

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

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

KÉSZÍTETTE:

KÁLDY JENŐ

**MOSONMAGYARÓVÁR
2014**

**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**

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

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

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:
KÁLDY JENŐ

**Készült a Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság és
Élelmiszertudományi Kar Ujhelyi Imre Állattudományi Doktori
Iskola, Az állati termék termelés nemesítési és tartástechnológiai
vonatkozásai programja keretében**

Témavezető: Dr. Szathmári László

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton.....%-ot ért el,

Mosonmagyaróvár, 2014.....

.....
a Szigorlati Bizottság Elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen/nem)

Első bíráló (Dr.) igen/nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen/nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.

Mosonmagyaróvár, 2014.....

.....
a Bírálóbizottság elnöke

Doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
az EDHT elnöke

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

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	4
Kivonat.....	6
Abstract	8
1. Bevezetés	10
1.1. A téma jelentősége, aktualitása	10
1.2. Célkitűzések	14
2. Szakirodalmi áttekintés	15
2.1. A tokfélék családja	15
2.2. A tokfélék halászatának és állomány nagyságának történeti áttekintése Magyarországon.....	17
2.3. A kecsege bemutatása	20
2.3.1. Rendszertani besorolás.....	20
2.3.2. Morfológiai leírás.....	21
2.3.3. Elterjedés és élőhely.....	22
2.3.4. Szaporodás, egyedfejlődés	24
2.3.5. Táplálkozás	25
2.3.6. Tenyésztés	26
2.3.7. Kecsege hibridek.....	29
2.4. A szibériai tok bemutatása	31
2.4.1. Rendszertani besorolás.....	31
2.4.2. Morfológiai leírás.....	32
2.4.3. Elterjedés és élőhely.....	33
2.4.4. Szaporodás, egyedfejlődés	35
2.4.5. Táplálkozás	35
2.4.6. Tenyésztés	35
2.4.7. Szibériai tok hibridek	37
2.5. A heterózishatás jelensége	38
2.6. Az interspecifikus hibridizáció	40
2.7. A zsírsavak bemutatása	43
3. Anyag és módszer	47
3.1. A halak szaporítása	47
3.2. A halak előnevelése	49
3.3. A halak utónevelése	53

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

3.4. A halak növekedésének és takarmányhasznosításának vizsgálata.....	56
3.5. A nyers kecsege, szibériai tok és szicsege filé zsírsav tartalmának összehasonlítása.....	57
3.6. Szicsege takarmányozási kísérletek	58
3.6.1. Lenolajjal és diólajjal kiegészített haltápot fogyasztó csoportok vizsgálata.....	58
3.6.2. A lenolajjal kiegészített filé füstölése	61
3.7. A filék zsírsav-összetételének meghatározása	62
3.8. Statisztikai értékelés.....	63
4. Eredmények és értékelésük	64
4.1. A szicsegék növekedése és takarmányértékesítése	64
4.2. A nyers szicsege és szibériai tok izomzatának zsírsavprofilja	71
4.3. A lenolajjal és diólajjal kiegészített tápos csoport zsírsavösszetétele	78
4.4. A füstölt szicsege filé zsírsavösszetétele	94
4.5. A heterózis hatás kifejeződése a szicsegekben	96
5. Következtetések javaslatok	99
6. Új tudományos eredmények.....	103
7. Összefoglalás.....	105
Summary	109
8. Táblázatok jegyzéke.....	113
9. Ábrák és képek jegyzéke	115
10. Irodalomjegyzék.....	117
11. Mellékletek.....	132
12. Rövidítések.....	138
Köszönetnyilvánítás	139

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

KIVONAT

Régóta ismert tény, hogy a kecsegét (*Acipenser ruthenus L.*) szibériai tokkal (*Acipenser baeri B.*) keresztezve életképes utódokat kapunk. Az is ismert, hogy a két faj eltérő kromoszóma száma miatt az utódok sterilek, azaz szaporodásra képtelen egyedek lesznek. Ebben az esetben fel kell tenni a kérdést, hogy a szaporodóképesség hiánya miatt kifejeződi-e a szomatikus heterózishatás?

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a szicsegék (*Acipenser ruthenus x Acipenser baeri*) felülmúlják-e a szüleik növekedését, takarmányhasznosító képességét, és ha igen milyen mértékben? Azonban a mennyiségi mutatók mellett, másik fontos tényező a halhús minősége, hiszen a szicsege csak, mint vágóállat jöhet számításba.

Megállapítottuk, hogy a szicsege felülmúlja a szülő fajok növekedésének átlagát (28,55%), azonban nem múlja felül a nagyobbra növő szülőfaj szibériai tok növekedését. Ez igaz a napi testtömeggyarapodásra és takarmányhasznosító képességre is, előbbiben a heterózis mértéke 97,66%, míg az utóbbi tulajdonságban 48,09%.

A minőségi tulajdonságok közül mind a telített zsírsavak, mind az egyszeresen telítetlen, mind a többszörösen telítetlen zsírsavak esetében a heterózis mértéke 8,8%, 3,6%, illetve 9,68% volt. A humán táplálkozás szempontjából fontos eikozapentaénsav (EPA) és dokozahexaénsav (DHA) tekintetében a heterózis mértéke 24,94%

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

illetve 75, 85%. Az n-6/n-3 zsírsavak aránya tekintetében 54,44% volt a heterózis mértéke.

Bebizonyítottuk, hogy a szicsege növekedésben és takarmányhasznosításban a nagyobb faj szibériai tokkal mutat hasonlóságot, addig a húsminőség tekintetében meghaladja mindkét szülői faj értékeit, ezáltal értékesebb halhúshoz juthatunk, mint bármelyik más hazai édes-, és több sósvízi halfaj esetében.

A telítetlen zsírsavak mennyiségének emelése érdekében 5% lenolajjal és 5% diólajjal kiegészített haltápot is etettünk a halakkal. Megállapítottuk, hogy érdemben egyik kezelés sem emelte a szicsegehús telítetlen zsírsav mennyiségét, és nem javított sem a növekedési sem a takarmányhasznosítási mutatókon. Azonban a füstölés, mint feldolgozási eljárás jelentősen nem csökkentette és nem is növelte a szicsegehús minőségi mutatóit.

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

ABSTRACT

It has been known for a long time, that crossing (*Acipenser ruthenus L.*) the sterlet with Siberian sturgeon (*Acipenser baeri B.*) results viable descendents. It is also generally known, that because of the different chromosome number of the two species, the descendents are sterile, namely they are not able to propagate. In this case the question is, whether the somatic heterosis effect will be expressed due to the lack of propagation ability.

During our research we searched the answer for the question, in what extent can the sturgeon hybrids (*Acipenser ruthenus x Acipenser baeri*) surpass their parent's growth, food utilization. However, beside the growing and feeding figures, an other important factor was regarded, the quality of the fish meat, because the sturgeon hybrid can be considered only as meat stock.

We determined, that sturgeon hybrid surpass the average growth of the parental species (28,55%), but they don't surpass the growth of the higher growing Siberian sturgeon parental species. Also can be stated, that the daily body mass development and by the fodder utilization ability increased. In case of the former property the extent of the heterosis is 97,66%, while in case of the latter one it is 48,09%.

From fish quality point of view, the saturated fatty acids, the monounsaturated fatty acids and also the polyunsaturated fatty acids, resulted heterosis values respectively 8,8%, 3,6% and 9,68%. In the case of eikozapentaenic acid (EPA) and dokozahexaenic acid (DHA),

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

which are important in human nutrition the values varied from 24,94% to 75,85%. Considering the rate of n6/n3 fatty acids, the value of heterosis effect was 54,44%.

We have proved, that while in growth and food utilization of sturgeon hybrid demonstrates similarity with the bigger species Siberian sturgeon, in the case of meat quality they surpass the values of both parental species, hereby we can obtain more valuable fish meat than compared to other native fresh- water and salt-water fish species.

In order to increase the quantity of unsaturated fatty acids, we also fed the fishes with fish diet completed with 5% linseed-oil and 5% nut-oil. It can be stated, that none of these treatments increased the unsaturated fatty acid rate in sturgeon hybrid meat, and it also didn't improve either the growing, or the food utilization results. However, the smoking processing method, didn't relevantly interferes the quantity of sturgeon hybrid meat.

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

1. BEVEZETÉS

1.1. A téma jelentősége, aktualitása

Magyarországon az egy főre jutó halfogyasztás egy év alatt 2,9 százalékkal, 3,6 kilogrammra nőtt 2011-ben, viszont 2,7 százalékkal alacsonyabb a 2006–2010-es évek átlagánál. Ennek megfelelően a korszerű táplálkozáshoz nélkülözhetetlen halfogyasztás Magyarországon továbbra is rendkívül alacsony, annak ellenére, hogy 20 százalékkal magasabb, mint 2000-ben (Statisztikai tükör, 2013).

2011-ben a hús, a hal és készítményeik ára átlagosan 3,3 százalékkal emelkedett, ami fele a 6,6 százalékos élelmiszerár-növekedésnek (Statisztikai tükör, 2013).

Napjainkban, Magyarországon, szív- és érrendszeri betegségben annyian halnak meg, mint amennyi az összes más okokból 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 n-3 típusú zsírsavak hatása (Simopoulos, 1991).

Krauss és munkatársai (2000), szerint hetente két alkalommal fogyasztott halétel segít megelőzni a szív- és érrendszeri betegségek kialakulását.

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

A tokfélék húsa jelentős mértékben tartalmaz n-3 zsírsavakat. Ezek közül a legfontosabb az eikozapentaénsav (EPA) és a dokozahexaénsav (DHA). A halak zsiradékában található eikozapentaénsav a belőle képződő prosztanoidoknak nevezett vegyületek révén lassítja a vérrögök (trombusok) kialakulását, illetve ezen keresztül a vérerek elzáródását, így végső soron a szívinfarktus veszélyét képes csökkenteni. Kimutatható az is, hogy a halakból származó olaj fogyasztása a vérnyomás csökkenését idézi elő. (A magas vérnyomás a szívinfarktus egyik legfontosabb tényezője). Az olyan halak fogyasztása, amelyek többszörösen telítetlen zsírsavakban igen gazdagok, így a többféle, egyidejűleg érvényesülő hatás révén, alapvetően csökkentik a szívinfarktus veszélyét (Csengeri et al., 1988).

A dokozahexaénsav alapvető szerepet játszik az agy és a szem retinájának fejlődésében. A terhesség utolsó három hónapjában a DHA felhalmozódik az embrió agyában. Azokon a koraszülötteken, akik esetében kimaradt a méhen belüli fejlődés e stádiuma, a szoptatás segíthet, mivel az anyatejnek magas a DHA-tartalma. Ma már rendelkezésre állnak DHA-tartalmú tápszerek koraszülöttek számára, de állapotos, illetve szoptató anyák számára is javasolt a nagy zsírtartalmú tengeri halak fogyasztása (Cey-Bert, 2002).

A kecsege húsának eikozapentaénsav (EPA) tartalma 13,0g/kg, míg dokozahexaénsav (DHA) tartalma pedig 9,1g/kg (Csengeri et al., 1988).

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

A tokfélék ikrájából készül a fekete kaviár is, mely szintén gazdag forrása mind az n-3 mind az n-6 típusú esszenciális zsírsavaknak. Magas koncentrációban tartalmaz többszörösen telítetlen zsírsavakat, mint pl. arachidon- (20:4(n-6), AA), eikozapentaén- (20:5(n-3), EPA) és dokozahexaénsavat (22:6(n-3), DHA) (Csengeri, 2008).

A magyar tógazdasági haltermelés pontycentrikussága megkérdőjelezhetetlen, ugyanakkor jövedelmezősége a takarmányárak drágulása miatt csökken. Az intenzív üzemi haltermelés produktuma pedig a legtöbb hazai fogyasztó számára túlságosan drága.

Tógazdasági haltermelés 2011-ben 24 364 hektáron, míg üzemi haltermelés 11 gazdaságban összesen 16 267 m³ termelő területen folyt. Magyarországon 2011-ben az étkezési célú tógazdasági haltermelés 14 280 tonna, míg az intenzív üzemi étkezési haltermelés 2 066 tonna volt. A tógazdasági haltermelés tekintetében az étkezési célú haltermelés több mint 75%-a ponty volt, míg az intenzív üzemi haltermelés étkezési célú haltermelésének kevesebb, mint 2,5%-a volt az étkezési tokhaltermelés. Tokfélék esetében kijelenthető, hogy az étkezési halként bejelentett termelés mennyiségében a rendelkezésre álló 2011. évi adatok fényében csökkenés tapasztalható (Jámborné Dankó et al., 2012).

A halgazdaságok kínálatát mindenképpen bővíteni kell. Ez egyrészt történhet az értékes ragadozó halak piaci részesedésének növelésével (Horváth et al., 2007), másrészt a ponty mellett társhalként tartott értékes tokfélékkel, ponty-tokhal polikultúrában.

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

A tokfélék állománymegóvásának és a visszatelepítési programoknak rendkívül fontos szerepe van a vizeink faji sokféleségének és ezen keresztül a jó ökológiai állapotának fenntartása érdekében.

Vasiljeva (2008) szerint, a természetesvizi tokállományok helyreállításának jelenlegi feladatai az alábbiak:

- A természetes szaporulat növelése.
- Törzsállományok kialakítása és kontrollált körülmények közötti nevelése.
- Árutermelő tokfarmok létesítése.

Hazánkban, az újonnan elfogadott 2013. évi CII. Törvény a halgazdálkodásról és a hal védelméről kimondja, hogy:

- az idegen és nem honos fajoknak haltermelő létesítménybe történő telepítésére - a Tanácsi Rendeletben meghatározott halfaj halgazdálkodási vízterületre történő telepítésére - a természet védelméről szóló törvényben meghatározott előírásokra is figyelemmel - engedély csak akkor adható, ha:

- a) a telepíteni kívánt vízterület teljesen zárt, lefolyástalan, vagy
- b) a telepíteni kívánt állomány szaporodásra képtelen és a természetvédelmi hatóság véleménye alapján ökológiai kockázatot nem jelent (Magyar Közlöny, 2013).

A 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 Rendreletre, mely a IV. mellékletében foglalkozik a tokhalakkal: a kecségével (*Acipenser ruthenus*), vágótokkal (*Acipenser*

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

gueldenstaedtii), simatokkal (*Acipenser nudiventris*), 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 kecsége volt az apai-, míg a szibériai tok az anyai faj.

1.2. Célkitűzések

Kísérleteink során a következő 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. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A tokfélék (*Acipenseridae*) családja

A tokfélék a földtörténeti középkorban 200 millió évvel ezelőtt jelentek meg (Bemis és Kynard, 1997). Nem túlzás azt állítani, hogy élő kövületek. Azonban a túlzott halászat miatt napjainkra csaknem az összes tokféle veszélyeztetetté vált. Ez elsősorban kizárólag a tokfélék ikrájából készíthető fekete arany, a kaviár, a következménye. A tokfélék kizárólag az északi félteke édes, fűsós (brakk) és sós vizeiben élnek (Rochard et al, 1991). A tokfélék rendjén (*Acipenseriformes*) belül két család található. Az egyik a valódi tokfélék (*Acipenseridae*), míg a másik a kanalastokok (*Polyodontidae*) családja. A valódi tokfélék családján belül 27 faj tartanak számon (Bemis és Kynard, 1997), mely fajok kétharmad része Európában, míg egyharmad része Észak-Amerikában és Ázsia északi részén található (Billard és Lecointre, 2001). A tokfélék rendjének minden faja szerepel a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) vörös könyvében, mint veszélyeztetett faj, a tokfélék kereskedelmét, és a belőlük készült termékek eredetiségét pedig a Washingtoni Egyezmény (CITES) szabályozza.

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

A tokféléket Bemis és munkatársai (1997) vándorlásuk alapján a következő csoportokba osztja:

- diadrom tokfélék: vagy a tengerből vándorolnak az édesvízbe, vagy az édesvízből a tengerbe. A tokfélék többsége diadrom. Azonban, ezen csoporton belül is további két csoport létezik viselkedésforma alapján:

- anadrom tokfélék: a tengerben élnek és csak szaporodni úsznak fel a folyókba, pl.: viza (*Huso huso*) (Bacalbasa, 1999), sőregtok (*Acipenser stellatus*), vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii*), sima tok (*Acipenser nudiiventris*).

- amfidrom tokfélék: édesvízben szaporodnak és az ivadékok is édesvízben élnek, azonban a kifejlett példányok a tengerbe vándorolnak táplálkozni, pl.: rövidorrú tok (*Acipenser brevirostrum*).

McDowall (1988, 1992) még egy csoportot sorol fel:

- potamodromus tokfélék: egész életüket édesvízben töltik, és csak abban a folyóban, vagy tóban vándorolnak, amelyben élnek pl.: kecsege (Bacalbasa, 1999).

Magyarországon a tokfélék (*Acipenseridae*) családján belül öt faj (*species*) őshonos.

- kecsege (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758)
- sőregtok (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771)

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

- vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii Brandt et Ratzeburg, 1833*)
- simatok (*Acipenser nudiventris Lovetzky, 1828*)
- viza (*Huso huso Linnaeus, 1758*)

2.2. A tokfélék halászatának és állomány nagyságának történeti áttekintése Magyarországon

A tokhal Magyarország igazi különlegessége. Szent István király oklevelekben adományozott - elsősorban a viza és a vágótok - fogására alkalmas eszközöket és halászhelyeket a monostoroknak és apátságoknak. 1008-ból származnak a veszprémi püspökség, 1015-ből a pécsváradi monostor, 1019-ből a zalavári monostor adománylevelei, amelyek mind azt bizonyítják, hogy a halászat birtoklása sokkal többet jelentett, mint a kezdetleges eszközökkel művelt, vagy töretlen földek tulajdonjoga (Fekete, 1998).

Egy 1036-1037-ből származó okirat így rendelkezik: „Zelib vizében adassék a monostornak minden hetedik viza”. Ezekkel a nagytestű tokfélékkel a halászok akár még az adójukat is megfizethették. Az 1050. évet a halászat tekintetében ötven óriási viza tette nevezetessé, amelyet I. András magyar király a Győr alatt megszorult III. Henriknek küldött; ez a haltömeg mentette meg a német tábornokot az éhenpusztulástól. E vizák eszünkbe juttatják Marsiliust, ki ezer fontos darabokról emlékezik (Herman, 1887).

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

A XVIII. század első felében Bél Mátyás, a korszak jeles tudósa *Tractatus de re rustica Hungarorum* című művében így írt a dunai tokhalászatról: *"Ha mennyiségében nem is, de halainak nemességében bizony megelőzi a Duna a Tiszát. Többek között bővelkedik tokfélékben, melyeknek páratlanul csodálatos halászásával Magyarország büszkélkedik."*

Másfél évszázaddal később, 1877-ben Károli János már ritkaságként említette az óriási méretű dunai tokféléket, és fogatkozásukról így vélekedett: *"Ez nagy jelentőségű kérdés, méltó arra, hogy a hazánk anyagi érdekeivel foglalkozó kormányférfiak is egy kis figyelmet fordítsanak rá"*. Tehát már a XIX. század végén megkezdett nagyszabású folyószabályozások előtt is csak szórványosan fogták ki a nagyobb tokfajok példányait a Közép-Dunából, s ez egyértelműen a túlzott halászatnak volt a következménye. Az utóbbi másfél évszázadban mindössze hatvan vizafogást jegyeztek fel a Duna magyarországi szakaszán. (<http://www.viza-sturgeon2020.hu/viza2020.html>)

A tokféléket főleg folyóvizeken halászták, leginkább húzóhálóval, de jég alól is fogták. A hatalmas vizákat a folyókba engedett csupasz vas horgokkal fogták.

Kecsege fogására fejlesztették ki a kecsegehálót. A háló felépítése, beállítása hasonlít a húzóhálóéra. Az eltérés az, hogy a sűrűbb 30-40 mm-es léhész finomabb cérnából készül és azt két oldalról 60-120 mm-es finom inslégből készült tükörléhésék borítják. Inkább csak folyóvizeken használják (Bercsényi, 1997).

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

Am, a túlzott halászat következtében a XVI. századtól a Közép-Dunán megritkultak a nagyméretű tokfélék. A XIX. században még a Fekete-tenger felől vándorló tokfélék néhány példánya eljutott a Duna bajorországi szakaszáig. A XX. század végére azonban a tokfélék a kecsge kivételével csaknem kipusztultak a Felső- és a Közép-Dunából. A Kárpát-medencében az elmúlt 30 évből nincs adat arra, hogy a sóregtok előfordult volna, és csak néhány adat igazolja a vágótok és a sima tok jelenlétét is. A XX. századra az Al-Dunán is katasztrofálisan csökkent a tokfélék gyakorisága.

Az 1960-as években Al-Dunán a halászok által zsákmányolt tokfélék mennyisége még 200 tonna/év volt (Bacalbasa, 1999). Az 1990-es években egyre intenzívebbé vált a halászat, azonban törvényi szabályozás nem volt a tokfélék halászatára (Navodaru, 1999a; Navodaru, 1999b; Suciú, 2008). Ennek következtében 2002-ben már csak 37 tonna/év, 2005-ben pedig már csak 11,5 tonna/év volt.

Amennyiben a Duna jó ökológiai állapotának helyreállításához általános indikátornak elfogadjuk a folyón az emberi beavatkozások előtt kétszer is végigvonuló vizát, akkor az ökológiai javulás eléréséhez szükséges beavatkozásokat is ennek megfelelően kell megtervezni. A Viza 2020 programban meghatározott 20 év elegendőnek tűnik arra, hogy realitássá váljon a tokfélék tömeges megjelenése és fennmaradása a Kárpát-medencében. A Dunán egykor előforduló tokfajok, a kecsge kivételével, ma már közel állnak a kipusztuláshoz.

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

2.3. A kecsege (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus 1758) bemutatása

2.3.1. Rendszertani besorolás

Ország: Állatok /*Animalia*/

Tözs: Gerinchúrosok /*Chordata*/

Altörzs: Gerincesek /*Vertebrata*/

Ágazat: Állkapcsosak /*Gnathostomata*/

Ág: Halak /*Pisces*/

Osztály: Csontos halak /*Osteichthyes*/

Alosztály: Sugaras úszójúak /*Actinopterygii*/

Főrend: Porcos ganoidok /*Chondrostei*/

Rend: Tokalakúak /*Acipenseriformes*/

(Bakonyi, 1995)

Család: Tokfélék /*Acipenseridae*/. A tokfélék családjába tartozik a kecsege, amely a csontos halak legősibb családja.

Genus: Tokok /*Acipenser*/. A tokfélék családján belül az *Acipenser* genusba tartozik.

Faj: *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758. A fajt Carl von Linné írta le 1758-ban.

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

2.3.2. Morfológiai leírás



1. sz. kép: Kecsege (*Acipenser ruthenus* L.)

(Forrás: www.horgaszat.hu)

Orsó alakú, megnyúlt testű hal. Orra aránylag hosszú, karcosú, enyhén fölfelé hajló. Az Al-Dunán leírtak egy rövidorrú formát, aminek *Acipenser ruthenus* var. *brevirostris* nevet adták (Antipa, 1909).

Alsó állású szája kicsi, alsó ajka közepén megszakított. Bajuszszálai hosszúak, rojtozottak, hátrasimítva a felső ajkat eléri. Hátúszója a test végéhez közel esik, rendszerint 33-51 sugár támasztja. Anális úszója a hátúszó alatt található, sugárszáma 21-33. A sötét alapszínű úszókat rendszerint egy keskeny fehér sáv szegélyezi. Hátán a csontvérték száma 12-17, a hasi vértéké 12-18 (Harka és Sallai, 2004). Testének mindkét oldalán találunk egy-egy kisebb vértékből álló oldalsó vértsort, melyben a vérték száma 57-71 (Pintér és Pócsi, 2002).

A kecsege testének nagyobb része sötétbarna, esetleg zöldes árnyalattal. Hasa sárga színű. Sötét alapszínétől jól elütnek a világosszürke vérték. Hasúszói és farok alatti úszója enyhén

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

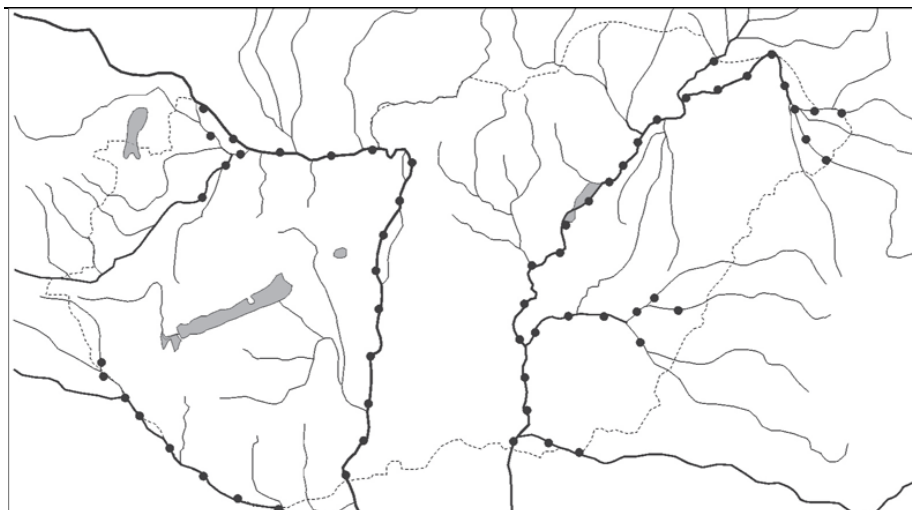
vörhenyes, a többi úszó fakószürke színű. Előfordulhatnak teljesen fehér vagy sárga színű példányok is (Pintér és Pócsi, 2002, Antipa, 1909).

2.3.3. Elterjedés és élőhely

A valódi tok-félék kizárólag az északi mérsékelt égövben élnek, ahol a nagy folyókban, időnként a tengerben is tartózkodnak (Hans, 1970). Európa keleti felén és Nyugat-Szibéria folyóiban él. Az Északi Jeges-tengerbe ömlő folyók közül az Ob-Irtisz-Jenyiszej vízrendszerében található meg (Pintér és Pócsi, 2002).

Őshonos halunk, amely a jégkorszak után vándorolt be a Fekete-tenger vidékéről. Régen szinte minden folyóvizünkben megtalálható volt, és bár ma is a leggyakoribb tokfélénk, korábbi állományainak csak töredéke él vizeinkben (Harka és Sallai, 2004). A Dunában a kecségének valószínűleg két formája él (Ognjanovic, 2008), ám azok genetikai struktúrája még nem eléggé ismert (Gessner és Rosenthal, 2008). Gyakran messzire felúszik a Dunában s még Bécs magasságában is rendszeresen előfordul, a felső folyásban, pl. Ulmnál már ritkább (Brehm, 1958).

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



1. sz. ábra: A kecsege elterjedése Magyarországon

(Forrás: Harka és Sallai, 2004)

Állandóan édesvízben élő tokfélének, azonban a Kaszpi-tenger vízgyűjtő területén ismeretes a felsős vizű folyótorkolatba bevándorló formája is (Pintér és Pócsi, 2002). A közepes méretű, de még inkább a nagyobb folyók márnazónájának mély vizű, sóderes szakaszait, illetve a dévérzóna felső régiójának kemény, homokos vagy agyagos mederrészeit kedveli. A tavakban és a duzzasztott folyók üledékes mederszakaszain megél ugyan, de nem szaporodik (Harka és Sallai, 2004).

A Vaskapu I. (1970) és a Vaskapu II. (1984) megépítése nagymértékben hatott a kecsegepopulációra. E két műtárgy megépítése kedvezőtlen irányban befolyásolta a felvíz áramlási

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

sebességét és a meder szerkezetét, minek következtében megszűnt az ívóhelyek egy része, amely tovább növelte az al-dunai kecsgepopuláció veszélyeztetettségét (Lenhardt et al., 2008).

2.3.4. Szaporodás, egyedfejlődés

Az ivarérettségüket a hímek 3-7 éves korukban, míg a nőstények 5-12 éves korukban érik el, ekkor testhosszúságuk 40-50 cm (Costache, 2012). Szaporodása április végétől június elejéig tart. Az ívás több részletben játszódik le a folyók mélyebb, sóderes és homokos szakaszain. Az ikraszemek száma nőstényenként 4-100 ezer, átmérőjük 2,5-3,5 mm (Harka és Sallai, 2004), míg más szerzők szerint 10-60 ezer ikrát rak (Tölg és Tasnádi, 1996). Napjainkban a folyószabályozások során megépített, öntözéshez és vízierőművek működtetéséhez használt gépek képezik az ívóhelyre történő vándorlás legfőbb akadályait (Chang, 2008, Kynard, 2008, Chebanov, 2008), azonban 2000-ben kimutatták, hogy a Duna román szakaszán a kecsgepopuláció regenerálódása gyors ütemű (Radu, 2008).

A Duna magyar-szlovák szakaszán végzett növekedési vizsgálatok eredményei az alábbi táblázatban foglalhatók össze (1. sz. táblázat).

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

1. sz. táblázat: A kecsge növekedése a Duna magyar-szlovák szakaszán

Életévek száma	Teljes hosszúság (mm)	Tömeg (g)
1	252	48,5
2	319	111,4
3	365	179,3
4	396	239,2
5	430	319,2
6	462	412,2
7	499	541,1
8	530	669,5
9	574	887,3
10	620	1164,9

(*Forrás: Kovriznych, 1988*)

Az 1. számú táblázat alapján a Dunában a kecsge 5 év alatt haladja meg a 45 cm-es hosszúságot és csaknem 10 év alatt az 1 kg-os testtömeget.

2.3.5. Táplálkozás

Férgekből, csigákból, rovarlárvákból álló táplálékát a mederfenéken keresi. Azokon a folyószakaszokon, ahol legnagyobb kérészünk, a tiszavirág még jelentős számban él, rendszerint a kecsge is

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

megtalálható, mivel a kérészlárva kedvenc csemegéi közé tartozik (Harka és Sallai, 2004). Horn szerint a tokfélék a „békés” halak apróállat-evő csoportjába tartoznak (Horn, 2000). A nagyobb példányok apró halivadékot és növényi törmelékot is fogyasztanak (Pintér és Pócsi, 2002). A fiatal kecsegék pedig már életük első hónapjában ugyanazt a táplálékot fogyasztják, mint a kifejlett kecsegék (Jankovic, 1958). A felnőtt kecsegék táplálékának összetétele a Dunán változatos képet mutat. A táplálék legjelentősebb elemei a tegzesek (*Trichoptera*), a felemáslábú rákok (*Anuoguoisa*), az árvaszúnyog lárvák (*Chironomida*), egyéb rovarok (*Diptera*, *Ephemeroptera*), majd a fontossági sorrendben egy kagylófaj (*Sphaerium corneum*) és férgek (*Oligochaeta*) következnek (Pintér és Pócsi, 2002).

2.3.6. Tenyésztés

Szocio-ökonómiai szempontból a kecsege vizeink alulhasznosított, mi több elhanyagolt lakója (Pintér, 2008), annak ellenére, hogy Magyarországon a kecsege tenyésztése már az 1950-es években megkezdődött. Lányi György és Jaczó Imre hipofizálás útján már sikeresen fejt kecsege spermát és ikrát a Tiszából fogott szülőhalakból. A hipofizáláshoz dévérkeszeg (*Abramis brama*) és fogassüllő (*Sander lucioperca*) hipofizist használtak fel. Az ikrák ragadósságát keményítőoldattal szüntették meg. Érdeemes megemlíteni, hogy megállapították, miszerint a tiszai kecsegék közt

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

található egy télutón (február eleje – március közepe közt) és egy tavasszal (április közepe – május közepe közt) ívó biológiai csoport, s a peték beérlelése szakaszosan történik, minthogy a tavasszal ívók ősszel (szeptember vége – október vége közti időszakban) ismét leívnak (Lányi, 1961).

Kecsege heréből kinyert, mélyhűtött kecsége spermával is sikerült termékenyülést elérni. A termékenyülés 2-4 sejtes állapotban heréből kinyert kecsegespermával 5-13%, lefejt kecsegespermával termékenyítve 17-19% volt a mintában lévő összes ikrához viszonyítva (Magyary et al., 1993).

A kecsége sperma mélyhűtésének technikáját fejlesztették tovább Urbányi és Horváth, (2008), abból a célból, hogy minél jobb hatásfokú termékenyülést érjenek el. Ezen eljárást számos egyéb tokfajnál is sikeresen alkalmazták.

A kecsége szaporítása sikerült szintetikus LHRH-val (luliberin) is. A beoltott kecsége ikrások több mint 90%-ánál komplett ovulációt sikerült elérni. A lefejt ikra 70-90%-ban termékenyült (Horváth, 1985).

Kecsege mesterséges szaporításában sikeresen alkalmaznak nem emlős GnRH analógokat is. A DpHe(6)Gln(8), GnRH, és a DPHe(6)Gln(8)des Gly(10)NH₂ analógok eredményesen indukálták az ovulációt kecsége anyáknál. Kecsegénél 17 °C-on az 1-5 mikrogramm/ttkg priming és a 30-70 mikrogramm/ttkg resolving dózis 6 óra időeltolódással az anyák 75%-os beérését eredményezi. A

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

hasonló módon kezelt tejesek 95%-a beérett. Az ovuláció 24-26 óra után következett be (Gulyás, 1988).

A hipofízis kezelés „kiváltására” ma már elterjedten alkalmaznak szintetikus hormonkészítményeket is. Ezek a készítmények az emlősök luteinizáló hormon releasing hormonjának analógjai, melyek közül a legáltalánosabban használt a des-Gly10(D-Ala6)-LH-RH Ethylamid összetételű vegyület. Ez a hormon a legtöbb tokfajnál 0,15-100 µg/kg közötti tartományban sikeresen indukálta az ivarsejtek beérést. Ezen kívül több más analóg hormon (pl. azagly-nafarelin, vagy des-Gly10(D-Phe6)-LH-RH egyedül, vagy pl. metoclopramiddal együtt) is eredményesen alkalmazható a kecségék mesterséges szaporításához (Rónyai, 2008).

Sikerült már androgenezissel is kecségéket szaporítani. A tejes példányok albinók, míg az ikrás egyedek vadszínű dunai kecségék voltak. Az anyai genom inaktiválását gamma sugárral végagték, 30 kR végső dózisban. A diploiditás visszaállításának érdekében a hősokk a termékenyítést követő 85. percben történt, aminek paraméterei 38 °C-on 150 másodpercre adódtak. A sikeres androgenezis során a temékenyülési érték 11,2%, a kelési érték pedig 5,1% volt. Az utódnemzedékben kizárólag albinó színű egyedek jelentek meg (Urbányi et al., 1999).

Az ikrák „kinyerése” történhet egy 8-10 cm-es hasfali bemetszésen keresztül, vagy a petevezeték kaudális végének átmetszésével (Podushka, 1999).

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

Mesterséges szaporítással sikerült már évente két alkalommal is szaporítani kecsegét úgy, hogy a korai szaporítást január-márciusban a szezonális szaporítást pedig április-május hónapokban végezték. Folyóvízből származó ikrás kecsegéknél GnRH-hormon kezelés hatására a január-márciusi szaporítás alatt hasonló ovulációs gyakoriságot értek el, mint a természetes ívási időszakban (április-május) szaporítottaknál (Rónyai, 1991).

2.3.7. Kecsege hibridek

A csontos halak (Osteichthyes) osztályán belül természetes úton számos faj képes eredményesen kereszteződni. (Schwartz, 1981, Scribner et al., 2000, Bettles et al., 2005, Kozfkay et al., 2007). A tokfélék (*Acipenseridae*) családján belül természetes úton könnyebben létrejöhetnek fajhibridek, mint a többi halfajnál (Birstein és Bemis, 1997), amit a Rába magyarországi szakaszán, 2006 augusztusában kifogott 10 kg-os hibrid tokhal is bizonyít, amelyről a részletesebb vizsgálatok után kiderült, hogy kecsege és vágótok hibrid volt (Sallai, 2006). Ha egymáshoz egyező ploeditási fokon álló fajok kereszteződnek, akkor az F1 nemzedékben a nőstény egyedek fertilisek lesznek, azonban az eltérő plioditási fokon lévő fajok hibridjei sterilek (Arefyev, 1997, 1998).

Az első sikeres mesterséges hibridizációt F.V. Ovsyannikov végezte el 1869-ben kecsege ikrával és vágótok spermával (<http://www.fao.org>).

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

Kecsegét sok tokfélével kereszteztek, pár éve atlanti tokkal is. A hibridek közül a $2n=120$ kromoszóma-számú szülőkkal keresztezettek (*sturio*, *huso*, *stellatus*, *dauricus* stb.) szaporodó-képesek (Bercsényi, 2008). A gazdaságilag fontos nemesített tokvariánsok létrehozását célzó tevékenységet a múlt század ötvenes éveiben kezdték el fajok közötti hibridizációval. Ilyen volt a vicsege, amely a kecsege és a viza keresztezésének eredménye. Később reciprok keresztezések segítségével további hibrideket képeztek a vicsegével (kecsege x vicsege és viza x vicsege). Ez a két hibrid lett az eredménye több mint 40 év tudatos szelekciós munkájának. Az irányított szelekció, mely a három hibrid megalkotása idején zajlott, a kariotípus stabilizációjához és a szaporodási hatékonyság növekedéséhez vezetett. A hibridek teljesítmény-vizsgálata után az Orosz Mezőgazdasági Minősítő Hivatal jóváhagyta a hibridek törzskönyvezését (Burtcev vicsege, Aksaysk vicsege, VNIRO vicsege). A Burtcev vicsege az alapforma. Jó növekedési eréllyel és jó vágóértékkel rendelkezik, amely egy kg-os tömeg felett keresett és értékes piaci terméké teszi ezt a variánst. Az Aksaysk vicsege (kecsege x vicsege) a morfológiai indexei alapján a kecsegéhez hasonlít, mégis egy sajátos habitussal rendelkezik. Testméretei a kecsegénél nagyobbak, viszont annak előnyös tulajdonságait megőrizte. A VNIRO vicsege (viza x vicsege) abban különbözik a többitől, hogy nagyobb a termékenysége. Tulajdonságait tekintve a vízához hasonlít, amely előnyösnek bizonyul a kaviártermelés szempontjából (Bogeruk, 2008).

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

Hazánkban a 20. század hetvenes éveinek nagy halbiológiai kísérlete volt a vicsege. A cél egy olyan gyors növekedésű és nagy testű állat előállítása volt, amely a kecsegehez hasonlóan nem hagyja el az édesvizet, és magában hordozza a víza hihetetlen növekedését, azonban a kísérletek eredménytelenül záródtak, mert a folyókba kihelyezett példányokat nem sikerült visszafogni (Ulyhelyi, 2005).

2.4. A szibériai tok (*Acipenser baeri* Brandt, 1869) bemutatása

2.4.1. Rendszertani besorolás

Ország: Állatok /*Animalia*/

Tözs: Gerinchúrosok /*Chordata*/

Altörzs: Gerincesek /*Vertebrata*/

Ágazat: Állkapcsosok /*Gnathostomata*/

Ág: Halak /*Pisces*/

Osztály: Csontos halak /*Osteichthyes*/

Alosztály: Sugaras úszójúak /*Actinopterygii*/

Főrend: Porcos ganoidok /*Chondrostei*/

Rend: Tokalakúak /*Acipenseriformes*/

(Bakonyi, 1995)

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

Család: Tokfélék /*Acipenseridae*/. A tokfélék családjába tartozik a szibériai tok, amely a csontos halak legősibb családja.

Genus: Tokok /*Acipenser*/. A tokfélék családján belül az *Acipenser* genusba tartozik.

Faj: *Acipenser baeri* Brandt, 1869. A fajt Johann Friedrich von Brandt írta le 1869-ben.

2.4.2. Morfológiai leírás



2. sz. kép: Szibériai tok (*Acipenser baeri* B.)

(Forrás: www.horgaszat.hu)

Teste hengeres, feje kúpos, orra megnyúlt. Hosszú és sima bajuszszálai közelebb erednek az orrcsúchhoz, mint a szájnyíláshoz, s hátrasimítva a felső ajkat elérik. Alsó állású szája közepes méretű. Alsó ajka közepén megszakított, felső ajka – szintén a középtájon – az alsó ajak felé enyhén becsúcsosodik. A farokrészen elhelyezkedő hátúszójában 30-56, farkalatti úszójában 17-33 úszósugár található. Vértjei beolvadnak a test színébe, attól élesen nem különülnek el. Vértpikkelyeinek száma a háton 10-20, az oldalán 32-62, a hason 7-16

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

(20). Testszíne a háton barnásfekete vagy barnásszürke, halványabb árnyalatban hasonló az oldala is, a hasa fehéres (Pintér, 1989). Testhossza elérheti a 2 métert, tömege a 210 kilogrammot is (Sokolov és Vasilev, 1989).

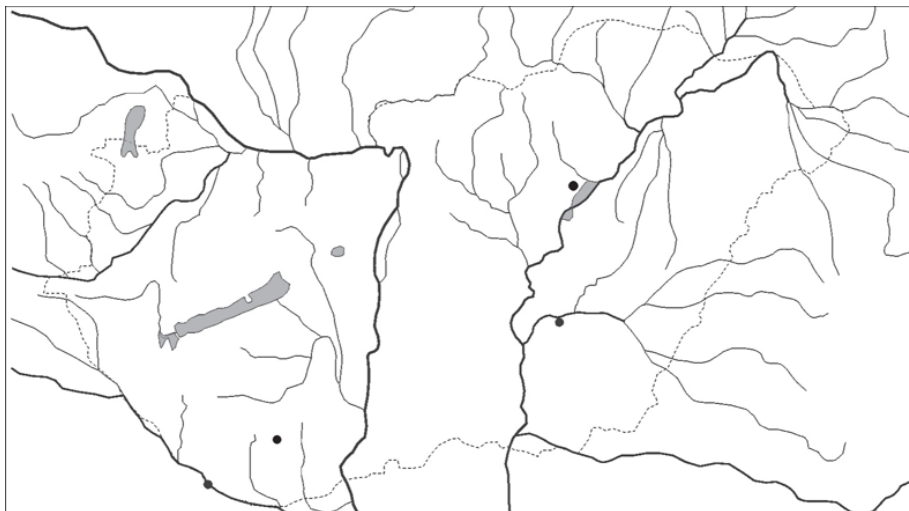
2.4.3. Elterjedés és élőhely

Hatalmas elterjedési területén több, az adott vízrendszerek szerint elkülönült populációja él. A faj populációi a földrajzi fellelhetőségük szerint nagy morfológiai változatosságot mutat. Menshikov (1947) arra következtetett, hogy két alfaja van: a tipikus forma, *Acipenser baeri baeri* Brandt, amely az Ob-vízrendszert, és az *Acipenser b. stenorhynchus* A. Nikolski, amely a Jeniszej, Léna és Kolima folyókat népesíti be. Élőhelyén néha összeívik a szibériai kecsegével, *Acipenser ruthenus marsilii* (Kozhin 1964), de a hibrid utódokat részletesen még nem tanulmányozták (Rónyai, 2012).

A szibériai tokot a szarvasi Haltenyésztési Kutató Intézet abból a célból importálta, hogy kecsegével keresztezve egy gazdaságilag jelentős hibridet állítson elő. Tölg és Tasnádi (1996), szerint természetes vizeinkből még nem fogták, azonban 1996-97-ben – a hatóság engedélye nélkül – több száz kilogramm hibridet helyeztek ki a Drávába, így Harka és Sallai (2004), már említi előfordulását a Drávából és a Bikazugi-Holt-Körösből. 2008-ban a Duna felső szakaszán bizonyították a szibériai tok sikeres ívását, valamint sikeres hibridizációját kecsegével (Ludwig et al., 2008). Ez alapján várható,

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

hogyan a halgazdaságokból a természetes vizekbe kiszabaduló szibériai tokok (pl. Bikazugi-Holt-Körös) hazai körülmények között kereszteződhetnek az őshonos kecsege állományokkal (2. sz. ábra).



2. sz. ábra: A szibériai tok előfordulása Magyarországon

(Forrás: Harka és Sallai, 2004)

Többségükben vándorló halak, amelyek a tengerben növekednek, de a folyókban szaporodnak. A lénai tok azonban a szibériai toknak egy olyan változata, amely kizárólag édesvizekben él. Tipikusan folyóvízi formája az, amelyik a Léna folyóban található (Pintér és Pócsi, 2002).

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

2.4.4. Szaporodás, egyedfejlődés

Ivarérettségüket az ikrások a Léna folyóban 20-28, míg a hímek 11-24 év alatt érik el, de iparszerű rendszerekben ez az idő ikrások tekintetében 6-7 évre is lerövidülhet. A Léna folyóban az ikrások 3-6, míg a tejesek 2-4 évenként érlelnek ivarterméket, ám iparszerű rendszerekben ez a folyamat egy év alatt is lezajlik (Pintér és Pócsi, 2002). Ikrások esetében minimum ivarérési testtömeg 0,7 kg, míg a minimum testhosszúság 0,6-0,9 m (Hochleithner és Gessner, 1999). Ívása június-júliusban zajlik, ikráját a gyorsan áramló folyószakaszok kavicsos aljzatára rakja. Az ikraszemek száma 16,5-144 ezer között változik, átmérőjük 2,4-2,9 mm (Harka és Sallai, 2004).

2.4.5. Táplálkozás

A szibériai tok tipikus bentofág faj (Ruban és Panaiotidi, 1994). A kifejlett tokok táplálékát főként fenéklakó gerinctelen szervezetek alkotják, de néha kisebb halak is szerepelnek étlapjukon. Egyes megfigyelések szerint kedvelik a fiatal botos köllöntéket (Harka és Sallai, 2004).

2.4.6. Tenyésztés

A szibériai tok iránt felmerült érdeklődést biológiai sajátosságai váltották ki, valamint az a felismerés, hogy a melegebb éghajlati

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

viszonyok között gyorsan növekszik és jól alkalmazkodik az iparszerű tartási körülményekhez is (Tóth, 1983).

A szibériai tok egyike a legnagyobb mennyiségben fogságban tenyésztett tokféléknek, ugyanis rendkívül jó az adaptálódó képessége, igénytelen a táplálékkal szemben és megfelelően növekszik számos klimatikus zónában is (Milstein, 1975). Számos európai országban is sikeresen tenyésztik (Sokolov és Vasilev, 1989, Willot, 1991), mint például: Olaszországban, Németországban, Franciaországban, Spanyolországban, Bulgáriában, Magyarországon. Gyakran pisztrángos tavakban tenyésztik társhalként mesterséges táplálékkal etetve (Gordienko, 1970, Reichle, 1991). Emellett számos országban monokultúrában és polikultúrában is nevelik agyagos medrű tavakban mint társhal más békés fajok mellett (Slivka 1994, a,b, Krylova és Sokolova, 1976, Slivka és Tichonova, 1977, Steffens, 1990, Bercsényi és Bergler, 1991).

A szibériai tok európai területre történő akklimatizációját az 1970-es évek elején kezdték meg az orosz kutatók. 1981 októberében 250 db 10 g-os szibériai tok ivadék érkezett a Halászati és Öntözési Kutató Intézetbe. A halakat az intézet recirkulációs üzemében helyezték el azzal a céllal, hogy anyahalakat neveljenek, és eközben meghatározták a halak növekedését, takarmányigényét és a neveléshez szükséges víz mennyiségét (Péteri, 1983).

Az üzemi méretű tokhalszaporítás a hormonális indukció módszerének kidolgozásával vált lehetővé. Az ovulációt és a sperma kibocsátását újabban szintetikus LHRH készítményekkel, vagy

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

tokhipofízissal indítják meg. A hipofízisadag 2,0 – 2,5 miligramm/kg. A hormonnal kezelt anyáknál az ikralerakás 15-40 órával az oltás után következik be. A hipofizált hím egyedek nagy mennyiségű spermát adnak. Például egy 15 kilós tejestől akár 500-800 mililiter sperma is nyerhető. A nőivarú halak petefészke nyitott, az ikra a petehordó lemezekről a testüregbe hullik, és innen kerül a külvilágra. A nagyobb egyedek teljes ikratömegének leadásához természetes viszonyok között viszonylag hosszú idő, 5-10 óra szükséges (Pintér és Pócsi, 2002).

2.4.7. Szibériai tok hibridek

A termálvíz felhasználásával elindulhatott a lénai tokkal (*Acipenser baeri*) és a kecsegével (*Acipenser ruthenus*) végzett szelekciós munka is. Ezeknek a munkáknak az eredménye lett a LENA-1 és a STER-1, a lénai tok és a kecsege egy nemesített formája, melyek 2007-ben megkapták a tenyésztési minősítést. A természetes populációban élő egyedektől megkülönbözteti őket magasabb növekedési erélyük, nagyobb hő-, és stressz-toleranciájuk és a mesterséges szaporításhoz szükséges adaptív képességük. A keresztezési munkáknak köszönhetően ezek a hibridek alkalmasak arra, hogy mind ketreces, mind medencés módszerrel nevelhetőek legyenek, és alanyul szolgáljanak további eredményes keresztezésekhez (Bogeruk, 2008).

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

Sikeresen keresztezték a szibériai tokot még a zöld tokkal (*Acipenser medirostris*) (Kolman és Szczepekowski, 2003), és a vágótokkal (*Acipenser gueldenstaedti*) is (Fopp- Bayat, 2006).

2.5. A heterózishatás jelensége

A heterózisjelenség genetikai okai a heterozigóta allélpárokon érvényesülő nem additív génhatásokra (dominancia, overdominancia, episztázis) vezethetők vissza. Mindezekből következik, hogy heterózis csak olyan tulajdonságokban lehet, amelyeket legalább részben nem additív hatású gének alakítanak ki. Elsősorban azokban a tulajdonságokban lehet nagy heterózisra számítani, amelyekben a rokontenyésztési depresszió is nagy.

Szabó (2004) szerint, a heterózishatás mértékét az ivadékpopulációknak a szülőpopulációk átlagától való eltérése mutatja, amelyet abszolút és relatív (százalékos) érték formájában fejezhetünk ki az alábbi képlet alapján:

$$\text{heterózis \%} = \frac{\text{ivadékpuláció átlaga} - \text{szülőpopuláció átlaga}}{\text{szülőpopuláció átlaga}} \times 100$$

Az érintett értékmérő tulajdonságok alapján megkülönböztetünk:

- reprodukív heterózist, ha a keresztezett ivadékok jobb szaporasággal rendelkeznek, mint szüleik

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

- szomatikus heterózist, amely az utódok nagyobb tömegében, tömeggyarapodásában, jobb fejlődésében és végeredményben azok nagyobb termelőképességében realizálódik,
- adaptív heterózist, amely a keresztezett ivadékok jobb alkalmazkodóképességében, életképességében, betegségekkel szembeni ellenálló képességben nyilvánul meg.

A heterózisnak elsősorban a különböző keresztezési módszerekben való kihasználhatósága szempontjából több alaptípusát különíthetjük el.

- Az egyedi heterózis a keresztezett egyed fenotípusos teljesítményében mutatkozó fölénye a tisztavérű egyedekkel szemben.
- Az anyai heterózis elsősorban az anyai tulajdonságokban mutatható ki. A keresztezett anyák fölényét jelzi pl. az ovulációs rátában, az embrionális elhalás arányában, a születéskori alomnépességben, a választási tömegben, a fogamzókéességben.
- Az apai heterózis a keresztezett apák utódainak jobb termelésében mutatkozik meg.

Típusheterózisra az egymástól morfológiailag, élettanilag, továbbá a teljesítményben jelentős mértékben eltérő anyai és apai állományok

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

keresztezésekor számíthatunk. Az eltérő típusok optimális kombinálásából adódóan az F1 állomány több tulajdonságának összesített eredménye jelentős heterózishatást mutathat. A heterózisjelenség esetenként csak a növekedés és fejlődés bizonyos szakaszában észlelhető, ez a tranzitheterózis. Az F1 nemzedékben jelentkező fölény pénzbeni kifejezésére szolgál az ún. profitheterózis. Újabban a heterózist idő és takarmánytermő terület egységre vonatkoztatva is kifejezik. Ez a kumulatív heterózis (Szabó, 2004).

2.6. Az interspecifikus hibridizáció

Az inter- és az intraspecifikus hibridizáció esetén is számíthatunk a heterózishatás kifejeződésére. Az interspecifikus hibridizáció esetén a hibridek teljesítménybeli fölénye származhat az állatok sterilitásából is (Horváth, 2000). A heterozigotizálás által olyan alapvető tulajdonságok is javulnak, mint a növekedés, fejlődési stabilitás (Leary et al., 1983), a takarmányhasznosítási képesség, valamint az oxigén anyagcsere (Danzmann et al., 1985; Koehn és Gaffney, 1984). Azonban az interspecifikus hibridizáció sikere nagyban függ a szülők genetikai állományától (Bartley et al., 2001, Horváth, 2000). Az interspecifikus hibridizáció a haltenyésztésben széles körben használt eljárás. Interspecifikus hibrideket hoztak létre már a pontyfélék (*Cyprinidae*) (Allen et al., 1987, Krasnai, 1987, Reddy, 2000, Khan et al., 1990), pisztrángfélék (*Salmonidae*) (Scheerer és Thorgaard, 1983, Galbreath és Thorgaard, 1995, Snucins, 1993, Dorson et al., 1991;

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

Grey et al., 1993; Seeb et al., 1993), nílusi sügér félék (*Latidae*) (Lahav és Lahav, 1990; Wohlfarth, 1994; Verdegem et al., 1997; Ernst et al., 1991; Head et al., 1994); törpeharcsafélék (*Ictaluridae*) (Suresh, 1991, Salami et al., 1993; Nwadukwe, 1995, Dunham, 1987; Dunham et al., 1990; Dunham et al., 1998), sügérfélék (*Percidae*) (Wolters és DeMay, 1996, Smith, 1988; Hallerman, 1994), csukafélék (*Esocidae*) (Brecka et al., 1995), (*Characidae*) (Senhorini et al., 1988) családján belül is.

Minden tokfaj kereszteződhet egymással, azonban ha egyező ploiditási fokon álló fajok kereszteződnek, akkor az F1 nemzedékben a nőstény egyedek fertilisek lesznek, de az eltérő ploiditási fokon lévő fajok hibridjei sterilek (Arefyev, 1997, 1998).

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

2. sz. táblázat: A tokfélék kromoszómaszámai

Diploid, 120 kromoszóma	Tetraploid, 240 kromoszóma
<i>Acipenser nudiventris</i>	<i>Acipenser baeri</i>
<i>Acipenser oxyrinchus oxyrinchus</i>	<i>Acipenser brevirostrum</i>
<i>Acipenser oxyrinchus desotoi</i>	<i>Acipenser dabryanus</i>
<i>Acipenser ruthenus</i>	<i>Acipenser fluvescens</i>
<i>Acipenser sturio</i>	<i>Acipenser gueldenstaedti</i>
<i>Acipenser stellatus</i>	<i>Acipenser medirostris</i>
<i>Huso dauricus</i>	<i>Acipenser micadoi</i>
<i>Huso huso</i>	<i>Acipenser naccarii</i>
<i>Polyodon spathula</i>	<i>Acipenser persicus</i>
<i>Pseudoscaphirhynchus hermanni</i>	<i>Acipenser schrenkii</i>
<i>Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi</i>	<i>Acipenser sinensis</i>
<i>Pseudoscaphirhynchus kaufmanni</i>	<i>Acipenser transmontanus</i>
<i>Scaphirhynchus albus</i>	
<i>Scaphirhynchus platorhynchus</i>	
<i>Scaphirhynchus suttkusi</i>	

(Forrás: <http://www.sturgeon-web.co.uk/sturgeon-hybrids>)

A 2. számú táblázatból látható, hogy a kecsege és a szibériai tok kromoszómaszámának eltérése miatt az utódok sterilek lesznek, így számíthatunk a heterózishatás kifejeződésére.

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

A szicsege létrehozása megnyitja az utat egy olcsón előállítható, gazdaságosan nevelhető, és a modern táplálkozásnak megfelelő vágóállat előállítására.

Jelenleg kísérleteznek a viza és a vágótok keresztezésével, melytől a sósvíz toleranciát és jobb növekedési erélyt várnak. Ezeket a hibrideket Oroszországban és Iránban már tenyésztik is (Gorshkova et al., 1996).

Fontos megjegyezni, hogy az interspecifikus hibridizáció, mint nemesítési eljárás nem tartozik a GMO eljárások közé (Bartley és Hallermann, 1995; Hallerman et al., 1995).

2.7. A zsírsavak bemutatása

A zsírok állati vagy növényi eredetű, apoláros oldószerekben oldódó vegyületek. Zsírsavakból épülnek fel, melyeknek többsége páros szénatomszámú. Az étkezési-zsiradékokat alkotó zsírsavakat csoportosíthatjuk a szénláncban előforduló kettős kötések alapján; telített (SFA), egyszeresen telítetlen (MUFA) és többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavakra (Molnár, 2011).

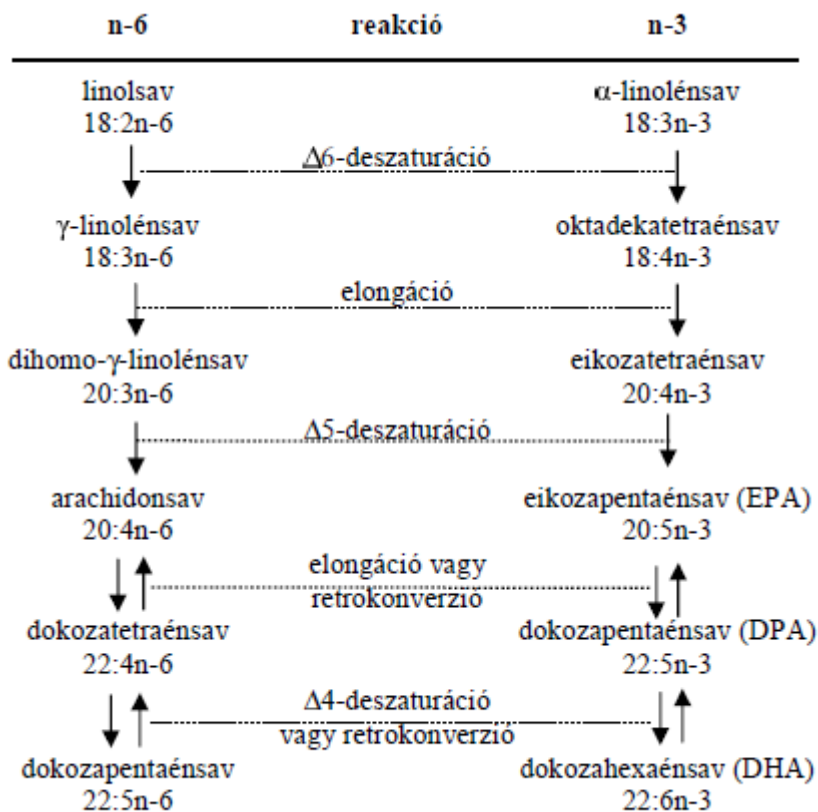
Az n-3 és az n-6 típusú zsírsavak esszenciális, vagyis nélkülözhetetlen alkotói táplálékunknak. Ha hiányoznak a táplálékból, jellegzetes hiánytünetek jelentkeznek, részleges hiányuk befolyásolja a növekedést és számos anyagcsere folyamatot. Az esszenciális zsírsavak között az arachidonsav (szokásos angol eredetű rövidítéssel: ARA), eikozapentaénsav (EPA) és a dokozahexaénsav (DHA),

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

valamint ezek előanyagai, a linolsav (LA) és az alfa-linolénsav (ALA) a legfontosabbak. Ezen zsírsavakat az ember leghatékonyabban a különböző édes- és sósvízi halak elfogyasztásával viheti be a szervezetébe (Sushchik et al., 2007; Jabeen és Chaudhry, 2011). A nem megfelelő alfa-linolénsav (ALA) bevitel neurológiai problémákban és gyenge növekedésben is megnyilvánulhat (Cundiff et al., 2007). Az Amerikai Szív-gyógyász Szövetség (American Heart Association) állásfoglalása az EPA+DHA felvételre 0,5-1,8 g/nap dózist ajánl (halhús vagy táplálék-kiegészítők formájában). Az alfa-linolénsav (18:3(n-3)) felvételre 1,5-3 g/nap értéket lát előnyösnek (Kris-Etherton et al., 2002).

Különösen fontos a szervezetbe jutó n-6 és n-3 zsírsavak aránya. Az optimális n-6/n-3 arány Neuringer et al. (1988), szerint 4:1-6:1, mások szerint 5:1 (BNF, 1992), illetve 4:1 (Yehuda és Carasso, 1993). Ehhez képest a nyugati társadalmak étrendjében 16,7:1 aránnyal találkozhatunk (Simopoulos, 2001). A túl tág n-6/n-3 arány összefüggésben van bizonyos tumoros megbetegedésekkel, allergiás folyamatokkal, idegrendszeri zavarokkal és a trombózis gyakoriságának fokozódásával (Okuyama et al., 1996). Az egészség megőrzése érdekében fontos az optimális arány felé szűkíteni a táplálékunk n-6/n-3 arányát. A szervezetbe beépülve jól mérhető a membrán foszfolipid n-6/n-3 aránya, amelyet összefüggésbe hozva a kardiovaszkuláris megbetegedésekkel azt tapasztalhatjuk, hogy minél magasabb ez az arány, annál magasabb a kardiovaszkuláris halálozás százalékos aránya (Halmy, 1998).

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



3. sz. ábra: Az n-6 és n-3 zsírsavak metabolizmusa

(Forrás: Bezard et al., 1994)

Jelenleg a linolsavat és az alfa-linolénsavat tekintjük esszenciálisnak. A linolsavból az n-6-os, a linolénsavból pedig az n-3-as zsírsavak csoportjának további tagjai alakulhatnak ki (3. sz. ábra).

Az n-6 és n-3 zsírsavcsalád tagjai metabolizmusukhoz ugyanazt az enzimrendszert használják, így a két csoport között a szervezetben vetélkedés zajlik (Sprecher, 1989). Tehát a linolsav bevitel növelése

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

negatív hatást gyakorol a hosszú szénláncú n-3 zsírsavak szintézisére, és a magas linolénsav bevitel csökkenti az n-6-os csoport tagjainak szintézisét (Molnár, 2011). Létezik a telítetlen zsírsavaknak egy harmadik csoportja is, az n-9 es zsírsavak. Ezek a zsírsavak olajsavból származnak és nem esszenciálisak (Bezard et al., 1994).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A halak szaporítása

A vizsgálatban felhasznált szicsege, illetve a kontrollként használt szibériai tok és kecsege állományt a Neptun Bt. ercsi telepén szaporítottuk. A kecsege és a szibériai tok fejését és az ikrák termékenyítését is ugyanazon módon végeztük el. Az ivarérett kecsege és szibériai tok szülőhalakat a szaporítást megelőző télen egy hidegvízű medencében helyeztük el, hogy a halakat hideghatás érje, ami a petesejtek végső beérése, valamint az ovuláció kiváltása miatt szükséges. A tokféléknél az ivari dimorfizmus csak a testméretben, illetve a halak hasának teltségében mutatkozik meg. Azonban ezek alapján az elkülönítés hibalehetősége nagy, így ultrahangos készülékkel állapítottuk meg a kiválasztott halak nemét.

Az anyahalakat LHRH készítménnyel oltottuk be intraperitoneálisan. Az érlelő víz hőmérséklete mindkét faj esetében 14 ± 1 Celsius fok volt. A szibériai toknál az ovuláció az oltást követő 36. órától indult meg, míg kecsegénél a 40. órától. Ezt követően műanyag táliban következett a keresztező termékenyítés. Kb. 400 szibériai tok ikrát termékenyítettünk 10 mililiter kecsege spermával. A termékenyülés után az ikrák ragadóságának elvételére keményítőoldatot használtunk.

Ezt követően 2010. március 21-én, és március 24-én szállítottuk a megtermékenyített ikrákat Nyugat-magyarországi Egyetem

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

vasszécsenyi hallaboratóriumába. Az ikrák végső inkubálása itt történt. A tokfélék ikrája mesolecithalis, azaz a szikanyag mennyisége közepes (Horváth, 2000). A szicsege ikrákat egy 150 l-es üvegszálás poliészter halványúban, míg a szibériai tok és kecsége ikrákat egy 50 literes akváriumban helyeztük el. A keltetés alatt az ikrákat óvatosan két óránként megkevergettük, a penészesedésnek indult ikrákat eltávolítottuk. Az ikrák keltetése során vegyszeres kezelés nem volt. A megtermékenyült ikrák színe kezdetben sötétebb, később egyre világosabb lett. A kelés közeledtével a peteburkon belül egyre több mozgás volt megfigyelhető.

A víz megfelelő oxigéntartalmát minden esetben levegőporlasztással biztosítottuk. A porlasztó teljesítménye mindkét esetben 200 liter/óra volt. A víz hőmérsékletét, valamint oxigéntartalmát reggel 7.00 órakor, valamint este 19.00 órakor határoztuk meg egy Hach Lange HQ 30d lumineszcenciás oldott-oxigén mérővel. A vizsgálat alatt az érlelő víz hőmérséklete 14 ± 1 Celsius fok, míg oxigéntartalma $8-9 \pm 1$ mg/liter volt.

A halak kelése 2010. március 26-án kezdődött meg, ekkor a szicsege ikrákból mintegy 8, míg a szibériai tokokból 2 darab ikra kelt ki. A kelés mindkét fajnál folyamatos volt, és március 29-ig az összes életképes ikra kikelt. A szicsege ikrákból 380 darab, míg a szibériai tok ikrákból 12 darab nem kelt ki, ezek saprolaegniával fertőzöttek így a kísérlet során eltávolításra kerültek annak érdekében, hogy a többi életképes ikrát ne fertőzzék meg. A kelés után a keltető vízből eltávolítottuk a visszamaradt ikraburkokat.

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

A halakat a szikzacskó felszívódásáig ugyanabban a halnevelő vályúban, illetve akváriumban tartottuk, ahol kikeltek. A nevelővíz 10%-át cseréltük, így a víz hőmérsékletet nem változott jelentősen.

A szikzacskó felszívódására, és az exogén táplálkozás kezdete a szicsegék esetében a keléstől számított 12. napon, míg a szibériai tokok esetében a 14. napon történt. Az exogén táplálkozás kezdetén mindhárom csoportot elkülönítve egyenként 250 l-es hasznos víztérfogatú halnevelő kádba helyeztük át, melyben a megfelelő szellőztetést egy 100 liter/óra teljesítményű levegőporlasztóval, illetve a szicsegék esetében egy 800 liter/óra teljesítményű vízforgatóval oldottuk meg. A szibériai tokok esetében a vízforgató 300 liter/óra teljesítményű volt. Mindkét vízforgató egyben a vízben oldott nitrogénformák biológiai lebontását is szolgálta, azonban ezekben a halkádákban is szükséges volt a napi vízcsere, melynek mértéke 20% volt.

3.2. A halak előnevelése

Előnevelésre a kecsege- 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 (3. sz. kép). 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

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

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.



3. sz. kép: A szicsegék előnevelése

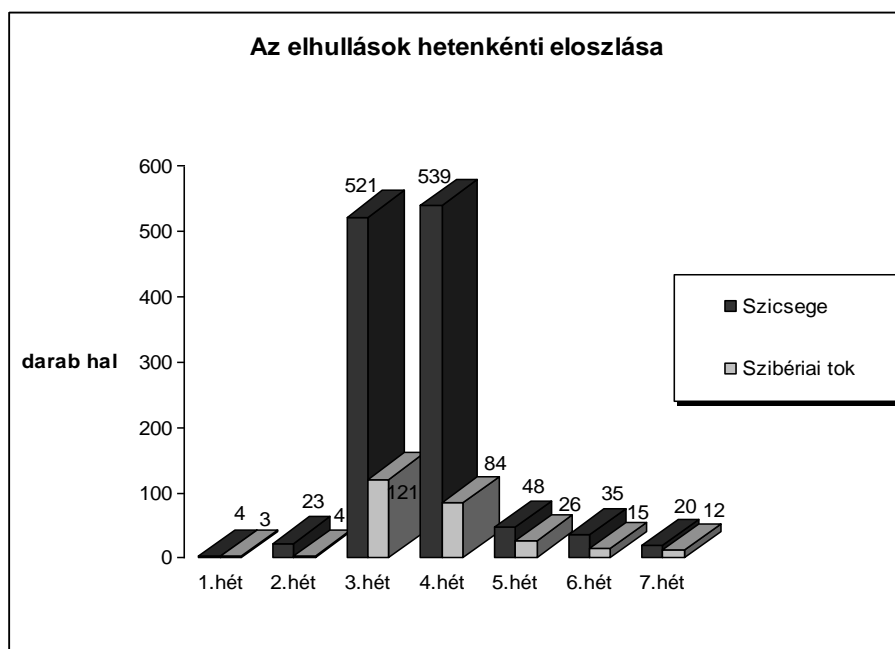
(Forrás: saját kép, 2010)

Az előnevelés alatt az elhullásokat a szibériai toknál és a szicsegénél vizsgáltuk, melyeknek száma hetenként nagy változatosságot mutatott. Az első héten a szikzacskós lárva állapotban az elhullások száma minimális volt, azonban a harmadik és a negyedik héten jelentősen megnőtt mind a szicsege, mind a szibériai tok állományban. Azonban a szicsegéknél szignifikánsan nagyobb volt, mint a szibériai tokoknál. Ennek oka, hogy a hibrid halak egy részénél nem indult el az emésztés, és a halak gyakorlatilag éhen pusztultak.

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

Azonban, ha figyelembe vesszük, hogy a szicsegéknél a telepítési sűrűség 7,5 darab/liter, míg a szibériai tokoknál csak 3,5 darab/liter volt, akkor érthető a szicsege állomány nagyobb arányú amortizációja. Megfigyeltük, hogy a szicsege állományban nagyobb arányban fordult elő kannibalizmus is, mint a szibériai tok állományban, ami szintén a telepítési sűrűséggel magyarázható.

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 (4. sz. ábra).



4. sz. ábra: A szicsege és szibériai tokok elhullásának hetenkénti eloszlása

(Forrás: saját vizsgálat, 2010)

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

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 volt az állomány szétnövése. A szicsegék esetében az elhullás is jelentősebb volt, mint a szibériai tokok esetében. Ennek magyarázata, hogy a hibridek esetében az emésztés nehezebben indult el, így sok hal egyszerűen éhen pusztult, még akkor is, ha elegendő táplálék állt rendelkezésre.

A jelentős szétnövés magyarázatát a halak genetikai sajátosságaiban látjuk, ugyanis mindig több takarmányt adtunk a halaknak, mint amennyit elfogyasztottak, még akkor is, ha etetés után a maradékot el kellett távolítani, hogy a vizet ne szennyezze. Így minden hal juthatott táplálékhoz, azonban a halak egy rész még így is lemaradt a növekedésben.

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 (3. 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

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

időközönként, a kísérlet végére pedig már csak naponta reggel és este etettük.

3.3. 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.

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



4. sz. kép: Az utónevelő kádak

(Forrás: saját kép, 2011)

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.

A kecsge x szibériai tok hibrid fehérjeigényét Rónyai (1993), 36-40% körül, (38-42%/takarmány szárazanyag) határozta meg, ennek alapján választottuk ki az utóneveléshez leginkább megfelelő tápot. Utónevelő tápként Aller Aqua 0/0-s méretű száraz haltápot használtunk.

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



5. sz. kép: A kecsgek utónevelése

(Forrás: saját kép, 2011)

A kecsge x szibériai tok hibrid esetében a népesítési sűrűséget elsődlegesen a rendelkezésre álló oxigén koncentráció limitálja. Az egyedek közötti kompetitív hátrányok magasabb népesítési sűrűség esetében jelentkezhetnek (Rónyai és Ruttkay, 1992). Ezen szempontok figyelembe vételével alakítottuk ki a népesítési sűrűséget, amely a szicsege állomány esetében $2,72 \text{ kg/m}^3$, míg a szülő állományok esetében $2,9 \text{ kg/m}^3$ volt.

A kísérletek során felhasznált haltápok fontosabb összetevőit a 3. számú táblázat tartalmazza. A tápok nyers fehérje és nyers zsír tartalama a halak növekedésével fokozatosan csökkent, a halak igényeinek megfelelően.

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

3. 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)

3.4. A halak növekedésének és takarmányhasznosításának vizsgálata

A halak mérésére minden esetben a reggeli etetés előtt került sor, kezdetben heti gyakorisággal, majd a halak növekedésével párhuzamosan kéthetente, végül havonta. A méréseket úgy végeztük, hogy a halakat testhosszúság szerint három méretcsoportra osztottuk, majd méretcsoportonként 10-10 egyed testtömegét mértük meg. A kísérlet első három hónapjában a mérésekhez 0,001g-210g, majd a

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

további mérésekhez egy 1g-15kg méréstartományú digitális mérleget használtunk. A halakat a kisebb stressz-hatás érdekében vízben mértük, azaz minden mérés előtt az edény és a víz tömegét külön, majd a hallal együtt is megmértük. Az így kapott két eredmény különbsége adta meg a hal tömegét. Ezután, a halakat egy különálló nevelőkádba helyeztük, hogy elkerüljük a véletlen újramérést.

Meghatároztuk a fajcsoportok 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)].

Ezután meghatároztuk a heterózis mértékét mindkét szülőfajhoz viszonyítva.

3.5. A nyers kecsege, szibériai tok és szicsege filé zsírsav tartalmának összehasonlítása

A nyers szicsege mintákat a Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi- és Állattenyésztési Tanszék, Élettani Laboratóriumában és a Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet,

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

Takarmányozástani Intézeti Tanszék analitikai laboratóriumában, míg a szibériai tok mintákat Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet, Takarmányozástani Intézeti Tanszék analitikai laboratóriumában vizsgáltuk meg. Kecsege filé vizsgálatára nem került sor, egyrészt mert rendelkezésre állnak szakirodalmi adatok, másrészt, mert a kecsége állományt szülőállománynak is neveltük, így nem volt célszerű a halak leölése. Így az apai faj kecsége zsírsav tartalmának összehasonlítása szicsegével szakirodalmi adatok alapján történt.

3.6. Szicsege takarmányozási kísérletek

3.6.1. Lenolajjal és diólajjal kiegészített haltápot fogyasztó csoportok vizsgálata

A haltápok növényi olaj kiegészítése az alap takarmány felületére való permetezéssel történt.

A szicsegékből 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 (6. sz. kép). Tekintettel voltunk arra, hogy az állati szervezet sem a 3., sem a 6. pozícióban lévő szénatomon nem tud kettőskötést kialakítani, sem

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

linolsavat, sem linolénsavat nem tud az intermedier anyagforgalomban felépíteni. Ebből következően a linolsavat és a linolénsavat esszenciális zsírsavnak tekintjük, melyhez az állati szervezetnek a takarmánnyal kell hozzájutni (Schmidt, 2003).

A dióolajjal kiegészített tápot fogyasztó csoport az a csoport lett, mely az alap tápot fogyasztotta a lenolajjal kiegészített tápot fogyasztó csoport vizsgálatakor. Ezt lehetővé tette, hogy a lenolajos és az alap takarmányt fogyasztó csoportok között nem volt sem testhosszúság sem testtömeg beli szignifikáns különbség.

Azonban a dióolaj kiegészítést fogyasztó csoport növekedését és takarmányhasznosítását már nem tudtuk összehasonlítani más csoport értékeivel.



6. sz. kép: A szicsegék takarmányozása
(Forrás: saját kép, 2011)

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

A tápok metabolizálható energiátartalmát az alábbi formulával számoltuk ki, ugyanis ezt a formulát akkor ajánlják, amikor nem ismerjük az etetni tervezett takarmány táplálóanyagainak emészthetőségét:

$$ME, MJ/kg \text{ szárazanyag} = 0,021 \cdot X_1 + 0,0374 \cdot X_2 + 0,0144 \cdot X_3 + 0,0171 \cdot X_4$$

ahol: X_1 =emészthető nyersfehérje, g/kg szárazanyag

X_2 = emészthető nyerszsír g/kg szárazanyag,

X_3 =emészthető nyersrost, g/kg szárazanyag,

X_4 = emészthető N-mentes kivonat, g/kg szárazanyag.

(Schmidt, 2003)

Eszerint a normál táp metabolizálható energia tartalma ME=18,5 MJ/kg szárazanyag, míg a lenolajjal és diólalajjal kezelt táp metabolizálható energia tartalma ME=20,4 MJ/kg szárazanyag volt. A halak takarmányadagját a havi mérések után korrigáltuk, és így mindenkor a testtömegüknek megfelelő 2% mennyiséggel etettük a csoportokat. A halakat két részletben, reggel és este, takarmányoztuk, úgy hogy a napi mennyiséget két egyenlő részre osztottuk.

A halakat havonta mértük, melyhez egy FD-130 típusú d=1g–15kg méréshatárú digitális mérleget használtunk. Minden halat megmértünk víz nélkül, szárazon. A súlymérés után a halak hosszát is lemértük egy mérőszalag segítségével. A lemért halakat mérés után külön halnevelő kádban helyeztük el, hogy a véletlen újramérést elkerüljük. A halak mérése előtt egy nappal már nem etettük a halakat, és mérés után is

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

egy nap elteltével etettünk először. Erre azért volt szükség, mert a mérések után a halak a stressz miatt nem vettek fel takarmányt.

A lenolajjal és dióolajjal 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.

3.6.2. 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. A füstölés több lépésben ment végbe:

- Gyorsszárítás 28 °C kamrahőmérsékleten: 30 perc
- Lassú szárítás 28 °C kamrahőmérsékleten: 60 perc
- Hideg füst 27 °C kamrahőmérsékleten: 20 perc
- Lassú szárítás 27 °C kamrahőmérsékleten: 25 perc
- Gyorsszárítás 27 °C kamrahőmérsékleten: 20 perc
- Intenzív füst 80 °C kamrahőmérsékleten: 20 perc

A halak súlyvesztését nem mértük, azonban általánosságban elmondható, hogy a halak a tisztítás és a füstölés során az élősúlyuk egyharmadát elveszítik (Egon, 2005).

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

3.7. 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.

A Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszer tudományi Kar, Állattudományi Intézet, Takarmányozástani Intézeti Tanszék analitikai laboratóriumában a zsírsav összetétel meghatározása a következő módon történt:

A darált nyershal mintából kloroform-metanol eleggyel extraháltuk a zsírt. A felszabadított zsírsavakat bór-trifluorid-metanollal metil-észterre alakítottuk, melyek már kellőképpen illékonyak ahhoz, hogy gázkromatográfiásan meghatározhatók legyenek. Az így nyert minta nátrium-szulfátos szárított oldatát injektáltuk az Agilent Technologies 6890N Network CC System típusú automata mintaadagolóval ellátott számítógép-vezérelt gázkromatográfyon. A vivőgáz hélium, a kolonna SUPELCO SP™ 2560 típusú szilika kapilláris kolonna 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm filmvastagságú megosztó folyadékkal. A zsírsavészterek oszlopon történő szétválasztása után lángionizációs detektálás történt 260 °C-on. A gáz folyadék megoszlásos kromatogramból a kvalitatív azonosítás a 37 zsírsav észtert tartalmazó standard retenciós ideje alapján történt (SUPELCO™ 37 component FAME mix Catalog No

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

47885-U). A kvalitatív eredményt a csúcs alatti terület szolgáltatotta (Molnár, 2011).

A Pannon Egyetem, Georgikon Karának Állattudományi és Állattenyésztési Tanszék Élettani laboratóriumában a meghatározás gázkromatográfiás módon történt: itt 5-5 nyershal illetve füstölt filé mintát vizsgáltak meg.

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.

3.8. Statisztikai értékelés

A kísérleti eredmények statisztikai vizsgálatát 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*), ugyanis ez a módszer akkor alkalmazható, ha a két minta adatai külön oszlopban szerepelnek, és a változók hossza a feladat természetéből következően különböző lehet (Kemény et al., 2011). A fontosabb zsírsav-vizsgálatoknál pedig eloszlás vizsgálatot is végeztünk.

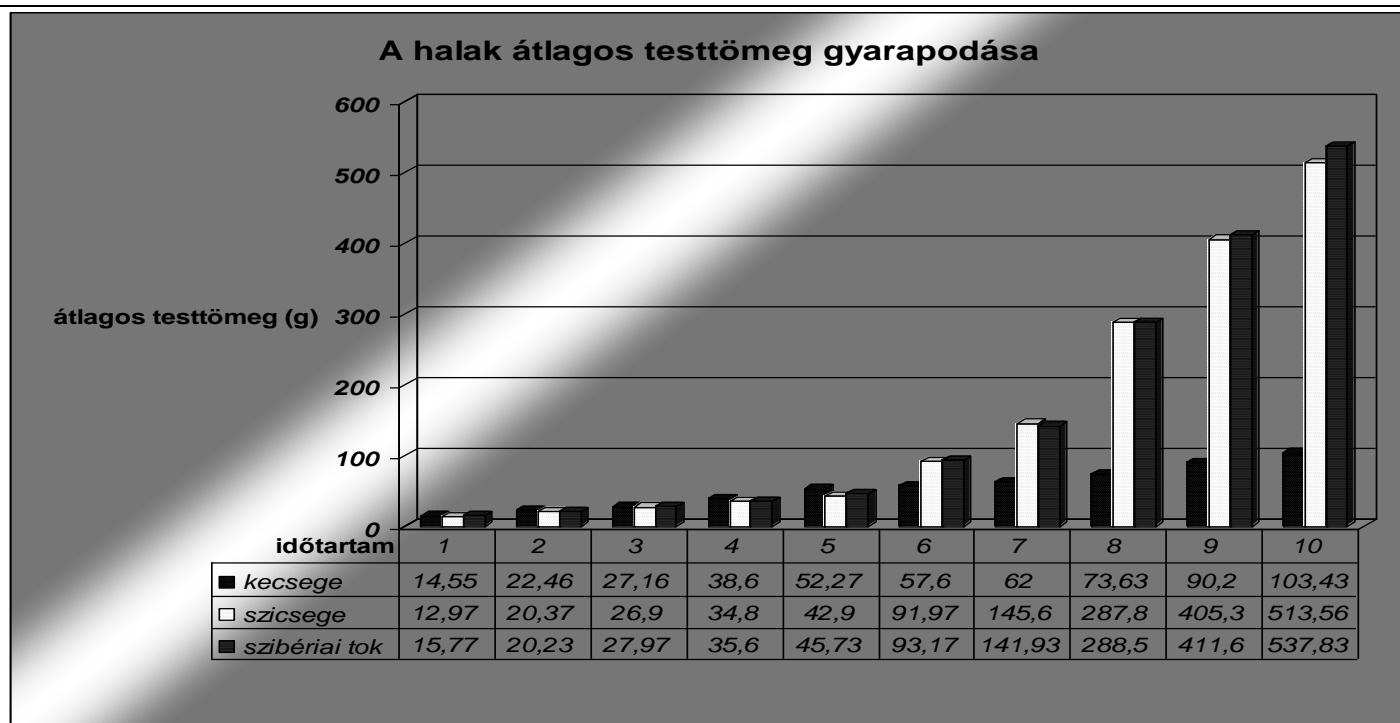
HETERÓZISHATÁS VIZSGÁLATA A SZICSEGE
(*ACIPENSER RUTHENUS L. X ACIPENSER BAERI B.*) KEZDETI
FEJLŐDÉSE SORÁN

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. A szicsegék növekedése és takarmányértékesítése

Az 5. sz. ábrán és 4. sz. táblázatban mutatom be a különböző csoportok testtömeg és testhosszúság növekedését. Az 5. sz. ábrában szereplő időtartamok egyenként 30 ± 2 napot jelölnek.

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



kecsege	±3,03a	±8,04a	±8,75a	±24,07a	±31,22a	±32,39a	±35,68a	±38,36a	±47,62a	±56,04a
szicsege	±18,39a	±11,67a	±15,19a	±18,41a	±21,6a	±38,71b	±53,24b	±55,66b	±59,73b	±79,4b
szibériai tok	±6,28a	±11,56a	±16,37a	±19,52a	±22,37a	±45,16b	±50,52b	±65,31b	±67,17b	±102,81b

5. sz. ábra: A halak növekedése és a növekedési adatok szórása (Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011)

A szórás értékek eltérő betűvel jelölve azonos oszlopon belül, szignifikáns különbséget jelölnek $P \leq 0,05$ szignifikancia szinten.

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

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 (5. sz. ábra).

4. sz. táblázat: A halak növekedési- és takarmányértékesítő képessége

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

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

(Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011)

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

Hasonló eredményt kaptuk a specifikus növekedési ráta vizsgálatánál is, amely szintén szignifikáns eltérést mutatott a kecsege tekintetében, de nem volt szignifikáns a szicsege és a szibériai tok esetében.

A 4. 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.

Rónyai és munkatársai (1990), szintén nem mutattak ki szignifikáns különbséget a 115 napos kísérlet alatt közös medencében nevelt szibériai tokok (96,4 g/db), illetve szicsege hibridek (94,24 g/db) átlagtömege között. Ugyanebben a kísérletben recirkulációs rendszerben külön medencékben nevelve egy 117 napos kísérlet alatt a szibériai tokok 56,41 g/db átlagos testtömeget, míg a szicsege hibridek 57,95 g/db testtömeget értek el, amely értékek között szintén nem találtak szignifikáns különbséget. Ez utóbbi kísérlet alatt a telepítési sűrűség 25-35 kg/m³ volt.

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



7. sz. kép: Elöl szibériai tok, hátul szicsege

(*Forrás: saját kép, 2011*)

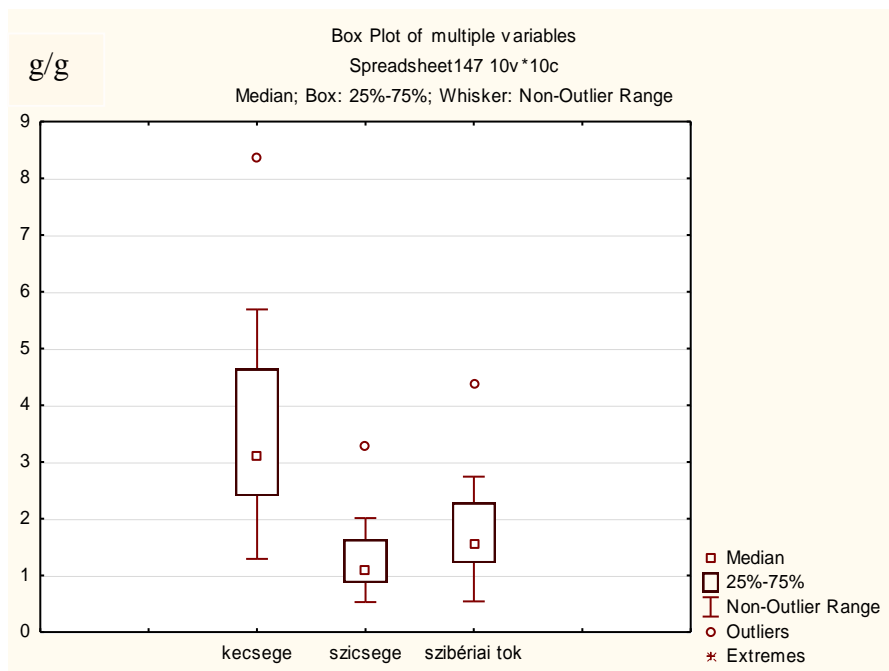
A kecsege és a szicsege hibridek növekedését vizsgálva recirkulációs rendszerben a 8 hetes kísérlet alatt, harcsatáp, zooplankton és tubifex takarmányokkal etetve, kecsegénél az induló átlagtömeg 0,218 g/db, míg a záró átlagtömeg 15,9 g/db volt, szibériai toknál az induló tömeg 0,25 g/db, a zárótömeg pedig 26,00 g/db értéket mutatott. Ez szignifikáns különbség a szülői faj kecsegéhez viszonyítva (Rónyai et al., 1989).

A takarmányértékesítő képesség jelentős eltérést mutat mindhárom csoport esetében.

A legrosszabb értéket ($3,63 \pm 2,27$) a kecsege csoportnál mértük, míg a legjobb értéket a hibrid csoportnál ($1,37 \pm 0,85$).

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

A különböző csoportok takarmányhasznosító képességét a 6. sz. ábra szemlélteti.



6. sz. ábra: A kecsége a szicsege és a szibériai tok csoportok FCR értékeinek alakulása (g/g)

(Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011)

Mint az a 6. számú ábrán is látható a kecsége csoport takarmányértékesítő képessége mutatja a legnagyobb ingadozást ($3,63 \pm 2,27$), míg a szicsege ($1,37 \pm 0,85$), és a szibériai tok ($1,82 \pm 1,2$). FCR adatai szűkebb értékek között mozognak. Azonban megállapítható, hogy a szicsege takarmányértékesítő képessége

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

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

5. sz. táblázat: A takarmányozási kísérlet növekedési és takarmányértékesítési eredményei

	Alap takarmánnyal etetett szicsege csoport átlagos testtömege (g)	Lenolaj kiegészítéssel etetett szicsege csoport átlagos testtömege (g)
mérés	t=85	t=84
1.	287,8±55,66 ^a	257,07±87,89 ^a
2.	405,3±59,73 ^a	417,43±100,01 ^a
3.	513,56±79,4 ^a	504,5±120,11 ^a
SGR (%/nap)	1,08±0,35 ^a	0,82±0,43 ^a
FCR (g/g)	2,65±0,91 ^a	2,72±1,99 ^a

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

(Forrás: saját vizsgálat, 2010-2011)

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

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 képességet sem volt szignifikánsan nagyobb (5. sz. táblázat).

4.2. A nyers szicsege és szibériai tok izomzatának zsírsavprofilja

6. sz. táblázat: Az alaptakarmánnyal etetett, nyers szicsege és szibériai tok filék zsírsavösszetétele

zsírsav	Nyers szicsege filé	Nyers szibériai tok filé
	g/100g zsírsav	g/100g zsírsav
Σ SFA	23,64±0,56 ^b	19,17±0,08 ^a
Σ MUFA	37,8±1,38 ^b	32,44±0,04 ^a
Σ PUFA	29,1±1,84 ^a	42,27±0,11 ^b

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

(Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012)

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

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 volt szignifikánsan nagyobb volt (6. sz. táblázat).

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 (7. sz. táblázat).

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

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

7. sz. táblázat: Az alaptakarmánnyal etetett, nyers szicsege és szibériai tok filé fontosabb telítetlen zsírsav mennyiségei

Zsírsav	Szicsege	Szibériai tok
	g/100g zsírsav	g/100g zsírsav
Σ EPA	5,81±0,85 ^b	4,37±0,01 ^a
Σ DHA	8,88±2,21 ^a	6,3±0,01 ^a
Σ ALA	4,72±0,39 ^a	5,36±0,01 ^a
Σ LA	6,79±0,91 ^b	22,13±0,14 ^a

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

(Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012)

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±0,14), amely megmutatkozik a humán táplálkozás szempontjából kedvezőtlen n-6/n-3 zsírsavak arányában. A szicsege filé viszont kisebb koncentrációban tartalmaz linolsavat (LA)

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

($6,79 \pm 0,91$), ezáltal humán táplálkozás szempontjából kedvezőbb a filé n-6/n-3 zsírsav aránya (8. sz. táblázat).

8. sz. táblázat: Az alaptakarmánnyal etetett, nyers szicsege és nyers szibériai tokhal filé többszörösen telítetlen zsírsavak tartalma és aránya

Zsírsav	Szicsege	Szibériai tok
	g/100g	g/100g
n-3	$20,68 \pm 1,89^b$	$17,24 \pm 0,03^a$
n-6	$8,5 \pm 0,9^a$	$25,03 \pm 0,13^b$
n6/n3 arány	$0,41 \pm 0,06^a$	$1,45 \pm 0,01^b$

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

(*Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012*)

Az apai faj kecsege izomzatának zsírsavösszetételét nem vizsgáltuk, azonban szakirodalmi adatok alapján összehasonlíthatjuk a saját vizsgálatainkkal. D. Ljubojevic és munkatársai (2013), a Dunából kifogott kecsegék húsának zsírsavösszetételét vizsgálva az alábbi eredményekre jutott (9. sz. táblázat). Azonban megjegyzendő, hogy az

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

ilyen összehasonlításokat óvatosan kell kezelni, az eltérő körülmények (életkor, táplálkozás, vizsgálati módszer) miatt.

9. sz. táblázat: A dunai kecsge filé zsírsavösszetétele

Zsírsav	Dunai kecsge
g/100g	g/100g
C16:0	25,09±0,14
C16:1	13,27±0,12
C18:1	24,87±0,15
C18:2 n6	2,8±0,19
C18:3 n3	4,34±0,1
C20:5 n3	4,93±0,09
C22:6 n3	3,79±0,09
∑SFA	32,67±0,34
∑MUFA	45,97±0,15
∑PUFA	22,17±0,37
n-6/n-3	0,35±0,02

(Forrás: D. Ljubojevic et al., 2013)

A legfontosabb zsírsavak közül a n-6 csoportba tartozó linolsav (LA) mennyisége a kecsge izomzatában szignifikánsan kisebb volt (2,8±0,19), mint a szicsege és a szibériai tok nyers filében mért érték (6,79±0,91, illetve, 22,13±0,14). Ugyanakkor az alfa-linolénsav

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

(ALA) mennyisége ($4,34 \pm 0,1$) nem különbözött a szicsege és a szibériai tok nyers filében mért értékektől ($4,72 \pm 0,39$, illetve, $5,36 \pm 0,01$). Míg az eikozapentaénsav (EPA) mennyisége ($4,93 \pm 0,09$) lényegesen nem tér el a szicsege és a szibériai tok ugyanezen adataitól ($5,81 \pm 0,85$, illetve, $4,37 \pm 0,01$). A dokozahexaénsav (DHA) a kecsege izomzatában szignifikánsan kisebb volt ($3,79 \pm 0,09$), mint a szicsege és szibériai tok esetében ($8,88 \pm 2,21$, illetve, $6,3 \pm 0,01$). Ugyanakkor a telített zsírsavak tekintetében a legmagasabb koncentráció a kecsege izomzatában található ($32,67 \pm 0,34$), ami az egyszerűen telítetlen zsírsavak esetében is igaz ($45,97 \pm 0,15$). Azonban a többszörösen telítetlen zsírsavak esetében a legmagasabb értéket a nyers szibériai tok esetében kaptuk ($42,27 \pm 0,11$), amely a szibériai tok nyers filéjében lévő igen magas linolsav (LA) tartalomnak tudható be. A legkedvezőbb n-6/n-3 zsírsav arány a kecsegére jellemző ($0,35 \pm 0,02$). Érdekes, hogy a dunai kecsegék filéjében a nem esszenciális zsírsavak közül, rendkívül magas palmitinsav (C16:0) és palmitoleinsav (C16:1) koncentrációt mértek, amely jelentősen meghaladja az általunk mért értékeket, mind a szicsege, mind a szibériai tok esetében.

Ghomi és munkatársai (2013), tenyésztett viza (*Huso huso L.*) nyers filé zsírsavösszetételét vizsgálták és a következő adatokat publikálták:

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

10. sz. táblázat: A tenyésztett viza nyers filé zsírsavösszetétele

Zsírsav	Tenyésztett viza
g/100g	g/100g
C16:0	16,6±2,41
C16:1	2,98±0,76
C18:1	40,12±1,94
C18:2 n6	17,3±5
C18:3 n3	2,76±0,94
C20:5 n3	1,71±0,63
C22:6 n3	5,2±1,2
∑SFA	20,72±2,74
∑MUFA	43,11±2,17
∑PUFA	28,02±5,73
n-6/n-3	1,85

(Forrás: Ghomi et al., 2013)

Az összehasonlítás a tenyésztett viza és a saját eredményeink között inkább tájékoztató jellegű, ugyanis a vizsgálat leírása során nem derült ki, hogy pontosan milyen haltápot fogyasztottak a vizák.

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

Azonban, mindenképp érdemes összehasonlítani ezen tokféléket, hiszen a viza egy másik olyan tokfaj, amit kecsegével keresztezve életképes utódokat kapunk. Azonban a linolsav (LA) tekintetében (17,3) meghaladja a nyers szicsege filé linolsav (LA) tartalmát ($6,79 \pm 0,91$), de nem haladja meg a szibériai tok linolsav (LA) mennyiségét ($22,13 \pm 0,14$). Az alfa-linolénsav (ALA) mennyisége alacsonyabb ($2,76 \pm 0,94$), mint a szicsege és a szibériai tok hasonló értékei ($4,72 \pm 0,39$, illetve, $5,36 \pm 0,01$). Az EPA és DHA zsírsavak tekintetében a viza szintén elmarad a szicsege eredményeitől, azonban a DHA tekintetében csak a szicsegétől marad el jelentősen, a szibériai toktól nem. A telített zsírsavak összességét nézve (SFA), a viza húsában mért értékek meghaladják a szibériai tok, de nem haladják meg a szicsege és a kecsege értékeit. Az egyszeresen telítetlen (MUFA) zsírsavak esetében a viza ugyan felülmúlja mind a szicsege, mind a szibériai tok értékeit, de nem múlja felül a kecsege értékeit. Azonban a négy tokféle közül az n-6/n-3 arány tekintetében a viza értékei a legrosszabbak (1,85) (10. sz. táblázat).

4.3. A lenolajjal és dióolajjal kiegészített tápos csoport zsírsavösszetétele

A lenolaj és a dióolaj n-6 és n-3 zsírsavtartalma igen magas, vizsgálatainkhoz ezt a két olajfélélet találtuk a leginkább alkalmasnak a szicsege zsírsavprofil megváltoztatására. A lenolajjal történő takarmányozásánál előfordul, hogy a halhús élvezeti értéke csökken,

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

ezért kísérleteztünk a dióolajjal is, ami, ugyan magasabb áron beszerezhető, de a halhús élvezeti értékét nem rontja, sőt esetleg még javítja is. A 11. számú táblázat mutatja a két csoport zsírsavösszetételét.

11. sz. táblázat: A lenolajos és a dióolajos tápos szicsege csoport zsírsavösszetétel adatai

Zsírsav	5 % lenolaj kiegészítés	5 % dióolaj kiegészítés
	g/100g zsírsav	g/100g zsírsav
Σ SFA	21,6 \pm 0,38 ^a	21,48 \pm 0,53 ^a
Σ MUFA	35,18 \pm 0,65 ^a	39,8 \pm 0,92 ^b
Σ PUFA	29,53 \pm 0,99 ^a	32,37 \pm 1,1 ^b

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

(Forrás: saját vizsgálat, 2012)

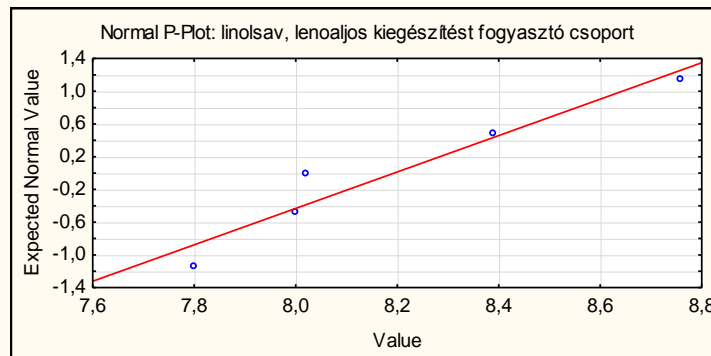
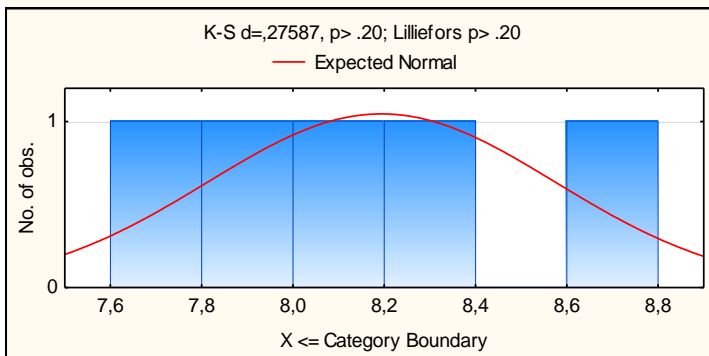
HETERÓZISHATÁS VIZSGÁLATA A SZICSEGE
(*ACIPENSER RUTHENUS L. X ACIPENSER BAERI B.*) KEZDETI
FEJLŐDÉSE SORÁN

Megállapítható, hogy a lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó szicsegek és a diólajos takarmány kiegészítést fogyasztó szicsek 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, $32,37 \pm 1,1$).

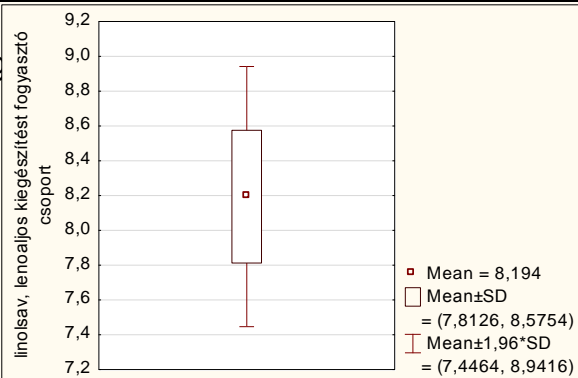
Tovább vizsgálva az egyes zsírsav csoportokat, a fontosabb zsírsavak tekintetében az alábbi ábrákon szemléltetett eredményeket kaptuk.

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

Summary: linolsav, lenoaljos kiegészítést fogyasztó csoport



Summary Statistics: linolsav, lenoaljos kiegészítést fogyasztó csoport
Valid N=5
Mean= 8,194000
Minimum= 7,800000
Maximum= 8,760000
Std.Dev.= 0,381418



7. sz. ábra: A lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolsav (C18:2 n6) mennyisége

(Forrás: saját vizsgálat, 2012) megjegyzés: summary statistics: statisztikai összegzés, valid: mintaelemszám, mean: számtani átlag,

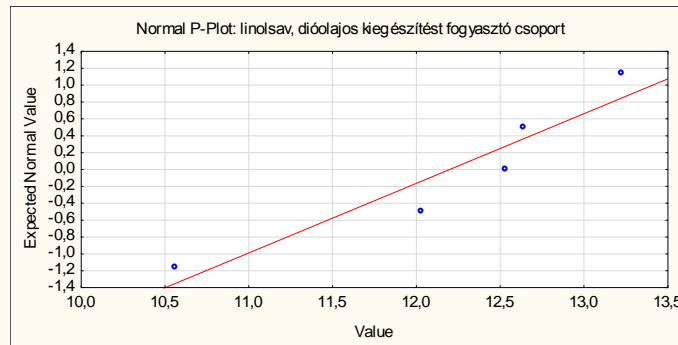
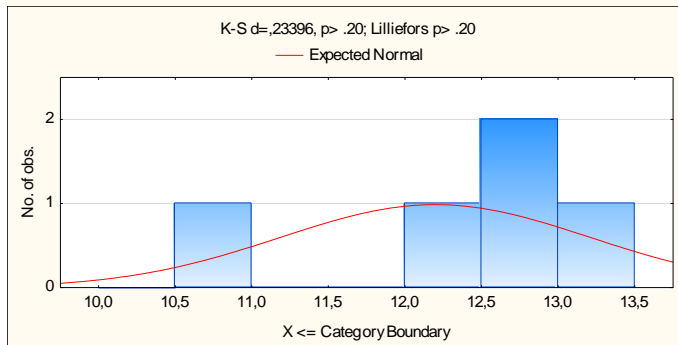
std.dev: adatok szórása, mean SD: az átlag szórása, mean 1,96*SD: a függőleges vonalak a szélső értékekig tartanak

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

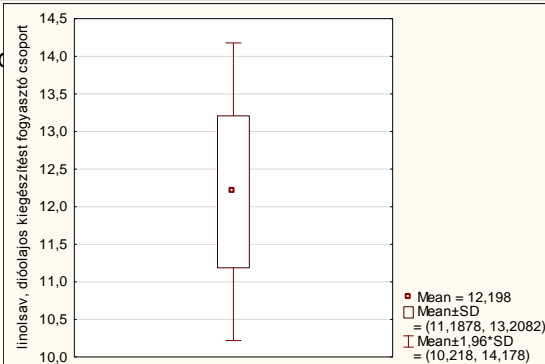
Mint jól látható az ábrákon a két csoport közül a diólajos kiegészítést fogyasztó csoport filéjében szignifikánsan magasabb a linolsav (LA) koncentráció, mint a lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó szicsege csoport esetében ($8,19 \pm 0,38$ illetve, $12,2 \pm 1,01$) (7. sz., 8. sz. ábra). Ennek oka, hogy a diólaj több, mint 60%-os mennyiségben tartalmaz linolsavat.

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

Summary: linolsav, dióolajos kiegészítést fogyasztó csoport



Summary Statistics: linolsav, dióolajos kiegészítést fogyasztó csoport
Valid N=5
Mean= 12,198000
Minimum= 10,560000
Maximum= 13,230000
Std.Dev.= 1,010183

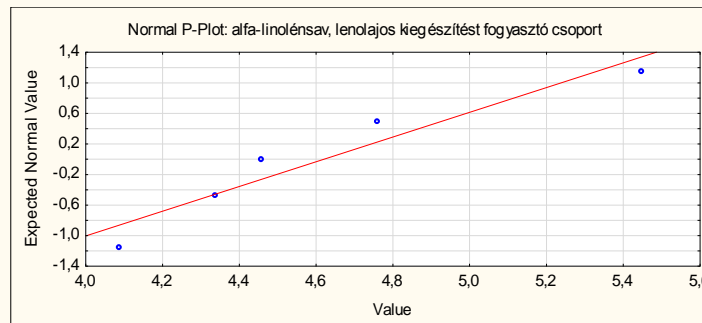
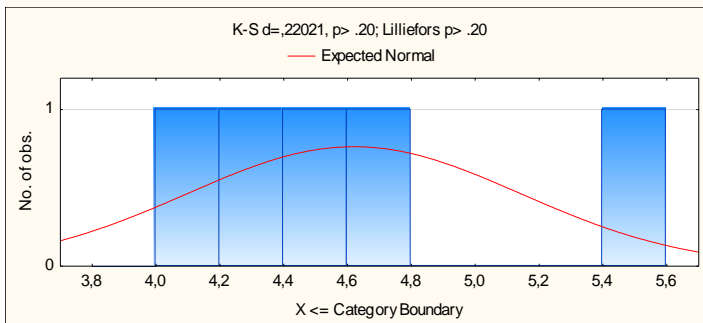


8. sz. ábra: A dióolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolsav (C18:2 n6) mennyisége.

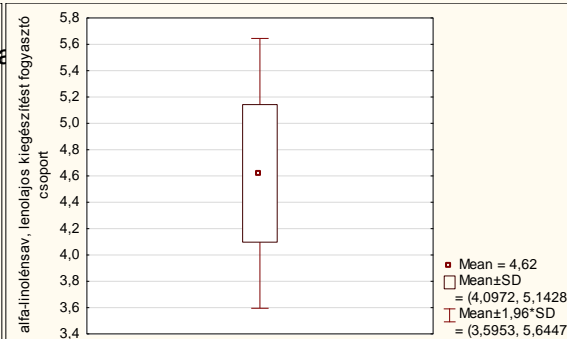
(Forrás: saját vizsgálat, 2012) megjegyzés: summary statistics: statisztikai összegzés, valid: mintaelemszám, mean: számtani átlag, std.dev: adatok szórása, mean SD: az átlag szórása, mean 1,96*SD: a függőleges vonalak a szélső értékekig tartanak

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

Summary: alfa-linolénsav, lenolajos kiegészítést fogyasztó csoport



Summary Statistics: alfa-linolénsav, lenolajos kiegészítést fogyasztó csoport
 Valid N=5
 Mean= 4,620000
 Minimum= 4,090000
 Maximum= 5,450000
 Std.Dev.= 0,522829



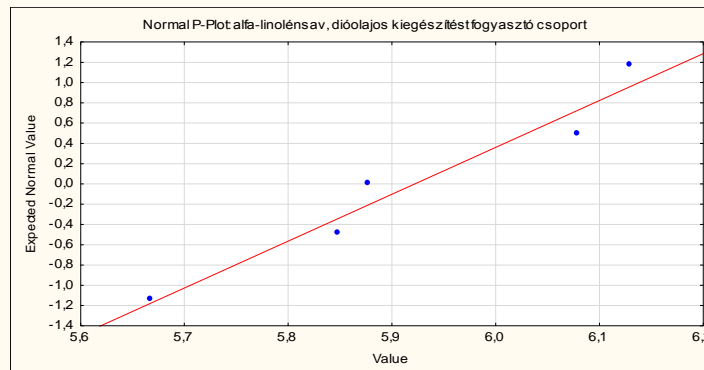
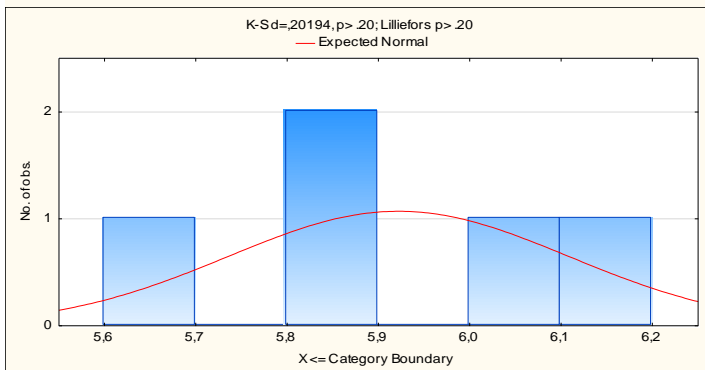
9. sz. ábra: A lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolénsav (C18:3 n3) mennyisége (Forrás: saját vizsgálat, 2012) megjegyzés: summary statistics: statisztikai összesség, valid: mintaelemszám, mean: számtani átlag, std.dev: adatok szórása, mean SD: az átlag szórása, mean 1,96*SD: a függőleges vonalak a szélső értékekig tartanak

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

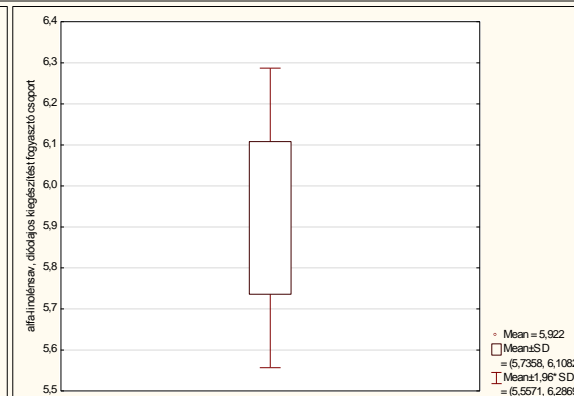
A két vizsgált csoport között szignifikáns a különbség az alfa-linolénsav (ALA) esetében, ebben az esetben is a dióolajos csoport filéjének alfa-linolénsav (ALA) koncentrációja a magasabb ($4,62 \pm 0,52$ illetve, $5,67 \pm 0,19$) (9. sz., 10. sz. ábra). Ez szintén azzal magyarázható, hogy a dióolaj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

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

Summary: alfa-linolénsav, dióolajos kiegészítést fogyasztó csoport



Summary Statistics: alfa-linolénsav, dióolajos kiegészítést fogyasztó csoport
Valid N=5
Mean= 5,922000
Minimum= 5,670000
Maximum= 6,130000
Std.Dev.= 0,186199

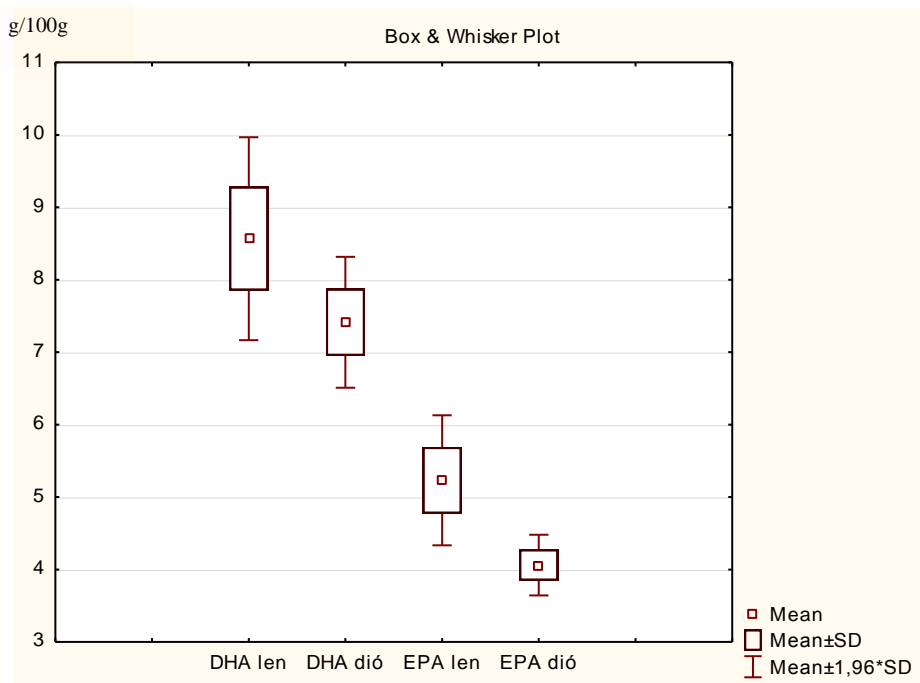


10. sz. ábra: A dióolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolénsav (C18:3 n3) mennyisége (Forrás: saját vizsgálat, 2012) megjegyzés:

summary statistics: statisztikai összegzés, valid: mintaelemszám, mean: számtani átlag, std.dev: adatok szórása, mean SD: az átlag szórása, mean 1,96*SD: a függőleges vonalak a szélső értékekig tartanak

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

Mint ahogy az alfa-linolénsavból (ALA) képződnek az EPA és DHA telítetlen zsírsavak, fontos megvizsgálni mindkét csoport filéjének EPA és DHA tartalmát.



11. sz. ábra: A lenolajos és dióolajos takarmány kiegészítést kapott szicsege csoportok húsának EPA és DHA tartalma

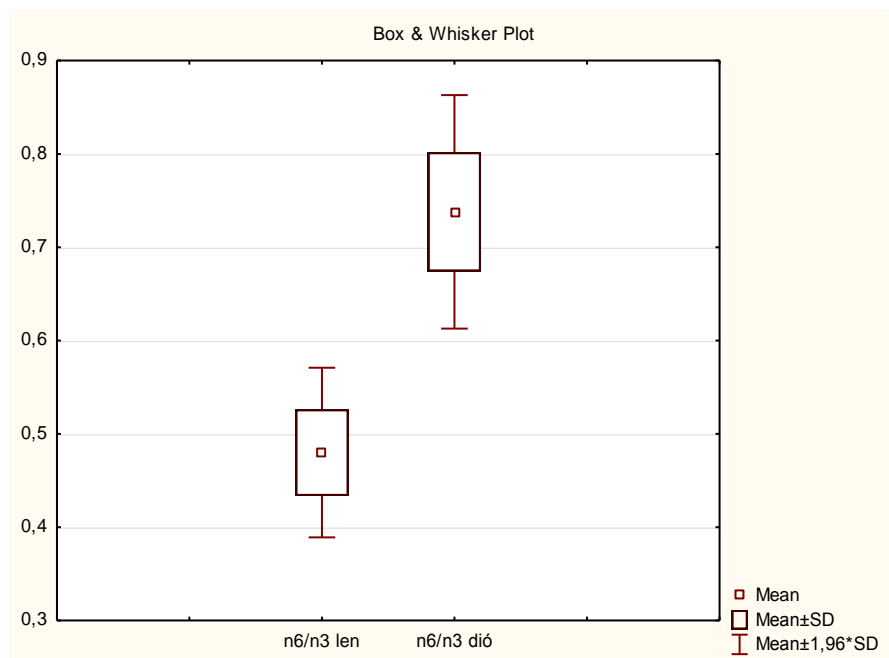
(Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012)

megjegyzés: mean: átlag, mean \pm 0,95 Conf.Interval: 95%-os szignifikancia szinten a becsült változó alsó és felső korlátját jelöli.

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

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

oka, hogy a dióolajból nagyobb mennyiségben képződnek az n-6 csoportba tartozó zsírsavak, mint az n-3 csoportba tartozó zsírsavak (11. sz. ábra).



12. sz. ábra: A lenolajos és dióolajos takarmány kiegészítést kapott szicsege csoportok húsának n-6/n-3 zsírsav aránya

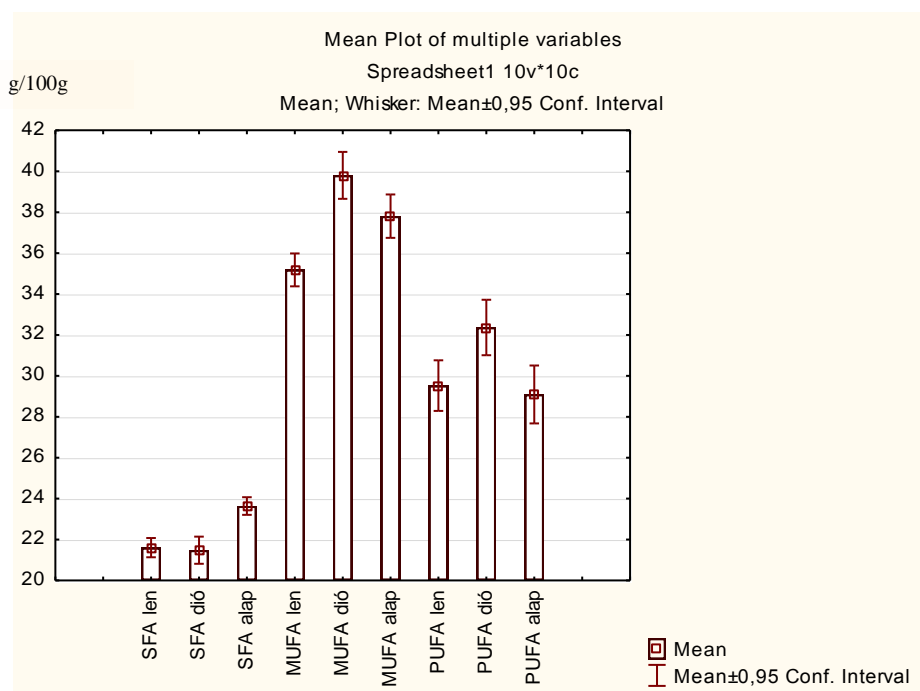
(Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012)

megjegyzés: mean: átlag, mean±0,95 Conf.Interval: 95%-os szignifikancia szinten a becsült változó alsó és felső korlátját jelöli.

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

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

kedvezőtlen irányban tolja el ($0,48 \pm 0,05$, illetve $0,74 \pm 0,06$) (12. sz. ábra). 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.



13. sz. ábra: A különböző takarmánnyal etetett szicsege csoportok zsírsavcsoportjainak összehasonlítása

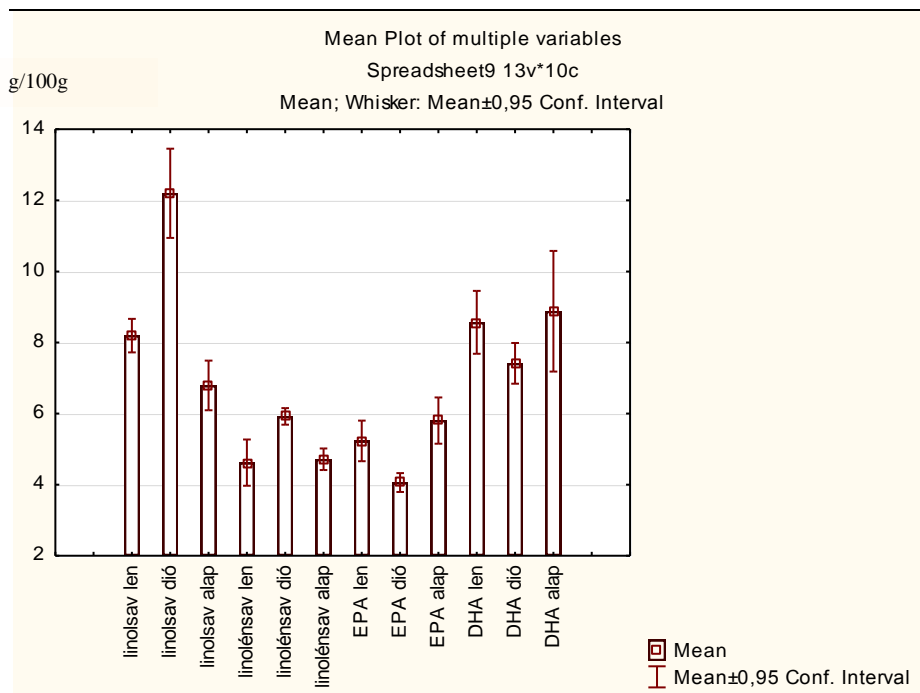
(Forrás: saját vizsgálat, 2012-2013)

megjegyzés: mean: átlag, mean \pm 0,95 Conf.Interval: 95%-os szignifikancia szinten a becsült változó alsó és felső korlátját jelöli.

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

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 (13. sz. ábra). 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.

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



14. sz. ábra: A különböző zsírsavak mennyiségének összehasonlítása a különböző tápot fogyasztó csoportoknál

(Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012)

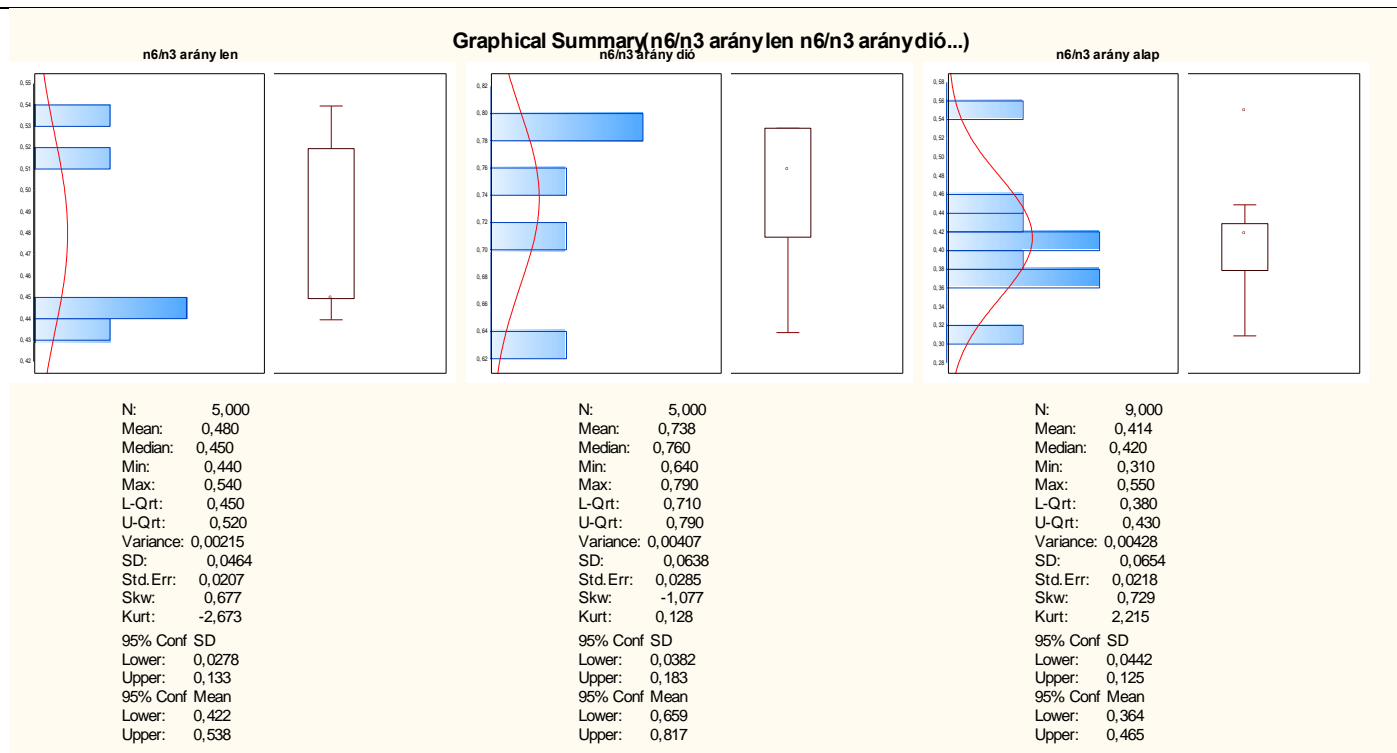
megjegyzés: mean: átlag, mean \pm 0,95 Conf.Interval: 95%-os szignifikancia szinten a becsült változó alsó és felső korlátját jelöli.

A linolsav és az alfa-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 a linolénsav esetében (4,62 \pm 0,52) nem

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

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 ($4,1 \pm 0,21$) szignifikánsan alacsonyabb volt, mint az alap takarmányt fogyasztó csoport ($5,81 \pm 0,85$) (14. sz. ábra).

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



15. sz. ábra: Az alap és a len- illetve dióolajjal kiegészített tápos csoportok n-6/n-3 arányának összehasonlítása (Forrás: saját vizsgálat, 2011-2012) megjegyzés: N: mintaelemszám, mean: átlag, SD: szórás, Std. Err: standard hiba, azaz a mintavétel eloszlásának a szórása, lower: alsó, upper: felső, variance: variancia, L-Qrt: alsó kvartilis, U-Qrt: felső kvartilis

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

Az n-6/n-3 zsírsavak aránya tekintetében a dióolajos csoport ($0,74\pm 0,1$) szignifikánsan meghaladta az alap takarmányt fogyasztó csoport értékét ($0,41\pm 0,07$), de a lenolajos ($0,48\pm 0,05$) és az alap takarmányt fogyasztó csoport között nem találtunk szignifikáns különbséget (15. sz. ábra).

4.4. A füstölt szicsege filé zsírsavösszetétele

Kérdés, hogy a füstölés, mint feldolgozási eljárás befolyásolhatja-e a szicsege filé zsírsavösszetételét? Az általánosan elfogadott vélemény szerint igen, mivel a zsírsavak ilyenkor ki vannak téve hőhatásnak, valamint a füstölő anyag is befolyásolhatja a filé zsírsavösszetételét. A 12. számú táblázat mutatja a lenolajjal kiegészített táppal etetett füstölt filé zsírsavösszetételét.

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

12. sz. táblázat: A lenolajjal kiegészített táppal etetett füstölt és nyers szicsege filé zsírsavösszetételének összehasonlítása

g/100g	N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
SFA füstölt filé	5	28,69	26,78	32,67	2,29
SFA lenolajos filé	5	21,6	21,28	22,24	0,38
MUFA füstölt filé	5	35,04	33,89	36,86	1,2
MUFA lenolajos filé	5	35,18	34,35	35,87	0,65
PUFA füstölt filé	5	28,84	25,71	30,6	2,04
PUFA lenolajos filé	5	29,53	28,36	30,67	0,99
Palmitinsav füstölt filé	5	22,81	20,47	26,68	2,31
Palmitinsav lenolajos filé	5	15,75	15,49	16,22	0,29
Linolsav füstölt filé	5	7,05	6,64	7,44	0,28
Linolsav lenolajos filé	5	8,19	7,8	8,76	0,38
Alfa-linolénsav füstölt filé	5	3,49	2,56	4,96	0,93
Alfa-linolénsav lenolajos filé	5	4,62	4,09	5,45	0,52
EPA füstölt filé	5	6,83	5,66	8,61	1,26
EPA lenolajos filé	5	5,23	4,6	5,8	0,46
DHA füstölt filé	5	8,44	7,58	9,18	0,68
DHA lenolajos filé	5	8,57	7,77	9,35	0,71
n-6/n-3 arány füstölt filé	5	0,42	0,36	0,5	0,06
n-6/n-3 arány lenolajos filé	5	0,48	0,44	0,54	0,05

(Forrás: saját vizsgálat, 2012)

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

Megállapítottam, hogy a telített zsírsavak tekintetében szignifikáns különbség van a két csoport filében mért értékei között ($28,69 \pm 2,29$, illetve $21,6 \pm 0,38$). Ennek oka az, hogy a füstölt filék jelentősen nagyobb mennyiségben ($22,81 \pm 2,31$) tartalmaztak palmitinsavat, mint a nyers lenolajos filék ($15,75 \pm 0,29$). Azonban sem az egyszeresen (MUFA) ($35,04 \pm 1,2$, illetve, $35,18 \pm 0,65$), sem a többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavak esetében ($28,84 \pm 2,04$, illetve, $29,53 \pm 0,99$) nem volt statisztikailag igazolható különbség a két csoport között. A linolsav, és az alfa-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 ($6,83 \pm 1,26$, illetve $5,23 \pm 0,46$), míg a DHA esetében nem volt szignifikáns a különbség ($8,44 \pm 0,68$, illetve $8,57 \pm 0,71$). Az n-6/n-3 arány tekintetében szintén nem volt szignifikáns a különbség a két csoport között ($0,42 \pm 0,06$, illetve $0,48 \pm 0,05$) (12. sz. táblázat).

4.5. A heterózis hatás kifejeződése a szicsekben

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a kecsge és a szibériai tok közötti interspecifikus hibridizáció következményeként kialakul-e a heterózishatás jelensége.

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

13. sz. táblázat: A heterózishatás mértéke különböző tulajdonságokban

Tulajdonság	Heterózis %
növekedés	28,55±24,66
SGR	97,66±82,87
FCR	48,09±28,7
SFA	8,8
MUFA	3,6
PUFA	9,68
EPA	24,94
DHA	75,84
n-6/n-3 arány	54,44

(*Forrás: saját vizsgálat, 2013*)

Az első tulajdonság melyet 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±82,87%, mely azt jelenti, hogy a napi növekedésben viszont csaknem teljes mértékben kifejeződött a heterózishatás. Azonban mindkét adat nagy

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

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 fenti három mennyiségi tulajdonság mellett minőségi tulajdonságokat is vizsgáltunk.

Ezen vizsgálatoknál, mivel nem készítettünk kecsege filé zsírsavprofil vizsgálatokat, szakirodalmi adatokra támaszkodtunk. Eszerint 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% a 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 (13. sz. táblázat).

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

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A kecsege és a szibériai tok keresztezése a jelenlegi technológiák mellett könnyen kivitelezhető, a többi tokféle szaporításánál nem jelent komolyabb problémát. A keresztezett halak életképesek, biológiai tulajdonságaik megegyeznek a szülő fajokkal. A keresztezésből eredő esetleges defektusok annyira minimálisak, hogy nincs gazdasági jelentőségük. Elmondható, hogy mint a többi tokfélénél itt is ivadékkorban a legnagyobb a mortalitás, de nem haladja meg a szülő fajok mortalitásának értékét.

Mínt hogy a hazai tokhaltenyésztés elsődleges célja a kaviár alapanyag előállítás, csak a fölösleges hím egyedeket értékesítik, vágóállatként. Ha azonban a kaviártermelés érdekében monosex állományokat hoznak létre, akkor vágótermék nem is kerül a piacra, mivel nem jelenik meg a további termelésben.

A szicsege előnye a szülő fajokhoz képest, hogy jó növekedési eréllyel rendelkezik, takarmányozása során nem merül fel többletköltség, húsminősége pedig felülmúlja mindkét szülői faj tulajdonságát.

Véleményem szerint, a szicsege mind a horgásztavaknak, mind a haltermelő tógazdaságoknak értékes hala lehet, például egy ponty-szicsege-csuka polikultúrában, de akár egy 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

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

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 összeívik 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, ugyan 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.

Kísérleteim folyamán nem tudtam 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 arányt sem.

Vizsgálati eredményeink 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 húsminőség 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.

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

Mivel a szicsege természetes táplálékát is főként állati eredetű szervezetek teszik ki, esetlegesen halolajjal kiegészített táppal lehetséges, hogy szignifikánsan lehet növelni a n-6 és n-3 zsírsavak mennyiségét, és javítani a n-6/n-3 zsírsavak arányát.

Az ígéretes kezdeti kísérleti eredmények további igazolására kívánatosnak tartom egy olyan kísérlet elvégzését, ahol megfelelően kiválasztott szülőhalakkal mind szicsege, mind fajazonos kecssege-, és szibériai tok csoportokat létrehozva külön medencékben, azonos takarmányok felhasználásával vizsgálánk a halak növekedését, takarmányhasznosítását, és húsminőségét, így téve még gazdaságosabbá a szicsege termelést. Egy ilyen kísérlettel párhuzamosan több halastavi kísérlet elvégzésére is szükség lenne, hogy megtudjuk, milyen polikultúrában, esetleg monokultúrában lenne a leggazdaságosabb nevelni a halakat.

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

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

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

Szükséges lenne a hazai halfogyasztókat megismertetni a szicsegével, és a modern egészséges táplálkozás elősegítése céljából komoly marketingmunkát végezni, mivel Magyarországon rendkívül magas a szív-és érrendszeri megbetegedések száma. Köztudott, hogy n-6 és n-3 zsírsavak csökkentik az ilyen jellegű betegségek kialakulásának lehetőségét. Szükséges lenne, nemcsak friss, de feldolgozott vagy félig feldolgozott szicsege termékekkel is megjelenni a piacon, amely a megfelelő ár/érték aránya miatt elérhető lenne szélesebb rétegeknek is. Ehhez ki kell dolgozni egy megfelelő szicsege termelési rendszert, mely elfogadható áron tudja előállítani ezt a humán táplálkozási szempontból értékes élelmiszert.

Véleményem szerint, csak a kecsege és a szibériai tok közötti keresztezésnek van gyakorlati jelentősége. Bár a tokfélék családján belül számos faj között lehetséges a hibridizáció, azonban minthogy Magyarországon az öt őshonos tokféle közül a kecsege kivételével mind a négy tokhalfaj védett, valamint a többi hazai tokhalfajjal történő bármilyen keresztezési cselekmény szigorú engedélyekhez kötött, így a szicsegén kívül egyéb interspecifikus tokhibrid elterjedése a jövőben nem várható.

6. 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, azonban 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. Ugyan az n-6/n-3 zsírsavak aránya jobb a kecségénél, mint a szicsegénél, a zsírsavösszetétel a szicsegénél kedvezőbb. A szibériai tok szignifikánsan rosszabb n-6/n-3 aránnyal rendelkezik, mint a szicsege. A heterózis mértéke a többszörösen telítetlen

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

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

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

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A magyar halgazdálkodók birtokában jelenleg több tokhalfaj is van, azonban jelentős szülőállományt csak két olyan faj alkot, amely nem áll természetvédelmi oltalom alatt. Ez a két faj a kecsége (*Acipenser ruthenus L.*) és a szibériai tok (*Acipenser baeri B.*). A kecsége a legkisebbre növő tokféle, melynek megfogyatkozva, de még a hazai folyókban is jelentős állományai vannak, ugyanakkor a haltenyésztés egy fontos faja is. A szibériai tok, Magyarországon nem őshonos, de a kimondottan tokhalakat tenyésztő szakemberek szerint a „legigénytelenebb” tokféle. Minthogy nagyra növő faj, szintén szerepel a Magyarországon tenyésztett halfajok között. Ugyanakkor a tokfélét nagyobb mennyiségben kizárólag kaviár alapanyag céljára tenyésztik, és csak az esetleges hím példányokat értékesítik vágóállatként. Miután az új haltenyésztési eljárások lehetővé teszik monosex állományok létrehozását, a fölösleges hím példányok egyedszáma jelentősen visszaesett.

Ezért szükséges egy olyan interspecifikus, húshasznú tokhibrid előállítás, amely steril, azaz képtelen életképes ivartermék termelésére. Magyarországon már folytattak kísérletet a kecsége és a szibériai tok hibriddel, melynek a szicsege nevet adták. Úgy gondoltuk fontos, hogy a hiányzó ismereteinket kibővítsük e hibrid előnyös, vagy esetleg hátrányos tulajdonságairól.

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

Munkánk során a következő 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?

A keresztezést a Neptun Bt. Ercsi telephelyén végeztük el 2010-ben, kecsége sperma és szibériai tok ikra felhasználásával. A megtermékenyített ikrákat egy 150 l-es hasznos térfogatú halvályúban, míg a fajazonos kecsége és szibériai tok ikrákat egy-egy 50 l-es akváriumban keltettük ki. Kezdetben a halakat vágott csővályó féreggel (*Tubifex tubifex*) és vörös szúnyoglárvával (*Chironomus spp.*) etettük, a haltápra csak később tértünk át. Az ikrák keltetése alatt az érlelő víz hőmérséklete 14 ± 1 Celsius fok, míg oxigéntartalma $8-9 \pm 1$ mg/liter volt. Az exogén táplálkozásra való áttérés után, az előnevelés alatt a víz oxigéntartalma $6-8 \pm 1,5$ mg/l, míg a víz hőmérséklete $14-16 \pm 2,0$ Celsius fok között, az utónevelés alatt pedig a víz hőmérséklete $16-22 \pm 1,5$ Celsius fok, míg a víz oxigénkoncentrációja $5,0-6,8 \pm 1,4$ mg/l között volt.

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

A tápra való átszoktatástól kétféle haltápot, az Aqua Bio és az Aller Aqua haltápot használtuk a halak méretének megfelelő szemcseméretben. A takarmányozási kísérlet során az Aller Aqua haltápot kiegészítettük 5% lenolajjal, illetve 5% diólalajjal. A kísérlet minden szakaszában a halak méretének megfelelő méretű tápot adtunk. A napi takarmánymennyiség miután áttértek a halak a tápra egységesen a testtömegük 2%-a volt.

A halak mérésére havi rendszerességgel került sor, mindhárom faj közel azonos hosszúságú egyedeiből 30 hal testtömegét és testhosszúságát mértük meg.

A takarmányozási kísérletek elvégzéséhez, 36-36 egyedből állítottunk össze egy csoportot. A takarmányozási kísérlet 84 illetve 85 napig tartott. Ezután 4-4, illetve 5-5 egyedből vettünk filémintát, és két külön laboratóriumban vizsgáltattuk be, a Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi- és Állattenyésztéstani Tanszék, Élettani Laboratóriumában és a Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet, Takarmányozástani Intézeti Tanszék analitikai laboratóriumában.

Füstölésre szintén 5 egyedből vett mintát vizsgáltattunk be a Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Állattudományi- és Állattenyésztéstani Tanszék, Élettani Laboratóriumában.

Megállapítottam, hogy a szicsege a két szülői faj átlagánál jobban nő, de az anyai faj szibériai tok növekedését statisztikailag igazolható

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

módon nem múlja felül. A heterózishatás mértéke a növekedés tekintetében 28,55% volt.

Ez megmutatkozik a specifikus növekedési ráta (SGR) esetében is, mely esetben a heterózis mértéke 97,66% volt.

A szicsege takarmányhasznosító képessége szignifikánsan csak az apai faj kecsege takarmányhasznosító képességét múlja felül, az anyai faj szibériai tok takarmányhasznosító képességét nem. Ebben az esetben 48,09% volt a heterózis mértéke.

A nyers szicsege filé zsírsavprofilja összességében kedvezőbb, mint a szibériai tok és a kecsege húsanak zsírsavprofilja, különös tekintettel az EPA és a DHA zsírsavakra.

A szicsege hús telítetlen zsírsav tartalmának növelése sem az 5%-os lenolaj, sem az 5%-os dióolaj esetében nem volt igazolható. Véleményem szerint a halolaj esetleg jobb eredményeket adhatna.

A füstölési eljárás érdemben nem befolyásolta a szicsege filé zsírsavösszetételét a nyers húshoz képest, tehát nem csak friss, hanem feldolgozott termék is forgalomba hozható anélkül, hogy a hús minősége romlana.

Az elért tudományos eredmények alapján kijelentem, hogy a szicsegének helye van a magyar akvakultúrában, és a boltok halkínálatában. Éppen ezért szélesebb körű elterjesztése humán célú élelmiszerként fontos és indokolt feladat lenne.

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

SUMMARY

Though Hungarian fish farmers occupy more sturgeon species currently, only two species provide significant parent stock, which are not under nature conversation. These two species are the sterlet (*Acipenser ruthenus L.*) and the Siberian sturgeon (*Acipenser baeri B.*). The sterlet is the smallest growing sturgeon species, which even though it's decreasing number, still has major stocks in the inland waters and as well is an important species of the fish breeding. The Siberian sturgeon is not autochthon in Hungary, however according to the sturgeon breeding specialized professionals it is the 'most unpretentious' sturgeon species. Since they are a big growing type, they also appear among in Hungary bred fish species. At the same time the sturgeon species are harvested in a bigger quantity alone for caviar commodity purposes and only occasionally male specimen are sold as fat stock. Since the new fish breeding technologies facilitate to create monosex stocks, the number of redundant male specimen decreased significantly.

This is the reason why it is necessary to produce a kind of interspecific, for meat production adapted sturgeon hybrid, which is sterile, that is to say is incapable of producing viable descendant. In Hungary experiments have been already carried on with sterlet and Siberian sturgeon hybrid giving the name 'szicsege' to it. We believed that it was important to extend our lack of knowledge about the hybrid's advantages and disadvantages.

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

During our work we have been looking for the answer for the following questions:

- Will the growing capability of the sturgeon hybrid exceed the parent species average?
- Will the feed conversion capability of the sturgeon hybrid exceed the parent species average?
- Will the unsaturated fatty acid content of the sturgeon hybrid meat exceed the parent species ones?
- Can the unsaturated fatty acid content of the sturgeon hybrid meat be increased by vegetable oil supplementation?
- Does the smoke method influence the sturgeon hybrid fillet's fatty acid profile?

The hybridization was put through on the site of Neptun Bt. based in Ercsi in 2010 using sterlet sperm and Siberian sturgeon eggs. The impregnated eggs in a 150 litre useful volumetric fish tube, whilst the congeneric sterlet and Siberian sturgeon eggs both in a 50 litre aquarium were hatched. First fish were fed by chopped tubeworm (*Tubifex tubifex*) and by red chironomidae larva (*Chironomus spp.*) and we only changed to fish food later on. During hatching of the fish eggs the maturing water temperature was 14 ± 1 Celsius, whilst the oxygen content was $8-9\pm 1$ mg/l. After changing to exogen nutrition, during the pre-breeding the water oxygen content was $6-8\pm 1,5$ mg/l, whilst the water temperature was $14-16\pm 2,0$ Celsius; during the after-breeding the water temperature was $16-22\pm 1,5$ Celsius, whilst the water oxygen content was $5,0-6,8\pm 1,4$ mg/l.

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

Then after the habituation to nutrient we used two types of fish nutrients, Aqua Bio and Aller Aqua in the proper particle size match to the fish size. During the feeding experiment we completed the Aller Aqua fish nutrient with 5% linseed-oil and 5% nut-oil. At every stage of the experiment we gave the nutrient to the fishes in a particle size what matched to the size of the fishes. After the fishes changed to the nutrient the daily nutrient quantity was unitedly 2% of their body mass.

The measuring of the fishes was done on a monthly bases, by the nearly same long individuals of all the 3 species we measured the body mass and body length of 30 fishes.

In order to perform the feeding experiments, we created a group consists of 36-36 individuals. The feeding experiment took 84 and 85 days. After that we took filet sample from 4-4 and 5-5 individuals and we had them analysed in 2 separate laboratories, in the Physiological Laboratory of the University of Pannonia, Georgikon Faculty, Department of Animal Sciences and Husbandry, and in the Analytical Laboratory of the University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Institute of Animal Sciences.

For fumigation we also had the samples - taken from 5 individuals - analysed in the Physiological Laboratory of University of Pannonia, Georgikon Faculty, Department of Animal Sciences and Husbandry.

I determined, that the growth of the sturgeon hybrid is higher, than the average of the two parental species, but on a statistically certifiable way it doesn't exceed the mother species Siberian

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

sturgeon's growth. The extent of the heterosis effect from growth point of view was 28,55%.

It also appears in case of the specific growth rate (SGR), in that case the extent of the heterosis was 97,66%.

The nutrient utilization ability of the sturgeon hybrid exceeds significantly only the nutrient utilization ability of the fater sterlet species, but not the nutrient utilization ability of the mother Siberian sturgeon species. In this case the extent of the heterosis was 48,09%.

The fatty acid profile of the raw sturgeon hybrid fillet is better on the whole, than the fatty acid profile of the Siberian sturgeon' and the sterlet's meat, especially in case of EPA and DHA fatty acids. In this case the extent of the heterosis by DHA exceeds almost with 50%, then by EPA.

The unsaturated fatty acid content of the sturgeon hybrid meat was not verifiable neither in case of the 5% linseed-oil, nor in case of the 5% nut-oil. According to my opinion the fish-oil might give better results.

The fumigation process didn't influence the fatty acid content of the sturgeon hybrid fillet on the merits compared to the raw meat, therefor not only the fresh, but also the processed product can be released without the disimprovement of the meat quality.

Based on the achieved scientific results I declare, that the sturgeon hybrid has its place in the Hungarian aquaculture and in the fishoffer of the shops. Based on that its expansive spreading as a human purpose foodstuff would be an important and reasonable task.

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

8. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. sz. táblázat: A kecsege növekedése a Duna magyar-szlovák szakaszán.....	25
2. sz. táblázat: A tokfélék kromoszómaszámai.	42
3. sz. táblázat: A halak nevelése során felhasznált alaptakarmányok összetétele.....	56
4. sz. táblázat: A halak növekedési- és takarmányértékesítő képessége.....	66
5. sz. táblázat: A takarmányozási kísérlet növekedési és takarmányértékesítési eredményei.	70
6. sz. táblázat: A nyers szicsege és szibériai tok filé zsírsavösszetétele.	71
7. sz. táblázat: Az alaptakarmánnyal etetett, nyers szicsege és szibériai tok filé fontosabb telítetlen zsírsav mennyiségei.....	73
8. sz. táblázat: Az alaptakarmánnyal etetett, nyers szicsege és nyers szibériai tokhal filé többszörösen telítetlen zsírsavak tartalma és aránya.....	74
9. sz. táblázat: A dunai kecsegék izomzatának zsírsavösszetétele ..	75
10. sz. táblázat: A tenyésztett viza nyers filé zsírsavösszetétele	77
11. sz. táblázat: A lenolajos és a diólajos tápos szicsege csoport zsírsavösszetétel adatai.....	79
12. sz. táblázat: A lenolajjal kiegészített táppal etetett füstölt és nyers a szicsege filé zsírsavösszetételének összehasonlítása	95

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

13. sz. táblázat: A heterózishatás mértéke különböző tulajdonságokban..... 97

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

9. ÁBRÁK ÉS KÉPEK JEGYZÉKE

1. sz. kép: Kecsege, <i>Acipenser ruthenus</i>	21
1. sz. ábra: A kecssege elterjedése Magyarországon	23
2. sz. kép: Szibériai tok, <i>Acipenser baeri</i>	32
2. sz. ábra: A szibériai tok előfordulása Magyarországon	34
3. sz. ábra: Az n-6 és n-3 zsírsavak metabolizmusa.	45
3. sz. kép: A szicsegék előnevelése	50
4. sz. ábra: A szicsege és szibériai tokok elhullásának hetenkénti eloszlása	51
4. sz. kép: Az utónevelő kádak	54
5. sz. kép: A kecssegék utónevelése	55
6. sz. kép: A szicsegék takarmányozása	59
5. sz. ábra: A halak növekedése és a növekedési adatok szórása	65
7. sz. kép: Elöl szibériai tok, hátul szicsege	68
6. sz. ábra: A kecssege a szicsege és a szibériai tok csoportok FCR értékeinek alakulása (g/g)	69
7. sz. ábra: A lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolsav (C18:2 n6) mennyisége	81
8. sz. ábra: A dióolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolsav (C18:2 n6) mennyisége	83
9. sz. ábra: A lenolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolénsav (C18:3 n3) mennyisége	84

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

- 10. sz. ábra:** A dióolajos takarmány kiegészítést fogyasztó csoportok filéjének linolénsav (C18:3 n3) mennyisége 86
- 11. sz. ábra:** A lenolajos és dióolajos takarmány kiegészítést kapott szicsege csoportok húsának EPA és DHA tartalma 87
- 12. sz. ábra:** A lenolajos és dióolajos takarmány kiegészítést kapott szicsege csoportok húsának n-6/n-3 zsírsav aránya 88
- 13. sz. ábra:** A különböző takarmánnyal etetett szicsege csoportok zsírsavcsoportjainak összehasonlítása 89
- 14. sz. ábra:** A különböző zsírsavak mennyiségének összehasonlítása a különböző tápot fogyasztó csoportoknál 91
- 15. sz. ábra:** Az alap és a len- illetve dióolajjal kiegészített tápos csoportok n-6/n-3 arányának összehasonlítása 93

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

10. IRODALOMJEGYZÉK

Allen, S., K., J., - Wattendorf, R., J. (1987): Triploid grass carp: status and management implications. *Fisheries* vol. 12. 20–24. pp.

Antipa, G., (1909): Fauna ichtiologica a Romaniei. Acad. Rom. Publ Fond. Adamachi (In Romanian), Bucharest.

Arefyev, V., A. (1997): Sturgeon hybrids: Natural reality and practical prospects. *Aquaculture Magazine*, 23, pp.53–58.

Arefyev, V., A. (1998): Sturgeon hybrids: Natural reality and practical prospects. *Aquaculture Magazine*, 24, pp. 44–50.

Bacalbasa-Dobrovici, N. (1999): Endangered migratory sturgeons of the lower Danube River and its Delta. *Environmental Biology of Fishes*, 48 (1 – 4). 201- 207. pp.

Bakonyi, G. (1995): Állattan. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Bartley, D., M., - Hallerman, E., M. (1995): Global perspective on the utilization of genetically modified organisms in aquaculture and fisheries. *Aquaculture* vol. 137. 1–7. pp.

Bartley, D., M., - Rana, K., - Immink, A., J. (2001): The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. vol. 10. 325–337. pp.

Bemis, W.E. - Kynard, B. (1997): Sturgeon rivers: an introduction to acipenseriform biogeography and life history. *Environmental Biology of Fishes*, 48.167-184. pp.

Bemis, W. E.; - Finedis, E.K., - Grande, L. (1997): An overview of Acipenseriformes. *Environmental Biology of Fishes*, 48. 25 -71. pp.

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

Bercsényi M. (1997): Halgazdálkodás II., Magyar Országos Horgász Szövetség Kiadó, Budapest

Bercsényi, M. (2008): Tenyésztési eljárások a dunai kecsgeállományok megerősítésre. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 29. p.

Bercsényi, M., - Bergler, H. (1991): Ein Filtrieren der Loeffelstoer. Fischer Teichwirt vol. 42 (7). 232-234. pp.

Bettles, C., M., - Docker, M., F., - Dufour, B., - Heath, D., D. (2005): Hybridization dynamics between sympatric species of trout: loss of reproductive isolation. Journal of Evolutionary Biology 18: 1220–1233 pp.

Bezard, J., Blond, J. P., Bernard, A., Clouet, P. (1994): The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. Reprod. Nutr. Dev. 34. 539-568.pp.

Billard, R. - Lecointre, G. (2001): Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10. 355-392. pp.

Birstein, V., J., - Bemis, W., E. (1997): How many species are there within the genus *Acipenser*? Environmental Biology of Fishes, 48. 157-163. pp.

BNF (British Nutrition Foundation) (1992): Unsaturated fatty acids. Nutritional and physiological significance The Report of the British Nutrition Task Force. Chapman & Hall London. 211.pp.

Bogeruk A., K. (2008): Nemesített és honosított tokfélék Oroszországban az étkezési célú toktenyésztés szemszögéből. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 33-34. pp.

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

Brecka, B., J., - Kohler, C., C., - Wahl, D., H. (1995): Effects of dietary protein concentration on growth, survival, and body composition of muskellunge, *Esox masquinongy*, and tiger muskellunge, *Esox masquinongy x E. luscus*, fingerlings. *J. World Aquacult. Soc.* vol. 26. 416–425. pp.

Brehm, A., E. (1958): Az állatok világa. Bibliotheca Kiadó, Budapest

Cey-Bert, R. Gy. (2002): Magyar halgazdasztrónia. Paginarum Kiadó, Budapest

Chang, J. (2008): Construction of Fishpassages in China: impact on Chinese sturgeons. *World Sturgeon Conservation Society, Special Publication No. 2* (in press).

Chebanov, M.S. (2008): Strategy for conservation of sturgeon in the conditions of the Kuban River flow regulation. *WSCS Special Publication no 2.* (in press).

Costache, M., - Dudu, A., - Georgescu, S., E. (2012): Low Danube Sturgeon Identification Using DNA Markers. *Intech.* vol. 1. 243-268. pp.

Cundiff, D., K., - Lanou, A., J., - C., R., Nigg. (2007): Relation of omega-3 fatty acid intake to other dietary factors known to reduce coronary heart disease risk. *American Journal of Cardiology.* vol. 99. 1230–1233. pp.

Csengeri, I., – Müller, F., – Oláh, J., – Majoros, F., – Farkas, T., – Joó, I., – Tóth, S., – Garai, I., – Huszka, T. a,b, (1988): Halfogyasztás és kardiovaszkuláris betegségek. XII. Halászati Tudományos Tanácskozás 38. p.

Csengeri I. (2008): Esszenciális zsírsavak a kaviárban és humán táplálkozástani jelentőségük. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 51. p.

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

Danzmann, R., G., - Ferguson, M., M., - Allendorf, F., W. (1985): Does enzyme heterozygosity influence developmental rate in rainbow trout? *Heredity*. vol. 56. 417–425. pp.

Dorson, M., - Chevassus, B., - Torhy, C. (1991): Comparative susceptibility of three species of char and rainbow trout x char triploid hybrids to several pathogenic salmonid viruses. *Dis. Aquat. Org.* vol. 11. 217–224. pp.

Dunham, R., A. (1987): American catfish breeding programmes. Tiews K. (ed.), *Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture of Fish and Shellfish*, Vol. 2. FAO European Inland Fisheries Advisory Commission and International Council for the Exploration of the Sea, Rome, Italy and Copenhagen, Denmark.. 407–416. pp.

Dunham, R., A., - Argue, B., J. (1998): Seisability of channel catfish, blue catfish, and their F1, F2, F3 and backcross hybrids in earthen ponds. *Prog. Fish. Cult.* vol. 60. 214–220. pp.

Dunham, R., A., - Brummet, R., E., - Ella, M., O. – Smitherman, R., O. (1990): Genotype-environment interactions for growth of blue, channel, and hybrid catfish in ponds and cages at varying densities. *Aquaculture* 85. vol. 143–151. pp.

Egon, B. (2005): Füstölés. Gazda Kiadó, Budapest

Ernst, D., H., - Watanabe, W., O., - Ellington, L., J., - Wicklund, R., I., - Olla, B., L. (1991): Commercial-scale production of Florida red tilapia seed in low- and brackish-salinity tanks. *J. World Aquaculture Soc.* vol. 22. 36–44. pp.

Fekete, I. (1998): Halászat. Nesztor Kiadó, Budapest

Fopp-Bayat, D. – Malgorzata, J. – Pawel, W. (2006): Chromosome number and erythrocyte nuclei length in triploid Siberian sturgeon *Acipenser baeri* Brandt. *Caryologia* 59:319-321.pp.

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

Galbreath, P., F. – Thorgaard, G., H. (1995): Sexual maturation and fertility of diploid and triploid Atlantic salmon x brown trout hybrids. *Aquaculture*. vol. 137. 299–312. pp.

Gessner, J., - Rosenthal, H. (2008): A tokállományok megóvásának, helyreállításának és tenyésztésének lehetőségei, különös tekintettel a kecsegrére. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 9-10. pp.

Ghomi, R., M., - Nikoo, M., - Sohrabnezhad, M. (2013): Effect of alive weight on body composition and fatty acid content of farmed beluga sturgeon (*Huso huso*). *International Aquatic Research*. vol. 5:6. 5. p.

Gordienko, O., L., - Affonic, R., V., - Soldatova, E., V., (1970): Basenovojе vyrashchivaniye molodi osetrovyykh sprimienieniem iskusstvennykh kormov – Trudy VNIRO. Vol. 74: 7-35. pp.

Gorshkova, G., - Gorshova, S., - Gordin, H., - Knibb, W. (1996): Karyological studies in hybrids of Beluga, *Huso huso* (L.) and the Russian *Acipenser guldenstati* Brant. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh*. vol. 48. 35–39. pp.

Grey, A., K., - Evans, M., A., - Thorgaard, G., H. (1993): Viability and development of diploid and triploid salmon hybrids. *Aquaculture*. vol. 112. 125–142. pp.

Gulyás, T., – Kéri, Gy., – Horváth, A., – Nikolics, K., – Szőke, B., – Teplán, I., – Bökönyi, I. (1988): Nem emlős GnRH analógok dózis – hatás összefüggései a kecsege és a harcsa mesterséges szaporításában. XII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 8-9. p.

Hallerman, E., M. – Kapuscinsky, A., R. (1995): Incorporating risk assessment and risk management into public policies on genetically modified finfish and shellfish. *Aquaculture* vol. 137. 9–17. pp.

Halmy, Cs. (1998): Omega-3 zsírsavak lehetséges szerepe szisztémás gyulladáshoz vezető válasz szindrómában. Táplálkozás- Allergia-Diéta. vol. 3. 2-8. pp.

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

Hancz, Cs. (2004): Kísérleti statisztika. Kaposvári Egyetem, Kaposvár

Hans, F. (1970): Az akvarista kislexikona, Gondolat Kiadó, Budapest

Harka Á., – Sallai Z. (2004): Magyarország halfaunája, Nimfea Természetvédelmi Egyesület Kiadó, Szarvas

Head, W., D., - Zerbi, A., - Watanabe, W., O. (1994): Preliminary observations on the malleability of saltwater-cultured Florida red tilapia in Puerto Rico. J. World Aquacult. Soc. vol. 25. 432–441. pp.

Herman O. (1887): Magyar halászat könyve. AK.M. Természettudományi Társulat, Budapest

Hochleithner, M., - Gessner, J. (1999): The Sturgeon and Paddlefishes (Acipenseriformes) of the World. Biology and Aquaculture. AquaTech Publications. 165. p.

Horn, P. (2000): Sertés, nyúl, prémes állatok, hal. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Horváth, L. (2000): Halbiológia és haltenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Horváth, L., - Csorbai, B., - Urbányi, B. (2007): A tájidegen gyomhalak visszaszorítása őshonos ragadozó fajokkal. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Budapest. 5. p.

Hováth, L., – Péteri, A., – Kouril, J. (1985): Eredményes kecsge szaporítás LHRH-val. X. Halászati Tudományos Tanácskozás. 20. p.

<http://www.sturgeon-web.co.uk/sturgeon-hybrids>. Hozzáférés dátuma: 2013.01.23.

<http://www.viza-sturgeon2020.hu/viza2020.html>. Hozzáférés dátuma: 2013.05.23

<http://www.fao.org>. Hozzáférés dátuma: 2012.11.20.

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

Jabeen, F. - A., S., Chaudhry. (2011): Chemical compositions and fatty acid profile of three freshwater fish species. Food Chemistry. vol. 125. 991–996. pp.

Jámborné Dankó, K., - Bardócz, T. (2012): Magyarország tógazdasági és intenzív üzemi haltermelése 2011-ben. www.halaszat.kormany.hu. 6. p.

Jankovic, D. (1958): Ekologija dunavske kecige (*Acipenser ruthenus L.*). Biol. Inst. N. R. Srbija, knj. 2., Beograd, 145. p.

Khan, H., A., - Gupta, S., D., - Reddy, P., V., G., K., - Tantia, M., S., - Kowtal, G., V. (1990): Production of sterile intergeneric hybrids and their utility in aquaculture and stocking. In: Keshavanath P. and Radhakrishnan K.V. (eds.), Carp Seed Production Technology. Special Publication of the AFS No 2. Asian Fisheries Society, Mangalor, India.. 41–48. pp.

Kemény, S., - Deák, A., - Komka, K., - Vágó, E. (2011): Hogyan használjuk a „Statistica” programot. Perfact Kiadó, Budapest

Koehn, R., K., - Gaffney, P., M. (1984): Genetic heterozygosity and growth rate in *Mytilus edulis*. Mar. Biol. vol. 82. 1–7. pp.

Kolman, R., - Szczepkowski, M. (2003): Nowy hybryd zwrotny jesiotra syberyjskiego (*Acipenser barii* Brandt) i krzyżówki jesiotra syberyjskiego z jesiotrem zielonym (*Acipenser medirostris* Ayres). Wolnickiego. Wyd. JRS, 169–174. pp.

Kovriznich, J., A., (1988): Age and growth of the sterlet (*Acipenser ruthenus L.*, 1758) in the Czechoslovak stretch of the Danube. Prace Ust. Ryb. Hydrobiol. (Bratislava) vol. 6. 101-114. pp.

Kozfkay, C., C., - Campbell, M., R., - Yundt, S., P., - Peterson, M., P., - Powell, M., S., (2007): Incidence of hybridization between naturally sympatric westslope cutthroat trout and rainbow trout in the Middle Fork Salmon River Drainage, Idaho. Transactions of the American Fisheries Society 136: 624–638 pp.

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

Kozhin, N.,I. (1964): Osetrovye SSSR I ikh vosproizvodstvo. TR. VNIRO. vol. 52. 21-57. pp.

Krasnai, Z., L. (1987): Interspecific hybridization of warm finfish. Tiews K. (ed.), Selection, Hybridization, and Genetic Engineering in Aquaculture. vol 2. 35–45. pp

Krauss, R. M., Eckel, R.H., Howard, B. (2000): AHA Dietary Guidelines: revision 2000: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. Circulation. vol. 102. 2284–99. pp.

Kris-Etherton, P., M., - Harris, W., S., - L., J., Appel. (2002): For the nutrition committee. AHA scientific statement. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation, vol. 106. 2747–2757. pp.

Krylova, V., - Sokolova, N. (1976): Bester v usloviyakh podmoskovya. Rybovod. Rybolov. vol. 3. 8-9. pp.

Kynard, B., - Suci, R., - Horgan, M. (2002): Migration and habitats of diadromous Danube River sturgeons in Romania: 1998-2000. J. Appl. Ichthyol. 18. 529- 535. pp.

Lahav, M., - Lahav, E. (1990): The development of all-male tilapia hybrids in Nir David. Isr. J. Aquacult. Bamidgeh. vol. 42. 58–61. pp.

Lányi, Gy. (1961): Élet a víz tükre alatt. Gondolat Kiadó, Budapest

Leary, R., F., - Allendorf, F., W. – Knudsen, K., L. (1983): Developmental stability and enzyme heterozygosity in rainbow trout. Nature. vol. 301. 71–73. pp.

Lenhardt, M., - Hegediš, A., - Gačić, Z., - Jarić, I., - Cvijanović, G., - Smederevac- Lalić, M., - Višnjić-Jeftić, Ž., - Mićković, B. (2008): A kecsege (*Acipenser ruthenus*, L.) helyzete Szerbiában. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 15. p.

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

Ljubojevic, D., - Trbovic, D., Lujic, J., - Cabrilo, B., O., - Kostic, D., - Novakovi, N., - Cirkovic, M. (2013): Fatty acid composition of fishes from inland waters. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (Supplement 1). 66. p.

Ludwig, A., – Lippold, S., – Debus, L., – Reinartz, R. (2008): First evidence of hybridization between endangered sterlets (*Acipenser ruthenus*) and exotic Siberian sturgeons (*Acipenser baerii*) in the Danube River. Biol Invasions (2009) 11:753–760. pp.

Magyar Közlöny (2013): 2013. évi CII. törvény a halgazdálkodásról és a hal védelméről. Magyar Közlöny, 2013. évi 102. szám. 55448. p.

Magyari, I., – Rónyai, A., – Váradi, L., – Horváth, L. (1993): Kísérletek kecsege (*Acipenser ruthenus*) és a lénai tok (*Acipenser baeri*) spermájának mélyhűtésére. XVII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 11. p.

McDowall, R. M. (1988). Diadromy in fishes: migrations between freshwater and marine environments. Croom Helm, ISBN-10: 0881921149, London.

McDowall, R.M. (1992): Diadromy: origins and definitions of terminology. Copeia . 248–251. pp.

Menshikov, M., I. (1947): O geograficheskoi izmenchivosti sibirskogo osetra *Acipenser baeri* Brandt. Doklady akad, Nauk SSSR. vol. 55. 371-374 pp.

Milstein, V., V. (1975): Aklimatyzacija osetrovykhryb. Izv. Gos. NIORCH vol. 103. 216-219. pp.

Molnár, E. (2011): Fehér busából és afrikai harcsából készült filé és haltermékek minőségi elemzése. Doktori (PhD) értekezés, Mosonmagyaróvár. 41. p.

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

Navodaru, I., - Staras, M., - Banks, R. (1999)b: Management of sturgeon stocks of the lower Danube River system. *Proceedings of "The Delta's: State-of art protection and management"*, Tulcea, Romania, 26-31 July 1999.

Navodaru, I.; - Constantinescu, A., - Munteanu, I. (1999)a: Reproducerea speciilor comerciale de pești de apă dulce în zona Deltei Dunării. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute*, vol. VII. 159-164. pp.

Neuringer, M., Anderson, G. J., Connor, W. E. (1988): The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Ann. Rev. Nutr.* vol. 8. 517-541.pp.

Nwadukwe, F., O. (1995): Hatchery propagation of five hybrid groups by artificial hybridization of *Clarius gariepinus*(B) and *Heterobranchus longifilis* (Val.) (Clariidae) using dry, powdered carp pituitary hormone. *J. Aquacult.-Trop.* vol. 10. 1–11. pp.

Ognjanovic, D., - Nikolic, V., - Simonovic, P. (2008): Morphometrics of two morphs of sterlet, *Acipenser ruthenus* L., in the middle course of the Danube River (Serbia). *J. Appl. Ichthyol.* 24, 126-130. pp.

Okuyama, H., Kobayashi, T., Watanabe, S. (1996): Dietary fatty acids- The n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Progress in Lipid Research.* vol. 35.4. 409-457.pp.

Péteri, A (1983): A lénai tok (*Acipenser baeri* Brandt) nevelésének magyarországi tapasztalatai. VIII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 20. p.

Pintér, K. (1989): Magyarország halai. Akadémia Kiadó, Budapest.

Pintér K., - Pócsi L. (2002): A hal. Mezőgazda Kiadó, Budapest

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

Pintér., K. (2008): A kecsege (*Acipenser ruthenus L.*) halászati hasznosításának szocio- ökonómiai vonatkozásai. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 19. p.

Podushka, S., B., (1999): New method to obtain sturgeon eggs. Journal of applied ichthyology. Special issue. Proceedings of the 3rd International Symposium on Sturgeon. Piacenza, Italy, July 8-11/1997. 319 p.

Radu, S. (2008): A tokállományok megőrzésének jelenlegi helyzete és lehetőségei Romániában, különös tekintettel a kecsegeire. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 21. p.

Reddy, P., V., G., K. (2000): Genetic Resources of Indian Major Carps. FAO Fisheries Technical Paper No. 387, FAO, Rome, Italy, 76 p.

Reichle, G., - Bercsenyi, M., - Belger, H. (1991): Store im Bruthans und im der Teichwirtschaft – Fischer Teichwirt. Vol. 42(10). 339-341. pp

Rochard, E.; - Castelnaud, G., - Lepage M. (1991): Sturgeons (*Pisces Acipenseridae*); Threats And Prspects. Journal of Fish Biology, 37. 123-132. pp.

Rónyai, A. (1991): Szaporodásbiológiai adatok a lénai tok (*Acipenser baeri* Brandt) és kecsege (*Acipenser ruthenus L.*) korai és szezonális szaporításáról tok-hipofízis, illetve GnRH kezelés mellett. XV. Halászati Tudományos Tanácskozás. 33-34. p.

Rónyai, A. (1993): A kecsege x lénai tok (*Acipenser ruthenus x Acipenser baeri*) fehérjeigénye. XVII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 32. p.

Rónyai, A. (2008): A kecsege (*Acipenser ruthenus L.*) mesterséges szaporítása és ivadéknevelése. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 37-38. pp.

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

Rónyai, A., – Ruttkay, A. (1992): A kecsge x lénai tok hibrid növekedése és takarmányhasznosítása különböző népesítési sűrűségek mellett. XVI. Halászati Tudományos Tanácskozás. 26-29. p.

Rónyai, A. (2012): Helyzetkép, biológia és termelés, különös tekintettel a dunai tokfélékre. <http://www.sturgeon.hu/sturio.html>
Hozzáférés dátuma: 2013.01.10.

Ruban, G., I., - Panaiotidi, A., I. (1994): Comparative morphological analysis of subspecies of the Siberian Sturgeon, *Acipenser baerii stenorrhynchus* A. Nikolosky and *Acipenser baeri chatys* Drjain (Acipenseriformes, Acipenseridae), in the Yenisey and Lena Rivers. *J. Ichthyol.* 34. 58-71. pp.

Salami, A., A., - Fagbenro, O., A., - Sydenham, D., H., J. (1993): The production and growth of cariid catfish hybrids in concrete tanks. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh.* vol. 45, 18–25. pp.

Sallai Z. (2006): Különleges hibrid a rábai hal. Magyar Országos Horgász Szövetség, LX. évfolyam, 10. szám. 27. p.

Scheerer, P., D., - Thorgaard, G., H. (1983): Increased survival in salmonid hybrids in induced triploidy. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* vol. 40, 2040–2044. pp.

Schmidt, J. (2003): A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Schwartz, F., J. (1981): World literature to fish hybrids, with an analysis by family, species, and hybrid. Supplement 1. NOAA Technical Report NMFS SSRF–750, U.S. Dept. of Commerce: 507. p.

Scribner, K., T., - Page, K., S., - Bartron, M., L. (2000): Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10: 293–323 pp.

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

Seeb, J., E., - Thorgaard, G., H., - Tynan, T. (1993): Triploid hybrids between chum salmon female x chinook salmon male have early sea-water tolerance. *Aquaculture*. vol. 117. 37–45. pp.

Senhorini, J., A., - Figueiredo, G., M., - Fontes, N., A., - Carolsfeld, J. (1988): Larval and fry culture of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, tambaqui, *Colossoma macropomum*, and their reciprocal hybrids. *Boletim Tecnica CEPTA* vol. 1, 19–30. pp.

Simopoulos, A.P. (2001): n–3 fatty acids and human health: Defining strategies for public policy. *Lipids*. vol. 36.1. 83-89.pp.

Slivka, A., P., - Tichonova, G., H. (1977): Opyt sovmiestnnovo vyrashchivaniya bestera i rostitelnoyadnykhryb. *Ryb. Choz. Mosk.* vol. 2. 15-17. pp.

Slivka, A., P. (1974)a: Vyrashchivaniye segoletkov gibrida beluga x sterljad v prudach delty Volgi – Trydy VNIRO. vol. 102. 56-62. pp.

Slivka, A., P. (1974)b: Osobiennosti vyrashchivaniya dvukletkov gibrida beluga x sterlyad v prudakh Astrakhanskoj oblasti – Trudy VNIRO. vol. 102. 63-69. pp.

Smith, T., I., J. (1988): Aquaculture of striped bass and its hybrids in North America. *Aquacult. Mag.* vol. 14. 40–49. pp.

Snucins, E., J. (1993): Relative survival of hatchery-reared lake trout, brook trout and F1 splake stocked in low-pH lakes. *N. Am. J. Fish. Manage.* vol. 12. 460–464. pp.

Sokolov, L., I., - Vasilev, V., P. (1989): *Acipenser baeri* Brandt. The freshwater fishes of Europe. V.I/ II. 263-284. pp.

Sprecher, H. (1989): Interactions between metabolism of n-6 and n-3 fatty acids. *J. Intern. Med.* vol. 225. 5-11.pp.

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

Statisztikai Tükör (2013): Az élelmiszer fogyasztás alakulása, 2011. VI. évf. 42. 1.p.

Steffens W., - Jhnichen, H., - Fredrich, F. (1990): Possibilities of sturgeon culture in Central Europe. *Aquaculture* 89. 101-122. pp.

Suciu, R. (2008): Sturgeons of the NW Black Sea and Lower Danube River countries. Proceedings of: „International Expert Workshop on CITES Non-Detriment Findings”. Cancun, Mexico, 17-22 November 2008.

Suresh, A., V. (1991): Culture of walking catfish in Thailand. *J. Aquacult. Trop. vol. 2.* 10–12. pp.

Sushchik, N., N., - Gladyshev, M., I., - G., S., Kalachova. (2007): Seasonal dynamic of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei River, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*. *Food Chemistry. vol. 104 (4).* 1353–1358. pp.

Szabó, F (2004): Általános állattenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest

Tóth, Á. (1983): A lénai tok. VIII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 19. p.

Tölg, I. – Tasnádi R. (1996): Halgazdálkodás I. Mohos Kiadó, Budapest

Ulyhelyi P. (2005): A kárpát medence állatai. Kossuth Kiadó, Budapest

Urbányi, B., - Horváth, Á. (2008): A tokalakúak spermájának mélyhűtése. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 31. p.

Urbányi, B., – Horváth, Á., – Bercsényi, M., – Magyary, I., – Horváth, L. (1999): Androgenézis lehetőségének bemutatása tokféléken: a kecsge mint modellállat. XXIII. Halászati Tudományos Tanácskozás. 54. p.

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

Vasiljeva, L., M. (2008): A tokfélék természetesvizi állományainak helyzete, védelme és gyarapítása, valamint a tokok akvakultúrák termelésének fejlesztése Oroszországban. XXXII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Nemzetközi Toktenyésztési Tanácskozás. 27. p.

Verdegem, M., C., J., - Hilbrands, A., D.,- Boon, J., H. (1997): Influence of salinity and dietary composition on blood parameter values of hybrid red tilapia, *Oreochromis niloticus x O. mossambicus*. *Aquaculture Research*. vol. 28. 453–459. pp.

Williot, P., - Brun, R., - Rouault, T. - Rooryck, O. (1991): Management of female spawners of the Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt: first results. In: Williot, P. (ed.) *Acipenser*, Cemagref Publ. Bordeaux. 365-379. pp.

Wohlfarth, G., W. (1994): The unexploited potential of tilapia hybrids in aquaculture. *Aqua. Fish. Manag.* vol. 25, 781–788. pp.

Wolters, W., R., - DeMay, R. (1996): Production characteristics of striped bass x white bass and striped bass x yellow bass hybrids. *J. World Aquaculture Soc.* vol. 27, 202–207. pp.

Yehuda, S., - Carasso, R.L. (1993): Modulation of learning, pain threshold and thermal regulation in the rat by preparations of free purified alpha-linolenic and linoleic acids. Determination of the optimal n-6/n-3 ratio. *Proc. Natl. Acad. Sci.* vol. 90. 10345-10349. pp.

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

11. MELLÉKLETEK

11a. táblázat: Az alap táppal takarmányozott nyers szicsege-, ill. nyers szibériai tok filék, valamint a göcsei extra szűz dióolaj zsírsavösszetétele

Zsírsav	Nyers szicsege filé				Nyers szibériai tok filé/Göcsei extra szűz dióolaj			
	1	2	3	4	1	2	1	2
C8:0	0,006	0,002	0,003	0,004	-	-		
C12:0	0,04	0,04	0,07	0,04	0,02	0,02		
C13:0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01		
C14:0	4,41	4,18	4,5	4,53	2,59	2,57	0,03	0,03
C15:0	0,5	0,47	0,53	0,54	0,32	0,29		
C16:0	17,26	16,86	15,83	16,25	14,32	14,27	7,09	7,12
C17:0	0,27	0,28	0,3	0,28	0,21	0,21		
C18:0	1,55	1,6	1,49	1,45	1,55	1,54	2,05	2,07
C20:0	0,11	0,12	0,11	0,1	0,17	0,17		
C22:0	-	-	-	-	0,03	0,03	0,03	0,03
ΣSFA	24,166	23,572	22,853	23,214	19,22	19,11		
C14:1	-	-	-	-	0,02	0,02		
C16:1	5,24	5,04	4,99	5,08	3,68	3,67	0,1	0,1
C17:1	0,34	0,35	0,32	0,33	0,28	0,3		
C18:1	24,85	25,84	22,58	23,67	26,57	26,41	17,13	16,96
c-C18:1	1,78	1,79	2,01	1,89	1,85	1,91	0,48	0,51
C20:1	0,99	1,17	1,22	1,36	-	-		
C22:1	4,62	4,18	4,58	4,43	0,1	0,13		
ΣMUFA	37,82	38,37	35,7	36,76	32,5	32,44		
C18-2 n6	5,23	6,23	6,55	6,08	22,03	22,23	60,7	60,78
t-C18:2, n6t	-	-	-	-				
C18:3 n3	4,36	4,31	4,65	4,42	5,37	5,35	11,98	11,99
CLA (c-9t-11)	0,07	0,07	0,05	0,05	0,11	0,1		
CLA (t-9—11)	0,07	0,06	0,05	0,06	0,97	0,97	0,06	0,05
C20:2 n6	0,53	0,55	0,61	0,59	0,66	0,66	0,05	0,05
C20:3 n6	0,14	0,14	0,16	0,15	0,36	0,36		
C20:4 n6	0,48	0,47	0,53	0,49	0,72	0,72		
C20:5 n3	5,28	5,06	5,64	5,54	4,37	4,36		
C22:2	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,06		
C:22:4 n6	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,08		
C22:5 n3	1,26	1,29	1,4	1,34	1,16	1,16		
C22:6 n3	10,13	9,67	10,73	10,34	6,3	6,29		
ΣPUFA	27,63	27,93	30,47	29,14	42,19	42,34		
n3	21,03	20,36	22,46	21,67	17,26	17,22		
n6	6,57	8,79	9,36	8,76	24,93	25,12		
n6/n3 arány	0,31	0,43	0,42	0,4	1,44	1,46		

megjegyzés: megjegyzés: - : nem detektált,

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

11b. táblázat: A lenolajjal és a diólajjal kiegészített takarmánnyal etetett szicsege filék zsírsavösszetétele

Zsírsavak	Lenolajjal kiegészített tápos szicsege cs.					Diólajjal kiegészített tápos szicsege cs.				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C8:0	#	#	#	#	#	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
C12:0	0,03	0,04	-	-	0,03	0,02	0,03	0,05	0,02	0,03
C13:0	#	#	#	#	#	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
C14:0	3,16	3,26	3,35	3,20	3,42	3,19	3,51	3,4	3,14	3,33
C15:0	0,34	0,34	0,33	0,35	0,35	0,35	0,37	0,36	0,36	0,37
C16:0	15,81	15,49	15,53	15,7	16,22	16,4	15,69	14,9	15,7	16,3
C17:0	#	#	#	#	#	0,23	0,26	0,26	0,23	0,25
C18:0	2,26	2,15	2,14	2,3	2,22	1,54	1,47	1,68	1,44	1,62
C20:0	#	#	#	#	#	0,11	0,1	0,1	0,11	0,1
C22:0	#	#	#	#	#	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05
ΣSFA	21,6	21,28	21,35	21,55	22,24	21,91	21,51	20,82	21,08	22,08
C14:1	0,15	0,15	0,14	0,15	0,25	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
C16:1	3,89	3,95	4,04	3,76	4,07	4,64	4,52	4,16	4,45	4,69
C17:1	#	#	#	#	#	0,24	0,26	0,25	0,23	0,26
C18:1	25,33	26,01	26,37	24,96	24,85	29,51	28,17	28,5	31,1	29,37
c-C18:1	1,57	1,61	1,34	1,57	1,74	1,77	1,88	1,9	1,85	1,95
C20:1	1,57	1,52	1,43	1,39	1,35	1,35	1,58	1,6	1,44	1,56
C22:1	2,52	2,53	2,5	2,49	2,52	2,36	2,62	2,38	2,01	2,33
C24:1	0,04	0,02	0,05	0,03	0,05	#	#	#	#	#
ΣMUFA	35,07	35,79	35,87	34,35	34,83	39,88	39,05	38,8	41,1	40,18
C16:2 n4	0,5	0,51	0,5	0,53	0,53	#	#	#	#	#
C18:2 n6	7,8	8,76	8,39	8,02	8,00	12,64	12,03	13,23	12,53	10,56
t-C18:2, n6t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:3 n3	4,46	4,34	4,09	4,76	5,45	5,85	6,08	6,13	5,88	5,67
CLA (c-9t-11)	#	#	#	#	#	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
CLA (t-9—11)	#	#	#	#	#	0,06	0,07	0,06	0,07	0,08
C18:4 n3	0,24	0,24	0,23	0,23	0,28	#	#	#	#	#
C20:2 n6	0,43	0,4	0,41	0,48	0,42	0,64	0,64	0,63	0,67	0,67
C20:3 n6	0,21	0,15	0,16	0,17	0,16	0,25	0,25	0,24	0,25	0,26
C20:4 n6	0,68	0,48	0,5	0,55	0,42	0,52	0,52	0,5	0,47	0,53
C20:5 n3	5,8	4,6	5,02	5,24	5,5	3,85	4,15	4,32	3,83	4,16
C22:2	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
C:22:4 n6	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
C22:5 n3	0,61	1,03	0,52	1,26	1,25	1,13	1,16	1,19	1,17	1,25
C22:6 n3	9,26	8,02	8,44	9,35	7,77	7,02	7,68	7,65	6,83	7,89
ΣPUFA	30,07	28,61	28,36	30,67	29,92	32,07	32,69	34,06	31,82	31,19
n3	20,4	18,26	18,34	20,87	20,31	17,87	19,09	19,31	17,74	19
n6	9,17	9,84	9,52	9,27	9,08	14,2	13,6	14,75	14,08	12,19
n6/n3 arány	0,45	0,54	0,52	0,44	0,45	0,79	0,71	0,76	0,79	0,64

megjegyzés: - : nem detektált, #: nem vizsgált

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

11c. táblázat: Az alap táppal takarmányozott nyers szicsege, illetve a lenolaj kiegészítéssel takarmányozott, füstölt szicsege filék zsírsavösszetétele

Zsírsavak	Normál tápos nyers szicsege filé.					Lenolajjal kiegészített tápos, füstölt szicsege filé				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C8:0	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C12:0	-	0,02	0,06	-	0,04	-	0,09	0,07	-	0,04
C13:0	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C14:0	3,77	3,8	3,79	3,91	3,73	3,6	3,82	4,25	3,64	3,8
C15:0	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,36	0,41	0,4	0,37	0,38
C16:0	17,77	16,70	18,35	17,94	17,76	22,3	22,01	20,47	22,57	26,68
C17:0	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C18:0	2,05	1,93	1,81	1,67	1,89	1,56	1,64	1,59	1,65	1,77
C20:0	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C22:0	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
ΣSFA	23,98	22,84	24,4	23,91	23,81	27,82	27,97	26,78	28,23	32,67
C14:1	0,16	0,28	0,17	0,27	0,36	0,17	0,18	0,18	0,16	0,16
C16:1	3,53	4,5	5,02	5,19	4,93	4,1	4,63	5,26	4,3	4,84
C17:1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C18:1	26,96	26,06	28,22	27,94	27,65	23,86	24,16	25,51	25,07	22,21
c-C18:1	2,04	1,99	2,07	1,71	1,7	1,41	1,49	1,54	1,32	1,4
C20:1	1,24	1,34	1,22	1,44	1,27	2,4	1,89	1,58	2,22	1,36
C22:1	2,77	2,65	2,57	3,15	3,02	2,35	2,2	2,72	2,49	3,83
C24:1	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05	-	-	0,07	0,04	0,09
ΣMUFA	36,74	36,84	39,3	39,72	38,98	34,29	34,55	36,86	35,6	33,89
C16:2 n4	0,59	0,6	0,62	0,61	0,61	0,54	0,58	0,62	0,56	0,57
C18-2 n6	7,94	7,92	7,59	6,6	6,98	7,08	7,05	6,64	7,03	7,44
t-C18:2, n6t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:3 n3	4,52	4,87	5,58	4,88	4,85	3,54	4,96	2,85	3,48	2,56
CLA (c-9t-11)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
CLA (t-9-11)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C18:4 n3	0,17	0,16	0,19	0,15	0,18	0,11	0,13	0,11	0,11	0,12
C20:2 n6	0,45	0,44	0,39	0,35	0,4	0,43	0,4	0,34	0,4	0,38
C20:3 n6	0,21	0,16	0,2	0,12	0,17	0,35	0,25	0,13	0,18	0,16
C20:4 n6	0,56	0,6	0,79	0,57	0,56	1,00	0,69	0,76	0,54	0,51
C20:5 n3	5,68	5,67	5,89	5,52	7,97	6,43	7,61	8,61	5,66	5,82
C22:2	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C:22:4 n6	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
C22:5 n3	0,77	1,25	1,08	1,12	1,08	1,43	1,05	1,16	1,05	0,57
C22:6 n3	9,18	9,88	3,46	8,42	8,11	8,64	7,88	9,18	8,92	7,58
ΣPUFA	30,07	31,55	25,79	28,34	30,91	29,55	30,6	30,4	27,93	25,71
n3	20,32	21,83	16,2	20,09	22,19	20,15	21,63	21,91	19,22	16,65
n6	9,16	9,12	8,97	7,64	8,11	8,86	8,39	7,87	8,15	8,49
n6/n3 arány	0,45	0,42	0,55	0,38	0,37	0,44	0,38	0,36	0,42	0,5

megjegyzés: - : nem detektált, #: nem vizsgált

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

11d. táblázat: A kecsegék, a szicsegék és a szibériai tokok induló-, illetve befejező testhosszúsága

kecsege (cm)		szicsege (cm)		szibériai tok (cm)	
ind.	bef.	ind.	bef.	ind.	bef.
12	21	3	46	12	45
12	26	7	45	12	44
13	18	25	42	15	45
15	22	4	45	12	46
13	24	12	42	12	51
15	18	24	48	16	51
14	22	2	46	10	50
14,5	24	9	53	12	52
16	18	23	43	15	50
15	22	3	50	11	53
15	24	8	46	13	52
16	20	16	46	15	53
16	21	4	43	10	55
16	23	13	49	13	53
17	16	18	52	15,5	51
17	22	4	52	13	51
17	24	12	50	13	48
17	15	24	44	16	49
17	24	4	53	10	49
18	26	15	46	14	46
11	16	35	50	15	52
11,5	22	6	46	11	46
13	28	18	48	14	51
13	18	24	49	15	51
13,5	22	11	45	11	52
14	26	16	47	14	52
14	19	13	50	15	48
14,5	22	5	47	11	48
15	28	12	49	13	52
11	35	19	48	15	50
12	21	3	46	12	45
12	26	7	45	12	44

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

11e. táblázat: A kecségék, a szicsgék és a szibériai tokok testtömeg gyarapodása (g)

ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib	ke	szics	szib
11,26	3	10,72	9,82	5	6	19,6	11	10	17	19	20	21	17	18	22	44	33	31	69	70	42	253	255	50	354	298	28	478	432			
8,87	7	13,46	20,9	17	15	27,62	25	19	31	30	27	40	33	29	44	69	70	61	144	135	72	274	279	78	418	465	91	485	411			
9,93	25	23,2	26,01	24	24	36,89	36	28	65	51	49	110	54	55	88	151	160	131	189	202	124	224	356	132	412	424	189	501	702			
13,75	4	13,63	13,74	9	7	16,72	11	9	19	15	12	13	21	24	24	63	60	25	73	66	41	245	201	49	365	354	34	403	478			
13,45	12	10,26	22,66	19	20	27,74	19	22	23	29	22	43	49	52	54	79	83	45	136	149	65	231	211	83	466	421	101	445	550			
13,11	24	25,26	36,48	40	39	41,09	39	36	59	82	61	86	74	63	121	203	169	91	246	250	135	309	322	138	379	411	166	490	623			
11,46	2	8,54	15,45	5	10	19,71	13	12	16	15	14	23	25	17	16	45	49	26	83	87	36	213	133	48	487	350	45	539	421			
12,5	9	10,73	17,84	22	19	27,02	23	24	31	34	31	50	42	39	46	87	78	52	116	120	59	346	321	69	475	498	89	562	467			
8,92	23	19,4	33,15	48	51	35,5	40	46	70	66	85	89	96	78	119	124	116	124	257	189	122	349	310	144	347	356	164	677	598			
13,53	3	9,61	13	6	4	18,25	7	12	19	14	16	24	18	19	31	52	49	33	105	szib	29	332	291	37	438	488	55	390	551			
17,38	8	14,62	21,67	18	21	25,57	27	30	24	31	43	40	50	59	48	85	88	41	144	133	51	253	249	72	462	455	78	478	498			
15,05	16	23,55	35,24	32	48	36,94	71	59	63	57	60	78	90	57	92	155	203	97	202	198	98	352	367	161	441	398	152	593	611			
12,65	4	7,2	15,75	10	11	14,91	13	9	14	12	14	34	22	21	33	49	51	41	114	110	47	225	198	39	348	421	61	430	421			
15,62	13	11,24	20,4	14	12	30,52	31	29	27	41	29	33	36	45	55	105	90	54	155	145	49	278	233	76	355	419	83	547	488			
17,82	18	28,08	33,44	28	25	36,9	37	68	69	45	39	57	60	91	79	133	138	123	188	177	119	236	312	169	454	456	191	613	721			
13,64	4	12,37	15,27	10	9	17,51	15	16	18	17	18	19	15	22	22	67	60	17	103	99	39	300	289	44	364	332	68	458	489			
15,95	12	12,2	17,37	21	19	25,84	30	33	28	38	44	44	33	36	32	80	110	51	126	155	70	302	312	81	380	346	95	507	523			
14,87	24	27,24	28,33	32	29	40,76	60	62	88	73	79	86	54	88	84	142	122	107	153	192	144	344	322	139	364	410	169	631	734			
13,22	4	8,45	15,18	10	12	17,42	12	16	14	17	16	13	29	32	21	46	44	19	102	87	22	222	322	49	415	476	28	443	548			

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

17,53	15	16,89	20,95	14	16	25,79	22	19	27	36	39	61	41	43	59	83	76	62	140	143	66	282	302	68	376	423	113	503	553
19,4	35	22,47	34	35	33	38,26	44	41	57	50	58	97	71	79	110	120	144	101	230	165	126	378	389	143	555	420	178	715	643
13,63	6	10,62	16,83	12	7	17,02	13	10	14	17	15	19	19	20	18	61	63	26	95	105	38	270	299	52	316	301	38	481	421
18,26	18	18,39	19,3	23	15	26,21	19	25	28	32	39	48	58	60	53	92	81	41	121	111	73	247	258	65	425	379	91	502	476
19,8	24	22,34	31,41	46	42	38,99	45	39	71	49	50	115	63	82	98	109	105	91	183	171	123	401	346	168	442	501	154	571	555
14,56	11	12,52	13,59	11	13	16,53	15	14	17	15	19	25	23	26	32	62	39	36	92	91	48	265	243	55	302	332	39	474	498
17,85	16	14,78	23,65	19	22	23,72	23	28	37	28	26	44	33	31	54	88	92	45	156	160	57	239	222	61	319	311	87	495	560
19,07	13	20,33	34,51	27	31	35,36	36	49	76	42	39	90	51	57	89	124	89	114	172	182	112	396	414	170	439	567	184	619	599
11,1	5	8,1	14,68	9	5	14,32	12	11	21	19	21	25	19	29	34	50	45	22	88	78	23	272	289	46	375	396	41	411	318
16,76	12	13,04	20,51	21	23	24,93	26	30	31	29	31	40	43	50	48	97	100	55	135	124	51	242	211	51	497	430	99	490	515
15,55	19	23,97	32,79	24	19	37,25	32	33	84	41	52	101	48	50	ke	94	188	98	251	263	128	354	399	169	390	510	192	476	731

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

12. RÖVIDÍTÉSEK

EPA	eikozapentaénsav
DHA	dokozahexaénsav
SFA	telített zsírsavak
MUFA	egyszeresen telítetlen zsírsavak
PUFA	többszörösen telítetlen zsírsavak

C8:0	kaprilsav
C12:0	laurinsav
C13:0	tridekánsav
C14:0	mirisztinsav
C15:0	pentadekánsav
C16:0	palmitinsav
C17:0	heptadekánsav
C18:0	sztearinsav
C20:0	arachidsav
C22:0	behénsav
C14:1	mirisztoleinsav
C16:1	palmitoleinsav
C17:1	heptadecénsav
C18:1	olajsav
c-C18:1	vakcénsav
C20:1	eikozénsav
C22:1	erukasav
C18:2 n-6	linolsav
t-C18:2, n-6 t	linolelaidinsav
C18:2 t-9 t-11	konjugált linolsav
C18:3 n-3	α -linolénsav
C20:2 n-6	eikozadiénsav
C20:3 n-6	eikozatriénsav
C20:4 n-6	arachidonsav
C20:5 n-3	eikozapentaénsav
C22:2	dokozadiénsav
C22:4 n-6	dokozatetraénsav
C22:5 n-3	dokozapentaénsav
C22:6 n-3	dokozahexaénsav

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

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Szathmári Lászlónak, hogy mindig készségesen segítette munkámat, munkájával és hasznos tanácsaival.

Köszönöm továbbá Szilágyi Ákosnak a Neptun Bt. ügyvezetőjének, hogy biztosította munkámhoz a szicsege és a fajazonos állományokat, valamint hasznos tanácsokkal segítette munkámat.

Köszönettel tartozom Rideg Árpádnak és Németh Józsefnek, akik tapasztalatukkal segítettek munkámat, valamint értékes tanácsokkal láttak el a tokfélék tartásával, és takarmányozásával kapcsolatban.

Köszönöm a Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet dolgozóinak áldozatos segítségét és támogatását, különösen Zsédely Eszternek a statisztikai elemzésekben nyújtott segítségét.

Hálás köszönettel tartozom a családomnak, akik segítettek a halak szállításában, elhelyezésében, és a medencék építésében.

Külön köszönettel tartozom id. Ráth Györgynek, aki a kutatás teljes időtartama alatt rendületlen hittel, mindenben támogatta munkámat.