

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**HETERÓZISHATÁS VIZSGÁLATA A SZICSEGE  
(*ACIPENSER RUTHENUS L. x ACIPENSER BAERI B.*)  
KEZDETI FEJLŐDÉSE SORÁN**

**KÉSZÍTETTE:**

**KÁLDY JENŐ**

**MOSONMAGYARÓVÁR  
2014**

# **DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR

UJHELYI IMRE ÁLLATTUDOMÁNYI  
DOKTORI ISKOLA

AZ ÁLLATI TERMÉK TERMELÉS NEMESÍTÉSI ÉS  
TARTÁSTECHNOLÓGIAI VONATKOZÁSAI PROGRAM

DOKTORI ISKOLAVEZETŐ:  
PROF. DR. SZABÓ FERENC DSc  
EGYETEMI TANÁR

TÉMAVEZETŐ:  
DR. SZATHMÁRI LÁSZLÓ PhD  
EGYETEMI DOCENS

**HETERÓZISHATÁS VIZSGÁLATA A SZICSEGE**  
(*ACIPENSER RUTHENUS L. x ACIPENSER BAERI B.*)  
**KEZDETI FEJLŐDÉSE SORÁN**

KÉSZÍTETTE:  
**KÁLDY JENŐ**

MOSONMAGYARÓVÁR  
2014

# 1. TÉMAFELTEVÉS, CÉLKITŰZÉS

Napjainkban, Magyarországon, szív- és érrendszeri betegségekben annyian halnak meg, mint amennyi az összes más okból bekövetkező halálozás együttesen. Kutatások megállapították, hogy a telítetlen zsírsavak csoportjába tartozó n-6 és n-3 zsírsavak jelentősen csökkentik a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának lehetőségét. A szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében, a szívinfarktus és az agyvérzés, valamint egyes krónikus betegségek kialakulása rizikójának csökkentésében is bizonyítottan pozitív az omega-3 típusú zsírsavak hatása (Simopoulos, 1991).

Hazánkban, az újonnan elfogadott, a halgazdálkodásról és a hal védelméről szóló 2013. évi CII. törvény alapján a szicsege haltermelő létesítménybe vagy halgazdálkodási vízterületre telepíthető, hiszen szaporodásra képtelen hibrid. A törvény hivatkozik a 2007. június 11-i 708/2007/EK tanácsi rendeletre, mely a IV. mellékletében foglalkozik a tokhalakkal: a kecsegével (*Acipenser ruthenus*), vágótokkal (*Acipenser gueldenstaedtii*), simatokkal (*Acipenser nudiiventris*), sőregtokkal (*Acipenser stellatus*), szibériai tokkal (*Acipenser baeri*), közönséges tokkal (*Acipenser sturio*) és a vizával (*Huso huso*) és ezen tokfélék hibridjeivel is. Azonban mindenképp megjegyzendő, hogy a mellékletben felsorolt 25 halfaj közül csak a tokfélék hibridjeivel foglalkozik részletesen, és engedi ezen hibridek tenyésztését és telepítését is.

Munkánk során azon szicsege hibrid változatot vizsgáltuk, melyben a kecsege volt az apai-, míg a szibériai tok az anyai faj.

## **Célkitűzések**

Kísérleteink során a következőkre kérdésekre kerestük a választ:

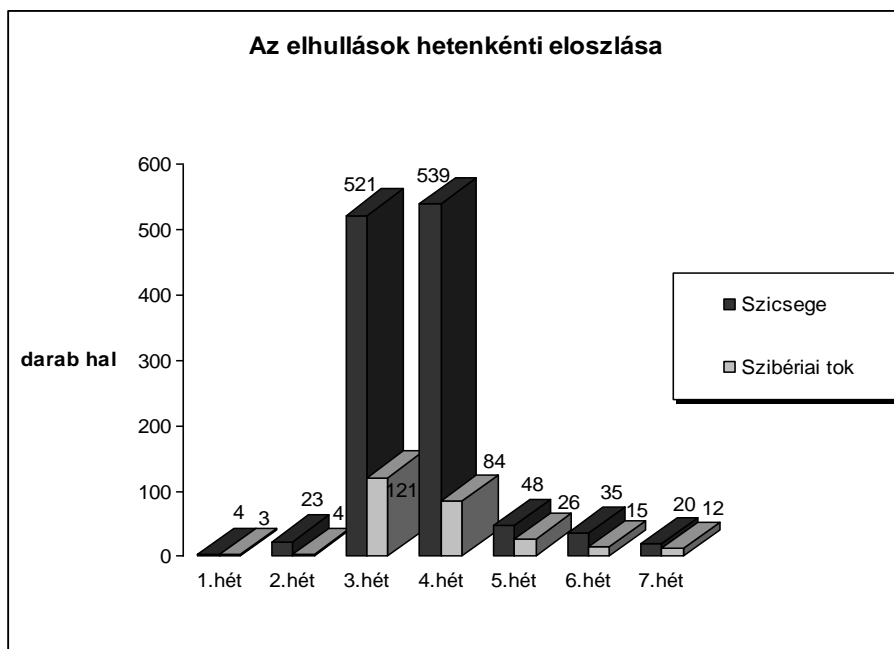
- A szicsege növekedési képessége meghaladja-e a szülő fajok átlagát?
- A szicsege takarmányhasznosító képessége meghaladja-e a szülő fajok átlagát?
- A szicsege húsának telítetlen zsírsav tartalma meghaladja-e a szülő fajok húsának telítetlen zsírsav tartalmát?
- Növelhető-e a szicsege húsának telítetlen zsírsav tartalma növényi olaj kiegészítés útján?
- A füstölés befolyásolja-e a szicsegefilé zsírsavprofilját?

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. A halak előnevelése

Előnevelésre a kecsge- és szibériai tok ivadékokat egy 300 l-es hasznos térfogatú, lekerekített sarkú nevelőkádban, míg a szicsege ivadékokat egy 250 l-es hasznos víztérfogatú, lekerekített sarkú halvályúban helyeztük el. Mindhárom halnevelő vízellátása recirkulációs rendszerű volt, a szűrt vizet esőztetőn keresztül vezettük vissza, ez biztosította a halaknak megfelelő oldott oxigén szintet, valamint a víz tisztítását is. Később azonban szükségessé vált levegőporlasztás is, amit egy 60 l/perc teljesítményű légkompresszorral oldottunk meg. Ezáltal a kísérlet teljes időtartama alatt mindhárom halkádban a víz oxigéntartalma  $6-8 \pm 1,5$  mg/l, míg a víz hőmérséklete  $14-16 \pm 2,0$  Celsius fok között változott. Az oldott oxigén mérésére naponta kétszer, reggel és este került sor egy Hach Lange HQ-30d lumineszcenciás oldott-oxigén mérővel.

A halak növekedésével, és az életképtelen egyedek elhullásával a mortalitás fokozatosan csökkent, és mikor a halak már áttértek a mesterséges tápra, gyakorlatilag meg is szűnt a szicsegéknél és a szibériai tokoknál egyaránt (1. sz. ábra).



**1. sz. ábra: a szicsege és szibériai tokok elhullásának hetenkénti eloszlása**

(Forrás: saját vizsgálat, 2010).

A 44 napig tartó előnevelés során a szicsegék 27,5 mm-es átlagos testhosszúságot, míg 0,1 grammos átlagos testtömeget értek el. A szibériai tokok 28 mm-es átlagos testhosszúságot és 0,12 átlagos testtömeget értek el, azonban mindkét csoportnál jelentős az állomány szétnövése

A halak etetését kezdetben ad libitum mennyiségben végeztük vágott vörös szúnyoglárvával (*Chironomus spp.*) és csővájó féreggel (*Tubifex tubifex*). Előnevelésre, az első méréstől kezdődően, a hallárvák takarmányozására a halak méretének megfelelő, három különböző szemcseméretű, teljes értékű, a Joosen-Luyckx GmbH által gyártott Aqua Bio haltápot használtuk, melynek nyersfehérje tartalma

58-, 50- valamint 45% volt (1. sz. táblázat). A napi takarmányadag a testtömeg 2%-a volt, az etetendő mennyiséget minden mérés után korrigáltuk. A halakat kezdetben három óránként, majd fokozatosan egyre szélesebb időközönként, a kísérlet végére pedig már csak naponta reggel és este etettük.

## **2.2. A halak utónevelése**

Az utónevelés 60 napos kortól kezdődött, mikor a halak már kizárólag tápot fogyasztottak, és mindhárom csoport egyedszáma állandósult.

Az utónevelésre a halakat 3500 l-es hasznos víztérfogatú halkádákban helyeztük el, melyben recirkulációs rendszerű vízszűrést, valamint levegőporlasztást alkalmaztunk egy 260 l/perc teljesítményű légkompresszorral. A recirkulációs rendszerű szűrőt havi rendszerességgel tisztítottuk, valamint 4 naponta a teljes víztérfogat 25%-ának megfelelő vízcserét végeztünk.

A víz hőmérséklete az utónevelés időtartama alatt  $16-22\pm 1,5$  °C, míg a víz oxigénkoncentrációja  $5,0-6,8\pm 1,4$  mg/l között alakult. Az oldott oxigén szintet egy HQ-30d lumineszcenciás oldott-oxigén mérővel mértük meg minden nap a reggeli etetés előtt.

. Utónevelő tápként Aller Aqua 0/0-s méretű száraz haltápot használtunk.

**1. sz. táblázat: A halak nevelése során felhasznált alaptakarmányok összetétele**

	Nyers fehérje %	Nyers zsír %	Nyers rost %	Nyers hamu %
Aqua Bio ivadék táp	58	12	0,5	10,5
Aqua Bio ivadék táp II	50	20	0,5	9
Aqua Bio növendék táp	45	20	1,4	9,3
Allaer Aqua felnőtt táp	42	12	2,7	7

(Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011)

Meghatároztuk mindhárom mérettartomány induló és befejező átlagos testhossz-, és testtömeg növekedését, az eredmények szórását, a specifikus növekedési rátát (*Specific Growth Rate, SGR*=( $\ln W_t - \ln W_0$ )/ $t \times 100$ ), valamint a takarmányhasznosítási együtthatót (*Feed Conversion Ratio, FCR*=  $F/(W_t - W_0)$ ). ( $W_0$ : a halak induló átlagtömege,  $W_t$ : a halak záró átlagtömege és  $F$ : a  $t$ = a kísérleti napok során egy halra jutó táp mennyisége). Az eredményekből meghatároztuk a halak kondíciófaktorát [ $K=W \times L^{-3} \times 100$ ] képlet szerint. ( $W$ : a halak átlagos testtömege (g),  $L$  a halak átlagos testhossza (cm)].



### **2.3. A nyers kecsége, szibériai tok és szicsege filé zsírsav tartalmának meghatározása**

A nyers szicsege-, szibériai tok, valamint a füstölt szicsege mintákat a Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet, Takarmányozástani Intézeti Tanszék analitikai laboratóriumában, és a Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi- és Állattenyésztési Tanszék, Élettani Laboratóriumában vizsgáltuk meg gázkromatográfiás módszerrel.

### **2.4. Szicsege takarmányozási kísérletek**

#### **2.4.1. Lenolajjal és diólajjal kiegészített haltápot fogyasztó csoportok vizsgálata**

A szicsegekből két, egyenként 36 egyedből álló csoportot alakítottunk ki, úgy, hogy sem a testhosszúság, sem a testtömeg tekintetében ne legyen különbség a két csoport között. Az alap tápot fogyasztó csoport takarmányozása Aller Aqua 0/0-s méretű száraz haltápot, míg a kísérleti csoport takarmányozására Aller Aqua azonos méretű, de 5% lenolajjal, majd 5% diólajjal kiegészített haltápot használtunk.

A lenolajjal kiegészített tápot fogyasztó csoportot egy hónap alatt sikerült a tápra szoktatni, mégpedig úgy, hogy minden nap 5 g-mal

több kezelt tápot adtunk, így a kísérlet kezdetére már csak a kezelt haltáppal etettük a halakat.

#### 2.4.2. A lenolajjal kiegészített filé füstölése

Füstölésre 5 mintát küldtünk el a győri „Előre HTSZ” kisbajcsi halfeldolgozó üzemébe. Itt főző füstölő géppel (Kerres Smoke-Air System 1600-EL-C) füstölték meg a filéket.

### 2.5. A filék zsírsav-összetételének meghatározása

A mintavétel véletlenszerűen kiválasztott, leölt halakból történt úgy, hogy a halak bőrének eltávolítása után mindkét oldalból egy-egy oldal filét vágunk. Ezután lefagyasztottuk a mintákat, majd a vizsgálat előtt felolvasztottuk és ledaráltuk. Ezután 4-4 illetve 5-5 mintát vittünk a laboratóriumokba.

### 2.6. A heterózis % kiszámítása

A heterózis mértékét bizonyos tulajdonságok tekintetében úgy számoltuk ki, hogy az ivadékpopuláció átlagából kivontuk a szülőpopuláció átlagát, és a kapott eredményt elosztottuk a szülőpopuláció átlagával, majd megszoroztuk százzal. Így meg tudtuk állapítani a heterózishatás kifejeződését.

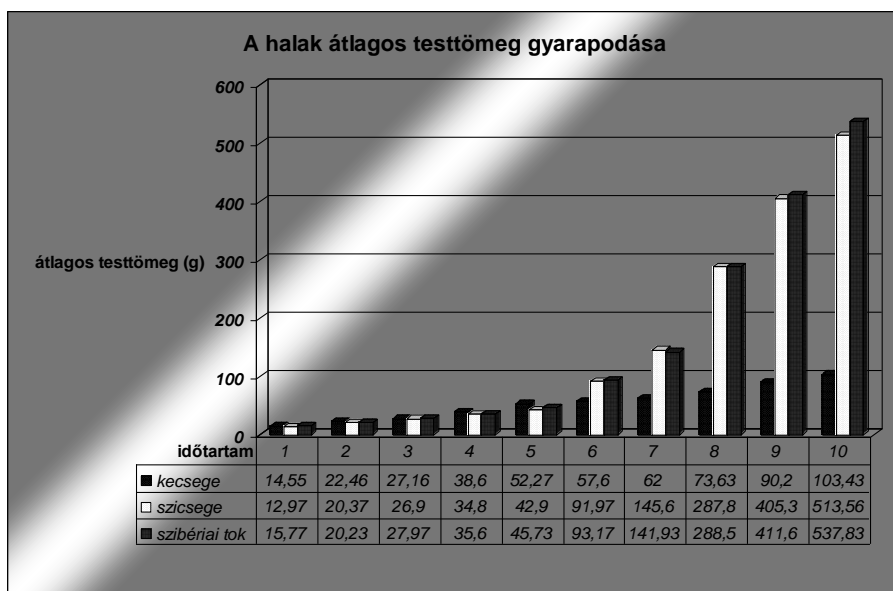
## 2.7. Statisztikai értékelés

A kísérleti eredmények statisztikai vizsgálatait StatSoft Inc. Statistica 11 program segítségével végeztük el. Az egyes adatsorok jellemzésére a leíró statisztika módszereit és grafikonjait használtuk. Minthogy a középértékekre vonatkozó hipotézisek vizsgálatára alapvetően a t-próbát alkalmazzuk (Hancz, 2004), így kísérleteink során az adatok összehasonlítására kétmintás t-próbát használtunk (*t-test, independent, by variables*). A fontosabb zsírsav vizsgálatoknál pedig eloszlás vizsgálatot is végeztünk.

### 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

#### 3.1. A szicsegék növekedése és takarmányértékesítése

Az első öt hónapban a halak növekedése nem mutatott jelentős eltérést, azonban a 6. hónaptól kezdve a szicsegék és a szibériai tokok már jól mérhetően, szignifikánsan jobban növekedtek, mint az apai fajtól származó kecsege állomány. A szicsege és az anyai faj szibériai tok növekedése között a több mint 300 nap alatt sem volt szignifikánsan kimutatható különbség. A szicsegék növekedése, mind a testtömeg, mind a testhosszúság tekintetében meghaladta a két faj növekedésének számtani átlagát, és inkább az anyai faj, szibériai tok növekedési ütemével mutatott hasonlóságot (2. sz. ábra).



**2. sz. ábra: A halak átlagos testtömeg gyarapodása**

(Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011)

**2. sz. táblázat: A halak növekedési- és takarmányértékesítő képessége**

	<b>Kecsege t=305 nap</b>	<b>Szicsege t=302 nap</b>	<b>Szibériai tok t=307 nap</b>
SGR (%/nap)	0,64±0,33 <sup>a</sup>	1,57±0,66 <sup>b</sup>	1,28±0,76 <sup>b</sup>
FCR (g/g)	3,63±2,27 <sup>a</sup>	1,37±0,85 <sup>b</sup>	1,82±1,2a <sup>b</sup>
Ind. testhossz (cm)	14,53±1,95 <sup>a</sup>	12,97±8,39 <sup>a</sup>	13,12±1,88 <sup>a</sup>
Bef. testhossz (cm)	22,2±4,19 <sup>a</sup>	47,33±3,1 <sup>b</sup>	49,87±2,81 <sup>c</sup>
Ind.kond.faktor	2,12±0,52 <sup>a</sup>	1,85±0,16 <sup>a</sup>	2,18±0,44 <sup>a</sup>
Bef.kond.faktor	2,22±1,24 <sup>a</sup>	2,43±0,43 <sup>a</sup>	2,58±0,72 <sup>a</sup>

Az átlag értékek eltérő betűvel jelölve azonos soron belül, szignifikáns különbséget jelölnek  $P \leq 0,05$  szignifikancia szinten.

(*Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011*)

A 2. számú táblázatból jól látható, hogy a halak induló és befejező kondíciója között nem volt szignifikáns az eltérés sem azonos fajon belül, sem a fajok között.

A takarmányértékesítő képesség jelentős eltérést mutatott mindhárom csoport esetében. A legrosszabb értéket (3,63±2,27) a kecsége csoportnál mértük, míg a legjobb értéket a hibrid csoportnál (1,37±0,85)

A kecsége csoport takarmányértékesítő képessége mutatja a legnagyobb ingadozást (3,63±2,27), míg a szicsege (1,37±0,85), és a szibériai tok (1,82±1,2). FCR adatai szűkebb értékek között mozog. Azonban megállapítható, hogy a szicsege takarmányértékesítő

képessége szignifikánsan jobb, mint a két szülői csoport takarmányértékesítő képességének számtani átlaga.

A 85 napig tartó takarmányozási kísérlet során, azonos körülmények között tartott, 5% lenolajjal kiegészített haltáp szignifikánsan nem javította a szicsegék napi növekedését, illetve a takarmányhasznosító képesség sem volt szignifikánsan nagyobb.

### **3.2. A nyers szicsege és szibériai tok izomzatának zsírsavprofilja**

Vizsgálataink során megállapítottuk a nyers szicsege és a nyers szibériai tok filé zsírsavösszetételét. A telített zsírsavak (SFA) tekintetében szignifikánsan alacsonyabb értéket mértünk a szibériai tok filé esetében, ugyanakkor az egyszeresen telítetlen (MUFA) zsírsavak tekintetében alacsonyabb értéket szintén a szibériai tokok esetében mértünk. Azonban a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak koncentrációja a szibériai tokok esetében szignifikánsan nagyobb volt.

A telítetlen zsírsavak közül az alfa-linolénsav (ALA) esetében nem volt szignifikáns a különbség a nyers szicsege és a nyers szibériai tokhal filék között ( $4,72 \pm 0,39$  illetve,  $5,36 \pm 0,01$ ). Azonban az alfa-linolénsavból (ALA) képződött eikozapentaénsav (EPA) már szignifikáns különbséget mutatott ( $5,81 \pm 0,85$ , illetve,  $4,37 \pm 0,01$ ). Ugyanakkor, a dokozahexaénsav (DHA) esetében a különbség nem volt szignifikáns. A linolsav (LA) esetében a különbség szintén szignifikáns volt.

Fontos megjegyezni, hogy humán táplálkozási szempontból egyértelműen a szicsege filé a mutatta a kedvezőbb értékeket.

Megállapítható, hogy a nyers szicsege és a nyers szibériai tokhal filé közül a szicsege zsírsavösszetétele kedvezőbb, mint a nyers szibériai tok zsírsav összetétele, ugyanis a szibériai tok rendkívül magas arányban tartalmaz az n-6 zsírsav csoportba tartozó linolsavat (LA),  $(22,13 \pm 0,14)$ , amely megmutatkozik a humán táplálkozás szempontjából kedvezőtlen n-6/n-3 zsírsavak arányában. A szicsege filé viszont kisebb koncentrációban tartalmaz linolsavat (LA)  $(6,79 \pm 0,91)$ , ezáltal humán táplálkozás szempontjából kedvezőbb a filé n-6/n-3 zsírsav aránya.

Az apai faj kecsége izomzatának zsírsavösszetételét nem vizsgáltuk, azonban szakirodalmi adatok alapján összehasonlíthatjuk a saját vizsgálatainkkal. Azonban megjegyzendő, hogy az ilyen összehasonlításokat óvatosan kell kezelni, az eltérő körülmények (életkor, táplálkozás, vizsgálati módszer) miatt.

### **3.3. A lenolajjal és diólajjal kiegészített tápos csoport zsírsavösszetétele**

A kísérletekből megállapítható, hogy a lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó szicsegek és a diólajos takarmány kiegészítést fogyasztó szicsegék között a telített zsírsavak tekintetében nincs szignifikáns különbség,  $(21,6 \pm 0,38)$  illetve,  $(21,48 \pm 0,53)$ . Azonban szignifikáns a különbség, mind az egyszeresen, (MUFA)  $(35,18 \pm 0,65)$

illetve,  $39,8\pm 0,92$ ), mind a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak mennyisége között  $29,53\pm 0,99$ , illetve,  $32,37\pm 1,1$ ).

A két vizsgált csoport között szignifikáns a különbség az alfa-linolénsav (ALA) esetében is, ebben az esetben is a dióolajos csoport filéjének alfa-linolénsav (ALA) koncentrációja a magasabb ( $4,62\pm 0,52$  illetve,  $5,67\pm 0,19$ ) (9. sz., 10. sz. ábra). Ez szintén azzal magyarázható, hogy a dióolaj zsírsavtartalmának közel 12%-át adja az alfa-linolénsav (ALA)

Elmondható, hogy mind az EPA, mind a DHA zsírsav tekintetében magasabb koncentrációt a lenolajos csoportnál mértünk (EPA:  $5,23\pm 0,46$ , ill.  $4,06\pm 0,21$ , DHA:  $8,57\pm 0,71$ , ill.  $7,41\pm 0,46$ ). Ennek oka, hogy a dióolajból nagyobb mennyiségben képződnek az n-6 csoportba tartozó zsírsavak, mint az n-3 csoportba tartozó zsírsavak. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy összességében a dióolajjal kiegészített takarmány nagyobb mértékben növeli a szicsege filé MUFA és PUFA tartalmát, azonban az n-6/n-3 zsírsavak arányát kedvezőtlen irányban tolja el ( $0,48\pm 0,05$ , illetve  $0,74\pm 0,06$ ). A dióolajos kiegészítés a linolsav (LA) tartalmat jelentős mértékben megnöveli, azonban ez az n-6 zsírsavcsoportba tartozó zsírsavak mennyiségének növekedését jelenti. Az esszenciális zsírsavak közé tartozó EPA és a DHA tartalma tekintetében pedig a lenolajos kiegészítés adja a kedvezőbb eredményt.

Összehasonlítva a növényi olajokkal kiegészített táppal etetett csoportokat a normál táppal etetett csoporttal azt az eredményt kaptuk, hogy a telített zsírsavak (SFA) esetében szignifikáns különbség van mind a len ( $21,6\pm 0,38$ ), mind a dióolaj kiegészítést ( $21,48\pm 0,53$ )



illetően az alap táppal etetett csoporthoz képest ( $23,64 \pm 0,56$ ). Az egyszeresen telítetlen zsírsavak esetében (MUFA) szintén szignifikáns a különbség az alap ( $37,8 \pm 1,38$ ), és a kiegészített táppal etetett csoportok között ( $35,18 \pm 0,65$ , ill.  $39,8 \pm 0,92$ ). Azonban, míg a telített zsírsavak mennyisége az alap tápot fogyasztó csoportnál volt a legnagyobb, addig a dióolajjal kiegészített tápos csoportnál tapasztaltuk az egyszeresen (MUFA) és többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak legnagyobb arányát. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) esetében nem volt szignifikáns a különbség a lenolajos és az alap tápot fogyasztó csoport között, addig a dióolajos és az alap tápot fogyasztó csoport között a különbség szignifikáns volt. A lenolajos kiegészítés ugyan jelentősen csökkentette a telített zsírsavak (SFA) mennyiségét az alap tápot fogyasztó csoporthoz képest, de nem növelte szignifikánsan sem a MUFA, sem a PUFA mennyiségét az alap tápos csoporthoz képest.

A linolsav és a linolénsav tekintetében a dióolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoport ( $12,2 \pm 1,01$  ill.  $5,92 \pm 0,17$ ) szignifikánsan meghaladta az alap takarmányt fogyasztó csoport eredményeit ( $6,79 \pm 0,91$  ill.  $4,72 \pm 0,39$ ). Ugyanakkor, a lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoport a linolsav ( $8,19 \pm 0,38$ ) esetében meghaladta, de az alfa-linolénsav esetében ( $4,62 \pm 0,52$ ) nem haladta meg az alap takarmányt fogyasztó csoport eredményeit ( $4,72 \pm 0,39$ ). Az EPA és DHA zsírsavak esetében egyik takarmány kiegészítés sem tudta növelni ezen zsírsavak mennyiségét az alap takarmányt fogyasztó csoporthoz képest, sőt az EPA zsírsav esetében a dióolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoport eredménye

(4,1±0,21) szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az alap takarmányt fogyasztó csoport (5,81±0,85).

### **3.4. A füstölt szicsege filé zsírsavösszetétele**

A telített zsírsavak tekintetében szignifikáns különbség van a két csoport filében mért értékei között (28,69±2,29, illetve 21,6±0,38). Ennek oka az, hogy a füstölt filék jelentősen nagyobb mennyiségben (22,81±2,31) tartalmaztak palmitinsavat, mint a nyers lenolajos filék (15,75±0,29). Azonban, sem az egyszeresen (MUFA) (35,04±1,2, illetve, 35,18±0,65), sem a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak esetében (28,84±2,04, illetve, 29,53±0,99) nem volt statisztikailag igazolható különbség a két csoport között. A linolsav, és a linolénsav esetében a nyers filék szignifikánsan nagyobb mennyiséget tartalmaztak, mint a füstölt filék. Azonban az EPA esetében a füstölt filéknek volt szignifikánsan nagyobb a mennyisége (6,83±1,26, illetve 5,23±0,46), míg a DHA esetében nem volt szignifikáns a különbség (8,44±0,68, illetve 8,57±0,71). Az n-6/n-3 arány tekintetében szintén nem volt szignifikáns a különbség a két csoport között (0,42±0,06, illetve 0,48±0,05).

### **3.5. A heterózis hatás kifejeződése a szicsekben**

Az első tulajdonság, amelyet vizsgáltunk a növekedés volt, melyben azt tapasztaltuk, hogy a heterózishatás mértéke 28,55±24,66%, így bár a két szülő átlagát felülmúlta a szicsege, de

nem múlta felül a nagyobbra növő anyai faj szibériai tok teljesítményét. A specifikus növekedési ráta (SGR) tekintetében a heterózishatás mértéke  $97,66 \pm 82,87\%$ , mely azt jelenti, hogy a napi növekedésben viszont csaknem teljesen mértékben kifejeződött a heterózishatás. Azonban mindkét adat nagy szórást mutat, mely jellemző adat a tokfélékre, így a hibridnél is igen jelentős a szétnövés mértéke.

A második tulajdonság, amit vizsgáltunk a takarmányhasznosítási együttható (FCR), melyről elmondható, hogy csaknem 50 %-os volt a heterózishatás mértéke, a szórás ebben az esetben is nagy, amely azt mutatja, hogy a populáción belül e tulajdonság tekintetében is igen nagy az eltérés az egyes egyedek között.

A telített zsírsavak (SFA) tekintetében 8,8%, míg az egyszeresen telítetlen (MUFA) zsírsavak esetében 3,6%, a többszörösen telítetlen zsírsavak esetében pedig (PUFA) 9,68% heterózishatás mértéke. Az n-6/n-3 zsírsavak aránya tekintetében viszont 54,44% a heterózishatás mértéke.

A humán táplálkozás szempontjából jelentős EPA esetében 24,94%, míg a DHA esetében 75,84% a heterózishatás mértéke.

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A szerző véleménye szerint, a szicsege mind a horgásztavaknak, mind a haltermelő tógazdaságoknak értékes hala lehet, például egy ponty-szicsege-csuka polikultúrában, de akár önmagában is szicsege-ragadozó polikultúrában is. A természetvédelmi törvény szerint a szicsege telepítése természetvédelmi engedélyhez kötött, ugyanis az egyik szülőfaj a szibériai tok nem őshonos Magyarországon. A tógazdasági szicsegetermelés jelenleg csak olyan tavakban engedélyezett, amely minden más élővíztől zárt, így az idegen faj nem kerülhet a természetes vizekbe. Ezáltal az ivari parazitizmus veszélye nem áll fenn. Ludvig et al. (2008), már bizonyították, hogy a szibériai tok a Dunába kerülve összeivik egyéb tokfélékkel csökkentve a fajazonos egyedek számát, sőt a hazai folyóinkban akár önálló szibériai tok populációk is kialakulhatnak. A szicsege sterilitása miatt azonban nem jelent veszélyt az egyébként is súlyosan veszélyeztetett hazai tokállományokra.

Újszerű tudományos eredmény, hogy az 5%-os lenolaj kiegészítés, bár növelte a haltáp metabolizálható energia tartalmát 18,8 MJ/kg szárazanyag-ról 20,4 MJ/kg szárazanyag-ra, azonban ez az energiatöbblet mégsem fejeződött ki a halak jobb növekedésében illetve takarmányhasznosításában.

A kísérletek folyamán nem sikerült emelni a szicsege izomzat telítetlen zsírsavmennyiségét 5%-os növényi eredetű olajok (lenolaj, dióolaj) haltápba keverésével. Az ilyen jellegű takarmány kiegészítés

lényegesen nem emelte meg az n-6 és n-3 zsírsavak mennyiségét, és nem javította az n-6/n-3 zsírsavak arányát sem.

A vizsgálati eredmények alapján kijelenthető, hogy szükségtelen a szicsegék takarmányának kiegészítése növényi olajokkal, ugyanis sem az 5%-os len-, sem az 5%-os dióolaj kiegészítés nem hozta meg a kívánt eredményt a szicsege húsmínőség javítása szempontjából. Véleményem szerint, nem kellene további növény olajokkal, illetve ezek magasabb bekeverési arányával kísérletezni, hiszen az így kiegészített tápnak sem a növekedésre, sem egyéb tulajdonságra nincs pozitív hatása, viszont jelentősen megdrágítja a feletetendő haltápot.

Szükséges lenne a szicsege, mint vágóállat szelekciós módszerekkel történő nemesítésére, mint ahogy az már néhány jelentős toktenyésztő országban ilyen létezik. A nemesítő munkában akár genetikai módszereket is lehetne alkalmazni, melyek segítségével a nemesítési munka gyorsabb és jobban irányítható lenne.

A vizsgálat során kecsege apától és szibériai tok anyától származó hibrideket használtunk, de szükséges lenne a szibériai tok apától és kecsege anyától származó szicsegék előállítására is, hiszen bizonyos tulajdonságaikban eltérhetnek a másik változat szicsegétől, és ezen tulajdonságok tudományos felmérése elengedhetetlen a szicsege nevelés szempontjából.

A szerző megállapítása szerint, csak a kecsege és a szibériai tok közötti keresztezésnek van gyakorlati jelentősége, ugyanis minden egyéb tokfaj tenyésztésére, hibridizációjára és nevelésére szigorú előírások, és bonyolult engedélyezési eljárások vonatkoznak.

## 5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottam, hogy a vizsgált szicsege változat jobban nő, mint a két szülőfaj átlaga, de növekedése nem haladja meg az anyai faj szibériai tok növekedését. Ez megnyilvánul az SGR értékben is, mely a szicsegénél 1,57%/nap volt. Ez szignifikánsan magasabb, mint a kecségénél (0,64%/nap), míg a szibériai toknál szintén magasabb, de nem szignifikáns a különbség (1,28 %/nap). A heterózishatás mértéke a növekedés tekintetében 28,55%, míg az SGR tekintetében 97,66%, azaz ebben a tulajdonságban kifejeződött a heterózishatás.
2. A szicsege takarmányértékesítése (1,37 g/g) szignifikánsan jobb, mint a kecsége takarmányértékesítése (3,63 g/g), azonban szignifikánsan nem tér el a szibériai tok takarmányértékesítésétől (1,82 g/g), de felülmúlta a két szülő átlagát. A heterózishatás mértéke 48,09% volt.
3. Arra a következtetésre jutottam, hogy a nyers szicsege izomzatának kedvezőbb a zsírsavösszetétele, mint a kecsége és a szibériai tok izomzatának zsírsavösszetétele különös tekintettel az EPA és a DHA mennyiségére. Az n-6/n-3 zsírsavak aránya jobb a kecségénél, mint a szicsegénél, de a zsírsavösszetétel a szicsegénél kedvezőbb. A szibériai tok szignifikánsan rosszabb n-6/n-3 aránnyal rendelkezett, mint a szicsege. A heterózis mértéke a többszörösen telítetlen (PUFA)

zsírsavak esetében volt a legnagyobb (9,68%), az EPA tekintetében 24,94%, a DHA tekintetében pedig 75,84% volt.

4. A füstölés, mint feldolgozási eljárás statisztikailag igazolhatóan nem befolyásolta a halhús zsírsavszerkezetét sem az EPA sem a DHA sem az n-6/n-3 zsírsavarány tekintetében, a szicsege hús megőrizte a kedvező zsírsavösszetételét.

## 6. MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

### Lektorált folyóiratokban megjelent tudományos közlemények magyar nyelven:

1. Szathmári László, Szilágyi Gábor, **Káldy Jenő**. (2013) Különböző haltápokkal takarmányozott afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) és tok hibrid (*Acipenser ruthenus* x *Acipenser baeri*) halakból származó filék tápanyagtartalom- és zsírsavszerkezet vizsgálata. *Acta Agronomica Óváriensis* volume 55. No 2. p. 13-20.
2. **Káldy J.**, Zsédely E., Szilágyi Á., Szathmári L. (2012) Növényi olaj kiegészítés hatása a szicsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus x *Acipenser baeri* Brandt) növekedésére. *Acta Agraria Kaposváriensis* volume 16. No 1. p. 29-38.
3. **Káldy Jenő**, Zsédely Eszter, Szilágyi Ákos, Szathmári László. (2011) A kecsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) és a szicsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 x *Acipenser baeri* Brandt, 1869) korai növekedésének és takarmányhasznosításának összehasonlítása intenzív halnevelő rendszerben. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* volume 7. No 4. p 221-227.
4. **Káldy Jenő** – Szathmári László. (2010) Intenzív rendszerben nevelt kecsege (*Acipenser ruthenus* L.) állománynövekedésének vizsgálata. *Acta Agronomica Óváriensis* volume 52. No. 2. p 31-40.
5. Szathmári László, **Káldy Jenő**, Németh Ádám, Szilágyi Gábor, Hancz Csaba. (2009) A hazai halfogyasztási szokások és a magyarországi halpiaci tendenciák alakulása napjainkban. *Élelmiszer, táplálkozás marketing* volume 4. No. 1-2, p 81-85.



### **Lektorált folyóiratokban megjelent tudományos közlemények idegen nyelven:**

1. **J. Káldy**, Á. Szilágyi, G. Szilágyi, L. Szathmári. (2013) Effects of different fish feeds on the quality of sturgeon hybrid (*Acipenser ruthenus* x *Acipenser baeri*). World Aquaculture Magazine (megjelenés alatt).
2. László Szathmári – Gábor Szilágyi – **Jenő Káldy**. (2012) Producing quality food products derived from african catfish (*Clarias gariepinus*) and sturgeon hybrid (*Acipenser ruthenus* × *Acipenser baeri*) fed by various fish diets. The Impact of Urbanization, Industrial, Agricultural and Forest Technologies on the Natural Environment (ISBN: 978-963-19-7352-5) p. 241-250.

### **Lektorált konferencia kiadványban megjelent közlemények:**

1. **Káldy Jenő**. (2013) A kecsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) és a szicsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 x *Acipenser baeri* Brandt, 1869) korai növekedésének és takarmányhasznosításának összehasonlítása intenzív halnevelő rendszerben. I. Halászati Felsőoktatási Workshop (ISBN: 978-963-269-351-4) p.54-58.
2. **Káldy Jenő** – Szilágyi Ákos – Szathmári László. (2010) A kecsege (*Acipenser ruthenus* L.) és a szibériai tok (*Acipenser baeri* Brandt) keresztezésének eredményei. Halászatfejlesztés (ISBN: 978-963-7120-31-2) volume 33. p. 55-63.

### **Konferencia kiadványban megjelent kivonatok:**

1. Szathmári L., Zsédely E., **Káldy J.**, Németh Á., Varga L., Szilágyi G., Hancz Cs., Molnár E. (2011) Zsírsav struktúra alakulása a fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) alapú feldolgozott termékeken. LIII. Georgikon Napok (ISBN: 978 963 9639 43 0), p. 117. Keszthely

2. **Káldy J.**, Szathmári L. (2010) A szicsege (*Acipenser ruthenus* Linneus x *Acipenser baeri* Brandt) nevelésének biológiai-technológiai szempontjai. XXXIII. Óvári Tudományos Nap CD ROM, (ISBN: 978 963 9883 55 0), Mosonmagyaróvár
3. Szathmári L., **Káldy J.**, Németh Á. (2010) Intenzív haltermelési technológiák Magyarországon. XXXIII. Óvári Tudományos Nap CD ROM (ISBN: 978 963 9883 55 0), Mosonmagyaróvár

### **Megjelent poszterek:**

1. **J., Káldy**, E., Zsédely, Á., Szilágyi, L., Szathmári, Cs., Hancz. (2012) Impact of linseed oil feed supplementation on the growth and fatty acid composition of the hybrid of sterlet and syberian sturgeon (*Acipenser ruthenus* Linnaeus x *Acipenser baeri* Brandt). Aqua, Prague
2. **Káldy Jenő** – Szilágyi Ákos – Szathmári László. (2010) A kecsge (*Acipenser ruthenus* L.) és a szibériai tok (*Acipenser baeri* Brandt) keresztezésének eredményei. XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas
3. **Káldy Jenő**. (2008) Különböző tokfélék takarmányozásának és növekedésének vizsgálata. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas

### **Ismeretterjesztő közlemények:**

1. **Káldy Jenő** - Szilágyi Ákos - Szathmári László. (2011) A szicsegéről. Magyar horgász volume LXV. No. 11. p. 50-51.
2. **Káldy Jenő** - Szathmári László - Káldy Kata - Szilágyi Ákos. (2011) Innováció a tokhaltenyésztésben - egy nyugat-magyarországi környezettudatos, többfunkciós tokhalnevelő telep terveinek bemutatása. Őstermelő, gazdálkodók lapja No. 2011/6. p.110-112.