelése nem okozott szignifikáns változást a termelési paraméterekben (SGR, FCR). Azonban a halhús összetételében az etetett zsír növelésével szignifikáns növekedést tapasztaltak. Ennek oka az volt, hogy a tilápia noha jelentős mennyiségű zsírt volt képes szervezetében raktározni, de azt nem volt képes energiaforrásként hasznosítani a növekedés javításához (Hanley, 1991).

A takarmány túlzottan nagy energiatartalma csökkenti a takarmány felvételének mértékét, ami kihat a növekedésre (Sealey et al., 1998). A túlzott energia bevitel nem megfelelő energia/fehérje arányhoz vezet, így növekszik a zsírlerakódás, és ez visszamaradást okoz a növekedésben (Watanabe, 1982). A hibrid csíkos sügér a legnagyobb súlygyarapodását és a legjobb fehérjehasznosítást akkor érték el, ha a takarmányban a rendelkezésre álló energia 6–9 kcal/g fehérje volt (Gholam et al., 1992). Ha ettől kevesebb vagy több volt az energiatartalom, csökkent a növekedési erélyük. Nematipour et al. (1992b) 6 különböző energia/fehérje arányú takarmányozást vizsgált, és megállapította, hogy nagyobb energia/fehérje arányú étrendnél a test zsírtartalma növekedik. Az optimális energia/fehérje arányt 8 kcal E/g fehérjében állapította meg a megfelelő tömeggyarapodás és a test zsírdepó képzése szempontjából. Woods et al. (1995) etetési kísérletük során az tapasztalták, hogy a kis fehérje:energia arány szignifikánsan növelte a csíkos sügér testzsírtartalmát. Ezzel szemben, ha nagyobb a metabolizálható energia, és nagy a takarmányfehérje:energia aránya, a test zsírosodása helyett az izomnövekedés irányába tolódott el a tömeggyarapodás.

Kísérletünkben arra kerestük a választ, hogy több zsír és fehérje etetésének hatására – mint a korábbi kutatások által optimálisnak megállapított –, hogyan alakulnak a hibrid növekedési mutatói és a termelési

paraméterei. Emellett kíváncsiak voltunk arra is, hogy a túlzott zsír bevitel következtében a halhús lipid tartalma hogyan változik meg, mennyi halmozódik fel, illetve vizsgáltuk azt is, hogy a testben található szabad zsír zsírsavösszetétele miként alakult.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Kísérleti beállítás

Kísérletünket a Debreceni Egyetem Agrár-, és Gazdálkodástudományok Centrumának Halbiológiai Laboratóriumában található recirkulációs rendszerben végeztük. Ennek során 2 kezelést, egyenként 3 ismétlésben állítottunk be. A kezeléseket közötti különbséget az etetett táp beltartalma jelentette, mely egyik esetben 42% fehérjét, és 22% zsírt (42/22), míg a másik csoportnál 43,5% fehérjét és 29% zsírt (43,5/29) tartalmazott.

A kísérleti állományt Izraelből, a Madan Kibbutz halkeltetőből szereztük be. A kihelyezett halak tömege  $40,95 \pm 1,31$  g (42/22), és  $42,11 \pm 2,29$  g (43,5/29) volt. Hat darab, egyenként 70 l víztérfogatú műanyag körmedencét 100–100 egyeddel népesítettünk, így kezelésként 300 darab halat tudunk vizsgálni. A kísérlet során a víz hőmérsékletét folyamatosan 23,9–25,2 °C között tartottuk, míg a víz oxigéntartalma 3,92–5,05 mg/l között változott. A rendszervíz sókoncentrációja 2 g/l volt.

A 7 héten keresztül folytatott nevelési kísérlet során a Biomar haltakarmány-gyártó cég tápját használtuk a fent leírt beltartalommal, 3 mm-es szemcseméretben. A napi takarmányadagokat a biomassza %-ában határoztuk meg, melyet 4 etetés alkalmával fogyasztottak el a halak. Ahhoz, hogy folyamatosan nyomon követhessük a testtömeg-gyarapodást, a kísérlet kezdete és vége mellett heti rendszerességgel méréseket végeztünk.

A kísérlet értékelésénél számítottunk túlélési arányt (S), melyhez a kiindulási és a lehalászás kori egyedszámokat használtuk fel.

A növekedési erélyt a fajlagos testtömeg-gyarapodás (SGR) segítségével számítottuk ki, a következő képlet alkalmazásával:

$$SGR = 100(\ln w_t - \ln w_0)t^{-1} \text{ (%/nap)},$$

ahol:  $w_t$  és  $w_0$  a záró és kezdeti testtömeg g-ban kifejezve, t-az eltelt idő napokban megadva.

A takarmányértékesítést (FCR) a következő képlet szerint számoltuk:

$$FCR = F(W_t - W_0)^{-1} \text{ (g/g)},$$

ahol: F a takarmány összes tömege,  $W_0$  és  $W_t$  a kezdeti és a záró összes testtömeg grammban kifejezve.

A szétnevés mértékének vizsgálatához az átlaglag korrigált szórást használtuk fel (CV) melyet a kezdeti és a lehalászás kori állományra számítottunk.

$$CV_0 = 100 SD w_0^{-1} \text{ (%)} \text{ és } CV_t = 100 SD w_t^{-1} \text{ (%)},$$

ahol: SD az egyedi tömegek szórása.

A kísérlet során a testtömeg-adatok statisztikai értékelését kétmintás „T”-próba segítségével végeztük, SPSS 20.0 program segítségével, 5%-os konfidencia intervallum mellett.

**Zsírsvav meghatározás**

Az vizsgálat során az összes-zsír mennyiségének meghatározása extrahálással, a szabad zsírsvavak analízise pedig folyadékromatográfiás módszerrel (HPLC) történt. A mintákat fagyasztva tárolás után liofilizáltuk, majd ezt használtuk fel a további vizsgálatok céljára. A liofilizátumból a zsír/olaj kinyerése hexán segítségével történt: A minta 2,5–3,0 g-ját 25 ml hexánal 1 órát kevertettük, majd szűrőpapíron szűrtük, a szűrletet bepároltuk. A méréshez a szabad zsírsvavakból származékot képeztünk. A reakciók során a zsírsvavakat lúgos közegben p-bróm fenacil-bromiddal reagáltattuk 18-korona-6 katalizátor jelenlétében. Az előállított mintát 1 ml toluolban oldottuk, szűrtük, a méréshez a felülűszót használtuk.

A kromatográfiás rendszer kifejlesztése után a zsírsvav-elegyek bemérésre kerültek, majd létrehoztuk a kromatogramot. Erről a retenciós idők alapján történt meg az egyes zsírsvavak minőségi meghatározása. A mennyiségi értékelés a különböző zsírsvavakat jelző görbék alatti terület integráltja alapján történt. A zsírsvavakat 242 nm hullámhosszon detektáltuk.

**EREDMÉNYEK**

**Termelési paraméterek**

A vizsgált termelési mutatókban (SGR, FCR, tömeggyarapodás) a csoportok között nem találtunk jelentős különbséget (1. táblázat). Két mintás „T” próbával elemezve a csoportok testtömegét, sem a kísérlet beállításakor (sig. 0,253) sem pedig a lehalászkor nem volt köztük szignifikáns differencia (sig. 0,434). Így kijelenthető, hogy a testtömeg-gyarapodás tekintetében sem volt a két kezelés között jelentős különbség. Azonban az 1. táblázatból leolvasható, hogy a lehalászkori átlagtömeg szórása a 43,5/29-es táppal etetett csoport esetében nagyobb ( $\pm 7,4$ ) a másik beállításnál ( $\pm 2,7$ ). Nem mellékesen ennél a csoportnál (43,5/29) a teljes testtömeg-gyarapodás is kisebb volt, habár magasabb  $W_0$ -ról indultak. A túlélési arány (S) a 43,5/29-es táppal etetett halaknál alakult rosszabbul, itt átlagosan 95% volt ( $\pm 0,6$ ), míg ez a másik csoportnál átlagosan 97% volt ( $\pm 0,6$ ), mellett. A túlélési arány és a tömeggyarapodás által befolyásolt biomassza-növekedést az 1. ábra szemlélteti.

1. táblázat

**A hibrid csikos sügér megmaradási aránya, testtömeg értékei, termelési paraméterei és a szétnövés adatai**

Kezelés(1)	S (%)	W0 (g)	Wt (g)	Wt-W0 (g)	SGR (%)	FCR (g/g)	CV0 (%)	CVt (%)	CVt/CV0 (%)
42/22	97 $\pm$ 3,1	41 $\pm$ 1,31	92,7 $\pm$ 1,8	51,7 $\pm$ 2,7	1,66	1,46	17,1 $\pm$ 2,3	19,4 $\pm$ 1	1,1
43,5/29	95 $\pm$ 0,6	42,1 $\pm$ 2,29	91,5 $\pm$ 6,7	49,4 $\pm$ 7,4	1,62	1,50	15,7 $\pm$ 2,7	18,9 $\pm$ 1,8	1,2

Megjegyzés: a  $\pm$  szórás-értékek a három ismétlésből adódnak.

Table 1: Survival, body weights, production parameters, and size heterogeneity of the hybrid striped bass Treatment(1), Note: values are means  $\pm$  S.D. of three replicates.

1. ábra: A biomassza alakulása a kísérlet során, kezelésként

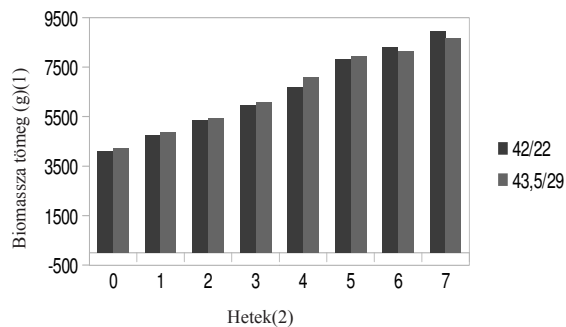


Figure 1: Changing of the biomass during the experiment by treatments Biomass (g)(1), Weeks(2)

A kezelések homogenitása (CV%) között nem volt tapasztalható jelentős különbség a beállításakor, (CV<sub>0</sub> (%): 17,1 $\pm$ 2,3; 15,7 $\pm$ 2,7), a kísérlet végére azonban kezdetinél heterogénebbé (CV<sub>t</sub> (%): 19,4 $\pm$ 1; 18,9 $\pm$ 1,8) vált mindkét csoport. A szórás-értékek azt mutatják azonban, hogy az ismétlések között nem alakultak ki jelentős különbségek (1. táblázat).

**Zsirtartalom-vizsgálat**

A halhús összes-zsirtartalmának meghatározásakor azt az eredményt kaptuk, hogy azon a csoportba tartozó halak húsának, melyeket kisebb fehérje és zsirtartalmú táppal (42/22) etettünk, nagyobb volt mind a szárazanyag- (38,6%), mind pedig a zsirtartalma (14,3% nedves tömegre vonatkoztatva), ellentétben azokkal a halakkal, amelyek több zsirt fogyasztottak (35,4% szárazanyag, 11,5% zsír nedves tömegre vonatkoztatva). A 2. táblázatban az is látható, hogy a 42/22-es takarmányt fogyasztó halakban a szabad zsírsvavak összes mennyisége több mint a duplája (146 mg/100g) mint a másik kezelésnek (65,43 mg/100 g). Ebből az omega-3, illetve omega-6 csoportba tartozó zsírsvavak viszonylag kiegyenlített arányban voltak jelen. A 43,5/29-es tápot fogyasztó halak szabad zsírsvavai között az omega-3 csoportba tartozók domináltak (2. táblázat).

A zsírsvav-analízis során csak a szabad zsír (olyan zsírsvavak, melyek nem kapcsolódnak más molekulákhoz) összetevőit vizsgáltuk. Ennek során négy (arachidonsav-ARA, alfa-linolénsav-ALA, dekozahexaénsav-DHA, eikozapentaénsav-EPA) omega-3 csoportba, és egy (linolsav) omega-6 csoportba tartozó zsírsvavat találtunk. Ezek eloszlása a két csoportba tartozó halak húsában azonban nem volt azonos (2. ábra).

A halhús szárazanyag-, zsír-, illetve zsírsav tartalma

Kezelés(1)	Szárazanyag tartalom (%) (2)	Zsirtart. nyers tömegre (%) (3)	Zsirtart. száraz tömegre (%) (4)	Össz. szabad zsírsav (mg/100g) (5)	Össz. ω3 (mg/100g) (6)	Össz. ω6 (mg/100 g) (7)
42/22	38,62	14,3	37,0	147,6	88,4	57
43,5/29	35,40	11,5	32,5	65,4	63,4	0,9

Table 2: Dry matter, fat and fatty acid content of the fish Treatment(1), Dry matter content(2), Fat content/fresh weight(3), Fat content/dry weight(4), Free fatty acid content(5), n-3 fatty acid content(6), n-6 fatty acid content(7)

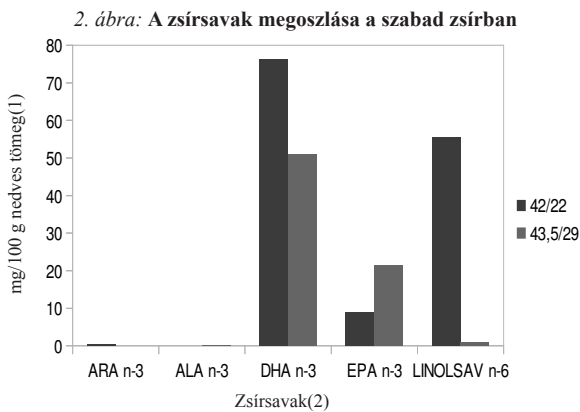


Figure 2: Distribution of the fatty acids in the free fat mg 100 g<sup>-1</sup> fresh weight(1), Fatty acids(2)

Az alacsonyabb beltartalmú tápot fogyasztók (42/22) esetében a zsírsavprofil gerincét a DHA (76,2 mg/100 g) adta, de jelentős mennyiségű linolsav (55,5 mg/100 g) is mérhető volt, emellett az EPA-t (8,9 mg/100 g) találtunk még említésre méltó mennyiségben. A több zsírt (43,5/29) fogyasztó csoportban a zsírsavak között ugyancsak a DHA (51 mg/100 g) dominált, de emellett több EPA-t (21,4 mg/100 g) mértünk, mint a 42/22-es tápot fogyasztók csoportjában. Azonban linolsav csak igen kis mennyiségben volt jelen a szabad zsírban. ARA (0,4 mg/100 g – 42/22), illetve ALA (0,2 mg/100 g – 43,5/29) zsírsavakat alig tudtunk kimutatni a csoportokból (2. ábra).

## KÖVETKEZTETÉSEK

A magasabb beltartalmú takarmányok hatására látványosan nem javultak a hibrid csíkos sügér termelési mutatói, ennek oka, hogy egy adott mennyiség után a hibrid nem képes a zsírt energiává transzformálni ahhoz, hogy a fehérjeszintézisét javítsa. Így megállapítható, hogy felesleges a túlzott zsír és fehérje adagolás a nevelés során. Ebben az esetben nem csak indokolatlanul megnövekszik a takarmányozás költsége, hanem a halhús is túlzott mértékben elzsírosodhat.

A kísérlet arra is rámutatott, hogy ha a hibriddel több zsírt etetünk, akkor a húsának összes zsírtartalma, omega-3 és omega-6 csoportba tartozó zsírsav tartalma nem feltétlen növekszik. Ahhoz, hogy erre a tényre választ találjunk, a hibrid anyagcsere folyamatait, zsírsav-szintézisét felderítendő, további biokémiai vizsgálatokra van szükség.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

- Bishop, R. D. (1968): Evaluation of the striped bass (*R. saxatilis*) and white bass (*R. chrysops*) hybrids after two years. Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Game & Fish Commissioners. 21: 245–254.
- Bonn, E. W.–Bailey, W. K.–Bayless, J. D.–Erickson, K. E.–Stevens, R. E. (eds.) (1976): Guidelines for striped bass culture. Striped bass, Committee So. Div. Am. Fish. Soc. 103.
- Fair, P. H.–Williams, Woodie P.–Smith, T. I. J. (1993): Effect of dietary menhaden oil on growth and muscle fatty acid composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* × *M. saxatilis*. *Aquaculture*. 116: 171–189.
- Feledi T.–Borbély Gy.–Kucska B.–Kovács Gy.–Rónyai A. (2009): A hibrid csíkos sügér (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*) nevelése recirkulációs és "tó a tóban" rendszerben. *Halászati Tudományos Tanácskozás*. Szarvas.
- Füllner, G.–Gottschalk, T.–Pfeifer, M. (2007): Experiments for the production of hybrid striped bass in in-pond circulation systems. *Aquaculture International*. 15: 241–248.
- Gallagher, M. L. (1994): The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*). *Aquaculture*. 126: 119–127.
- Gaylord, T. G.–Gatlin, D. M. III. (2000a): Effects of dietary carnitine and lipid on growth and body composition of hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂). *Fish Physiol. Biochem*. 22: 297–302.
- Gaylord, T. G.–Gatlin, T. M. III. (2000b): Dietary lipid level but not l-carnitine affects growth performance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂). *Aquaculture*. 190: 234–246.
- Gholam, R.–Nematipour, G. R.–Michael, L. B.–Gatlin, D. M. (1992): Effects of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂. *Aquaculture*. 107: 359–368.
- Hanley, F. (1991): Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*. 93: 323–334.

- Hardy, R. W. (1999): Problems and opportunities in fish feed formulation; *Aquaculture Magazine*. 25: 56–60.
- Hutchinson, C. G.–Rawles, S. D.–Gatlin, D. M. III. (1998): Effects of dietary carbohydrate kind and level on growth, body composition and glycemic response of juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂). *Aquaculture*. 161: 187–199.
- Kohler, C. C. (2000): A white paper on the status and needs of hybrid striped bass aquaculture in the north central region. North Central Regional Aquaculture Center.
- Lutz, C. G. (2004): Genetic improvement in striped bass and its hybrids, Part two: Cost and benefits of hybridization. *Aquaculture Magazine*. March/April: 62–64.
- National Research Council – NRC (1993): *Nutrient Requirements of Fish* National Academy Press. Washington D. C. 112.
- Nematipour, G. R.–Brown, M. L.–Gatlin, D. M. III. (1992a): Effects of dietary carbohydrate:lipid ratio on growth and body composition of hybrid striped bass, *J. World Aquaculture Soc.* 23: 128–132.
- Nematipour, G. R.–Brown, M. L.–Gatlin, D. M. (1992b): Effects of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂. *Aquaculture*. 107: 359–368.
- Rawles, D. S.–Green, B. W.–Gaylord, T. G.–Barrows, F. T.–McEntire, M. E.–Freeman, D. W. (2012): Response of sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to digestible protein/dietary lipid density and ration size at summer culture temperatures in the Southern United States. *Aquaculture*. 356–357: 80–90.
- Robins, C. R.–Bailey, R. M.–Bond, C. E.–Brooker, J. R.–Lachner, E. A.–Lea, R. N.–Scott, W. B. (1991): *Common and Scientific Names of Fishes from the United States and Canada*. 5<sup>th</sup> ed. American Fisheries Society Special Publication 20. Bethesda, Maryland.
- Sealey, W. M.–Barziza, E. B.–Davis, T. J.–Gatlin, M. D. (1998): *Improving Feeds for Hybrid Striped Bass*. SRAC Publication. No. 304.
- Sullivan, J. A.–Reigh, R. C. (1995): Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). *Aquaculture*. 138: 313–322.
- Watanabe, T. (1982): Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 73: 3–15.
- Wilson, R. P. (1994): Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*. 124: 67–80.
- Woods, L. C.–Yust, D.–McLeod, C.–Subramanyam, M. (1995): Effects of dietary protein:energy ratio on weight gain, body composition, serum glucose and triglyceride levels, and liver function of striped bass. *Water Science and Technology*. 31: 195–203.

