

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR**

**UJHELYI IMRE ÁLLATTUDOMÁNYI  
DOKTORI ISKOLA**

**AZ ÁLLATI TERMÉK TERMELÉS NEMESÍTÉSI ÉS  
TARTÁSTECHNOLÓGIAI VONATKOZÁSAI  
PROGRAM**

**DOKTORI ISKOLAVEZETŐ:  
DR. BENEDEK PÁL  
EGYETEMI TANÁR**

**TÉMAVEZETŐ:  
DR. SZATHMÁRI LÁSZLÓ  
EGYETEMI DOCENS**

**FEHÉR BUSÁBÓL ÉS AFRIKAI HARCSÁBÓL KÉSZÜLT FILÉ ÉS  
HALTERMÉKEK MINŐSÉGI ELEMZÉSE**

**KÉSZÍTETTE:  
MOLNÁR ESZTER**

**MOSONMAGYARÓVÁR  
2011**

**FEHÉR BUSÁBÓL ÉS AFRIKAI HARCSÁBÓL KÉSZÜLT FILÉ ÉS  
HALTERMÉKEK MINŐSÉGI ELEMZÉSE**

**Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében**

**Írta:  
MOLNÁR ESZTER**

**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, .....**

**.....  
a Szigorlati Bizottság Elnöke**

**Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen/nem)**

**Első bíráló (Dr. ....) igen/nem**

**(aláírás)**

**Második bíráló (Dr. ....) igen/nem**

**(aláírás)**

**(Esetleg harmadik bíráló (Dr. ....) igen/nem**

**(aláírás)**

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

**Mosonmagyaróvár, .....**

**.....  
A Bírálóbizottság elnöke**

**Doktori (PhD) oklevél minősítése.....**

**.....  
Az EDT elnöke**

## TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK.....	3
KIVONAT.....	5
ABSTRACT.....	6
1. BEVEZETÉS.....	7
1.1. A téma jelentősége, aktualitása.....	7
1.2. Célkitűzések.....	9
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	10
2.1. A fehér busa bemutatása.....	10
2.1.1. Rendszertani besorolása.....	10
2.1.2. Morfológiai leírás.....	11
2.1.3. Elterjedés.....	12
2.1.4. Élőhely.....	13
2.1.5. Szaporodás, egyedfejlődés.....	15
2.1.6. Táplálkozás.....	17
2.1.7. Tenyésztése.....	19
2.2. Az afrikai harcsa bemutatása.....	21
2.2.1. Rendszertani besorolása.....	21
2.2.2. Morfológiai leírás.....	22
2.2.3. Elterjedés.....	23
2.2.4. Élőhely.....	24
2.2.5. Táplálkozás.....	25
2.2.6. Szaporodás, egyedfejlődés.....	26
2.2.7. Mesterséges szaporítás.....	27
2.2.8. Takarmányozás.....	29
2.3. A halhús jellemzése.....	31
2.3.1. A halhús romlása.....	37
2.3.2. A halak tartósítása.....	40
2.4. A zsírsavak bemutatása.....	41
2.5. A fehér busa és az afrikai harcsa helyzete a világban.....	46
2.6. A fehér busa és az afrikai harcsa helyzete hazánkban.....	49
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	51
3.1. A húsok kémiai összetételének vizsgálata.....	51
3.2. Zsírsavösszetétel meghatározás.....	51
3.3. Busa kísérleti állomány.....	52
3.4. Termék előállítás.....	52
3.5. Az afrikai harcsa kísérleti állomány.....	57
3.6. Mikrobiológiai vizsgálatok.....	59
3.6.1. Összcsíraszám meghatározása.....	61
3.6.2. Kóliformok és Escherichia coli számának meghatározása.....	61
3.6.3. Élesztők és penészek számának meghatározása.....	62

3.6.4. Tejsavbaktériumok számának meghatározása .....	62
3.6.5. Koaguláz-pozitív <i>Staphylococcus</i> -ok ( <i>Staphylococcus aureus</i> ) számának meghatározása.....	62
3.6.6. Mezőfil szulfitredukáló <i>Clostridium</i> ok számának meghatározása	63
3.6.7. <i>Salmonella</i> spp. jelenlét/hiány vizsgálata.....	64
3.6.8. <i>Listeria monocytogenes</i> jelenlét/hiány vizsgálata.....	66
3.7. Statisztikai értékelés.....	67
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	68
4.1. A fehér busa és a busatermékek kémiai összetétele.....	68
4.2. A fehér busa és a busatermékek zsírsav összetétele .....	75
4.3. Az afrikai harcsa kémiai összetétele és zsírsavösszetételének alakulása .....	87
4.4. A fehér busa és az afrikai harcsa nyers filéjének összehasonlítása ....	95
4.5. A mikrobiológiai vizsgálatok eredményei .....	98
5. ÚJ, TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....	103
6. JAVASLATOK.....	104
7. ÖSSZEFOGLALÁS .....	105
8. MELLÉKLETEK .....	108
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	112
10. RÖVIDÍTÉSEK.....	132
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	133

## KIVONAT

A fehér busa */Hypophthalmichthys molitrix/* húsának előnyös zsírsavösszetétele már jó ideje ismert. Célunk az volt, hogy megvizsgáljuk az évszakok és az élőhely halhúsra gyakorolt hatását, és a fehér busából előállított termékek közül megjelöljük azt, amellyel a lakosság halfogyasztásának növelését tudjuk megcélózni a termék előnyös tulajdonságainak tükrében, és megállapítsuk annak eltarthatósági idejét. Kísérleteink eredményei alapján megállapítható, hogy a nyári lehalászásból származó halak nyers filéje magasabb nyerszsír tartalommal rendelkezik az őszi lehalászásból illetve a tavaszi halászatból származóknál, a halak különböző, tógazdasági és természetes vízi élőhelye szignifikánsan nem befolyásolja a nyers filé kémiai- és zsírsav összetételét. A busa termékek közül a legkevesebb hozzáadott adalékanyagot tartalmazó termékek mutatják a legszűkebb n-6/n-3 arányt és rendelkeznek a legkedvezőbb EPA és DHA tartalommal. A füstölt termékek rendelkeztek a legkedvezőbb fogyaszthatósági idővel.

Az afrikai harcsa */Clarias gariepinus/* vizsgálatai során azt a takarmány összetételt kerestük, amely segítségével növelhető az afrikai harcsa húsának egészségvédő n-3 zsírsavmennyisége. A legkedvezőbbnek a 6% halolaj kiegészítésű takarmány bizonyult, felhasználásával növelni tudtuk az afrikai harcsa húsának EPA és DHA mennyiségét a halhús n-6/n-3 arányának szűkítése mellett.

## ABSTRACT

The beneficial effects of the fatty acid composition of silver carp */Hypophthalmichthys molitrix/* is well known. The aim of our study was to investigate the effect of the various seasons and habitats on the silver carp fillet quality and to find out the best processing method of silver carp fillet and estimate the shelf-life of the processed products.

The crude fat content of the raw silver carp fillet showed the highest amount in the summer season comparing to the spring and autumn seasons. Analysing the processed silver carp products, the best n-6/n-3 ratio and the highest EPA and DHA amount was found in the products including the least amount of additional ingredients. The longest shelf-life was found in the smoked silver carp products.

The aim of our study with the african catfish */Clarias gariepinus/* was to find the the best feed composition capable to increase the n-3 fatty acid content in the row fillet. The feed with additional (6%) fish oil was able to increase EPA and DHA content and decrease the n-6/n-3 ratio in raw fillet.

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1. A téma jelentősége, aktualitása

Magyarországon napjainkban rendkívül alacsony a halfogyasztás. A KSH 2008-ra vonatkozó adatai szerint (Statisztikai Tükör, 2010) az éves összes húsfogyasztásnak (61,5 kg) mindössze 6,2%-át teszi ki a halhús (3,8 kg). A korábbi évekhez képest ez növekedést mutat, de alaposan elmarad a táplálkozás-élettanilag előnyös 8-10 kg/fő/év (Péterfy, 2000) mennyiségtől, illetve a világlátlagtól, amely a 2008-as évre vetítve 17,1 kg/év/fő (FAO, 2010).

Pedig a halak húsa kedvező tulajdonságokkal rendelkezik. Az 1960-as években fény derült a Grönlandon élő eszkimók átlagosnál lényegesen alacsonyabb halálozási arányára a szívbetegségek terén. A kutatások ezt a pozitívumot az eszkimók táplálékában nagy mennyiségben jelen lévő halak zsírtartalmának tudták be (Bang és mtsai, 1980). Ennek következtében reflektorfénybe került a halak táplálkozásban betöltött szerepe és számos kutató vizsgálta a halhús emberi szervezetre gyakorolt hatását. Például Krauss és mtsai (2000) ajánlása alapján heti kétszer fogyasztott halétel segít megelőzni a szív-és érrendszeri betegségek kialakulását. Caygill és mtsai (1996) és Larsson és mtsai (2004) szerint pedig a halolaj fogyasztásának fontos szerepe van a mellrák kialakulásának megelőzésében.

A halhús jótékony hatásának titka a zsírsavösszetételben keresendő. Az n-6 sorozatú zsírsavak fő forrásai a növényi olajok, míg n-3 sorozatú zsírsavakat elsősorban halolajokban főként tengeri halak (Csapó és Csapóné, 2003; Narayan, 2006) olajában találhatunk.

Azonban az édesvízi halfajokról sem szabad elfeledkeznünk. Főleg azokban az országokban fontos foglalkoznunk az édesvízi halak zsírsav összetételével, ahol a tradicionális halfogyasztás elsősorban édesvízi halakra alapozott. Ilyen ország Magyarország is. Hazánkban 2008-as adatok alapján a lakosság összes halfogyasztása élő, friss és hűtött halból 1,75 kg/fő volt. Az Alasavar és mtsai (2010) által közölt eredmények szerint a hazánkban vezető pozíciót betöltő édesvízi halak közül a fehér busa kedvező n-3 zsírsav tartalma megelőzi a pettyes busa (*Aristichthys nobilis*), ponty (*Cyprinus Carpio*) és az amur (*Ctenopharyngodon idella*) húsában mért értéket.

Ezen adatok alapján a halfogyasztás növelését tógazdasági halaink közül célszerű fehér busára alapozni, mivel n-3 zsírsavak természetes forrásaként szolgálhatnak a belőlük készült élelmiszerek a magyar lakosság számára. Amíg a tengeri halaknál veszélyt jelent a nehézfémek bioakkumulációjának lehetősége (Racine és Deckelbaum, 2007), édesvízi halként a busa húsa nem rejteget efféle veszélyt. Magyarországon az 1995. évi LVII. Törvény a vízgazdálkodásról ([www.netjogtar.hu](http://www.netjogtar.hu)), valamint az MI- 10 166-83. számú irányelv a halastavak vízellátásáról, vízminőségi követelményeiről és a MSZ 12.749 a vízminőségi jellemzőkről és határértékekről, együttesen előírják a vízminőség kritériumait a természetes vizek, és a tógazdasági tavak számára. Rendszeres ellenőrzéssel a vizek minősége tehát kontrollálható. Hasonlóképp az afrikai harcsa húsa sincs kitéve a szennyeződés veszélyének, hiszen az afrikai harcsa intenzív rendszerben történő tenyésztése szabályozott körülmények között zajlik, így a káros környezeti hatások könnyen elkerülhetők. További előnye, hogy a magyar lakosság körében egyre nagyobb népszerűségnek örvend, 2001



óta megduplázódott az étkezési célra termelt afrikai harcsa mennyisége hazánkban, 2009-ben 1,700 tonnáról számolhatunk be (Pintér, 2010). Növekvő népszerűségét kihasználva, érdemes lenne az afrikai harcsára alapozni a halfogyasztás növelésének előmozdítását, húsa előnyös tulajdonságait felfedni és n-3 zsírsavtartalmát növelni, ezzel elősegíteni a lakosság n-3 zsírsav bevitelét.

Fontos azonban tudni, hogy vajon milyen hatással bírnak a különböző feldolgozási módszerek a hal húsának összetételére, és hogyan alakul a telítetlen zsírsavak mennyisége és összetétele, mire a fogyasztó asztalára kerül a hal, haltermék.

## 1.2. Célkitűzések

Munkám során a következőkre kerestem választ:

- A fehér busa húsa milyen kémiai összetétellel bír, ez hogyan változik éves viszonylatban a telettetést követően, nyáron és lehalászás előtt.
- A fehér busa húsa az év melyik időszakában tartalmazza a legtöbb n-3 zsírsavat, hogyan változik a zsírsavösszetétel a telettetési időszakot követően.
- A fehér busából előállított termékek közül melyik tartalmazza a legtöbb n-3 zsírsavat, hogyan változik a kémiai- és zsírsav összetétel a busatermékekben a feldolgozást követően.
- A fehér busából készült termékek milyen eltarthatósággal bírnak.
- Az afrikai harcsa nevelése során milyen mértékben növelhető a húsának n-3 zsírsavtartalma a különböző olajkiegészítésű tápok etetésének hatására.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A fehér busa bemutatása

#### 2.1.1. Rendszertani besorolása

Ország: Állatok /*Animalia*/

Törzs: Gerinchúrosok /*Chordata*/

Altörzs: Gerincesek /*Vertebrata*/

Ágazat: Állkapcsosok /*Gnathostomata*/

Ág: Halak /*Pisces*/

Osztály: Csontoshalak /*Osteichthyes*/

Alosztály: Sugaras úszójúak /*Actinopterygii*/

Csapat: Újúsósok /*Neopterygii*/

Divízió: Valódi csontoshalak /*Teleostei*/

Rend: Pontyalkatúak /*Cypriniformes* /

Család: *Ciprinidae*. A pontyfélék családjába sorolhatjuk a fehér busát, amely a világ édesvízi halainak legnagyobb családja. (Nelson 1994).

Genus: *Hypophthalmichthys* (Bleeker, 1860). A pontyfélék családján belül a *Hypophthalmichthys* Bleeker 1860 genusba tartozik (Eschmeyer 2003).

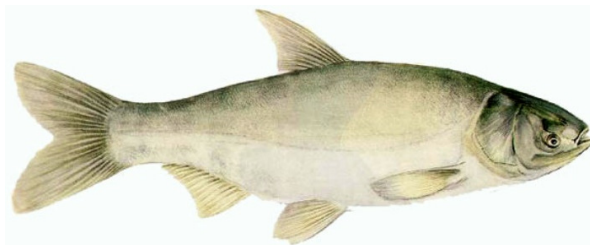
Faj: Fehér busa, *Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes 1844

A fehér busát eredetileg 1844-ben Valenciennes írta le *Leuciscus molitrix* Valenciennes néven.

### 2.1.2. Morfológiai leírás

A fehér busa teste orsó alakú izmos, vaskos, oldalról erősen lapított (1. ábra). A felnőtt halak felülnézetből olivazöld színűek, amely laterálisan és ventrálisan ezüstszürke színbe vált át. Feje nagy, de kisebb a pettyes busánál. Szeme kicsi, lefele néző, a szájszögletből húzott vízszintes vonal áthalad a szemén. Szája felső állású. Cikloid, apró pikkelyek borítják az egész testet, a fiatalabb egyedeknél ezüstösek, az idősebbeknél ólomszürkék. Az oldalvonal mentén 110-124 pikkely helyezkedik el, az oldalvonaltól felfelé 28-33 pikkelysor, az oldalvonaltól lefelé pedig 16-28 pikkelysor található (Pintér, 2002).

Az úszók sötétebb színűek, a hát és farokúszók szürkék, a többi úszó sárgás árnyalatú. A hátúszó 3 kemény és 7 osztott úszósugarat tartalmaz. A hátúszó rövid és magas, szegélye egyenes. A mellúszó nem éri el a hasúszó tövét, a farokalatti úszó viszonylag hosszú. A faroknyél magas, a farokúszó mélyen kivágott (Györe, 1995). A bélcsatornájuk hosszú és tekervényes. A bélcsatorna hosszúsága Cremer és Smitherman (1980) nyomán 3,5- 7,3- szorosa a fehér busa teljes testhosszának (átlagosan az 5-szöröse).



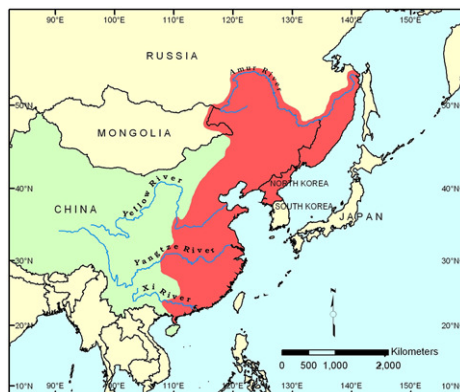
1. ábra. Fehér Busa, *Hypophthalmichthys molitrix* (Forrás: [www.horgaszat.hu](http://www.horgaszat.hu))

A kifejlett egyedek 1,2 m feletti méretet (Kamilov és Salikhov, 1996) és 50 kg testtömeget (Billard, 1997) képesek elérni.

A fehér busa kopoltyúja különleges, erősen szűrésre specializálódott szerv. A kopoltyúveken a szűrőfelület szélesebb, mint a légzőfelület. Kopoltyúíveinek fésűs nyúlványai összenöttek és szivacszerű szűrő berendezést alkotnak. A kopoltyúveken a nyúlványok 2 sorban helyezkednek el, V-alakú üreget formálva (Yokote, 1956). Szűrőszervével képes a vízből a néhány mikrométer nagyságú egysejtű algákat, vízi baktériumokat és parányi szerves törmelékeket kiszűrni. (Horváth és mtsai, 2000). Garatfog képlete 4-4, garatfogai egy sorban helyezkednek el, hosszúkásak, tompán lekerekítettek, az órlőfelületük enyhén barázdált.

### 2.1.3. Elterjedés

A fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) eredetileg folyóvízi hal, de jól viseli a pontyos típusú tavakban uralkodó környezetet, ahol igen gyorsan növekszik. Kamilov és Komrakova (1999) szerint a fehér busa Dél-Ázsia, Kelet-Kína és a Távols-keleti Oroszország nagy folyóiban őshonos, amelyek a Csendes-óceánba ömlenek (2.ábra). Magyarországra 1963 és 1968 között telepítették be Kínából és Oroszországból (Molnár, 1971). A honosító munka kínai természetes vizekből összegyűjtött zsenge ivadékkal indult (Pintér, 2002). Hazánkban, halastavi hasznosításon kívül, jól alkalmazható nagyméretű víztározók népesítésére (Horváth és mtsai, 2000). Növényevő hal, természetes tápláléka elsősorban algákból áll (Vybornov, 1989), speciális kopoltyú-szerkezetével szűri ki táplálékát a vízből (Lu és Xie, 2001).



2. ábra. A fehér busa őshonos élőhelye piros színnel jelölve (Fan (1990) nyomán)

A fehér busa megtalálható folyókban, tavakban és víztározókban, de a szaporodásához szükséges feltételeket folyókban találja meg (Robison és Buchanan, 1988; Opuszynski és Shireman, 1995). Magyarországon Pintér (1978) szerint természetes szaporodása a Tiszában biztosra vehető.

Az őshonos kínai területeken a víztározói fogások 60 %-át fehér és pettyes busa teszi ki, 1998-ban 1.294.000 tonna volt a fehér busa fogás az összes halfaj közül (Huang és mtsai, 2001).

A világ messze legnagyobb busa előállító országa Kína, de India és Banglades is jelentősek, továbbá Irán és Kuba is jelentős mennyiségű fehér busát termel.

#### 2.1.4. Élőhely

A fehér busa természetesen édesvízi élőhelyeken fordul elő, ez magába foglalja a nagy folyókat és a folyókkal összeköttetésben álló

vízfolyásokat, melegvízű tavakat, természetes tavakat (Kaul és Rishi, 1993). Betelepítették a természetes élőhelyéről víztározókba, tavakba, csatornába, ahol jól növekednek, de feltételezhetően nem tudnak szaporodni a folyóvízi közeg hiányában. A fehér busák a tágas teret (Abdusamadov, 1987) és az eutróf zónákat részesítik előnyben (Robison és Buchanan, 1988) az álló, vagy lassan mozgó vizekhez képest (Rasmussen, 2002). A vízfelület felső és középső rétegeit foglalják el (FAO, 1980). Ősszel nagy csapatokban, a meder legmélyebb szakaszaira vonulnak telelni (Pintér, 2002).

A természetes élőhelyükön a szaporodásra kész egyedek elvándorolnak az alsó folyószakaszokról és a tavakból olyan területekre, ahol gyors folyású a folyó (Konradt, 1965). Az ikrák és lárvák az áramlattal az áradási zónákba sodródnak (Froese és Pauly, 2004). A szaporodási időszakot követően a felnőtt egyedek visszavándorolnak a csatornába, víztározókba, tavakba (Nikolsky, 1963).

Lárvakorban a fehér busa hőtüresi intervalluma meglehetősen tág, 16-40 °C (Tripathi, 1989). Ebben a korban a hőmérsékleti optimuma 39 °C (Opuszynski és mtsai, 1989), illetve 33,5 °C –ban (Radenko és Alimov, 1992) állapítható meg. A felnőtt fehér busa viszonylag jól tolerálja az alacsony vízhőmérsékletet. A fehér busa Izraelben 10-19 °C hőmérsékleten táplálkozik (Leventer, 1979), amint a víz hőmérséklete 15 °C alá csökkent, a fehér busánál étvágycsökkenést figyeltek meg, és 8-10 °C alatt már alig táplálkozott (FAO, 1980; Tripathi, 1989). Bialokoz és Krzywosz (1981) vizsgálatai megmutatták, hogy a béltraktus ürülési ideje 4°C -on 108 óra volt. A legnagyobb növekedési mértéket 24-31 °C-on (Mahboob és Sheri, 1997) figyelték meg.

A FAO 1972-es jelentése alapján a fehér busa enyhén félsós vízben képes megélni. Zang és mtsai (1989) kutatásai azt mutatják, hogy az ivadékok 1,5‰ sótartalmat képesek elviselni, míg Zabka (1983) 2,5‰ sótartalom mellett nevelt fehér busát. Waller (1985) szerint fehér busát 4‰ alatti sótartalmú vízben lehet nevelni.

### 2.1.5. Szaporodás, egyedfejlődés

A fehér busa termékenysége alaposan feltérképezett terület. Földrajzi eltérések figyelhetők meg az ikraszámok tekintetében 315.000-1.340.500 ikra/nőivarú hal 4,2-9,3 kg (Abdusamadov, 1987), 597.000-4.329.600 ikra/nőivarú hal 6,4-12,1 kg -os hal esetében (Singh, 1989). Antalfi és Tölg (1972) szerint testtömeg kg-onként átlagosan 60.000 szem ikra fejhető le. A hímivarú halak átlagosan egy évvel korábban válnak ivaréretté, mint nőivarú társaik (Kuronuma, 1968), az ivarérettség kora azonban területenként változó. Dél-Kína folyóiban 3-4 éves korban ivaréretté válnak, míg északabbra, a Yangze folyóban 4 éves kor előtt nem érik el az ivarérettséget, az Amur folyóban pedig még ennél is később válnak ivaréretté (Konradt, 1965).

Az íváshoz szükséges körülmények elérését követően a víz fodrozódása látható, ahogy hajszojják egymást a szaporodásra kész halak, és 40-80 perccel később a tejes és ikrás hal a vízfelszín közelébe emelkedik, kerülgetik egymást, végül kiengedik az ikrát és a tejet (Kuronuma, 1968). A szaporodási időszak időpontja szintén eltérő földrajzilag, júniustól július végéig-augusztus elejéig tart az őshonos környezetnek tekinthető Amur folyóban (Gorbach és Krykhtin, 1989). A szaporodáshoz szükséges vízhőmérséklet 18-19 °C -tól (Abdusamadov, 1987) 22-26 °C

–ig (Kaul és Rishi, 1993) tehető. A folyókkal összeköttetésben lévő nagy tavak sok esetben szolgálnak bölcsődeként a fehér busa lárvák számára (Wang és mtsai, 2003; Nikolsky, 1963). A fehér busa gyakran nagy vízszint-emelkedést követően kezdi meg az ívást, a tavaszi áradással összefüggésben. Mivel a fehér busa ikra pelagofil, azaz lebeg a vízben (Györe, 1995), az ívás jellemzően megfelelő áramlási sebesség mellett történik, hogy az ikrák aljzatra süllyedése, és pusztulása elkerülhető legyen (Laird és Page, 1996). A sikeres íváshoz szükséges áramlási sebesség 0,3 -3,0 m/s (Krykhtin és Gorbach, 1981; Kamilov és Salikhov, 1996). Az ikrák kikeléséhez átlagosan 2,685 napfok szükséges (Abdusamadov, 1987).

Soin és Sukhanova (1972) leírása alapján a termékenyült, duzzadt fehér busa ikra 4,9-5,6 mm átmérőjű, és nagyon hasonló a pettyes busa és az amur ikrájához.

A fehér busa mesterséges, hipofizálással történő szaporítási módszere az 1950-es évek közepén jelent meg (Eknath és Doyle, 1990). Hazánkban a mesterséges szaporítása először 1967-ben sikerült (Pintér, 2002).

A fehér busa Magyarországon kora nyáron, június elején válik szaporításra éretté. A hímek mellúszói érdes felszínűvé válnak, a nőstény egyedek hastájéka teltebb lesz. Ponty hipofízis segítségével készítjük szaporodásra a növényevő halakat. A hipofízis kezelést követően a fejés időpontja az érlelővíz hőmérséklete alapján állapítható meg. Az optimális érlelővíz hőmérséklete 24 °C. Az ikra lefejtése bódított állapotban történik. A termékenyítést követően, vizes közegben az ikra 50-60 szorosára duzzad. Zuger-üvegben az ikra 20-24 °C-os vízben 24-36 óra alatt kikel. Tavi kihelyezésre a 4-5. napon válik éretté az ivadék (Horváth és Tamás, 1981).



### 2.1.6. Táplálkozás

A fehér busa planktonnal és egyéb szervezetekkel táplálkozik, amelyeket szűrés segítségével ki tud nyerni a vízből. A kopoltyúívei egy szivacshoz hasonló szűrő berendezéssé (3. ábra) módosultak (Jirasek és mtsai, 1981).



3. ábra. A fehér busa szűrőszerve (*Saját fotó*)

A fehér busa képes kiszűrni az egysejtű *Chlorella*-kat 3,2  $\mu\text{m}$  mérettől (De-Shang és Shuang-Lin, 1996), a vízben lebegő szemcséket 4  $\mu\text{m}$ -tól (Omarov, 1970). Vörös és mtsai (1997) úgy találták a béltartalom vizsgálata alapján, hogy a fehér busa nem képes 10  $\mu\text{m}$ -nél kisebb algákat elfogyasztani. Leventer és Teltsch (1990) szerint a maximális szemcseméret, amelyet elfogyasztani képes 100  $\mu\text{m}$  méretű, hiszen annak ellenére, hogy a fehér busa szája széles, a garat és a nyelőcső mérete limitálhatja a fogyasztható méretet.

Több kutatás igazolja, hogy a fehér busa elsősorban fitoplanktonnal táplálkozik (Cremer és Smitherman, 1980; Spataru és mtsai, 1983; Maheshwari és mtsai, 1992). Vybornov (1989) szerint a fehér busa fontos fogyasztója a cyanophyta kék algáknak. Cremer és Smitherman (1980) vizsgálataik során a fehér busa bélrendszerében az élőhelyükkel azonos arányban találtak fitoplankton, ez tehát nem feltételez szelekciót a táplálékban. A fehér busa szűrő táplálkozása kimutathatóan

befolyásolja a fitoplankton mennyiséget és összetételt az élőhelyén. Számos tanulmány szerint a fehér busa csökkenést okoz az alga biomasszában (Leventer, 1987; Lieberman, 1996; Lu és mtsai, 2002). Mások szerint a fehér busa szűrő táplálkozó életmódja az alga biomassza növekedését idézi elő (Opuszynski, 1981; Spataru és mtsai, 1983). A fehér busa azonban zooplanktont is fogyaszt, különösen akkor, amikor a fitoplankton mennyiség alacsony (Burke és mtsai, 1986). A Rotatoriák fontos táplálékai lárvakorban (Krykhtin és Gorbach, 1981). Domaizon és mtsai (2000) kutatásai szerint a zooplankton a fő versenytársa a fehér busa étrendjében a fitoplanktonnak egy éves kor felett (90,5% felvett biomassza), míg a három évnél idősebb korosztálynál az étrend 44,8 % zooplanktonból (felvett biomassza) és 55,2 % fitoplanktonból állt. Mindemellett a fehér busa számottevő mennyiségű bakteriális szerveget fogyaszt (Balasubramanian és mtsai, 1993) és néhány szerző detrituszt is talált a fehér busa bélcsatornájában (Bitterlich, 1985).

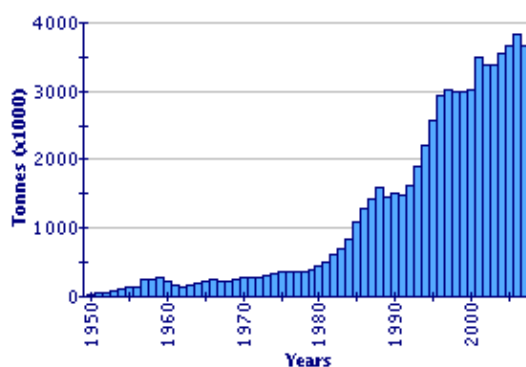
Lárvakorban testsúlyának 140%-át veszi fel naponta, a 70-166 mg méretű előnevelteknél ez a szám 63% (Wang és mtsai, 1989), míg felnőtt korban 20 % (Leventer, 1979). Bialokoz és Krzywosz (1981) a fehér busa éves elfogyasztott táplálékmennyiséget 8,8 kg-ra teszik, ennek 90 %-át a három legmelegebb hónapban fogyasztva.

A fehér busa gyors növekedésű. Növekedési rátája a következőképp alakul tavi körülmények közt: 2-2,5 kg növekedés két év alatt, 5 év alatt pedig több, mint 20 kg (Leventer, 1987). Kamilov és Salikhov (1996) munkája szerint a fehér busa akár 1,26 m testhosszt is elérhet. A fehér busa növekedése elsődlegesen az elérhető táplálék függvénye (Tripathi, 1989).

### 2.1.7. Tenyésztése

A fehér busát többnyire polikultúrában termelik tógazdaságokban. A klasszikus polikultúra félintenzív rendszerek jellemző népesítési módszere, pl. közép-európai pontyos tógazdaságokban. A polikultúra, régebbi szóhasználattal kombinált népesítés több faj együttes nevelését jelenti (Hancz és Horváth, 2007). A polikultúra ősrégi kínai találmány, ez a módszer Kínában már időszámításunk előtti második században létezett (Yang és mtsai, 1992). Azon az elven alapul, hogy a különböző táplálkozású halfajok a halastó természetes táplálékkészletét, egymást mintegy kiegészítve, hatékonyabban, és főként gazdaságosabban értékesítik (Hancz és Horváth, 2007). A tóban helyben megtermelt táplálék-szervezetek jobban hasznosulnak, mint csak egy faj esetén. A polikultúra a 60-as éves közepétől terjedt el hazánkban. A polikultúrás népesítés fő hala Magyarországon a ponty. Klasszikus felépítése: 75 % ponty, 15 % fehér busa, 3 % pettyes busa, 4 % amur, 3 % ragadozó. A mindenevő és abrakfélékkel gazdaságosan takarmányozható ponty mellett tehát a Délkelet-Ázsiai növényevőknek nevezett pontyfélék, a növényevő amur és a szűrő táplálkozást folytató fehér és pettyes busa szerepelnek a polikultúrás népesítésben. A polikultúra fontos eleme továbbá a néhány százalékban telepített ragadozó halfaj, amellyel a pontynak táplálékkonkurenciát jelentő vadhalak kártétele korlátozható, ilyen lehet a harcsa, csuka, süllő (Hancz és Horváth, 2007). A hektáronkénti javasolt telepítési sűrűség polikultúrában étkezési hal előállítására esetén: 180-390 kg kétnyaras ponty, 60-100 kg fehér busa, 15-30 kg pettyes busa, 15-30 kg amúr, és 2-5 % ragadozó (Horváth és Urbányi, 2000). A polikultúrában való tenyésztés számos előnnyel

rendelkezik. Newton és munkatársai (1978) a polikultúras tavakban magasabb termésmennyiségről (1373 kg/ha) számolnak be a monokultúras tavakhoz képest (712 kg/ha). A fehér busa jelenléte polikultúrában a vízminőség javulásához vezet, Costa-Pierce és mtsai (1985) tavi kísérletükben a víz hajnali oldott oxigéntartalom növeléséről számolnak be a fehér busa jelenlétének köszönhetően. A fehér busát gyakran nevelik polikultúrában más halfajokkal, többek közt azért, hogy ezzel elősegítsék a többi halfaj növekedését. A halászati termelés növelését Opuszynski (1981) a fehér busát ponttyal való közös nevelésében látta megvalósítatónak.



4. ábra. A fehér busa globális termelésének alakulása az 1950-es évtől napjainkig (Forrás: FAO Fishery Statistic, 2006)

A fehér busa tenyésztése polikultúrában ponttyal mindkét halfaj növekedését elősegíti (Leventer és Teltsch, 1990) annak ellenére, hogy a fehér busa és a polikultúra többi halfaja közt versengés figyelhető meg (Opuszynski, 1981). A fehér busa tenyésztése világszerte népszerű, 1988 és 1997 között hatalmas növekedés figyelhető meg a világon tenyésztett mennyiségben (4. ábra), 1,6 millió tonnáról 3,1 millió tonnára növekedett a fehér busa mennyisége (FAO, 1999).

## 2.2. Az afrikai harcsa bemutatása

### 2.2.1. Rendszertani besorolása

Ország: Állatok /*Animalia*/

Törzs: Gerinchúrosok /*Chordata*/

Altörzs: Gerincesek /*Vertebrata*/

Ágazat: Állkapcsosok /*Gnathostomata*/

Ág: Halak /*Pisces*/

Osztály: Csontoshalak /*Osteichthyes*/

Alosztály: Sugaras úszójúak /*Actinopterygii*/

Csapat: Újúsósok /*Neopterygii*/

Divízió: Valódi csontoshalak /*Teleostei*/

Rend: Harcsaalkatúak /*Siluriformes*/

Család: *Clariidae*

Genus: *Clarias*

Faj: *Clarias gariepinus* Burchell, 1822

Annak ellenére, hogy több, mint 100 különböző fajt írtak le a *Clarias* nemzetségen belül, Teugelsnek (1982a, 1982b, 1984) sikerült morfológiai, anatómiai és biográfiai vizsgálatai során 32 fajban rögzíteni a nemzetség tagjait. A *Clarias* nemzetségen belül az akvakultúrában jelentős nagytestű egyedek a *Clarias* alnemzetségbe tartoznak. Míg korábban ebbe az alnemzetségbe 5 halfajt soroltak *Clarias anguillarus*, *Clarias senegalensis*, *Clarias lazera*, *Clarias mossambicus*, *Clarias gariepinus* (Boulenger, 1911; David, 1935), ma már csak 2 halfaj tartozik

ide Teugels 1982-es vizsgálatainak eredményeképp, *Clarias gariepinus* és *Clarias anguillaris*.

### 2.2.2. Morfológiai leírás

Az afrikai harcsa testalkata az angolnáéra emlékeztető, hosszú hengeres testével, meglehetősen hosszú hátúszóval és farok alatti úszóval, amelyek mind lágy úszósugarakat tartalmaznak (5. ábra). A mellúszó külső úszósugara tüskévé módosult. A fej ellaposodott, erősen csontosodott. A testet nyálkás, pikkelymentes bőr borítja, amely általában sötét pigmentált a test felső és oldalsó felén. Színezete egyenletesen márványozott, szürkészöld és feketés árnyalatú. Erősebb fényhatásnak köszönhetően a színezet világosabb lesz. Stressz hatására sötét foltok jelennek meg a bőrén (Viveen és mtsai, 1985).

Négy pár elágazás nélküli bajuszszállal rendelkezik, közülük egy nazális, egy maxilláris, amely a leghosszabb és legmozgékonyabb és két mandibuláris (külső és belső). A bajuszszállak fő funkciója a táplálék felkutatása.

Az afrikai harcsa rendelkezik egy különleges járulékos légzőszervvel a kopoltyún kívül, az úgynevezett karfiolszervvel, amelynek segítségével képes a légköri oxigént felvenni (Moussa, 1956). Az állat egyik kopoltyúíve járulékos légzőszervvé alakult, amely voltaképpen egy pár körte alakú, szerteágazó szerkezetet magába záró légkamrából áll. E faágszerűen elágazó képződményeket gazdagon behálózzák a vérerek, s az érfalakon át a hal a légköri levegőből is fel tudja venni az oxigént (Péteri és mtsai, 1989). Ez a szerv teszi képessé az afrikai harcsát túlélni

a vízen kívüli környezetben több órán át, vagy akár több héten át iszapos, mocsaras területen.

A hím és nőstény egyedek szabad szemmel könnyen megkülönböztethetők, a hím egyedek jellegzetes ivari szemölcs/papillával rendelkeznek, amely közvetlenül a végbélnyílás mögött helyezkedik el. A nőivarú egyedeknél ezzel nem találkozhatunk.



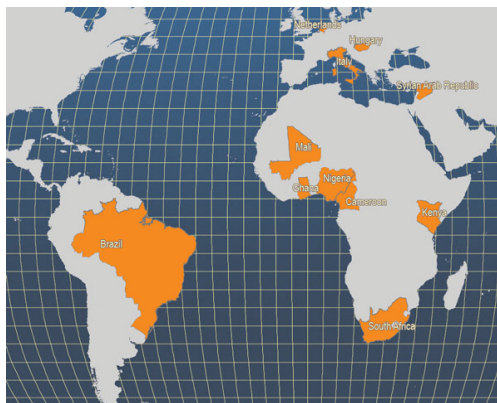
5.ábra. Az afrikai harcsa morfológiai tulajdonságai (*Forrás: Jubb, 1967*)

### 2.2.3. Elterjedés

Az afrikai harcsa az egyik legfontosabb trópusi halfajnak tekinthető az akvakultúra világában. Természetes földrajzi elterjedése Afrikában figyelhető meg, a Nílustól Nyugat-Afrikáig és Algériától Dél-Afrikáig. Valószínűleg a legnagyobb területen megtalálható halfaj Afrikában (Skelton, 1993). Afrikán kívül azonban a Közel-Keleten is megtalálható, Izrael, Szíria és Törökország déli területein (Skelton, 1993).

Magyarországra először 1984-ben kísérleti céllal került 12 db 2-3 g-os hal, a következő szállítmány 1987-ben érkezett 2000 táplálkozó lárva formájában (Péteri és mtsai, 1989).

A legnagyobb előállítója Nigéria, de Hollandia, Magyarország, Kenya, Szíria, Brazília, Kamerun, Mali és Dél-Afrika is jelentősek (6. ábra).



6. ábra. A világ legfőbb afrikai harcsa tenyésztő országai (Forrás: FAO *Fishery Statistics*, 2006)

#### 2.2.4. Élőhely

Az afrikai harcsa élőhelyei tavak, folyók, folyamok, mocsarak, ingoványok, árterek, amelyek közül sok szezonálisan kiszárad. A legáltalánosabb előfordulási helyei a mocsaras ingoványos területek, ahol karfiolszervük segítségével képesek túlélni a száraz évszakot. (Bruton, 1979a; Clay, 1979a). Az ideális oldott oxigén tartalom 6 mg/l (Boyd, 1990).

Az ideális hőmérséklet 25–30 °C a növekedéséhez. A mesterséges szaporításához szükséges hőmérséklet minimum 21–22 °C. Az afrikai harcsa 9–10 °C alatti vízhőmérsékleten elpusztul. (Péteri és Nandi, 1992) A maximális sótolerancia előnevelt halaknál is 9–9,5 ppt (Chervinski, 1984), a felnőtt egyedek enyhén brakk vizekben is képesek megélni. Az ideális sótartalom számukra 100-8000 mg/l (Boyd, 1990).

Felnőtt kort elérve megnő a tűrőképessége, elviseli, ha a környezetében tartósan kevés az oxigén, és a szabad ammónia mennyisége eléri a 0,5



milligramm/litert. Gyorsan növekszik, intenzív tenyészetekben 6–10 hónap alatt eléri az 500–1000 grammos piaci tömeget. Egy méter feletti testhosszúságot is elérhet 8-10 év alatt a természetes élőhelyén, ez a méretű hal körülbelül 5 kg testtömegű (Van der Waal, 1974). A Clay (1979a) által mért legnagyobb egyed 1,45 m hosszú volt és 16 kg.

### 2.2.5. Táplálkozás

Számos kutatás foglalkozott az afrikai harcsa táplálkozási szokásaival, egy általános képlet azonban mégsem húzható rá. Micha (1973) vizsgálatai szerint Közép-Afrikában vízi rovarokkal, halakkal, magasabb rendű növények hulladékával, kagylókkal, gyümölcsökkel táplálkozik. Bruton (1979b) Dél-Afrikában végzett kutatásokat, melyek azt igazolták, hogy elsősorban halak, rákok, szárazföldi rovarok és vízi rovarok teszik ki táplálékának legnagyobb részét a sekély vizekben, legkevésbé pedig kagylókat, pókféléket és növényi hulladékot fogyaszt. Munro (1967) szerint a táplálkozási szokásai méretének növekedésével változnak, a zooplankton szerepe nagyobb mértékűvé válik a nagyobb testméretű, idősebb egyedeknél. Ez a növekedés során megnövekvő szájmérettel és kopolyúfésűk számának emelkedésével magyarázható, amely elősegíti a táplálék vízből való kiszűrését (Jubb, 1961; Groenewald, 1964). Spataru és munkatársai (1987) Izraelben végeztek vizsgálatokat, szerintük az elfogyasztott táplálék 81 %-át halak tették ki.

Az élőhelyének megfelelő rossz látási viszonyokhoz igazodott táplálkozási szokásaival, és anatómiailag adaptálódott ehhez (Bruton, 1979b). Széles szájával képes a nagyméretű zsákmány elfogyasztására, ugyanakkor nagy mennyiségű víz átáramoltatására is szűrő

táplálékszerzés esetére. Széles sorokban elhelyezkedő görbült fogai és garatfogai a zsákmány szökését akadályozzák meg. Érzékszervek sokasága alakult ki a testén, fején, száján és a bajuszszállakon. A bajuszszállak különösen fontosak a zsákmány felkutatásában és beazonosításában. Hecht és Appelbaum (1988) kísérletei azt mutatták, hogy a bajuszszállak eltávolítását követően 22,6 %-kal romlott a zsákmányszerző képessége.

Lassú, módszeres kutatással találja meg zsákmányát az afrikai harcsa, majd garatüregének hirtelen megnövelésével szívóhatást hoz létre és megragadja az áldozatát. Bruton szerint (1979b) a nappali órákban főként gerinctelenekkel táplálkozik, majd az éjszakai órákban átvált valódi ragadozó módszerére kihasználván a zsákmány sebezhetőségét a sötétben.

Intenzív nevelés esetén a megfelelő növekedés elérése érdekében magas fehérjetartalmú, (35–38 % emészthető fehérje) táp szükséges (Janssen, 1987; Péteri és mtsai, 1989). Tavakban, ahol a természetes állati eredetű fehérjeforrás biztosított, elegendő ennél alacsonyabb fehérjetartalmú táp etetése is étkezési hal nevelésére.

Növekedése az élőhely és táplálékellátottság függvénye. Iparszerű rendszerekben 6 hónap alatt a halak 6-700 g súlyúak (Péteri és mtsai, 1989).

#### **2.2.6. Szaporodás, egyedfejlődés**

Természetes élőhelyén 1-3 éves korban válik ivaréretté. Természetes szaporodása ciklikus (Clay, 1979b). A nőstényeket szezonális peteérés jellemzi, amely az esős évszakkal áll összefüggésben. A vízhőmérséklet,

a fotoperiodus hatás befolyásolja a peteérést, az ívást pedig a vízoszlop hirtelen megemelkedése váltja ki, amelyet az esőzések idéznek elő (de Graaf és mtsai, 1995). Az ívás többnyire az éjszakai órákban megy végbe a folyók, tavak áradási területein. Az udvarlás a hím egyedek agresszív összecsapásaival kezdődik. Az ívás során elkülönülnek a hím és nőstény egyedek alkotta halpárok, a hímek U-alakot formáznak a nőstény feje körül, ezt a helyzetet pár másodpercig fenntartják. Az ikra és tej kiengedését követően a nőstény egyed erőteljes farokcsapásokkal szétteríti az ikrákat. A halak az ikrát vízínövényekre ill. elárasztott szárazföldi növényekre rakják. Egy 30-90 cm testméretű hal 10.000–200.000 darab ikrát rak (Janssen, 1987). A halak ikrája sárgásszürke, kissé elliptikus formájú, jól látható nukleusszal. Az ikraátmérő 1,2-1,6 mm. (Péteri és mtsai, 1989). Nem gondozzák az ikrákat. Az ikra és a kikelő lárva gyorsan fejlődik, a lárvák termékenyülést követően 23-28 °C-os vízhőmérsékleten 48-72 óra elteltével önállóan úsznak.

### **2.2.7. Mesterséges szaporítás**

Az afrikai harcsa az év minden szakaszában szaporítható mesterségesen, köszönhetően annak, hogy a nőstények petefészke egész éven át tartalmaz érett petesejteket, amennyiben a vízhőmérséklet 22 °C fölötti. Egy kifejlett nőstény testtömegének 15-20 %-át teheti ki az ikra mennyisége. A petesejtek érése 22 °C alatt azonban lecsökken 5 % körüli mennyiségre.

A hímeknél a here kisebb, mindössze 2-4 %-a a teljes testtömegnek ivari aktivitást mutató halaknál (Janssen, 1987). Az afrikai harcsa szaporításának többféle megvalósítása ismert, ám a leghatékonyabb a

mesterséges hormoninjekciós megoldás, melynek folyamán a lefejt és termékenyített ikrát mesterséges körülmények közt, Zuger üvegben (Péteri és mtsai, 1989) érlelik majd később a lárvát előnevelik (Woynarowich és Horváth, 1980). Ezzel a módszerrel nagyobb a termékenyülési- és megmaradási arány. Mesterséges szaporításnál a ponty hipofízisen (Janssen, 1987) kívül a piaci méretű harcsák hipofízisét is felhasználják (Viveen és mtsai, 1986) hormonindukciós célra.

A nőtények fejése megegyezik a többi halfajéval, a hímeknél viszont leggyakrabban a here eltávolításával nyerik ki a tejet, annak ellenére, hogy léteznek a hímekre is alkalmazható fejési eljárások (Van der Waal, 1985).

### **2.2.8 Tenyésztése intenzív rendszerekben**

Magyarországon az afrikai harcsát intenzív rendszerekben tenyésztik monokultúrában. A külterjes (extenzív) haltenyésztéshez képest az intenzív (belterjes) haltenyésztés leegyszerűsítve úgy jellemezhető, hogy itt kisebb helyen, rövidebb idő alatt, több halat termelnek meg. Egy átlagos extenzív halastó  $50 \text{ g/m}^3$  halsűrűségéhez képest egyes intenzív halnevelő üzemekben ennek akár a 5000-szeresét,  $250 \text{ kg/m}^3$  halsűrűséget alkalmaznak. Az intenzív halnevelő rendszerek közül a legrégebb óta üzemelő típusok átfolyó vízzel működnek. A termálvizes kutakra éppúgy tervezhetők haltenyészetek, mint a hideg forrásvízre. Ezekben azonban melegvízi halakat nevelnek, mint pl. tilápiát, vagy afrikai harcsát (Bercsényi, 2010). Micha (1976) szerint a halak növekedési üteme csökkenést mutat amennyiben megnöveljük a telepítési sűrűséget. Közép –Afrikában  $40.000\text{-}100.000 \text{ kg/ha}$  telepítési sűrűséggel

dolgoznak tavi körülmények közt a vízmennyiség 25 %-nak napi cseréje mellett (Hecht és mtsai, 1988). Intenzív tartási körülmények között az afrikai harcsa jól bírja a sűrű népesítést.

### 2.2.8. Takarmányozás

Az afrikai harcsa viszonylag magas fehérjeigényű, a legjobb növekedési mutatók 35-42 % nyersfehérje tartalmú táp etetésével érhető el (1. táblázat). Ad libitum etetésnél Zulfikar (2001) 35 % nyersfehérje tartalmú tápot javasol.

1.táblázat. Ajánlott tápanyag mennyiségek afrikai harcsa számára a táp szárazanyag %-ában (Forrás:ADCP, 1983)

<b>Tápanyag (a szárazanyag %-ában)</b>	<b>Lárva és előnevelt</b>	<b>Növendék</b>	<b>Tenyészhal</b>
Emészthető fehérje	35-40	30-35	35-40
Emészthető energia (kcal/g)	3,0-4,0	2,5-3,5	3,0-4,0
Ca (min-max)	0,8-1,5	0,5-1,8	0,8-1,5
P (min-max)	0,6-1,0	0,5-1,0	0,6-1,0
Metionin + Cisztein (min)	1,2	0,9	1
Lizin (min)	2	1,6	1,8

Az afrikai harcsa tápok általában növényi és állati eredetű takarmányösszetevőket tartalmaznak hozzáadott vitamin kiegészítővel és ásványi anyagokkal. A Hecht és mtsai (1988) által (2. táblázat) összeállított vitaminpremixből egy kg mennyiség elegendő egy tonnányi pelletált táp előállításához.

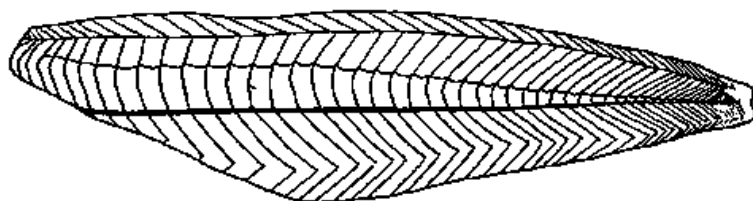
2. táblázat. Afrikai harcsatáp vitamin premix összetétele (Hecht és mtsai, 1988).

<b>Vitamin</b>	<b>Mennyiség</b>
Tiamin	11 g
Riboflavin	13 g
Piridoxin	11 g
Pantoténsav	35 g
Nikotinsav	88 g
Folsav	2,2 g
B12 vitamin	0,09 g
Kolin	550 g
Aszkorbinsav	350 g
A vitamin( NE)	4 400 (NE) × 1000
D vitamin( NE)	2 200 (NE) × 1000
E vitamin( NE)	55 (NE) × 1000
K vitamin( NE)	11 (NE) × 1000
Kukoricaliszt	2 kg

NE: nemzetközi egység

### 2.3. A halhús jellemzése

A halhús összetétele fontos kérdéskör mind a feldolgozóipar, mind pedig a táplálkozástudósok, szakácsok és a hétköznapi fogyasztók számára. A feldolgozóiparban ugyanis ismerni kell a nyersanyag természetét ahhoz, hogy megfelelő technikával lehessen kezelni (pl. fagyasztás, füstölés, konzerválás). A táplálkozástudomány ugyanakkor tudni szeretné mivel tud hozzájárulni a halhús az egészségünkhöz, a szakácsnak pedig ismernie kell a halhús tulajdonságait az étel elkészítéséhez, a halhús például zsírosságától függően más elkészítési módot igényel. A hétköznapi ember, a fogyasztó számára pedig nemcsak az a fontos, hogy finom ízű legyen a hal, hanem hogy tápláló is. A halhús a világ egyik legértékesebb kiváló minőségű fehérjeforrása, ahhoz, hogy a lehető legjobbat lehessen kihozni belőle, ismerni kell az összetételét.



7.ábra. A hal izomzat struktúrája (Forrás: Murray és Burt, 2001)

Az ábrán látható a tőkehal filéjének a csontváz felőli oldala (7. ábra). Ez a felépítés jellemző az összes fehér húsú halra, ide tartoznak mindazok a halfajok, melyeknél a zsír főként a májban raktározódik.

A halhús nem más, mint összehúzódásra képes vázizomszövet. A vázizom a test legnagyobb arányban előforduló izomformája. Izomrostjainak átlagos hossza 10 mm, ez az életkorral növekszik. (Kiss,

2000) A vázizomzat nagyobb részét fehér izom képezi, amelynek főleg a hirtelen, nagy erő kifejtést igénylő mozgásokban van szerepe. A vázizomzat szelvényezett felépítésű, az izomszelvények (myomer) száma a csigolyák számával megegyező, egymástól kötőszövetes sötvények (myoseptum) választják el őket. A lenyűzött hal oldalát nézve ez a szerkezet elfordított W-formát mutat (8. ábra), a test keresztmetszetét vizsgálva pedig gyűrűzöttséget formál (Hall, 1997). A kötőszövetes sötvényekben erek, idegek futnak. (Murray és Burt, 2001).

A halak vázizomzatában vörös és fehér színű izom különíthető el. A fehér izomban anaerob bontásból, tejsavas erjedéssel képződik a mozgathoz szükséges energia, míg vörös izom esetében aerob úton, lipioxidáció révén megy végbe. A vörös izom gazdag hemoglobinban és mioglobinban, amelynek vörös színét is köszönheti (Hall, 1997). A vörös izomban lipid- és glikogéntárolás egyaránt folyik, míg a fehér izomban inkább a glikogén dominál (Kiss, 2000). Vörös izom a test két oldalán felszínesen (musculus lateralis superficialis) és az úszók alapjainál található, részaránya csontos halak esetében 0,5-10 %, ám a pelágikus fajoknál ez akár 30 % is lehet. A vörös izom zsírtartalma magasabb, ezért avasodásra hajlamos (Kiss, 2000).



8. ábra. A halhús (lazac) szerkezeti képe a bőr felőli oldalról ill. keresztmetszetben. (Forrás: [www.earthlife.net](http://www.earthlife.net))



A halhús víztartalma fehér húsú halak filéjében cca. 80 %, mely halfajtól függően általában 30-90 % közé tehető. A víz a halhúsban szorosan fehérjéhez kötődik, csak nehezen nyerhető ki, még magas nyomáson is. A halhús fehérjetartalma 15-20 % között mozog. A többi állati fehérjéhez hasonlóan aminosavak összekapcsolódásából jön létre egy hosszú fehérjemolekula. Az aminosavak szén, hidrogén, oxigén és nitrogén atomokat tartalmaznak (Potter és Hotchkiss, 1995). A halfehérjében a gabonafehérjékkel ellentétben általában magas arányban képviselteti magát a lizin és metionin, ezért jól kiegészítik egymást az egészséges étrendben (Murray és Burt, 2001). A fehérjék fontos alkotóelemei enzimeknek, antitesteknek, hormonoknak és a vérnek (Potter és Hotchkiss, 1995). A halfehérje összetétele értékesebb a melegvérű vágóállatok húsának fehérje összetételénél, mert igen kedvező arányban tartalmazza az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen aminosavakat. 400 g halhús fogyasztása fedezi az ember napi fehérjeszükségletét (Darázs és Aczél, 1987). A halhús zsírtartalma szélesebb skálán mozoghat, mint a víz, vagy fehérjetartalom még ugyanazon halfaj esetén is, amely az eltérő tápláltság eredménye. (Lányi, 1968) A fehér húsú halakra jellemző, hogy a halhús zsírtartalma a vázizomban általában alacsony, míg a szezonális változások a zsírtartalomban főleg a májban figyelhetők meg, ahol a halak a zsír döntő többségét tárolják. (Murray és Burt, 2001). A zsírok a szervezet fő energiaforrásai, több mint kétszer annyi kalóriát tartalmaznak, mint ugyanakkora szárazanyag-tartalmú fehérje vagy szénhidrát (Potter és Hotchkiss, 1995). A zsírmolekula tipikusan glicerolból és hozzá kapcsolódó zsírsavakból áll. A természetes zsírok nem csak egyféle zsírmolekulát, hanem számos különböző variációjú zsírmolekulát tartalmaznak (Potter és Hotchkiss, 1995). A

halhús a meleg vérű állatok húsánál kisebb energiatartalmú, amely a kisebb zsírtartalom következménye (Darázs és Aczél, 1987). A halhús szénhidrát-tartalma meglehetősen alacsony, fehér húsú halak esetében 1 % alatti. A szénhidrátok szén, hidrogén és oxigénatomokból épülnek fel (Potter és Hotchkiss, 1995). Ide tartozik az egyik legegyszerűbb felépítésű szénhidrát, a glükóz. Habár nem rendelkeznek különleges, esszenciális ásványi anyagokkal, arányos ásványi anyag összetételüknek köszönhetően ásványi anyagokban és vitaminban értékes forrás a halak húsa. A halhús ásványianyag-tartalma valamivel nagyobb, mint a melegvérű állatok húsáé; foszfort, vasat, káliumot és kalciumot, valamint szervesen kötött jódot is tartalmaz (3. táblázat). Szeléntartalmánál fogva jelentős szerepet játszik a szervezet méregtelenítésében, a káros szabadgyökök, a nehézfémek lekötésében és egyidejűleg erősíti az immunrendszert is (Péterfy, 2002).

3. táblázat. A halhús átlagos ásványi anyag tartalma (*Forrás: Murray és Burt, 2001*)

<b>Elem</b>	<b>Átlagérték mg/100g</b>
Nátrium	72
Kálium	278
Kalcium	79
Magnézium	38
Foszfor	190
Kén	191
Vas	1,55
Klór	197
Szilícium	4
Mangán	0,82
Cink	0,96
Réz	0,2
Arzén	0,37
Jód	0,15

A vitaminokat 2 csoportra oszthatjuk, zsírban oldódó vitaminok (A, D, E, K) és a vízben oldódók (pl. B és C). Ugyanazon halfaj egyedeinek vitamintartalma jelentős eltéréseket mutathat. Még ugyanazon egyed testében sem egyenletes a vitamineloszlás, sok esetben a máj és a belek lényegesen nagyobb zsírban oldódó vitamintartalommal bírnak mint a halhús. A vízben oldódó vitaminok eloszlása ennél harmonikusabb, a teljes testben jelen lévő vitamintartalom több, mint fele fellelhető a halhúsban (Murray és Burt, 2001). Vitamintartalom szempontjából a halhús A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, E és nikotinamid tartalma jelentősebb. Heti kétszeri halfogyasztás fedezi a szervezet ezirányú vitaminigényét (Péterfy, 2002). Az organikus részek elégetése után visszamaradó hamutartalom a szárnyasok húskáival megegyező, általában 1 %-os értéket mutat, a vágóállatoké ennél kevesebb.

4. táblázat. A halhús fő összetevői (Forrás: FAO, 2005)

	Halhús			Marhahús %
	Minimum %	Normál %	Maximum %	
Fehérje	6	16-21	28	20
Zsír	0,1	0,2-25	67	3
Szénhidrát	-	<0,5	-	1
Hamu	0,4	1,2-1,5	105	1
Víz	28	66-81	96	75

A 4. táblázat a halhús fő összetevőinek százalékos mennyiségét mutatja, a ritkán előforduló minimum és maximum értékek feltüntetése mellett, összehasonlítva a marhahússal. A halak hújának összetétele évszokról évszakra változhat, a változás fő oka a fellelhető táplálék mennyiségével

és minőségével és a hal mozgásmennyiségével áll összefüggésben. Például szaporodási időszakban ívás előtt a halak általában nem táplálkoznak, felélik zsír- és fehérjetartalékaikat. Ha pedig túl zsúfoltan vannak telepítve, kevés lesz a táplálékbevitel és ennek megfelelően fog változni a halhús összetétele.

A halak és a vízi élőlények húsának előnyös tulajdonságai jó ideje ismertek. A hetvenes évek elejétől fokozottabb figyelem irányult a halhús illetve a halolajok táplálkozásunkban betöltött szerepére. Figyelemre méltó a hazánk vizeibe a hatvanas években Kínából betelepített növényevő halaknak, a pettyes és a fehér busának, illetve az őshonos kecsegenek a jelentős n-3 tartalma (5. táblázat).

5. táblázat. Egyes tengeri és édesvízi halak testének eikozapentaen (EPA) és dokozahexaensav (DHA) tartalma (*Forrás: Cey-Bert, 2002*)

<b>Halak</b>	<b>EPA (g/kg)</b>	<b>DHA (g/kg)</b>
Makréla	14,5	24,6
Hering	10,5	12,9
Kecsege	13	9,1
Pettyes busa	8,9	6,5
Fehér busa	8,5	4,5
Angolna	2,5	5,8

Táplálkozás fiziológusok kimutatták, hogy a busa igen sok élettanilag előnyös zsírsavat tartalmaz, ezért bizonyos szív-érrendszeri betegségek megelőzésére, illetve gyógyítására alkalmas. Olcsósága miatt az utóbbi

években egyre nagyobb mennyiségben keresik, ezért tenyésztése fellendülőben van (Horváth és mtsai, 2000). A busa húsa szárazabb a pontyénál, inkább a keszegfélékhez hasonlít, és vannak területek, ahol széleskörű piaci bevezetése nehezen halad.

Deng és mtsai (2001) érzékszervi vizsgálat, rigor indexet és az ATP-hez kapcsolódó vegyületek vizsgálatával azt tapasztalták, hogy a fehér busa frissességét hamar elveszítette. Javaslatuk szerint a fehér busát leölést követően alacsony hőmérsékleten kell tárolni.

Húsának rövid eltarthatósága (Tripathi, 1989), a halhús alacsony fokú ízélménye és a számos apró szálfka rontják a fehér busa népszerűségét.

### **2.3.1. A halhús romlása**

A halak nagy víztartalmú húsa könnyebben romlik, mint a melegvérű állatoké. A friss hal húsa, izomzata kemény, rugalmas, kellemes halszagú, nem foszló és erőteljesen tapad a csontokhoz, az ujjbenyomatot nem tartja meg. A friss hal vízbe téve lemerül, szeme kifelé domborodó, telt, lencséje és szaruhártyája átlátszó, tiszta.

A nem friss, már egészségre ártalmas hal szaga feltűnően kellemetlen, émelyítő. Bőre fénytelen, gyakran fehéres lepedékű, izomzata rugalmatlan, szaruhártyája zavaros. A romlott hal vízbe téve nem merül el, oldalával, vagy hasával felfelé a víz színén marad. A nem friss hal szeme beesett, üregében befelé fordult, szaruhártyája zavaros. A kopoltyúik halványak, lepedékesek, vagy már egészen fehérek.

A halhús érése, a halál utáni post mortem glikolízis ugyanolyan módon megy végbe, mint a melegvérű állatok húzában, de a hőmérséklettől való

függés lényegesen nagyobb. Az élő hal felületét nyálka borítja, amelynek szerepe, hogy gátolja a mikroorganizmusok behatolását a testfelületen. Halál után a nyálka felhalmozódik, és baktériumgátló eredeti funkciója helyett egyre inkább baktérium táptalajjá válik (6. táblázat).

6. táblázat. 17 °C-on a felületi mikrobaszám változás a hal bőrén (*Forrás: Darázs és Aczél, 1987*)

**17 °C-on a felületi mikrobaszám változás**

Élő állapotban	$3 \cdot 10^2 - 4 \cdot 10^3 / \text{mm}^2$
Post mortem 2 óra	$2 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^9 / \text{mm}^2$
Post mortem 24 óra	$4 \cdot 10^9 / \text{mm}^2$ felett

A különböző hőmérsékleten tartott halak romlása, rothadása más-más idő alatt következik be. A halak romlásának okozói elsősorban mikroorganizmusok, majd a saját enzimek és hosszabb idő alatt a halzsír oxidációja. A nagyobb tömegű halak közül a ponty romlása 30 °C-on 4 óra alatt, 20 °C-on 10 óra, 10 °C-on 56 óra múlva kezdődik meg (Csiszár, 1964).

Darázs-Aczél (1987) szerint a halhús romlását okozó baktériumfajok fajtáit és számait három tényező határozza meg, milyen mikroorganizmusokkal szennyeződött a halhús a feldolgozás alatt, mennyi idő telt el, amíg a fogyasztóhoz, illetve hűtésre került, és ezalatt az idő alatt milyen hőmérsékleti hatások érték a halat.

A frissen kifogott hal bőrfelületén és kopoltyúszövetében lévő mikroorganizmusok zömében hidegtűrő Gram-negatív baktériumok, a halhús rothadását igen gyakran ezek a baktériumok idézik elő. A haltest lebomlása két irányból indul meg, részben a kopoltyúból a testüreg felé,

részben a béltraktusból az izomzat felé. A kopoltyúk felől a mikrobák a vízdús, ínlemezekkel külön nem védett és hamar lúgossá váló halizomzatban könnyen elszaporodnak. Ugyanezt más mikrobiológiai vizsgálatok is bizonyították. A halak bűzös romlása esetén pszichrofil *Pseudomonas* és *Achromobacter* baktériumfajok jelenlétét mutatták ki (Kiss, 1978).

Darázs és Aczél (1987) szerint rendkívül eredményesnek mondható a jegelés, illetve a feldolgozás előtt a halak tusoló mosása, amelynek hatására a bőrön, illetve a nyálkahártyában lévő mikroflóra 95 %-kal csökken.

A halhús romlását annak pH-ja is befolyásolja, amelyet a hal érése, a hullamerevség határoz meg. A hullamerevség alatt a glikogénből képződött tejsav hatására a halizomzat is a vágóállatokéhoz hasonlóan, enyhén savanyú kémhatású lesz (pH= 6,0-6,6), majd a kémhatás a hullamerevség oldódásával ismét semlegessé, esetleg enyhén alkalikussá (pH= 7,1-7,4) válik. A folyamat még nem vezet a halhús romlásához, de elősegíti a csírák szaporodását (Csiszár, 1964).

A hal és a melegvérű állatok húsa között a leglényegesebb különbség az, hogy a halhús glikogéntartalma általában kisebb, így a hal halál utáni pH-csökkenése is kisebb. Ennek az a következménye, hogy a felület kevésbé lesz ellenálló a mikroorganizmusokkal szemben, ezért a legtöbb halfajnál gyorsan következhet be a mikrobiális romlás (Darázs és Aczél, 1987).

### 2.3.2. A halak tartósítása

A rontó tényező jellege szerint a haltartósítási módszereket az alábbiak szerint csoportosíthatjuk Darázs és Aczél (1987) szerint:

1. Mikrobiológiai eredetű károsodás megakadályozása:

- mikrobák szaporodásának gátlása: hűtés, fagyasztás, szárítás, mikrobagátló anyagok alkalmazása, füstölés, sózás
- mikrobák elpusztítása: hőkezelés

2. Kémiai eredetű romlás megakadályozása:

- oxidáció gátlása antioxidánsokkal
- szöveti enzimek működésének gátlása

3. Fizikai eredetű romlás megakadályozása:

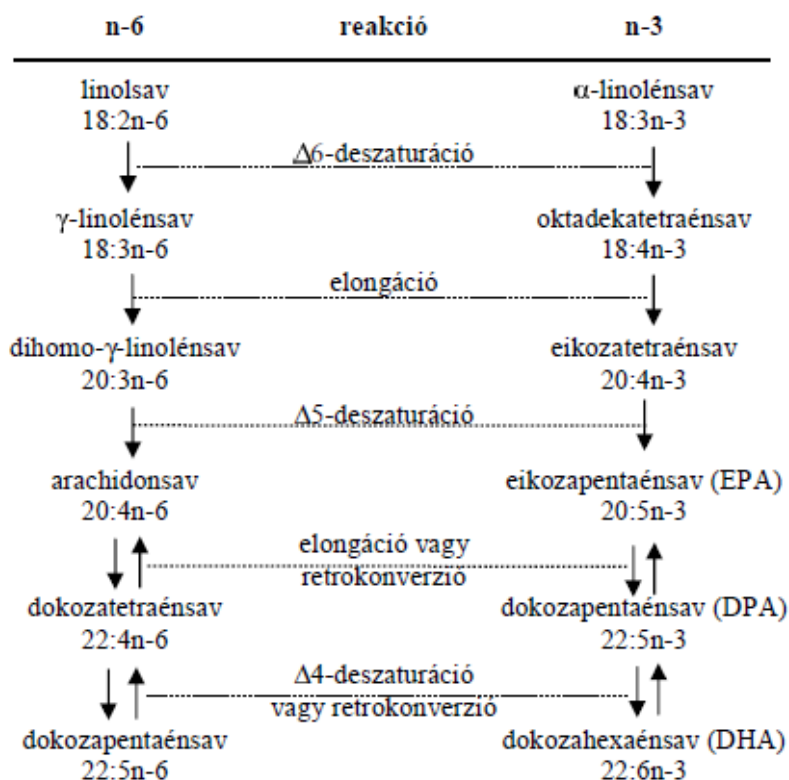
- nedvességtartalom változásának megakadályozása: halhús csomagolásával vagy negatív hőmérsékletű tartományban glazúrozással
- szállítási károsodás megakadályozása: gyűjtőcsomagolással



## 2.4. 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.

A szénláncban kettős kötést nem tartalmazó telített zsírsavak fontos képviselői a mirisztinsav (C14:0), palmitinsav (C16:0), sztearinsav (C18:0). A szénláncban egyetlen kettős kötést tartalmazó zsírsavak előállítására az állati szervezet is képes (Schmitz és mtsai, 1977). Fő funkciója ezen zsírsavaknak az energiaraktározás (Husvéth, 1980). Ennek a csoportnak a képviselője többek közt az olajsav (C18:1). A többszörösen telítetlen zsírsavak szénláncba több kettős kötést is tartalmaz. Többszörösen telítetlen zsírsavaknak nevezzük azokat a zsírsavakat, amelyek cisz-cisz metilénsoporttal elválasztott kettős kötések tartalmazzák (Magyar Élelmiszerkönyv, 2001). A természetben leggyakoribb telítetlen zsírsavak 2-6 kettős kötéssel rendelkeznek (Gurr és Harwood, 1991). A telítetlen kötések helyzete alapján a polién zsírsavakat tovább csoportosíthatjuk két alcsoportba, az n-6 és az n-3 csoportokba (Kovács, 1999). Mindkét csoport jelenléte szükséges az egészséges emberi élethez (Jump, 2002). Az állati (és emberi) szervezet nem képes szintetizálni kettős kötések a szénlánc n-3 és n-6 pozíciójában (Bezard és mtsai, 1994). Ezeket az esszenciális zsírsavakat táplálékkal kell bejuttatni (Perédi, 2002).



9. ábra. Az n-6 és n-3-as zsírsavak metabolizmusa. (Forrás: Bezard és mtsai, 1994)

Jelenleg a linolsavat és az alfa-linolénsavat tekintjük esszenciálisnak. A linolsavból aztán az n-6-os, a linolénsavból pedig az n-3-as zsírsavak csoportjának további tagjai alakulhatnak ki (9. ábra) deszaturációt és lánchosszabbítást követően (Sprecher, 1981).

Az n-6 és n-3 zsírsavcsoportok között nem lehetséges átalakulás (Sprecher, 1981). Létezik a telítetlen zsírsavaknak egy harmadik csoportja is, az n-9 es zsírsavak. Ezek a zsírsavak olajsavból származnak és nem esszenciálisak (Bezard és mtsai, 1994).

Ezen zsírsavak szervezetben betöltött fontos szerepét jellemzi, hogy korábban ezeket a vegyületeket, mint az F-vitamin család tagjait tartotta számon a tudomány.

A többszörösen telítetlen zsírsavak fontos szerepet töltenek be az emberi és állati szervezetben. Részt vesznek a sejtmembránok felépítésében és fontos szerepük van a gyulladásos válaszreakciók kiváltásában (Pawlovsky és mtsai, 1994).

Az n-3 zsírsavcsoportba tartozó EPA és DHA képesek biokémiai folyamatok indukálására, amelyek csökkentik a szív és érrendszeri (Williams, 2000), a gyulladásos és proliferációs betegségek kialakulását (Weber és mtsai, 1993). Ezen fontos zsírsavak főként halolajokban fordulnak elő (Husvéth és mtsai, 1999), nem csoda tehát, hogy azokban az országokban, ahol a halfogyasztás nagyobb mértékű, lényegesen kisebb a szív és érrendszeri megbetegedések aránya (Halmy, 1998). Hodgson és mtsai (1993) az n-3-as zsírsavak mellett a linolsavnak is fontos jelentőséget tulajdonítanak a szív és érrendszeri betegségek leküzdésében. Az n-6 sorozatú zsírsavak fő forrásai a növényi olajok, míg n-3 sorozatú zsírsavakat elsősorban halolajokban főként tengeri halak (Csapó és Csapóné, 2003; Narayan és mtsai, 2006) olajában találhatunk. A többszörösen telítetlen n-3 zsírsavak részt vesznek az agy lipoprotein membránjának felépítésében, csökkentik a trombózis kialakulásának valószínűségét, mivel gátolják a vérlemezkék aggregációját (von Shacky, 2000). A DHA szerepet játszik az egészséges idegi (Xu és mtsai 1996) és látásfunkciók (Holub, 2001; Jump, 2002) kialakításában és fenntartásában, jelenléte különösen fontos a magzati élet utolsó trimeszterében. Mivel a DHA (C<sub>22:6</sub>, 22:6 $\omega$ -3) a fotoreceptor membránok és az idegszövet legfontosabb zsírsavkomponense,

hiányában tanulási és látási problémák alakulhatnak ki (Neuringer és mtsai, 1988). A DHA-nak elsősorban a magzati 26 hetes kortól 2 éves korig van óriási jelentősége az agyszövet kialakulásában és fejlődésében (Valenzuela és mtsai, 2006).

Jelentőségüket kutatva számos tanulmány foglalkozik az n-3 zsírsavak rák megelőző hatásával. Például, állatkísérletekben bizonyították (Rose és mtsai, 1999; IP, 1997) a hosszú szénláncú, telítetlen n-3 zsírsavak csoportjába tartozó eikozapentaensav, (EPA; 20:5n-3) és dokozahexaensav (DHA; 22:6n-3) ráksejt-burjánzást akadályozó hatását, *in vitro* körülmények között mell- és prosztata karcinóma esetében.

Az EPA és DHA sejtburjánzásra gyakorolt hatásának köszönhetően az emlődaganatos betegségek leküzdésében is jelentősek lehetnek (Dominique és mtsai, 2002). Stoll (2002) negyven év feletti nőknek emlődaganat kialakulásának megelőzésére n-3 táplálék-kiegészítőt javasol. Huang és mtsai (2005) az Alzheimer-kór Terry és mtsai (2001) a prosztata rák megelőzésében tulajdonítanak fontos szerepet az n-3 zsírsavaknak. Az EPA hatását vizsgálva Puri (2004) hatékonynak találta a krónikus fáradékonyság szindróma leküzdésében.

Az n-6-os családba tartozó linolsav a vérplazma LDL-koleszterinszintjének szabályozásában tölt be feltételezhetően fontos funkciót (Hayes, 1995), az n-3-as család tagjai ezzel ellentétben nem fejtenek ki egyértelmű hatást a vér koleszterinszintjére (Gurr, 1999).

Különösen fontos a szervezetbe jutó n-6 és n-3 zsírsavak aránya. Az optimális n-6/n-3 arány Neuringer és mtsai (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 trombózis gyakoriságának fokozódásával (Okuyama és mtsai, 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).

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 negatív hatást gyakorol a hosszú szénláncú n-3 zsírsavak szintézisére, és a magas linolénsav bevitel csökkenti az n-6-os csoport tagjainak szintézisét.

A többszörösen telítetlen zsírsavak túlzott felvétele negatív következményekkel jár. A szervezetben fokozódnak a lipidperoxidációs folyamatok és a termelődő szabadgyököket a közömbösítő mechanizmusok már képtelenek hatástalanítani ezért azok károsítják a sejteket, növelve ezzel számos megbetegedés kockázatát. A reaktív oxigén intermedierek károsító hatásával kapcsolatba hozhatók egyes szív- és érrendszeri betegségek (Stringer és mtsai, 1989), daganatos és légúti betegségek (Taylor és Hobbs, 2001), idegrendszeri elváltozások (pl. Parkinson kór, Alzheimer kór), autoimmun és szembetegségek (Lachance és mtsai, 2001).

## 2.5.A fehér busa és az afrikai harcsa helyzete a világban

A fehér busa surimi készítés kapcsán került a világon az érdeklődés középpontjába napjainkban. Számos kutatás elemezte a fehér busa e célú felhasználhatóságát, hiszen a fehér busa magas és jó minőségű fehérjetartalommal bír, mégis beárnyékolja ezt a ténytet a hal népszerűtlensége. Ezért érdemes az értékes, olcsón előállítható fehérjét kinyerni a busából és más formában felhasználni azt.

Taskaya és mtsai (2009) a fehér busából történő fehérjekivonást vizsgálták, a fehérjét izoelektrikus szolubilizációval nyerték ki az egész belezett busából. A kinyert fehérjét hűtés után fehérje paszta és fehérje gél formájában vizsgálták tovább, 900 g/kg mennyiségű fehérjetartalmat állapítottak meg az így kinyert gélben. Haikimeh és mtsai (2010) nyers nyüzött fehér busa filét vetettek alá konyhatechnikai eljárásoknak (főzés, grillezés, sütés). A fehérje- és zsírtartalom mindhárom eljárás során növekedett a nyers filéhez képest, a szignifikánsan legmagasabb zsírtartalmat a növényi olajban süttött filénél érték el. Ezt a növekedést a sütés közbeni növényi olaj abszorpciójával magyarázták.

Gokoglu és mtsai (2004) szivárványos pisztrágnál (*Oncorhynchus mykiss*) a konyhatechnikai eljárások hatását vizsgálva szintén szignifikáns zsírtartalom növekedésről számolnak be zsiradékban sütés hatására.

Vujkovic és mtsai (1999) a fehér busa és pettyes busa zsírsavösszetételét elemezték és hasonlították össze. Nem találtak szignifikáns különbséget a két halfaj n-3 és n-6 –os zsírsav összetételében, sem az n-6/n-3 arány tekintetében. Tavaszi lehalászásból származó halaknál szignifikánsan

magasabb n-3 zsírsav tartalmat, és szignifikánsan alacsonyabb n-6/n-3 arányt közölnek az ősszel halászott halak esetében.

Domaizon és mtsai (2000) a fehér busa táplálkozásával összefüggésben vizsgálták a halak zsírsavösszetételét. Megállapították, hogy a zooplankton értékeesebb n-3 zsírsav forrást nyújt a fehér busa számára, valamint, hogy a felvett fitoplankton n-3 tartalma a halhúsban csak gyengén tükröződött vissza.

Guihong és mtsai (2008) vizsgálták a fehér busa zsírsavösszetételét és a telítetlen zsírsavak mennyiségét 41,39 %, 36,5 %, ill 33,5 %-ban állapították meg (az összes zsírsav %-ban).

Wirth és mtsai (1990a) fehér busa halolajat használtak állatkísérletükben, ahol is 10 %-ban adagolták a magas vérnyomásos patkányok eledelébe. A busaolajos táp etetésével 8 hét után szignifikáns csökkenést értek el a vérnyomás és a vér triglicerid szintjében. Későbbi vizsgálatukban (Wirth és mtsai, 1990 b) makrélaolajjal is elvégezték a kísérletet a busaolaj mellett, és megállapításuk szerint kifejezettebb hatást értek el busaolajos táp etetésével. Steffens és mtsai (1992) klinikai vizsgálatokat végeztek magas vérnyomásos betegeknél, napi 100 g paradicsomszószos busapástétom fogyasztásával elérték a vérnyomás szignifikáns csökkenését.

Olurin és mtsai (2004) az afrikai harcsa esetében végeztek pálmaolaj adagolós kísérletet. 49 napig etettek afrikai harcsa növényeket 4 csoportban, 0 % (1), 25 % (2), 50 % (3) és 100 % (4) pálmaolaj kiegészítésű takarmánnyal. Megállapításuk szerint nem volt szignifikáns különbség az egyes csoportok átlagsúlyában, sem növekedési rátájukban.

Kyi (2007) afrikai harcsánál 10 napos kortól 75 napos korig vizsgálta a zsírsavösszetételt. Az n-6 zsírsavak mennyisége  $15,1 \pm 1,0$  mg/g -ről 36,5

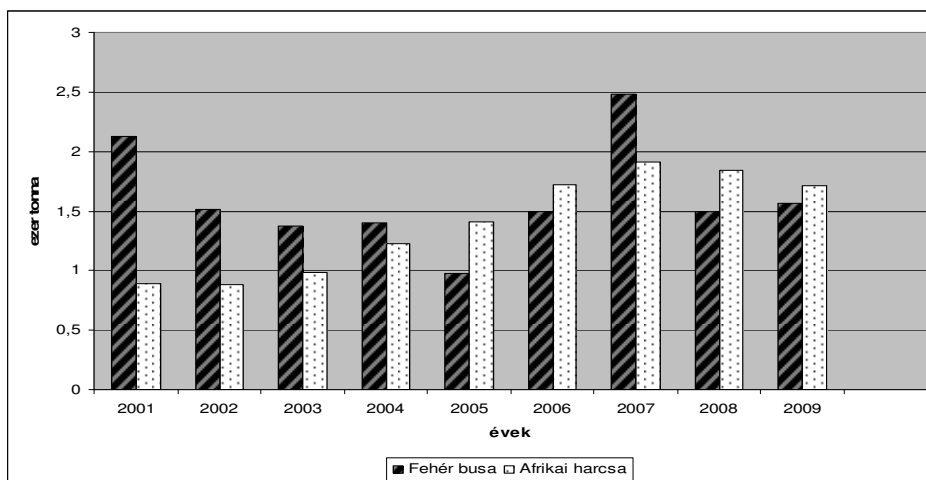
$\pm 2,5$  mg/g –ra nőtt a 75 napos korig, az n-3 zsírsavak mennyisége pedig  $8,1 \pm 0,2$  mg/g -ról  $21,8 \pm 1,5$  mg/g –ra emelkedett. Kyi (2007) vizsgálta továbbá az afrikai harcsa n-3 zsírsav növelésének lehetőségét lenolaj (10 és 20 %) és csukamájolaj (10 és 20 %) adagolásával 8 héten keresztül. Szignifikáns n-3 zsírsavemelkedést a 20 %-os lenolaj és csukamájolaj kiegészítés eredményezett, míg a 10 %-os kiegészítésű len- és csukamájolaj nem mutatott szignifikáns eltérést. A kontroll  $6,5 \pm 0,3$  mg/g mennyiség  $8,5 \pm 0,6$  mg/g-ra emelkedett a 20 % lenolaj alkalmazásával és  $9,0 \pm 0,6$  mg/g –ra a 20 % csukamájolaj adagolásakor. Mindemellett azonban több mint 60 % mortalitást tapasztalt mindkét csoportban, amely arra enged következtetni, hogy a nagy mennyiségű olajkiegészítés (20 %) toxikusnak bizonyult a halak szervezetére. Ez post mortem vizsgálatok bizonyították, ahol a máj, a vese és a belek számos sérülést mutattak.

Ozorio és mtsai (2001) az L-karnitin adagolás hatását vizsgálták afrikai harcsa zsírsavösszetételére máj, teljes test és izomszövet tekintetében 74 napos takarmányozási kísérletükben előnevelt méretű halaknál. Az afrikai harcsa izomszöveténél az L-karnitin (1000 mg/kg takarmány) adagolás szignifikáns növekedést eredményezett a PUFA mennyiségében, ezen belül a DHA értéke mutatott jelentős növekedést.



## 2.6. A fehér busa és az afrikai harcsa helyzete hazánkban

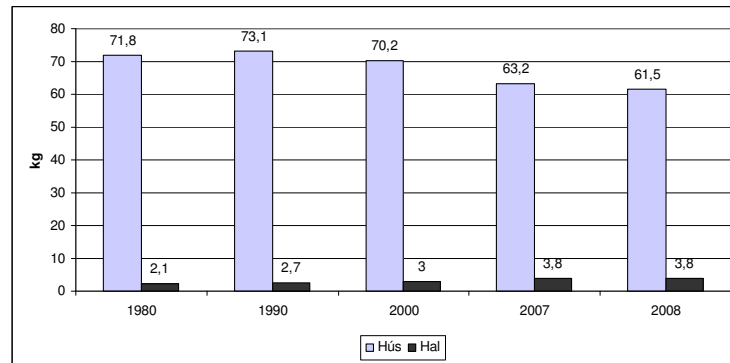
Az étkezési fehér busa termelés Magyarországon 2001 óta csökkenő tendenciát mutat, míg 2001-ben az összes étkezési haltermelés (tógazdasági és intenzív) 16 %-át tette ki a fehér busa, 2008-ra aránya 9,5 %-ra csökkent. A 10. ábra grafikonján látható 2007-ben egy hirtelen fellendülés, de sajnos 2008-ban ismét csökkent a termelt étkezési mennyiség. 2009-ben enyhe emelkedést tapasztalhatunk az előző évhez képest.



10. ábra. Az étkezési fehér busa és az afrikai harcsa mennyiségének alakulása 2001-2009 (Forrás: AKI, 2009; Pintér, 2010 )

Az étkezési afrikai harcsa termelés 2001-től 2007-ig folyamatosan növekvő tendenciát mutat, ám 2008-tól megtorpant a folyamat. A 2009-es évben az előző évhez képest 7 %-os csökkenés figyelhető meg. Pintér (2010) szerint ez a csökkenés rugalmas változás következménye a piaci viszonyokhoz. Az elmúlt 30 évet tekintve csökkent ugyan

Magyarországon az összes húsfogyasztás, de ezen időszak alatt a halhús fogyasztás mintegy megduplázódott (11. ábra).



11. ábra. A hal és húsfogyasztás alakulása Magyarországon 1980-2008  
(Forrás: Statisztikai tükör, 2010)

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. A húsok kémiai összetételének vizsgálata

A halhúsok és haltermékek kémiai összetételét (szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersshamu tartalmát) a Magyar Takarmánykódex (1990) 2. kötetében (5.1., 6.1., 7.1., 8.1., 9.1., 11.3., 11.6. fejezetek) ajánlott módszerekkel állapítottuk meg.

#### 3.2. Zsírsavösszetétel meghatározás

A darált nyersshal vagy halkészítményből 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<sup>TM</sup> 2560 típusú szilika kapilláris kolonna 100 m x 0,25 mm x 0,2 µm filmvastagságú megosztófolyadékkal. 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<sup>TM</sup> 37 component FAME mix Cathalog No. 47885-U). A kvalitatív eredményt a csúcs alatti terület szolgáltatta.

### 3.3. Busa kísérleti állomány

A vizsgálatokat 3 időpontban végeztük el, tavasszal (március), nyáron (július), és ősszel (október). A fehér busa mintákat két különböző helyről szereztük be. Vizsgálataink egyik csoportját természetes vízből származó fehér busák adták, míg a másik csoportba tavi körülmények közül származó halak kerültek. Vizsgálataink során a természetes vízi állomány szolgált kontroll csoportként a kísérleti, tavi állománnyal szemben.

A kísérleti halak tógazdasági fogásból, a Tógazda Zrt. Mikei 60 ha-os tavából származtak, a vizsgálatot megelőző évben 1000 db ponty (450 g/db) és 150 db busa (700 g/db) került a tóba kihelyezésre. A nyári busa átlagsúlya 3 kg, a tavaszi és őszi busa lehalászási átlagsúlya 4,5 kg volt. A tavaszi minták alapanyagául szolgáló halak a Győri „Előre” Halászati Termelőszövetkezet kisbajcsi telelőjéből származtak.

Kontrollként pedig természetes vízi fogásból származó halakkal dolgoztunk, szintén 4,5 kg átlagsúllyal. A természetes vízi állomány származási helye az Öreg-Duna és mellékágai Ásványráró és Kisbodak között.

A nyers filé vizsgálatához véletlenszerűen vettünk mintát 10-10 halból, halanként az egyik oldali bőrös filét vetettünk alá vizsgálatoknak. Megvizsgáltuk a kémiai összetételt a nyers húsban, továbbá analizáltuk a zsírsavösszetételt.

### 3.4. Termék előállítás

A fehér busa nyers filéjéből ötféle terméket állítottunk elő; busakolbászt, busa-fasírozottat, natúr pástétomot, füstölt pástétomot, valamint füstölt

filét. A termékekből, akárcsak a nyers filéből mintát vettünk, mindegyikből 10 darabot analizáltunk. Minden terméknel elvégeztük a kémiai- és zsírsav összetétel vizsgálatot, továbbá alávetettünk termékenként 6 darab, csomagolt mintát mikrobiológiai vizsgálatoknak, a minőség-megőrzési idők meghatározása céljából.

A termék-előállítás a Győri „Előre” Halászati Termelőszövetkezet kisbajcsi halfeldolgozójában történt, gyártmánylapok alapján. A termékek részletes, mennyiségi egységre számított összetételét a halfeldolgozó kérésére jelen értekezésben nem közlöm.

### **Nyers busa filé**

A friss halat haltisztító géppel pikkelyétől megtisztítottuk, majd felbontottuk és halmosó kefével a hasüreget kimostuk. A tisztított halat folyóvízzel lemostuk, filéztük. A lecsöpögtetett halfilét 0-2 °C között tároltuk.

#### Érzékszervi tulajdonságok:

A hús színe friss halra jellemző, a nyers hús a halfajra jellemző. A darabok épek, vérfolt nem megengedett. A haldarabok minden részén jellegzetesen halszagúak, idegen szagtól mentesek.

### **Füstölt busafilé**

A tisztított megmosott halat 24 órán keresztül 10 %-os fűszeres pácso (víz, borókabogyó, egész bors, fokhagymakrém, nátrium-nitrites pácso) oldatban pácoljuk, majd mosás után füstöljük. A nyersanyagot az egyedi programozású (szabályozható a belső hőmérséklet, a páratartalom, az időtartam, a füst hőmérséklete és intenzitása) *KERRES SMOKE-AIR- NOVA RKR-2* típusú füstölőkamrában füstöltük. A füstölés több lépésben ment végbe.

1. Gyorsszáritás 28 °C kamrahőmérsékleten: 30 perc

2. Lassú szárítás 28 °C kamrahőmérsékleten: 60 perc
3. Hideg füst 27 °C kamrahőmérsékleten: 20 perc
4. Lassú szárítás 27 °C kamrahőmérsékleten: 25 perc
5. Gyorszáráítás 27 °C kamrahőmérsékleten: 20 perc
6. Intenzív füst 80 °C kamrahőmérsékleten: 20 perc



12.ábra. Füstölt busafilé. /Forrás: saját fotól

#### A füstölt filé érzékszervi tulajdonságai:

Az átfőtt, füstölt halhús, haldarab a halfajra jellemző színű (12. ábra). Kellemes, friss füstölt illat jellemzi. Íze kellemesen füstölt, halfajra jellemző. A hús állománya a kihűlt, átfőtt hússal jellemzően puha, de rugalmas állományú.

A készterméket egy *VICTUS MULTIVAC AG-6*- márkájú ikerkamrás vákuumcsomagoló berendezéssel csomagoltuk. Hűtve tároltuk. (0-4 °C)

#### **Natúr pástétom**

A termék alkotórészei: hal, majonéz, margarin, mustár, hagyma, só, őrölt bors, kapor, tartósítószer (Na-benzoát).

A megfőzött, kihűlt halhúst *KORAX*- típusú kutter segítségével összeaprítottuk a halhúst majonézzel, margarinnal, mustárral, hagymával, sóval, borssal, kaporral ízesítettük, Na-benzoát tartósítószerrel tettünk bele és homogenizáltuk. Műanyag dobozokba töltöttük és lezártuk. Hűtve tároltuk (0-5 °C).

Érzékszervi tulajdonságok:

Szürkésfehér szín, a termékre jellegzetes illat. Íze kiegyenlített, kellemes. Egyenletesen kenhető, pépszerű, homogén állomány.

### **Füstölt pástétom**

A termék alkotórészei: füstölt hal, majonéz, margarin, étolaj, tartósítószer (Na-benzoát).

A füstölt halpástétomot élő hal feldolgozásával, forró füstölési eljárással készített füstölt halfiléből készítettük. A füstölt halfilét *KORAX*- típusú kutter segítségével összeaprítottuk, majd margarinnal, majonézzel, étolajjal és tartósítószerrel (Na-benzoát) homogenizáltuk, műanyag dobozokba töltöttük és lezártuk. Hűtve tároltuk (0-5 °C).

Érzékszervi tulajdonságok:

Füstölt húsról jellemző sárgás-fehér szín, a termékre (füstölt hal) jellegzetes illat. Íze kiegyenlített, kellemes. Egyenletesen kenhető, pépszerű, homogén állomány.

### **Füstölt-főtt busakolbász**

A termék alkotórészei: halfilé, só, édes pirospaprika, erőspaprika, fokhagymakrém, őrölt kömény, őrölt fekete bors.

A füstölt főtt busakolbászt friss hal feldolgozásával készítettük. A busa filét ledaráltuk, befűszereztük, *KORAX*- típusú kutter segítségével alaposan összedolgoztuk, majd sertésbélbe töltöttük. Hidegfüstöléssel tartósítottuk a

KERRES Smoke Air Nova RKR-2 típusú berendezésében és 80 °C-on hőkezeltük. Visszahűtés után vákuumfóliába csomagoltuk. Hűtve tároltuk (0-2 °C).



13. ábra. Füstölt busakolbász /Forrás: saját fotó/

Érzékszervi tulajdonságok:

Füstölt, főtt kolbászra jellemző pirosas szín (13. ábra), a termékre (füstölt hal) jellemző illat. Jellegzetesen kelemes, kiegyenlített íz, állománya tömör, jól összedolgozott.

**Busa fasírt:**

A termék alkotórészei: halfilé, szójagranulátum, só, víz, tojáspor, fokhagymakrém, őrölt piros paprika édes, őrölt piros paprika erős, őrölt bors, panírmorzsa.

A halfilétet *KORAX*- típusú kutter segítségével ledaráltuk, fűszerekkel homogenizáltuk, formáztuk, panírmorzsaiba forgattuk. Hűtve tároltuk (0-2 °C).

Érzékszervi tulajdonságok:

Lapos, korong alakú húspogácsák (14. ábra), kívül panírmorzzával tökéletesen fedettek. A termékre jellemző fűszeres illat.





14. ábra. Busafasírt műanyag tálcákon / *Forrás: saját fotó!*

### 3.5. Az afrikai harcsa kísérleti állomány

Az afrikai harcsa állomány a tukai intenzív haltelepről (Szarvas-Fish Kft), érkezett a Kaposvári Egyetem Állattenyésztési Karának Halászati Kísérleti Laboratóriumába. A kísérleti halakat antibiotikus fürdetés után 1 m<sup>3</sup> térfogatú kádakban helyeztük el. A recirkulációs rendszerben üzemelő kádakat fekete fóliával takartuk le, hogy a halaknak stresszmentes környezetet biztosítsunk. A fóliát napközben csak rövid időre, az etetés és tisztítás idejére távolítottuk el. A víz hőmérsékletét 27-28 °C -ra állítottuk be. A recirkulációs rendszerben üzemelő kádakat egyedileg levegőztettük és naponta tisztítottuk. A napi tisztítás kb. 20-25 %-os vízcserét jelentett, az üzemelő kádtérfogatra vonatkoztatva. A vízhőmérséklet 26 és 28 °C között változott. A kísérleti recirkulációs rendszer összesen 10.000 liter hasznos ösztérfogattal rendelkezett, bio-filterrel és egy 1600 literes ülepítőtartállyal működött.

Kádankét azonos haltömeg, 60-65 kg/1000 l beállítására törekedtünk, ami megfelel az átlagos intenzív tenyésztési telepítési sűrűségnek.

A kísérlet megkezdése előtt 14 napig hagyományos, 6 % nyerszír tartalmú afrikai harcsa táppal takarmányozva megfigyelés alatt tartottuk a halakat, megteremtve a lehetőségét az új környezethez való adaptációnak.

A kísérlet kezdetekor halakat körszámlapos mérleggel mértük, ekkor a halak  $1026 \pm 121$  g ( $n=374$ ) átlagsúllyal rendelkeztek. Az induló állapotban kiválasztottunk véletlenszerűen 10 halat. A kiválasztott egyedeket túlaltattuk (NORCAICUM, para-amino-benzoic-acid-ethylester, Egis, Budapest, Hungary) Matuk (1987) módszere szerint és leöltük, majd mintát vettünk a halakból, halanként egyoldali bőrös filét. A mintákat aztán átadtuk a NYME-MÉK Takarmányozástani Laboratóriumának vizsgálat céljából. Ezek a minták szolgáltak kontrollként az olajkiegészítésű tápokon nevelt csoportokhoz képest.

Három kísérleti csoportra osztottuk a 6 kádban elhelyezett halakat. A kísérleti csoportok közül az egyik csoport 6 %-os szójaolaj kiegészítésű tápot, a másik csoport 6 %-os lenolaj kiegészítésű tápot, míg a harmadik csoport 6 % halolajjal kiegészített tápot kapott. A kísérleti tápok táplálóanyag-tartalmáról a 7. táblázat tájékoztat.

A halakat a kádak reggeli tisztítását követően 10 és 18 óra között 5-6 alkalommal etettük, étvágy szerint.

A kísérlet 42 napig tartott. Ez idő alatt a 3. héten és a 6. héten 5-5 halat kiválasztottunk a különböző kezelésű csoportokból. A kiválasztott egyedeket túlaltattuk és leöltük, majd mintát vettünk a halakból, halanként egyoldali bőrös filét. A mintákat aztán átadtuk a NYME-MÉK Takarmányozástani Laboratóriumának vizsgálat céljából.

7. táblázat. A teszt során etetett tápok kémiai összetétele

Összetevő	Halolaj kiegészítésű (%)	Lenolaj kiegészítésű (%)	Szójaolaj kiegészítésű (%)
Száranyag	87,8	87,2	86,1
Nyers fehérje	47,4	48,3	47,9
Nyers zsír	14	11,9	12,6
Nyers hamu	7,7	7,6	7,8
NKA	18,8	19,5	17,9

### 3.6. Mikrobiológiai vizsgálatok

A mikrobiológiai vizsgálatok mindegyike az eltarthatósági vizsgálat részét képezte és eredményük együttesen határozta meg a termékek eltarthatóságát a vizsgálatok időpontjában (2006) hatályban lévő, élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről szóló 4/1998. (XI. 1.) EüM (Egészségügyi Minisztérium) rendelet alapján.

A mikrobiológiai vizsgálatok – az adott termék tervezett fogyaszthatósági idejétől függően – maximum 4 héten át folytak, heti gyakorisággal. A minták tárolása hűtőszekrényben, 4 °C hőmérsékleten történt. A mikrobiológiai meghatározások minden egyes minta esetében 2 párhuzamossal történtek, és vizsgálatainkat 2 ismétléssel végeztük. A kapott eredmények értékelésének alapjául az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről szóló 4/1998. (XI.11.) EüM rendeletben szereplő értékek (8. táblázat), továbbá a nemzetközi szakirodalomban fellelhető közlések szolgáltak.

Ennek megfelelően kórokozó mikroorganizmusok (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*) kimutatására, továbbá nem megfelelő higiéniai állapotot jelző baktériumok (koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-ok, *Escherichia coli*), illetve indikátor mikrobák (összcsíra, tejsavbaktériumok kóliformok, élesztőgombák, penészgombák, mezofil szulfitredukáló klosztridiumok) számának meghatározására került sor az alábbi módszerek szerint.

8. táblázat. A 4/1998. (XI.11.) EüM rendelet által előírt kötelező vizsgálatok és határértékek<sup>1</sup>

Megnevezés	Vizsgálat	n	c	m	M
Hal, kagyló, rák, egyéb halászati termék hőkezelés, illetve füstölés után	<i>Salmonella</i>	5	–	–	0/25g
	<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	102	103
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	102
	Szulf.red. <i>Clostridium</i>	5	2	10	102
	Mikrobaszám	5	2	103	104
Friss vagy fagyasztott hal, kagyló, rák vagy egyéb tengeri állat (panírozott halfilé is)	<i>Salmonella</i>	5	–	–	0/25g
	<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	103	104
	Mikrobaszám <sup>2</sup>	5	2	5×10 <sup>4</sup>	5×10 <sup>5</sup>
	<i>Escherichia coli</i>	5	–	–	<20

<sup>1</sup>A rendelet meghatározza a vizsgálandó minták számát (n), a mintákban a mikroorganizmusok számának küszöbértékét (m), a megengedett legnagyobb mikrobaszámot (M), valamint a “m” és “M” közötti csíratartalmú minták maximálisan megengedett számát. Ahol nincs másképpen jelezve, a csíratartalmak g, illetve cm<sup>3</sup> mintamennyiségre vonatkoznak.

<sup>2</sup>Nyers, friss, fagyasztott kagylónál vizsgálandó.

### 3.6.1. Összcsíraszám meghatározása

A vizsgálandó mintából előállított törzsszuspenzióból decimális hígítási sort készítettünk, melynek tagjaiból 1-1 ml-t Petri-csészébe pipettáztunk és Plate Count agarral egyenletesen elkevertünk. A lemezeket 72 órán át 30 °C-on inkubáltuk aerob körülmények között. Az inkubációs idő letelte után a 10-300 közötti telepet tartalmazó lemezeket leszámoltuk.

### 3.6.2. Kóliformok és *Escherichia coli* számának meghatározása

A vizsgálandó mintából előállított törzsszuspenzióból decimális hígítási sort készítettünk addig a szintig, hogy az utolsó tagban már várhatóan ne legyen kóliform csíra ill. *E. coli*. Az MPN-módszer szerint beoltott, triptofánnal és 4-metil-umbelliferil- $\beta$ -D-glükuroniddal (MUG) kiegészített, Durham-féle fermentációs csövet tartalmazó lauril-szulfát tápközegeket 30 °C-on 24 órán keresztül inkubáltuk. Kóliform csírákra pozitívnak tekintettük azt a kémcsövet, amelyben a Durham-cső legalább 1/10 részben légbuborékot tartalmazott. Ezek közül *E. colira* nézve pozitívak voltak azok, a csövek, amelyek UV-fényben fluoreszkáltak. Ez utóbbiakat megerősítő vizsgálatnak vetettük alá. A kémcsövekből 2-2 ml tenyészetet újabb, steril kémcsőbe pipettáztunk és 0,5 ml Kovács-féle indol-reagenst adtunk hozzá. A pozitív reakciót a leves felszínén kialakuló piros gyűrű jelezte. A pozitív csövek száma alapján, Hoskins-féle táblázat segítségével kiszámítottuk a minta kóliform- és *E. coli*-számát.

### 3.6.3. Élesztők és penészek számának meghatározása

A vizsgálandó mintából előállított törzsszuspenzióból decimális hígítási sort készítettünk, és annak tagjaiból 1-1 ml-t Petri-csészébe pipettáztunk, majd YGC (élesztőkivonat–glükóz–kloramfenikol) agarral egyenletesen elkevertünk. A lemezeket 96 órán át 25 °C-on inkubáltuk aerob körülmények között, majd a kifejlődött telepeket megszámloltuk, és azt a minta g-jára vonatkoztattuk.

### 3.6.4. Tejsavbaktériumok számának meghatározása

A vizsgálandó mintából előállított törzsszuspenzióból decimális hígítási sort készítettünk, és annak tagjaiból 1-1 ml-t Petri-csészébe pipettáztunk, majd MRS (De Man–Rogosa–Sharpe) agarral egyenletesen elkevertünk. A lemezeket 120 órán át 30 °C-on inkubáltuk anaerob körülmények között, majd a kifejlődött telepeket megszámloltuk, és azt a minta g-jára vonatkoztattuk.

### 3.6.5. Koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-ok (*Staphylococcus aureus*) számának meghatározása

A “háromlemez-módszer” elvének megfelelően, a törzsszuspenzióból három Baird-Parker-féle tojássárga–tellurit–glicin–piruvát agarlemez felszínére szélesztettünk egyenletesen elosztatva összesen 1 ml-t, majd 37 °C-on 48 órán át aerob körülmények között inkubáltuk őket. Az inkubálás után a koaguláz-pozitív *Staphylococcus*okra jellemző, gyöngyházfényű, fekete színű, precipitációs udvarral körülvett (Nagler-reakciót adó) telepeket, és az atípusos, Nagler-reakciót mutató vagy nem

mutató, grafitszürke színű telepeket koaguláz-teszttel megvizsgáltuk. A kiválasztott telepeket egyenként agy-szív levest tartalmazó csövekbe oltottuk át, majd a csöveket 37 °C-on 20-24 órán át inkubáltuk. Ezt követően a leves-tenyészetekből 0,1-0,1 ml mennyiséget steril Wasserman-csövekbe pipettáztunk és 0,3-0,3 ml Bactident Coagulase reagenst adtunk hozzá. 37 °C-on, 4-6 órás inkubálás után elbíraltuk a csöveket. Pozitívnak tekintettük azokat, amelyek tartalma több mint háromnegyed részben megalvadt. Negatív esetben az inkubálást további 24 órán át folytattuk, és a csöveket ezt követően újra elbíraltuk.

### **3.6.6. Mezofil szulfitredukáló *Clostridium*ok számának meghatározása**

A vizsgálandó mintából előállított törzsszuspenzióból decimális hígítási sort készítettünk addig a szintig, hogy az utolsó tagban már várhatóan ne legyen egyetlen *Clostridium* sem. Az MPN-módszer szerint beoltott, DRCM (Differential Reinforced Clostridial Broth) tápközeget tartalmazó kémcsöveket 3-5 mm vastag paraffin-réteggel zártuk le, hogy anaerob viszonyokat teremtsünk, és 30 °C-on minimum 7 napon keresztül inkubáltuk őket. *Clostridium*-pozitívnak tekintettük azokat a kémcsöveket, amelyekben fekete elszíneződést tapasztaltunk a szulfitredukció következtében. A kapott eredményekből Hoskins-táblázat segítségével határoztuk meg a minta grammonkénti *Clostridium*-számát. Ilyen módon a vegetatív sejtek és az endospórák együttes mennyiségét kaptuk meg. Amennyiben csak a spórák számának meghatározása volt a cél, a hígítási sor elkészítése előtt 80 °C-on 10 percig hőkezeltük a

törzsszuszpenciót, majd a továbbiakban a már ismertetett módon jártunk el.

### **3.6.7. *Salmonella* spp. jelenlét/hiány vizsgálata**

Az egyneműsített mintából 25 g-ot bemértünk steril Stomacher tasakba, 9-szeres mennyiségű, 37 °C-os pufferelt peptonvizet (BPW) adtuk hozzá, majd Stomacher 400 típusú laboratóriumi keverőgéppel alaposan összekevertük. Ezután a mintát 16-20 órán át, 37 °C-on inkubáltuk. Az inkubált BPW-ből 0,1 ml-t adtunk 10 ml Rappaport–Vassiliadis (RV) szelektív dúsító leveshez, és 10 ml-t 100 ml szelenit–cisztin (SC) szelektív dúsító leveshez. A beoltott RV dúsítót 42 °C-on 24+24 óráig, míg az SC-levest 37 °C-on 24+24 órán át inkubáltuk. Az inkubációs idő letelte után dúsítónként egy-egy oltókacsnyi mintát kentünk ki ritkító szélesztéssel brillantzöld–fenolvörös–laktóz–szacharóz (BPLS) és xilóz–lizin–deoxikolát (XLD) agarlemezekre, majd ezeket 24+24 óráig 37 °C-on inkubáltuk. Ezt követően a *Salmonella*-gyanús telepek (BPLS: halványpiros telepek piros udvarral; XLD: piros vagy narancsszínű áttetsző telepek fekete középponttal, piros közeghátterrel) azonosítását végeztük el szerológiai és biokémiai módszerekkel. Az azonosítás megkezdése előtt 5 gyanús telepet kiválasztottunk, és ezeket kiszélesztettük tápagar lemezekre. A lemezeket 37 °C-on 20-24 óráig inkubáltuk. Az így keletkező egyedi telepek képezték a további szerológiai és biokémiai vizsgálatok alapját.

A szerológiai azonosítás során először az önagglutináló törzseket kellett kiszűrni. Ezért egy megtisztított, lelángolt tárgylemezre egy csepp fiziológiás konyhasó-oldatot cseppentettünk, amelyben a vizsgálandó



kultúra egy részét 30-60 mp-ig óvatos kevergetéssel diszpergáltuk. Az adott törzset önagglutinálónak tekintettük, ha a baktériumok jól elkülöníthető kicsapódást mutattak. E törzsek szerológiai azonosítása nem volt lehetséges. A nem önagglutináló törzseknél elvégeztük az O-antigén vizsgálatát. Egy tárgylemezre egy csepp polivalens O-antiszérumot cseppentettünk, amelyben a vizsgálandó kultúra egy részét óvatos kevergetéssel diszpergáltuk. Pozitívnak ítéltük meg a reakciót, amennyiben 30-60 mp-en belül jól elkülöníthető összecsapódások mutatkoztak. Negatív O-agglutináció esetén a Vi-antigén vizsgálata következett. Egy tárgylemezre egy csepp *Salmonella*-anti-Vi-savót cseppentettünk, amelyben a vizsgálandó kultúra egy részét 30-60 mp-ig óvatos kevergetéssel diszpergáltuk. A negatív Vi-agglutináció azt jelezte, hogy a korábbi negatív O-agglutináció nem a Vi-antigén O-antigént elfedő hatásának volt betudható, hanem annak, hogy a vizsgált törzs nem a *Salmonellák* közé tartozott. Pozitív Vi-agglutináció esetében a Vi-antigén hővel történő inaktiválása következett, jellemzően 60 °C hőmérsékleten 60 percen át végzett kezeléssel. Amikor a Vi-agglutináció negatívnak mutatkozott, ismét elvégeztük az O-antigén vizsgálatát, amely ekkor már egyértelműen megerősítette vagy cáfolta a *Salmonella* jelenlét gyanúját. Ezután még a H-agglutinációt is elvégeztük a *Salmonellák* csillóantigénjeinek kimutatása érdekében.

A biokémiai azonosításhoz Rapid ID 32 E miniaturizált tesztkészletet használtunk, az eredmények kiértékelését pedig ATB Expression készülék és ATB Plus Software segítségével végeztük el. *Salmonellák* jelenlétét csak az O- és H-antigén egyértelmű detektálása, valamint a biokémiai jellemzők minden kétséget kizáró azonosítása után lehetett megállapítani.

### 3.6.8. *Listeria monocytogenes* jelenlét/hiány vizsgálata

25 g mintát 225 ml 1/2Fraser folyékony dúsító tápközegbe vittünk, homogenizáltunk, majd 30 °C-on inkubáltunk (1. szelektív dúsítás). 24±2 óra eltelte után a dúsítóból kacsas egy-egy cseppnyit Oxford és Palcam agarlemezre ritkítva kikentünk és a lemezeket 37 °C-on, aerob körülmények között, 24+24 óráig inkubáltuk. Ezzel párhuzamosan a 1/2Fraser dúsítóból 0,1 ml-t átoltottunk 10 ml Fraser folyékony dúsító tápközegbe, és ezt 48±2 óráig 37 °C-on inkubáltuk (2. szelektív dúsítás). Az inkubációs idő letelte után a második dúsítóból is ritkítva kikentünk kacsas egy-egy cseppnyit Oxford és Palcam agarlemezre és 37 °C-on, aerob körülmények között, 24+24 óráig inkubáltuk őket. A lisztériákra jellemző telepeket (Oxford agaron a 24 órás telep 1 mm átmérőjű, szürkés ill. fekete udvarral körülvett, a 48 órás telep sötétebb, zöldes árnyalatú, kb. 2 mm átmérőjű, fekete udvarral szegélyezett, besüppedő középpontú; Palcam agaron a 24 órás telep kicsi vagy igen kicsi, szürkészöld vagy olívazöld színű, 1,5-2 mm átmérőjű, néha fekete középponttal, de minden esetben fekete udvarral rendelkező; a 48 órás telep zöld színű, 1,5-2 mm átmérőjű, besüllyedő középpontú, fekete udvarral körülvett) megerősítő vizsgálatoknak vetettük alá. A szelektív lemezekről 10-10 gyanús telepet átoltottunk nem szelektív agarlemezre, majd 37 °C-os, 20-24 órán át történő inkubálás után a kinőtt kolóniákat Henry-féle ferde megvilágításban vizsgáltuk. A gyanúsnak tűnő telepek közül egyet nem szelektív levesbe oltottunk és 37 °C-on 4 órán át történő inkubálás után, a következő vizsgálatokat végeztük el: Gram-festés, kataláz-próba, mozgásképesség-vizsgálat 25 °C-on, CAMP-teszt, API *Listeria*-teszt a ramnóz- és xilózbontás vizsgálatára.

### 3.7. Statisztikai értékelés

A statisztikai vizsgálatokat a GenStat.11.1.® szoftver (Payne, 2008) segítségével végeztük el.

A fehér busa kémiai összetételét, valamint zsírsavösszetételét többtényezős varianciaanalízissel vizsgáltuk, melyben az évszakoknak (tavasz, nyár, ősz), valamint a feldolgozás (nyers filé vagy feldolgozott termékek) formájának, továbbá ezek kölcsönhatásának szerepét vizsgáltuk.

Az afrikai harcsa esetében a kémiai összetétel, valamint a zsírsavösszetétel értékelésekor a takarmányozási csoport (kontroll, halolajos, lenolajos, szójaolajos) jelentette a varianciaanalízisben a kezelést.

A fehér busa, valamint az afrikai harcsa minták vizsgálati eredményeinek összehasonlításakor a fajta szerint végeztük el az egytényezős varianciaanalízist.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. A fehér busa és a busatermékek kémiai összetétele

Vizsgálataink során megállapítottuk a nyers bőrös busafilé átlagos kémiai összetételét az általunk vizsgált 30 minta alapján, amelyeket három évszakban (tavasz, nyár, ősz) kétféle élőhelyről, természetes vízi és tavi körülmények közt gyűjtöttünk. Eredményeinket a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat. A fehér busa kémiai összetétele (n=30)

	Sz.a. (g)	Ny.f. (g)	Ny.zs. (g)	Ny.h. (g)
1000 g/kg szárazanyagban	1000	582,31 ± 54,89	384,11 ± 100,46	41,93 ± 9,54
1000 g/kg eredeti anyagban	316,32 ± 36,15	184,18 ± 17,36	121,49 ± 31,78	13,26 ± 3,02

Hakimeh és mtsai (2010) 78,71 g/100 g eredeti szárazanyag tartalmat állapítottak meg fehér busa nyúzott filénél, ez az általunk mért 31,63 g/100 g értéknél lényegesen magasabb. Taskaya és mtsai (2009) fehér busa nyúzott filé vizsgálatakor az általunk elértnél magasabb nyersfehérje értéket mértek (666,1 g/kg szárazanyag). Romvári és mtsai (2002) a pontyfélék testösszetételében 73 % körüli víztartalmat állapítottak meg, a fehér busa zsírtartalmára pedig 5,5±2,56 % értéket közöltek. Víztartalom tekintetében ehhez hasonló az eredményünk (68,37 %), ám nyerszsír tartalomnál több mint kétszeres értéket regisztráltunk (12,15 %).

Vizsgálataink kiterjedtek arra is, hogy a busa életmódjának szezonális eltérései milyen hatással vannak a nyers filé kémiai összetételére, ezért

megnéztük, hogy van-e különbség a busa kémiai összetételében a különböző évszakokban (tavasz, nyár, ősz) gyűjtött mintákban.

A 10. táblázat a nyers busa filé tavaszi, nyári és őszi vizsgálatok értékeit tartalmazza, függetlenül attól, hogy természetes vagy tavi élőhelyről származtak-e.

10. táblázat. A nyers busa filé kémiai összetétele a három évszakban (adatok g/1000 g szárazanyagban)

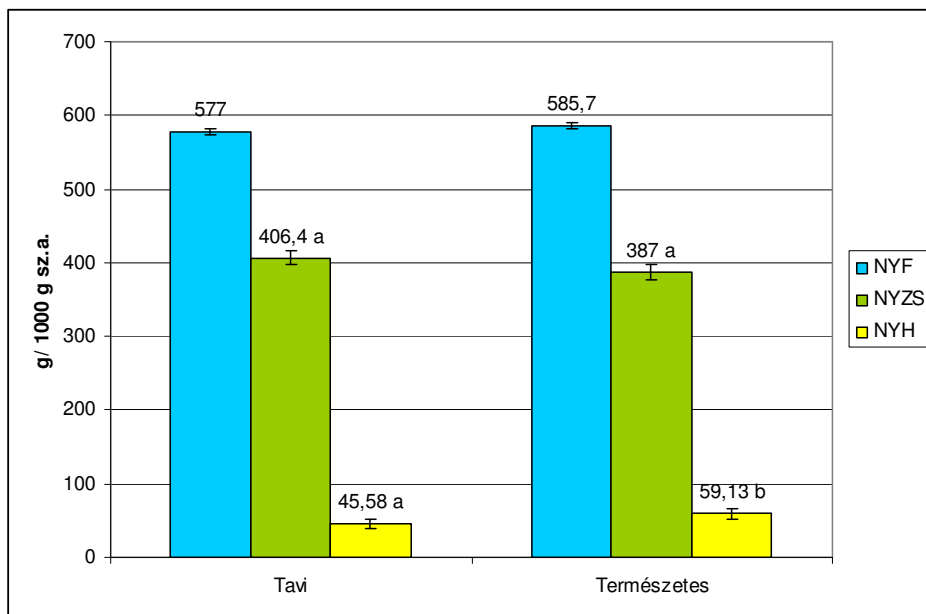
Nyers busa filé	g/1000 g szárazanyag		
	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyershamu
Tavasz	582,3 a	384,1 a	41,93 b
Nyár	573,1 a	441,6 b	32,1 a
Ősz	588,5 a	364,3 a	83,03 c
l.s.d.	44,97	39,18	9,744
F-próba	0,048	0,001	0,001

a,b,c: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül

A halhús nyersfehérje tartalma nem különbözött szignifikánsan a 3 évszak során. A minták nyerszsír tartalma nyáron volt szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) a legmagasabb, míg a tavaszi és őszi adatok között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. A tavaszi alacsonyabb nyerszsír tartalom valószínűleg annak a következménye, hogy télen a fehér busa az alacsony vízhőmérséklet következtében nem táplálkozik (Pintér, 2002). Shefler és Reich (1977) kutatásai során a téli időszakban nem tapasztaltak növekedést fehér busánál. Wrigley és mtsai (1988) napi 0,2-0,3 % súlyvesztést tapasztaltak a téli időszakban. A fehér busa Izraelben végzett kutatások szerint 10-19 °C hőmérsékleten táplálkozik

(Leventer 1979), tehát tavasszal a víz körülbelül 10 °C- os hőmérsékleténél kezdik a táplálék felvételt. A nyári időszakban a legkedvezőbbek a környezeti feltételek a fehér busa táplálkozásához, a legnagyobb növekedést 24-31 °C-on figyelték meg (Mahboob és Sheri 1997). Az őszi táplálkozást a víz hőmérséklet csökkenésének függvényében fejezi be. Amint a víz hőmérséklete 15 °C alá csökkent, a fehér busánál étvágycsökkenést figyeltek meg, és 8-10 °C alatt már alig táplálkozik (FAO 1980; Tripathi 1989).

A nyershamu tartalom mindhárom évszakban szignifikánsan különbözött ( $P < 0,05$ ), a nyári mintáknál volt a legalacsonyabb, míg az őszi mintáknál a legmagasabb.



15.ábra. A tavi és természetes vízi nyers busafilé minták kémiai összetétele (adatok g/kg szárazanyagban) Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

Az évszakhatáson kívül az élőhelyek közötti különbség (tavi vagy természetes vízi) okozta kémiai összetételbeli esetleges különbségeket is értékeltük eltekintve attól, hogy melyik évszakban történt a mintavétel. Szignifikáns különbséget sem a nyersfehérje, sem a nyerszsír tartalom tekintetében nem tapasztaltunk a két csoport közt, a nyershamu tartalom azonban a természetes vízi mintákban szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) magasabb volt (15. ábra). Eszerint tehát az élőhely nem befolyásolta számottevően a minták kémia összetételét.

A kísérleteink során azt is meghatároztuk, hogy az egyes feldolgozási módok hogyan befolyásolják a kémiai összetételt a nyers filéhez képest. Pigott és Tucker (1990) szerint ugyanis a konyhatechnikai eljárások változásokat idézhetnek elő a halhús kémiai-, aminosav- és zsírsav-összetételében.

Megvizsgáltuk a feldolgozási módok hatását az egyes évszakok és kezelési módok tükrében. Az eredményeket a 11-15. táblázatok tartalmazzák.

A főzés-füstölés hatására összességében nem állapítható meg szignifikáns különbség  $P < 0,001$  szinten a minták nyerszsír tartalmában a nyers filéhez képest (11. táblázat). A halhús nyersfehérje tartalmát a főzés-füstölés szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) csökkentette.

11. táblázat. A füstölt filé kémiai összetételének alakulása a nyers filéhez képest (g/1000 g szárazanyag)

	Nyers busafilé	Füstölt busafilé	l.s.d.	F-próba
Nyersfehérje	581,3 b	514,1 a	25,96	0,001
Nyerszsír	396,7 a	398,1 a	22,62	0,001
Nyershamu	52,35 a	72,74 b	5,626	0,001

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek  $P < 0,001$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül

Ezt a minták átlagának vizsgálatakor is sikerült statisztikailag alátámasztani. A nyershamu tartalmat ez a feldolgozási mód szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) növelte a nyers filéhez képest.

12. táblázat. A natúr pástétom kémiai összetételének alakulása a nyers filéhez képest (g/1000 g szárazanyag)

	Nyers busafilé	Natúr pástétom	l.s.d.	F-próba
Nyersfehérje	581,3 b	360,2 a	25,96	0,001
Nyerszsír	396,7 a	520 b	22,62	0,001
Nyershamu	52,35 a	56,97 a	5,626	0,001

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek  $P < 0,001$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül

A natúr pástétom nyersfehérje tartalma a feldolgozás hatására szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) csökkent a nyers filéhez képest (12. táblázat). A nyerszsír tartalom viszont szignifikáns ( $P < 0,001$ ) növekedést mutat a nyers filéhez képest a natúr pástétomban. Ez valószínűleg a feldolgozás során hozzáadott növényi zsír következménye. A nyershamu tartalom vizsgálatakor nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést a két csoport értékei között  $P < 0,001$  szinten.

13. táblázat. A füstölt pástétom kémiai összetételének alakulása a nyers filéhez képest (g/1000 g szárazanyag)

	Nyers busafilé	Füstölt pástétom	l.s.d.	F-próba
Nyersfehérje	581,3 b	318,2 a	25,96	0,001
Nyerszsír	396,7 a	584 b	22,62	0,001
Nyershamu	52,35 a	52,54 a	5,626	0,001

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek  $P < 0,001$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül



A füstölt pástétomnál a nyersfehérje tartalomra szintén hatása volt a feldolgozási módszereknek, szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) csökkentette a füstölt pástétom nyersfehérje tartalmát (13. táblázat). A natúr pástétomhoz hasonlóan a füstölt pástétom készítése is hozzáadott növényi zsír adagolásával történik, ez megmutatkozik a jelentősen megnövekedett ( $P < 0,001$ ) nyerszsír tartalomban. A nyershamu tartalomban nem jelentkezett a feldolgozás hatására szignifikáns különbség  $P < 0,001$  szinten.

14. táblázat. A busakolbász kémiai összetételének alakulása a nyers filéhez képest (g/1000 g szárazanyag)

	Nyers busafilé	Busakolbász	l.s.d.	F-próba
Nyersfehérje	581,3 b	484,5 a	25,96	0,001
Nyerszsír	396,7 a	375,1 a	22,62	0,001
Nyershamu	52,35 a	86,77 b	5,626	0,001

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek  $P < 0,001$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül

A busa kolbásznál nem találtunk összességében szignifikáns eltérést a feldolgozás hatására nyerszsír tekintetében  $P < 0,001$  szinten (14. táblázat). A nyersfehérje értékek azonban akárcsak a többi termékénél szignifikáns csökkenést ( $P < 0,001$ ) mutattak a feldolgozás hatására, míg a nyershamu tartalomban szignifikáns növekedést tapasztaltunk a busakolbász mintákban.

A busafasírt termékekben a nyersfehérje értékek akárcsak a többi feldolgozott termékénél szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) csökkentek a nyers filéhez képest (12. táblázat). Nyerszsír tartalom tekintetében busafasírtnál szintén szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) alacsonyabb értékeket tapasztaltunk és növekedést a nyershamu tartalomban a feldolgozás hatására.

15. táblázat. A busafasírt kémiai összetételének alakulása a nyers filéhez képest (g/1000 g szárazanyag)

	Nyers busafilé	Busafasírt	l.s.d.	F-próba
Nyersfehérje	581,3 b	426,4 a	25,96	0,001
Nyerszsír	396,7 b	266,7 a	22,62	0,001
Nyershamu	52,35 a	95,95 b	5,626	0,001

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek  $P < 0,001$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül

Megállapítható tehát, hogy a feldolgozás hatására mindegyik terméknek csökkent a nyersfehérje tartalma a nyers filéhez képest. Daramola és mtsai (2007) 3-5 % nyersfehérje csökkenést tapasztaltak füstölés hatására trópusi halfajok esetében. Ezt a jelenséget azzal magyarázták, hogy az eredeti nyersfehérje fokozatos degradációval illékony ammóniává, hidrogén szulfiddá, dimetilaminná és trimetilaminná alakult át, továbbá lehetségenek tartották, hogy a kilúgozódtak egyes extrahálható fehérje frakciók. Oluwaniyi és Dosumu (2009) főzés, sütés és olajban sütés hatását vizsgálták három tengeri halfaj esetében. Mindhárom konyhatechnikai eljárás következtében a nyersfehérje tartalom csökkenését állapították meg mindhárom halfajnál. A fehérjetartalom csökkenését a vízben oldódó aminosavak eltűnésével magyarázták a magas hőmérséklet következményeképp. Kocatepe és mtsai (2011) a szardella nyersfehérje tartalomban állapították meg csökkenést főzés és sütés hatására. Ismail és Ikram (2004) főzés hatására állapították meg csökkenést a nyersfehérje tartalomban egy indiai makrélafaj (*Rastrelliger kanagurta*), szardínia (*Sardina pilchardus*), vörös tilápia (*Oreochromis mossambicus*) és fekete tilápia (*Oreochromis mossambicus*) esetében.  $8,1 \pm 0,0$ ;  $8,4 \pm 0,1$ ;  $9,6 \pm 0,4$  és  $9,0 \pm 0,0$  százalékról  $7,9 \pm 0,1$ ;  $7,7 \pm 0,0$ ;

7,5 ± 0,1 és 8,9 ± 0,1 százalékra csökkent a fehérjetartalom nyers halhoz képest a főtt mintákban.

Vizsgálatunkban a fehérjecsökkenést füstölt filé esetében a magas hőmérséklet következtében a vízdékony aminosavak eltűnése magyarázhatja, míg a két pástétom és a busakolbász esetén a hőkezelésen túl, a hozzáadott anyagok idézhettek elő fehérjetartalom csökkenést 1000 g szárazanyagra vetítve, akárcsak a busafasírnál.

#### 4.2. A fehér busa és a busatermékek zsírsav összetétele

A nyers busafilének, illetve a belőle készült busa termékeknek a táplálkozási értékéről pontosabb kép adható, ha ismerjük ezen élelmiszereknek a zsírsavösszetételét is. Éppen ezért mind a nyers busafilének, mind pedig a belőle készült különböző termékeknek gázkromatográffal meghatároztuk a zsírsavösszetételét. A három évszakban gyűjtött minták részletes zsírsav-összetételét a mellékletben a 8.a-8.c. táblázatok tartalmazzák.

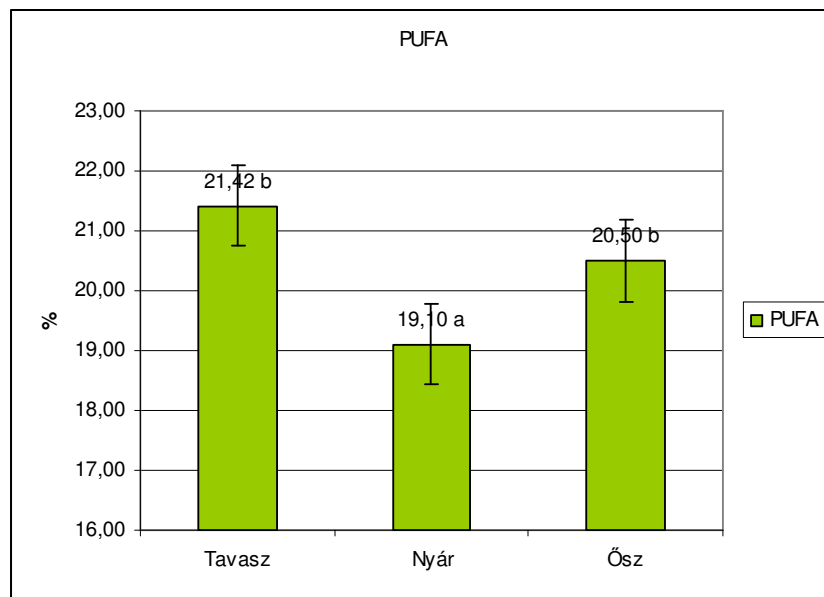
16. táblázat. A nyers busa filé évszakonkénti SFA, MUFA, PUFA, n-6, n-3 és n6/n3 arányai az összes zsírsav %-ban.

Nyers busa filé	SFA	MUFA	PUFA	n-6	n-3	n-6/n-3
Tavaszi	25,97 a	44,17 a	21,42 b	5,6 a	15,82 c	0,36 a
Nyári	25,99 a	46,38 b	19,10 a	6,7 c	12,41 a	0,54 a
Őszi	26,25 a	45,66 ab	20,50 b	6,18 b	14,31 b	0,43 a
l.s.d.	0,836	1,516	1,055	0,441	0,816	0,306
F-próba	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05	0,001

a,b,c: A különböző betűvel jelölt értékek min. P<0,05 szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül

Elsőként a nyers busafilé eredményét szeretném bemutatni, hogy van-e különbség az évszakok között. Az értékeléskor eltekintettünk, attól, hogy különböző élőhelyről származnak a minták. A 16. táblázat foglalja össze a kapott eredményeket.

Telített zsírsavak (SFA) tekintetében az évszakok között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. Az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA) a tavaszi mintákban szignifikánsan alacsonyabb értéket ( $P < 0,05$ ) mutattak, mint a nyári minták, a tavaszi és az őszi eredmények között nem volt szignifikáns különbség, akárcsak a nyári és őszi miták esetében sem. A többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) mennyisége a nyári mintákban szignifikánsan alacsonyabb értéket ért el ( $P < 0,05$ ) a másik két évszak mintáihoz képest, míg a tavaszi és az őszi minták között nem találtunk szignifikáns eltérést (16. ábra).



16. ábra. A nyers busa filé PUFA mennyisége a három évszakban

Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

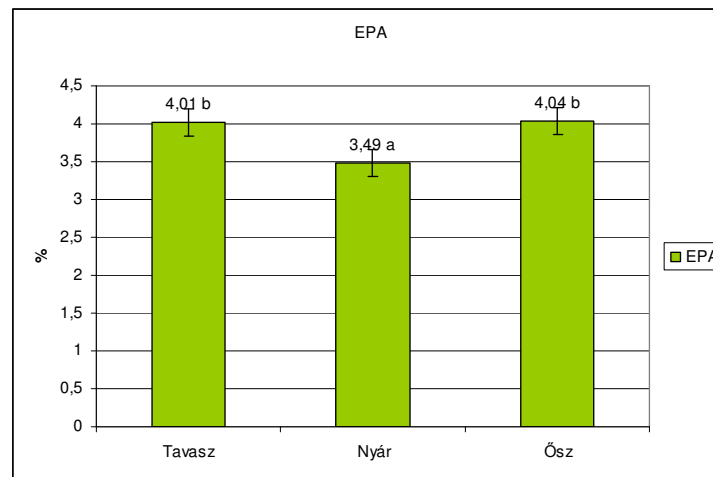
Egy élő szervezet lipidjeinek, (élelmiszerkémiailag szempontból zsíradékainak), zsírsavösszetétele a faji, fajtabeli sajátosságokon túl, elsősorban a fogyasztott táplálék zsírsav tartalmától függ, s a szervezetben felhalmozódó zsírsavak általában a táplálékból erednek. (www.haki.hu). Rady és mtsai (1990), valamint Farkas és Csengeri (1976) szerint PUFA, főként EPA és DHA akkumuláció jellemző alacsony környezeti hőmérséklet következtében a ponty (*Cyprinus carpio*) máj, izom és kopolyú szöveteiben, míg az SFA szintézis megnövekedik magasabb hőmérséklet mellett. A jelenség hátterében valószínűleg a táplálékul szolgáló planktonikus élőlények szezonális zsírsavtartalom változása áll. Farkas és Heródek (1964) feltételezték, hogy a planktonikus rákfélék a víz hőmérséklet csökkenésére a polién zsírsavak akkumulációjával reagálnak. Akváriumi kísérletet végeztek guppikon, egy részüket nyári planktonnal, másik részüket téli planktonnal etették. A téli planktonot fogyasztó halak C:20-as és C:22-es zsírsav mennyisége számottevően nagyobb volt a nyári planktonot fogyasztóknál. Ez lehet a magyarázat a fehér busánál is, a tavaszi és őszi alacsonyabb víz hőmérséklet okozhatja a magasabb PUFA tartalmat.

Az n-6 zsírsavtartalom tekintetében a nyári minták mutatták a legmagasabb értéket ( $P < 0,05$ ), az őszi minták valamivel kevesebb n-6 tartalommal rendelkeztek, és a tavaszi mintáknál volt kimutatható a szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) legalacsonyabb n-6 tartalom. Az n-3 zsírsavak nyáron mutatkoztak meg legalacsonyabb mértékben ( $P < 0,05$ ) és tavasszal mutatták szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) a legmagasabb mennyiséget. Az őszi minták n-3 tartalma valamivel alacsonyabb mértékű volt, mint a tavasziaké. Az n-6/n-3 arány a három évszak mintáiban nem mutatott szignifikáns különbséget.

Vujkovic és mtsai (1999) vizsgálták a fehér busa zsírsavösszetételét a tavaszi és őszi halásszattal összefüggésben, és azt tapasztalták, hogy a tavaszi minták szignifikánsan magasabb n-3 zsírsavtartalommal rendelkeztek, mint az őszi, és az n-6/n-3 arány is a tavaszi mintáknál volt szignifikánsan szűkebb. Ez részben egyezik a mi eredményeinkkel, ugyanis az n-3 csoport az általunk vizsgált mintáknál is tavasszal volt szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) a legmagasabb.

Az n-6/n-3 esetében azonban eredményeink eltérnek a Vujkovic és mtsai (1999) által tapasztaltaktól, ugyanis az általunk vizsgált minták nem mutattak szignifikáns különbséget évszakonként (16. ábra).

A nyers busafilé mintáink zsírsavösszetételét a főbb mennyiségben jelen lévő zsírsavak feltüntetésével a 17. táblázat mutatja be.



17. ábra. A nyers busa filé EPA tartalma a tavaszi, nyári és őszi nyers busafilé mintákban. Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

Eredményeinket összevetettük más szerzők hasonló vizsgálatainak eredményeivel. Alasavar és mtsai (2010) a fehér busánál 2,9 % linolsavat, 7,0 % linolénsavat, 8,3 % EPA-t és 10,5 % DHA-t találtak.

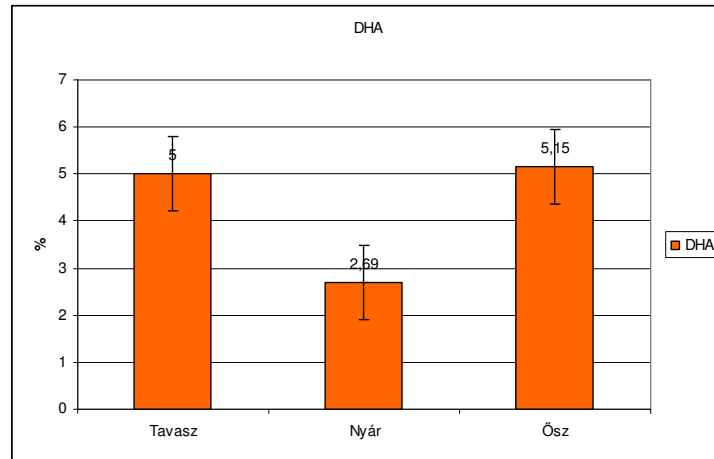
Összehasonlítva ezeket az értékeket az eredményeinkkel megállapítható, hogy linolsavból és linolénsavból az az általunk vizsgált nyers busa filé minták hasonló mennyiséget tartalmaztak.

17. táblázat. A nyers busafilé zsírsavösszetétele a három évszakban

Zsírsav	Tavasz	Nyár	Ősz	l.s.d.	F-próba
C14:0	2,17 a	2,83 c	2,55 b	0,176	0,001
C15:0	0,61 a	0,82 b	0,65 a	0,049	0,001
C16:0	18,74 b	17,45 a	17,91 a	0,516	0,001
C18:0	3,00 a	3,55 b	3,93 c	0,204	0,001
<b>ΣSFA</b>	<b>25,97 a</b>	<b>25,99 a</b>	<b>26,25 a</b>	<b>0,836</b>	<b>0,001</b>
C16:1	10,04 b	9,61 a	9,27 a	0,396	0,001
C18:1 n-9	28,3 a	30,8 b	31,00 b	1,45	0,001
C18:1 n-7	2,86 c	2,73 b	2,6 a	0,113	0,001
<b>ΣMUFA</b>	<b>44,17 a</b>	<b>46,38 b</b>	<b>45,66 ab</b>	<b>1,516</b>	<b>0,001</b>
C18:2 n-6	2,37 a	2,71 b	2,96 b	0,314	0,001
C18:3 n-3	5,65 c	5,25 b	4,14 a	0,388	0,001
C:18 t-9 t-11	1,28 b	1,47 b	0,89 a	0,187	0,001
C20:2 n-6	0,31 a	0,28 a	0,28 a	0,032	0,001
C20:3 n-6	0,29 a	0,33 b	0,36 b	0,033	0,002
C20:4 n-6	0,97 a	1,36 b	1,26 b	0,114	0,001
C20:5 n-3	4,01 b	3,49 a	4,04 b	0,232	0,001
C22:4 n-6	0,1	0,14	0,14	0,02	0,098
C22:5 n-3	1,16 b	0,98 a	0,99 a	0,066	0,05
C22:6 n-3	5,00 b	2,69 a	5,15 b	0,401	0,001
<b>ΣPUFA</b>	<b>21,42 b</b>	<b>19,10 a</b>	<b>20,50 b</b>	<b>1,055</b>	<b>0,001</b>
<b>n-6</b>	<b>5,6 a</b>	<b>6,7 c</b>	<b>6,18 b</b>	<b>0,441</b>	<b>0,001</b>
<b>n-3</b>	<b>15,82 c</b>	<b>12,41 a</b>	<b>14,31 b</b>	<b>0,82</b>	<b>0,05</b>
<b>n-6/n-3 arány</b>	<b>0,36 a</b>	<b>0,54 a</b>	<b>0,43 a</b>	<b>0,31</b>	<b>0,001</b>

a,b,c: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos soron belül

Az EPA és a DHA értékek viszont lényegesen felülmúlják az általunk mért értékeket. Mind az EPA, mind a DHA a nyári mintákban ért el szignifikánsan alacsonyabb ( $P < 0,05$ ) értéket a másik két évszak mintáihoz képest (17-18. ábra).



18. ábra. A nyers busa filé DHA tartalma a tavaszi, nyári és őszi nyers busafilé mintákban. Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

Az irodalomban található olyan adatok is, amelyek a busa ventrális és dorzális izomszövetének zsírsavösszetételét mutatják be (Mieth és mtsai (1989; Steffens és Wirth, 1997). Eredményeiket a 18. táblázat tartalmazza. Mintáinkban nem különítettük el a dorzális és ventrális izomszövetet a bőrös filénél. Összehasonlítva a 14. táblázat adatait az általunk mért értékekkel megállapíthatjuk, hogy magasabb n-6 és magasabb n-3 értékeket mértek az általunk közölnél, az n-6/n-3 arány viszont az általunk megállapítottal hasonló, esetünkben a tavaszi és őszi mintákban ennél még szűkebb is az arány. Az EPA mennyiség tekintetében meghaladja az általunk mért eredményeket, DHA tartalom pedig hasonló. A linolsav és linolénsav egyaránt alacsonyabb arányban



fordult elő az általunk vizsgált mintákban mindhárom évszakban, a Steffens és Wirth (1997) által közölt értékekhez képest.

18. táblázat. A fehér busa zsírsavösszetétele Steffens és Wirth (1997) nyomán

	<b>Fehér busa</b>	
	<b>Ventrális izomszövet</b>	<b>Dorzális izomszövet</b>
C14:0	5	4,5
C16:0	15,6	15,4
C18:0	3,4	3,2
C16:1	11,2	10,5
C18:1 n-9	27,2	24,8
C18:2 n-6	4,4	4,3
C18:3 n-3	6,9	7
C20:4 n-6	3,1	3,3
C20:5 n-3	6,6	6,6
C22:6 n-3	5,3	6
n-6	10,5	11
n-3	20,7	21,6
n-6/n-3	0,5	0,5

Megvizsgáltuk a tavi és természetes vízi környezet hatását is a nyers busafilé zsírsavösszetételére. A vizsgálat során nem voltunk tekintettel az évszakhatásra, a három évszak mintáinak átlagát hasonlítottuk össze. Eredményeinket a 19. táblázat tartalmazza.

A 19. táblázat adataiból jól látszik, hogy az SFA, MUFA, PUFA zsírsavcsoportok, valamint az n-6, n-3 zsírsavak és az n-6/n-3 arány tekintetében nem találtunk szignifikáns különbséget. Szignifikánsan nagyobb ( $P < 0,05$ ) értéket mértünk viszont az arachidonsavból (C20:4) és az EPA-ból (C20:5) a természetes vízi minták esetében, a linolsav

(C18:2) és DHA –ból (C22:6) pedig a tavi minták értek el szignifikánsan nagyobb ( $P < 0,05$ ) eredményt.

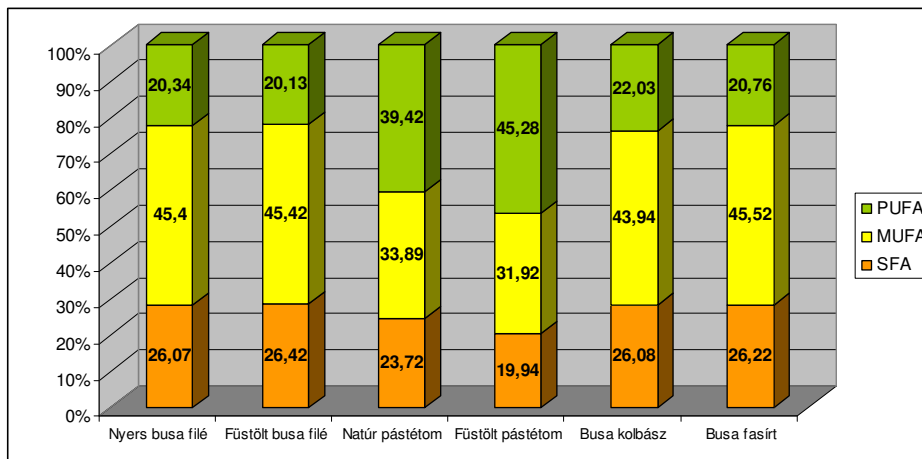
Eszerint tehát az eltérő környezet nem befolyásolta számottevően a fehér busa filé zsírsavösszetételét.

19. táblázat. A nyers busa filé tavi és természetes vízi minták főbb zsírsavösszetevőinek összehasonlítása

Zsírsav	Tavi	Term.	l.s.d.	F-próba
C14:0	2,5	2,54	0,14	0,104
C15:0	0,67	0,72	0,04	0,086
C16:0	17,9 a	18,16 b	0,21	0,001
C18:0	3,63 b	3,35 a	0,17	0,016
<b>ΣSFA</b>	26,14 a	26,01 a	0,68	0,002
C16:1	9,26 a	10,02 b	0,32	0,001
C18:1 n-9	30,2	29,9	1,19	0,484
C18:1 n-7	2,61 a	2,85 b	0,09	0,004
<b>ΣMUFA</b>	44,96	45,85	1,237	0,001
C18:2 n-6	2,82 b	2,54 a	0,26	0,001
C18:3 n-3	5,12	4,91	0,32	0,892
C:18 t-9 t-11	1,117	1,305	0,15	0,129
C20:2 n-6	0,32 b	0,26 a	0,03	0,001
C20:3 n-6	0,35 b	0,3 a	0,03	0,013
C20:4 n-6	1,14 a	1,25 b	0,09	0,028
C20:5 n-3	3,63 a	4,06 b	0,19	0,001
C22:4 n-6	0,13	0,12	0,02	0,361
C22:5 n-3	1,04 a	1,04 a	0,05	0,023
C22:6 n-3	4,46 b	4,11 a	0,33	0,001
<b>ΣPUFA</b>	20,44 a	20,24 a	0,86	0,001
<b>n-6</b>	6,2 a	6,12 a	0,36	0,001
<b>n-3</b>	14,24 a	14,12 a	0,67	0,001
<b>n-6/n-3 arány</b>	0,45 a	0,44 a	0,25	0,001

a,b,: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos soron

A busából készült termékek zsírsavösszetételét is meghatároztuk, hogy választ kapjunk arra a kérdésre, hogy a különböző feldolgozási módok milyen mértékben változtatják meg az egyes zsírsavak mennyiségét a nyers filéhez képest. Az értékeléskor nem vettük figyelembe az évszakokat és a minták származási helyét. Részletes eredményeinket a melléklet 8.d. táblázata tartalmazza. Ahogy az a 19. ábrán is látszik, a füstölt pástétom mutatta szignifikánsan ( $P<0,001$ ) a legalacsonyabb SFA mennyiséget a többi termékhez és a nyers filéhez képest. A natúr pástétom SFA tartalma ennél szignifikánsan ( $P<0,001$ ) magasabb eredményt ért el, a három másik termék SFA mennyisége volt a legmagasabb, eredményeik közt nem jelentkezett szignifikáns eltérés.

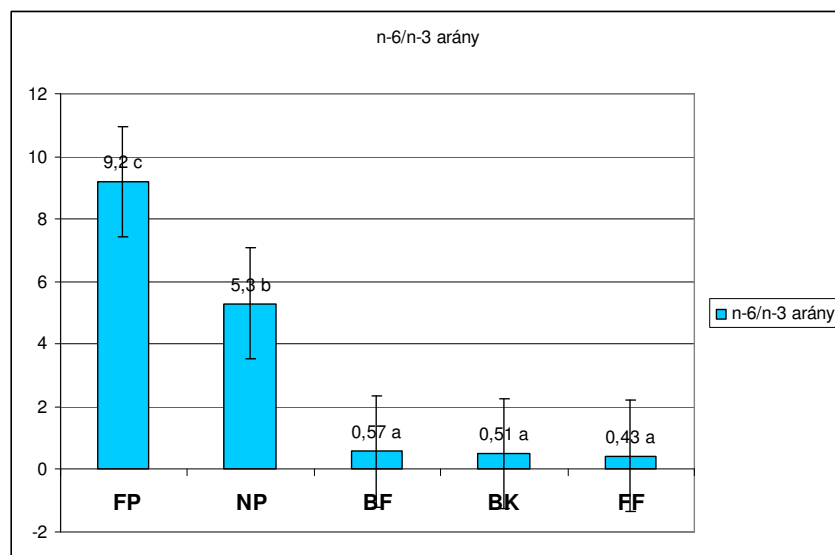


19. ábra. A busából készült termékek és a nyers busa filé SFA, MUFA és PUFA tartalma

MUFA tekintetében nagyon hasonló eredményre jutottunk, a füstölt pástétomnál jelentkezett szignifikánsan ( $P<0,001$ ) a legalacsonyabb

mennyiség, amelyet a natúr pástétom szignifikánsan magasabb ( $P<0,001$ ) eredménye követ. Ezeknél az eredményeknél magasabb ( $P<0,001$ ) értéket mutat a busakolbász, végül pedig a busafasírt és a füstölt busafilé és a nyers filé szerepel a legnagyobb ( $P<0,001$ ) MUFA tartalommal, ám e három feldolgozási mód közt nem állapítható meg szignifikáns különbség.

A PUFA eredmények az előzőkhöz képest fordított képet mutatnak, a füstölt pástétom rendelkezik a legnagyobb PUFA tartalommal, majd a natúr pástétom következik. Őket követi a busakolbász, majd a busafasírt. A legalacsonyabb PUFA tartalommal pedig a füstölt busa filé és a nyers filé rendelkezik. PUFA tekintetében a feldolgozási módok mindegyike között tapasztaltunk szignifikáns ( $P<0,001$ ) különbséget, a nyers filé és a füstölt filé közt nem volt szignifikáns ( $P<0,001$ ) különbség.



20. ábra. A busatermékek n-6/n-3 aránya. Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

Összehasonlítottuk a termékek n-6/n-3 arányát is. Szignifikánsan a legtágabb arány ( $P < 0,05$ ) a füstölt pástétomnál mutatkozott, ennél kedvezőbb ( $P < 0,05$ ) az n-6/n-3 aránya a natúr pástétomban. A busa fasírt, busa kolbász és füstölt filé adták a legszűkebb n-6/n-3 arány, a három termékcsoporthoz eredményei között nem mutatkozott szignifikáns különbség (20. ábra).

Tehát a három legkevesebb adalékanyagot tartalmazó termék mutatta a legszűkebb n-6/n-3 arányt. Az optimális n-6/n-3 aránya a napi táplálékfogyasztásnak Neuringer és mtsai (1988) szerint 4:1-6:1, mások szerint 5:1 (BNF, 1992), illetve 4:1 (Yehuda és Carasso, 1993). Ez alapján a füstölt pástétom kivételével valamennyi termék fogyasztása hozzájárulhat ahhoz, hogy javuljon hazánkban a kedvezőtlen zsírsavbevitel.

Mivel számos kutatás bizonyította az EPA és DHA humán szervezetre gyakorolt egészségvédő hatását (Williams, 2000; Weber és mtsai, 1993; Xu és mtsai 1996; Holub, 2001; Jump, 2002; Neuringer és mtsai, 1988; Valenzuela és mtsai, 2006; Rose és mtsai, 1999; IP, 1997; Dominique és mtsai, 2002; Puri, 2004), külön figyelmet szenteltünk a busából készült termékek EPA és DHA tartalmának. A 20. táblázat mutatja be, hogy mind az EPA, mind pedig a DHA mennyiség tekintetében a füstölt pástétom tartalmazza a szignifikánsan legalacsonyabb ( $P < 0,05$ ) mennyiséget ezekből a zsírsavakból, melyet a natúr pástétom követ.

A legmagasabb ( $P < 0,05$ ) EPA mennyiséget a busa kolbász és a füstölt busa filé esetében tudtuk kimutatni. A szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) legmagasabb DHA mennyiség szintén a busa kolbásznál figyelhető meg. EPA és DHA mennyiség tekintetében tehát kiemelhető a busából készült termékek közül a busa kolbász és a füstölt busa filé. Tehát ebben az

esetben is a három legkevesebb adalékanyagot tartalmazó termék mutatta a legkedvezőbb EPA és DHA értékeket.

20. táblázat. A busából készült termékek EPA és DHA tartalma tekintet nélkül az évszakok és a különböző származási helyek hatására.

	<b>EPA</b>	<b>DHA</b>
Busa fasírt	3,69 c	4,26 c
Busa kolbász	3,99 d	4,96 d
Füstölt busa filé	3,89 d	4,48 c
Füstölt pástétom	1,19 a	1,56 a
Natúr pástétom	1,58 b	2,03 b
l.s.d. F	0,134	0,231
F-próba F	0,001	0,001

a,b,c,d: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos oszlopon belül F:feldolgozás

Simopoulos és mtsai (1999) szerint EPA-ból és DHA-ból átlag emberek számára napi 0,22 g fogyasztása javasolt.

21. táblázat. A napi javasolt EPA és DHA bevitel eléréséhez szükséges mennyiségek a busatermékeinkre vetítve

	<b>EPA (g)</b>	<b>DHA (g)</b>
Füstölt busa filé	44,92	39
Natúr pástétom	110,6	86,08
Füstölt pástétom	146,84	112,01
Busa kolbász	43,79	35,23
Busa fasírt	47,36	41,02

Termékeinkre vetítve ez azt jelenti, hogy busakolbász esetén mindössze 43,79 g fogyasztásával elérhetjük a javasolt napi beviteli értéket mind EPA-ból, mind DHA-ból. Füstölt busafiléből 44,92 g, busa fasírtból pedig 47,36 g mennyiség fogyasztása elegendő a javasolt napi EPA és DHA bevitel eléréséhez (21. táblázat). A két pástétomból szükséges a legnagyobb bevitel, ami annak köszönhető, hogy a legtöbb adalékanyagot ez a két termék tartalmazza.

#### 4.3. Az afrikai harcsa kémiai összetétele és zsírsavösszetételének alakulása

A busa mellett afrikai harcsa filé mintákat is vizsgáltunk, hogy meghatározzuk kémiai-, valamint zsírsav-összetételét. Az afrikai harcsa kémiai összetételét a 22. táblázat tartalmazza.

22. táblázat. Az afrikai harcsa filé kémiai összetétele (n=10)

	Sz.a. (g)	Ny.f. (g)	Ny.zs. (g)	Ny.h. (g)
1000 g/kg szárazanyagban	1000	650,75 ± 41,67	101,06 ± 47,93	155,01 ± 45,86
1000 g/kg eredeti anyagban	324,30 ± 28,5	211,04 ± 13,51	32,77 ± 15,54	50,27 ± 14,87

A táblázat adatai szerint a bőrös afrikai harcsafilé nedvesség tartalma 67,57 %, fehérje tartalma 21,1 %, zsír tartalma 3,3 %, hamutartalma pedig 5,02 %.

Chukwu és Shaba (2009) az afrikai harcsa nyúzott törzsének kémiai összetételét vizsgálták, és 71,85 % nedvesség-, 19,51 % fehérje-, 14,28

% zsír- és 3,06 % hamutartalmat közölnek nyers filénél. Hasonló eredményt kapott Adesola (2009), aki a nyúzott afrikai harcsa filében 74,3% nedvesség-, 18,3-20,32 % fehérje-, 0,71-9,84 % zsír-, és 1,00-2,92 % hamu tartalmat közöl. Osibona és mtsai (2009) eredményei szintén hasonlóak, ők bőrös afrikai harcsa filét vizsgáltak, amelyben átlagosan 76,71 % nedvesség-, 19,64 % fehérje-, 1,15 % zsír-, és 1,23 % hamutartalmat állapítottak meg. Tehát megállapíthatjuk, hogy hasonló értékeket kaptunk a korábban más szerzők által közöltekhez.

Az afrikai harcsánál vizsgáltuk a különböző olaj kiegészítésű tápok (halolaj, lenolaj, szójaolaj) hatását a halhús zsírsavösszetételére 3 és 6 hétig történő takarmányozást követően.

A kísérlet harmadik és hatodik hetében afrikai harcsa nyers filé mintákat gyűjtöttünk, hogy zsírsavösszetételét összehasonlítsuk a kontroll csoport eredményeivel. A 3 hetes állapot összehasonlításának eredményét a 23. táblázat mutatja be.

Jól látszik, hogy a zsírsavak közül mindössze a mirisztinsav (C14:0) mennyiségében találunk különbséget a kontroll és a halolajos csoport között.

Ennek megfelelően az összesített zsírsavcsoportok (SFA, MUFA, PUFA), valamint az n-3, n-6-os zsírsavak és az n-6/n-3 arány tekintetében sem találtunk szignifikáns különbséget a kontroll és a 3 kísérleti csoport között. Ez azt mutatja, hogy a 3 hetes etetési időszak még túl rövid ahhoz, hogy befolyásolja az afrikai harcsa zsírsavösszetételét.

Ezt támasztja alá az is, hogy a 6 hetes eredményekben már találtunk különbséget (24. táblázat).



23. táblázat. A 3 hetes minták és a kontroll minták zsírsavtartalmának összehasonlítása (adatok az összes zsírsav %-ában)

Zsírsav	K	H	L	S	l.s.d.	F-próba T
C14:0	1,45 a	1,86 b	1,63 ab	1,61 ab	0,292	0,04
C16:0	21,49	22,41	21,9	21,75	1,557	0,625
C18:0	7,1	7,39	7,6	7,56	0,709	0,34
<b>ΣSFA</b>	<b>30,83</b>	<b>32,5</b>	<b>31,88</b>	<b>31,73</b>	<b>2,021</b>	<b>0,307</b>
C16:1	3,44	3,88	3,63	3,6	0,547	0,363
C18:1	27,09	27,69	28,84	28,81	2,616	0,365
c-C18:1	1,72	1,76	1,64	1,72	0,139	0,414
<b>ΣMUFA</b>	<b>33,98</b>	<b>35,16</b>	<b>35,48</b>	<b>35,45</b>	<b>1,942</b>	<b>0,23</b>
C18:2 n-6	18,12	16,26	16,18	17,48	2,076	0,124
C18:3 n-3	4,51	3,59	5,45	3,38	1,633	0,089
C:18 t-9 t-11	0,31	0,41	0,34	0,32	0,155	0,504
C20:2 n-6	0,54	0,51	0,51	0,5	0,042	0,202
C20:3 n-6	0,56	0,55	0,6	0,55	0,088	0,571
C20:4 n-6	0,55	0,59	0,55	0,55	0,119	0,88
C20:5 n-3	1,21	1,5	1,21	1,38	0,302	0,161
C22:4 n-6	0,1	0,11	0,11	0,1	0,021	0,605
C22:5 n-3	0,81	0,81	0,79	0,8	0,095	0,989
C22:6 n-3	4,51	4,94	4,63	4,89	0,764	0,543
<b>ΣPUFA</b>	<b>31,34</b>	<b>29,37</b>	<b>29,38</b>	<b>30,03</b>	<b>3,814</b>	<b>0,574</b>
n-3	11,04	10,84	11	10,46	2,592	0,964
n-6	20,3	18,54	18,38	19,57	2,196	0,18
n-6/n-3 arány	<b>1,86</b>	<b>1,77</b>	<b>1,87</b>	<b>1,88</b>	<b>0,522</b>	<b>0,973</b>

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos soron belül K: kontroll H: halolaj L: lenolaj S: szójaolaj T: takarmány

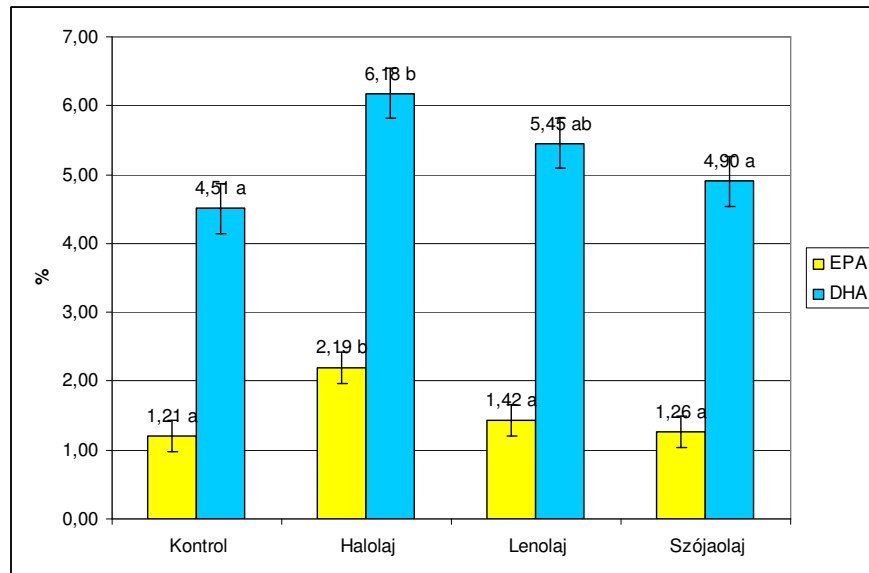
A telített (SFA), illetve telítetlen (MUFA, PUFA) zsírsavak összes mennyisége ebben az esetben sem változott. Jellegzetes változás egyes többszörösen telítetlen zsírsavaknál figyelhetők meg.

Mind az EPA, mind pedig a DHA eredményeknél a halolajos kezelés mutatott szignifikánsan magasabb ( $P < 0,05$ ) eredményt a kontroll csoporthoz képest (21. ábra).

24. táblázat. A 6 hetes minták és a kontroll minták zsírsavtartalmának összehasonlítása

Zsírsav	K	H	L	S	l.s.d.	F-próba T
C14:0	1,45 a	2,35 b	1,52 a	1,56 a	0,233	0,001
C16:0	21,49	20,95	20,37	21,49	1,32	0,262
C18:0	7,1	7,63	7,47	7,62	0,75	0,312
<b>ΣSFA</b>	<b>30,83</b>	<b>31,81</b>	<b>30,13</b>	<b>31,47</b>	<b>1,959</b>	<b>0,369</b>
C16:1	3,44	3,39	3,06	3,23	0,509	0,401
C18:1	27,09	26,82	26,65	27,63	3,233	0,939
c-C18:1	1,72	1,71	1,65	1,73	0,219	0,86
<b>ΣMUFA</b>	<b>33,98</b>	<b>34,72</b>	<b>34,73</b>	<b>33,97</b>	<b>2,653</b>	<b>0,869</b>
C18:2 n-6	18,12 b	13,81 a	16,75 b	18,85 b	2,459	0,002
C18:3 n-3	4,51 ab	4,9 ab	5,84 b	3,71 a	1,355	0,042
C:18 t-9 t-11	0,31 a	0,64 c	0,42 b	0,3 a	0,1	0,001
C20:2 n-6	0,54	0,46	0,54	0,55	0,073	0,089
C20:3 n-6	0,56 b	0,43 a	0,57 b	0,67 c	0,084	0,001
C20:4 n-6	0,55	0,48	0,55	0,52	0,149	0,745
C20:5 n-3	1,21 a	2,19 b	1,42 a	1,26 a	0,217	0,001
C22:4 n-6	0,1	0,08	0,09	0,09	0,021	0,326
C22:5 n-3	0,81 a	0,99 b	0,85 a	0,80 a	0,091	0,001
C22:6 n-3	4,51 a	6,18 b	5,45 ab	4,90 a	0,95	0,005
<b>ΣPUFA</b>	<b>31,34</b>	<b>30,27</b>	<b>32,58</b>	<b>31,75</b>	<b>4,187</b>	<b>0,755</b>
n-3	11,04 a	14,26 b	13,55 b	10,67 a	1,758	0,001
n-6	20,3 b	16,01 a	19,03 b	21,08 b	2,681	0,005
n-6/n-3 arány	<b>1,86 c</b>	<b>1,12 a</b>	<b>1,40 b</b>	<b>1,98 c</b>	<b>0,194</b>	<b>0,001</b>

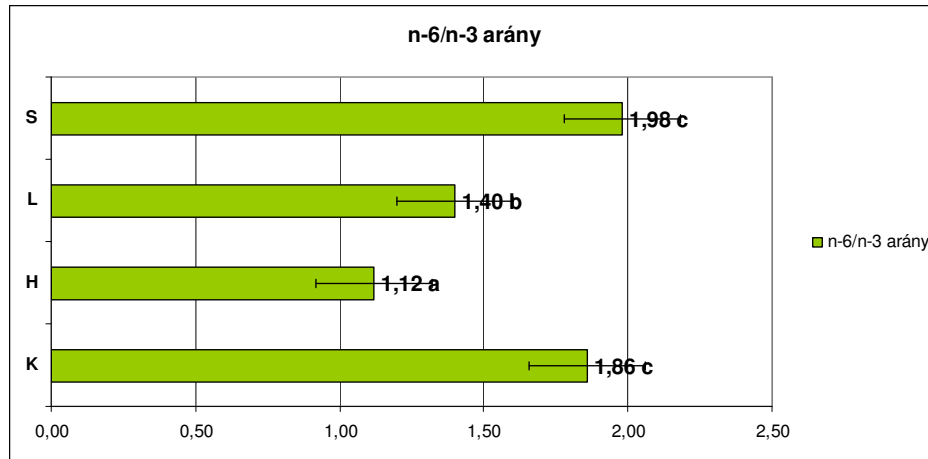
a,b,c: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos soron belül  
K: kontroll H: halolaj 6% L: lenolaj 6% S: szójaolaj 6% T: takarmány



21.ábra. EPA és DHA tartalom a kontroll (K)-, halolajos (H)-, lenolajos (L)-, és szójaolajos (S) csoportokban. Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

Az n-3 zsírsavak mennyisége a halolajos és lenolajos takarmánnyal etetett csoportoknál szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) magasabb volt a kontroll mintákénál, ugyanakkor a szójaolajos csoport a kontrollal azonos értéket adott. Kyi (2007) kísérleteiben 20 %-os lenolaj adagolással érte el 8 hét alatt a kontroll  $6,5 \pm 0,3$  mg/g-ról  $8,5 \pm 0,6$  mg/g-ra történő emelkedését több, mint 60 % mortalitás mellett. Vagyis 31 %-os n-3 növekedést produkált, míg esetünkben a 6 %-os lenolaj kiegészítés 6 hét alatt 23 %-kal növelte meg az n-3 tartalmat, mindössze 5 % mortalitás mellett. Kyi (2007) 20 %-os csukamájolaj adagolása  $9,0 \pm 0,6$  mg/g-ra növelte a minták n-3 mennyiségét, ami 38 %-os növekedésnek felel meg 8 hét alatt, habár a mortalitás több mint 60 % volt. Vizsgálatunkban 6 hét alatt 6 % halolaj kiegészítés 29 % n-3 tartalom növekedést eredményezett, 6 %

mortalitás mellett. Az általunk elért eredmények szerint tehát a 6% len-, illetve halolaj kiegészítés jelentősen növelheti az afrikai harcsa táplálkozási értékét.



22. ábra. A kontroll (K)-, halolajos (H)-, lenolajos (L)-, és szójaolajos (S) csoportok n-6/n-3 arányai. Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

Vizsgálatunkban a 6 % szójaolaj kiegészítés nem eredményezett szignifikáns eltérést a kontrollhoz képest, mindamellert ebben a csoportban 3 % mortalitást tapasztaltunk.

Az n-6 zsírsavak vizsgálatakor a halolajos mintákban tapasztaltuk a szignifikánsan legalacsonyabb ( $P < 0,05$ ) értéket a többi kezeléshez képest, amelynek következtében itt volt a legszűkebb az n-6/n-3 arány. A lenolajos csoport már tágabb ( $P < 0,05$ ) arányt mutatott. A legtágabb arányt ( $P < 0,05$ ) a kontroll és a szójaolajos csoport képviselte (22. ábra).

Összehasonlítottuk a 3 hetes és 6 hetes kísérleti zsírsavösszetétel eredményeket is, hogy lássuk milyen mértékű volt a változás a 3. héthez képest.

A három különböző takarmánykiegészítő közül a halolajos és a lenolajos takarmány szignifikánsan ( $P<0,05$ ) tudta növelni a minták n-3 zsírsavtartalmát a harmadik héttől a hatodik hét végéig (25. táblázat), ez jelentkezik az n-6/n-3 arányban is, mindkét olajkiegészítés szignifikánsan ( $P<0,05$ ) szűkítette az n-6/n-3 arányt az afrikai harcsa nyers filében. A szójaolajos kiegészítésű csoportnál nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, ez a takarmány nem volt alkalmas az n-3 mennyiség növelésére.

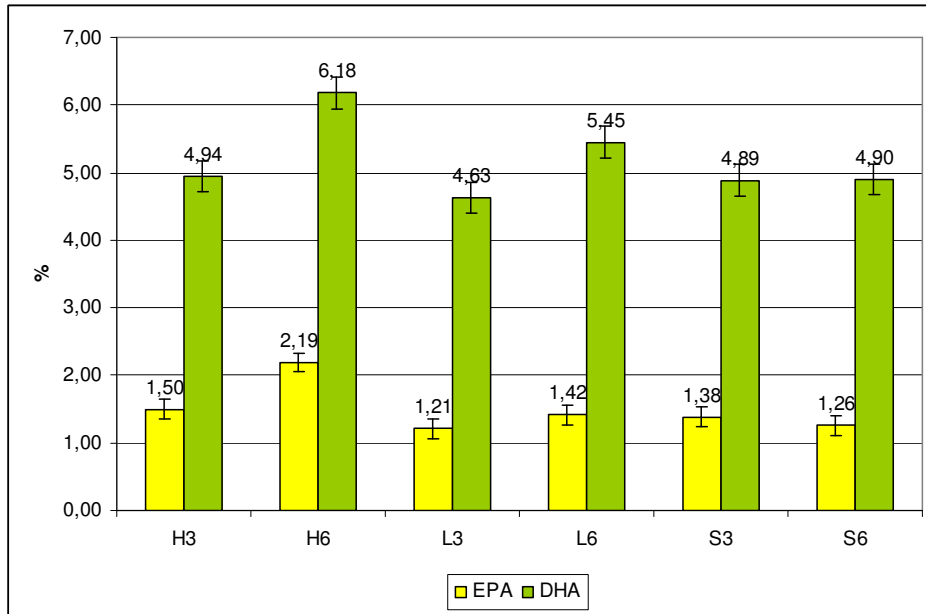
25. táblázat. Az afrikai harcsa filé n-6, n-3 tartalma, és n-6/n-3 aránya a három kísérleti csoportban a 3. és a 6. hét után

Zsírsv	H		L		S		l.s.d.	F-próba sz x t
	3	6	3	6	3	6		
n-3	10,84 a	14,26 b	11,00 a	13,55 b	10,46 a	10,67 a	2,27	0,043
n-6	18,54 b	16,01 a	18,38 a	19,03 a	19,57 a	21,08 a	2,2	0,009
n-6/n-3 arány	1,77 b	1,12 a	1,87 b	1,40 a	1,88 a	1,98 a	0,46	0,021

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek min.  $P<0,05$  szinten szignifikánsan különböznek azonos soron, azonos kezelésen belül

H: halolaj 6%, L: lenolaj 6%, S: szójaolaj 6%, sz: szakasz, t: takarmány

Az n-3 csoporton belül néztük az élettani szempontból kiemelkedően fontos EPA és DHA zsírsavakat is, a kapott eredményeket a 23. ábra mutatja be. Szignifikáns eltérést DHA tekintetében egyik csoportnál sem tapasztaltunk, ellenben az EPA mennyiség szignifikáns növekedést mutatott a halolajos kezelés esetében a harmadik héttől a hatodikig. A két másik olajkiegészítés nem befolyásolta szignifikánsan az EPA mennyiségét.



23. ábra. Az EPA és DHA mennyisége a három kísérleti csoportban a 3. és a 6. hét után az összes zsírsav %-ában.

H3: 6 % halolaj 3 hetes, H6: 6 % halolaj 6 hetes L3: 6 % lenolaj 3 hetes, H6: 6 % lenolaj 6 hetes, S3: 6 % szójaolaj 3 hetes, S6: 6 % szójaolaj 6 hetes. Az ábrán a standard hibát tüntettük fel.

#### 4.4. A fehér busa és az afrikai harcsa nyers filéjének összehasonlítása

Összehasonlítottuk a nyers afrikai harcsa filé és busafilé (természetes vízi) átlagos kémiai összetételét. Az eredményeket a 26. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatai alapján elmondható, hogy minden vizsgált paraméterben szignifikáns volt a különbség ( $P < 0,05$ ) az afrikai harcsa és a busa filé értékei között. A nyersfehérje tartalom és nyersshamu tartalom az afrikai harcsában, míg a nyerszsír a busa filében volt nagyobb.

26. táblázat. A nyers busa filé és a nyers afrikai harcsa filé kémiai összetételének összehasonlítása (g/1000 g szárazanyag):

	Ny.f. (g)	Ny.zs. (g)	Ny.h. (g)
Afrikai harcsa	650,8 b	101,1 a	155,0 b
Busa*	585,7 a	387,0 b	59,01 a
l.s.d	60,92	71,45	44,08
F-próba	0,038	0,001	0,001

\* A 3 évszakban gyűjtött összes minta átlaga a,b: A különböző betűvel jelölt értékek oszloponként min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek

Összevetettük a fehér busa és a kontroll afrikai harcsa nyers filé zsírsavösszetételét is. Az összehasonlítás eredményét a 27. táblázat szemlélteti. Az adatok alapján elmondható, hogy szinte valamennyi zsírsav szignifikánsan különbözött egymástól. Ennek oka a két halfaj eltérő táplálkozása, míg a fehér busa főként planktonnal táplálkozik, addig az afrikai harcsát hazánkban intenzív rendszerekben táppal nevelik. Telített zsírsavakból összességében az afrikai harcsa filé tartalmazott

szignifikánsan ( $P < 0,001$ ) nagyobb mennyiséget. A MUFA csoportban pedig épp ellenkezőleg, a busa filé szignifikánsan meghaladta az afrikai harcsa MUFA mennyiségét.

27. táblázat. A fehér busa és az afrikai harcsa zsírsavösszetételének összehasonlítása

Zsírsv	Fehér busa	Afrikai harcsa	l.s.d.	F-próba
C14:0	2,54 b	1,34 a	0,38	0,001
C16:0	18,16 a	20,4 b	1,01	0,001
C18:0	3,35a	6,88 b	0,53	0,001
<b>ΣSFA</b>	<b>26,01 a</b>	<b>29,39 b</b>	<b>1,36</b>	<b>0,001</b>
C16:1	10,02 b	2,91 a	0,66	0,001
C18:1	29,86 b	24,93 a	3,74	0,013
c-C18:1	2,85 b	1,74 a	0,23	0,001
<b>ΣMUFA</b>	<b>45,85 b</b>	<b>32,76 a</b>	<b>3,31</b>	<b>0,001</b>
C18:2 n-6	2,54 a	19,47 b	1,5	0,001
C18:3 n-3	4,91	5,93	1,16	0,08
C:18 t-9 t-11	1,30 b	0,39 a	0,44	0,001
C20:2 n-6	0,26 a	0,54 b	0,07	0,001
C20:3 n-6	0,3 a	0,59 b	0,05	0,001
C20:4 n-6	1,25 b	0,52 a	0,25	0,001
C20:5 n-3	4,06 b	1,2 a	0,55	0,001
C22:4 n-6	0,12 b	0,09 a	0,02	0,016
C22:5 n-3	1,04 b	0,82 a	0,19	0,024
C22:6 n-3	4,11	4,53	1,32	0,504
<b>ΣPUFA</b>	<b>20,24 a</b>	<b>34,24 b</b>	<b>3,24</b>	<b>0,001</b>
n-3	12,14	12,48	2,28	0,15
n-6	6,12 a	21,75 b	1,73	0,001
n-6/n-3 arány	<b>0,44 a</b>	<b>1,74 b</b>	<b>0,1</b>	<b>0,001</b>

a,b: A különböző betűvel jelölt értékek soronként min.  $P < 0,05$  szinten szignifikánsan különböznek



Az összes PUFA tartalom szintén az afrikai harcsa filében volt szignifikánsan magasabb, azonban az n-6/n-3 arányt a fehér busa esetében találtunk szignifikánsan szűkebbnek, aminek az oka, hogy míg az n-3 zsírsavak mennyisége közel azonos a két halfajban, addig az afrikai harcsában 7,66-szor több linolsavat (C18:2) találtunk a busához képest (19,47 vs. 2,54). Azonban még így is rendkívül kedvező az afrikai harcsa n-6/n-3 aránya a humán táplálkozás szempontjából, hiszen belül van a Neuriger féle 1:4 optimumon.

Az EPA tekintetében szignifikánsan magasabb értéket találtunk a fehér busa filében, míg a DHA esetén nem találtunk szignifikáns különbséget a két halfaj eredményei között.

Ugoala és mtsai (2009) az afrikai harcsa filé zsírsavösszetételének vizsgálatakor 40,49 % SFA, 46,91 % MUFA és 12,6 % PUFA tartalomról számolnak be. Esetünkben ehhez képest lényegesen magasabb a PUFA zsírsavak mennyisége. Ugoala és mtsai (2009) vizsgálatában az n-6/n-3 arány értéke 3,78, esetünkben jóval szűkebb, 1,74 értéket tudtunk megállapítani a kontroll csoport mintáiban. Osibona és mtsai (2009) 1 % EPA és 3 % DHA mennyiségről számolnak be afrikai harcsa nyers filénél, ami hasonló az általunk mért 1,2 % EPA és 4,53 % DHA mennyiséghez a kontroll csoportban.

Csengeri és mtsai (2010) vizsgálták a busa nyeselek, halpép és filétörzsizomzat zsírsavösszetételét. Filé eredményeiket összehasonlítva az általunk mért eredményekkel megállapíthatjuk, hogy a PUFA tartalom (20,24 %) esetünkben alacsonyabb a Csengeri és mtsai (2010) által mérténél (31,93 %). Ugyanez elmondható EPA és DHA esetén, Csengeri és mtsai (2010) 6,94 % EPA és 7,29 % DHA tartalmat regisztráltak az általunk mért 4,01 % EPA és 5,00 % DHA tartalomhoz képest.

#### 4.5. A mikrobiológiai vizsgálatok eredményei

A natúr busapástétom fogyaszthatósági időtartamának meghatározására irányuló tárolási kísérletek eredményeit a 28. táblázat tartalmazza. Minden egyes vizsgálati időpontban végeztünk *Salmonella*- és *L. monocytogenes*-kimutatást is, ezek azonban kivétel nélkül negatív eredményt adtak, így nem tüntettük fel őket táblázatosan. Látnivaló, hogy az *E. coli* és a koaguláz-pozitív sztafilokokkuszok száma mindvégig a 4/1998. (XI.11.) EüM rendeletben meghatározott érték alatt maradt, így ezek a baktériumok nem limitálták a termék eltarthatóságát. Elsősorban az aerob mezofil mikroorganizmusok és az élesztőgombák bizonyultak kritikus mikrobacsoportnak. Az eredményekből megállapítható, hogy a natúr busapástétom fogyaszthatósági időtartama 7 nap.

28. táblázat. Natúr busapástétom mikroflórájának változása 4 °C-os tárolás során\*

(Log <sub>10</sub> TKE/g)	0. nap	7.nap	14.nap
Összcóra-szám	4,56 ± 0,09	5,45 ± 1,59	6,74 ± 2,07
Élesztő-szám	3,54 ± 0,80	4,56 ± 1,92	5,98 ± 1,00
Penész-szám	2,55 ± 0,68	1,89 ± 1,37	2,43 ± 2,81
Tejsavb.-szám <sup>1</sup>	3,32 ± 1,19	3,87 ± 3,31	4,29 ± 4,96
Kóliform-szám	3,07 ± 1,12	2,85 ± 1,07	0,33 ± 0,65
<i>E. coli</i> -szám <sup>2</sup>	0,65 ± 0,75	0,58 ± 0,68	0,00 ± 0,00
<i>Clostridium</i> -szám <sup>3</sup>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,25 ± 0,50
<i>S. aureus</i> -szám <sup>4</sup>	1,75 ± 0,43	1,44 ± 1,66	0,65 ± 0,75

\*Az adatok 4 mérés (2 párhuzamos x 2 ismétlés) log<sub>10</sub> élősejtszám-átlagát±szórását jelölik.

<sup>1</sup>Tejsavbaktérium-szám. <sup>2</sup>*Escherichia coli*-szám. <sup>3</sup>Mezofil szulfitredukáló *Clostridium*-szám. <sup>4</sup>Koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-szám.

A panírozott buszfasírttal végzett tárolási kísérletek eredményei a 29. táblázatban láthatók. A 21. napon már nem tudtuk elvégezni a mikrobiológiai vizsgálatokat, mert érzékszervi szempontból az összes minta kifogás alá esett. Az *E. coli* és a koaguláz-pozitív sztafilokokkuszok száma ez esetben is mindvégig a hatályos rendeletben meghatározott szint alatt maradt. Elsősorban az aerob mezofil mikroorganizmusok és a tejsavbaktériumok limitálták a termék eltarthatósági időtartamát, amely így mindössze 3 naposnak adódott. Meg kell azonban jegyezni, hogy már a kiindulási időpontban (0. nap) is – több paraméter tekintetében – kifogásolható volt a panírozott buszfasírt higiéniai minősége.

29. táblázat. Panírozott buszfasírt mikroflórájának változása 4 °C-os tárolás során\*

(Log <sub>10</sub> TKE/g)	0. nap	7.nap	14.nap
Összcsíra-szám	6,14 ± 0,78	6,73 ± 1,13	8,26 ± 0,18
Élesztő-szám	5,00 ± 1,36	3,90 ± 1,05	4,55 ± 0,08
Penész-szám	2,44 ± 0,13	0,00 ± 0,00	1,08 ± 1,25
Tejsavb.-szám <sup>1</sup>	3,39 ± 0,91	5,53 ± 2,68	8,37 ± 0,01
Kóliform-szám	4,61 ± 0,69	4,75 ± 1,29	2,09 ± 2,41
E. coli-szám <sup>2</sup>	1,40 ± 1,62	1,23 ± 1,46	0,00 ± 0,00
Clostridium-szám <sup>3</sup>	0,25 ± 0,50	1,24 ± 1,43	1,81 ± 0,77
S. aureus-szám <sup>4</sup>	2,54 ± 0,06	2,79 ± 0,48	2,08 ± 0,95

\*Az adatok 4 mérés (2 párhuzamos x 2 ismétlés) log<sub>10</sub> élősejtszám-átlagát±szórását jelölik.

<sup>1</sup>Tejsavbaktérium-szám. <sup>2</sup>*Escherichia coli*-szám. <sup>3</sup>Mezofil szulfitredukáló *Clostridium*-szám. <sup>4</sup>Koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-szám.

A 30. táblázatban a főtt-füstölt busakolbász 4-hetes hűtve tárolása során kapott mikrobiológiai eredmények láthatóak. A mezofil szulfitredukáló klosztridiumok, az *E. coli*, a koaguláz-pozitív sztafilokokkuszok és a kórokozó baktériumok (*Salmonella* spp., *L. monocytogenes*) tekintetében nagyon kedvező képet kaptunk. Jóllehet a busakolbász már a tárolás kezdetén sem felelt meg a hőkezelt és füstölt halászati termékekre vonatkozó összcsíraszám-előírásnak ( $M = 10^4$  TKE/g), ettől a paramétertől eltekintve megfelelő volt a higiéniai minősége egészen a 14. napig, ezt követően viszont számottevően romlott, ezért a főtt-füstölt busakolbász eltarthatósági időtartamát mindenképpen 14 napon belül, célszerűen 10 napban javasoljuk megadni.

30. táblázat. Főtt-füstölt busakolbász mikroflórájának változása 4 °C-os tárolás során\*

(Log <sub>10</sub> TKE/g)	0. nap	7.nap	14.nap	21.nap	28.nap
Összcsíra-szám	4,65±0,48	4,39±0,15	5,55±1,17	7,06±1,26	6,87±1,65
Élesztő-szám	2,44±2,81	0,00±0,00	3,42±0,67	3,86±0,00	5,34±0,00
Penész-szám	0,00±0,00	0,00±0,00	1,00±1,15	0,00±0,00	0,00±0,00
Tejsavb.-szám <sup>1</sup>	1,86±2,15	1,55±1,79	2,64±3,04	5,61±2,63	5,97±2,63
Kóliform-szám	0,92±1,06	0,91±1,05	0,00±0,00	0,00±0,00	1,08±1,24
<i>E. coli</i> -szám <sup>2</sup>	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Clostridium</i> -szám <sup>3</sup>	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>S. aureus</i> -szám <sup>4</sup>	2,24±0,36	1,78±0,73	0,65±0,75	0,00±0,00	1,33±1,53

\*Az adatok 4 mérés (2 párhuzamos x 2 ismétlés) log<sub>10</sub> élősejtszám-átlagát±szórását jelölik.

<sup>1</sup>Tejsavbaktérium-szám. <sup>2</sup>*Escherichia coli*-szám. <sup>3</sup>Mezofil szulfitredukáló *Clostridium*-szám. <sup>4</sup>Koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-szám.

Az irdalt-füstölt busafilé fogyaszthatósági idejének meghatározása céljából végzett mikrobiológiai vizsgálataink eredményeit a 31. táblázat szemlélteti. A vizsgált obligát patogén baktériumok, továbbá az *E. coli* és a mezofil szulfitredukáló spóras anaerobok mennyisége a tárolási idő alatt mindvégig kimutathatósági szint alatti volt, és koaguláz-pozitív sztafilokokkuszok is csak elhanyagolható mennyiségben voltak jelen, viszont az összcsíraszám és az élesztőgombák száma az első tárolási hetet követően ugrásszerű emelkedésnek indult, és a második hét végére grammonként több (tíz)millió értékét ért el. A busafilé fogyaszthatósági időtartama ennek következtében 10 napban határozható meg.

31. táblázat. Füstölt busafilé mikroflórájának változása 4 °C-os tárolás során\*

(Log <sub>10</sub> TKE/g)	0. nap	7.nap	14.nap	21.nap	28.nap
Összcsíra-szám	2,50±1,93	3,94±2,83	7,58±0,45	6,41±2,19	7,81±1,16
Élesztő-szám	1,77±2,04	2,56±2,98	6,37±0,16	4,15±4,79	6,79±0,28
Penész-szám	0,40±0,80	1,52±1,77	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Tejsavb.-szám <sup>1</sup>	1,12±1,29	2,44±2,81	3,44±3,97	4,00±4,62	4,86±3,02
Kóliform-szám	0,65±0,75	0,57±1,13	1,72±0,38	2,18±0,69	0,74±0,85
<i>E. coli</i> -szám <sup>2</sup>	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>Clostridium</i> -szám <sup>3</sup>	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<i>S. aureus</i> -szám <sup>4</sup>	0,00±0,00	0,65±0,75	0,00±0,00	1,08±1,24	0,00±0,00

\*Az adatok 4 mérés (2 párhuzamos x 2 ismétlés) log<sub>10</sub> élősejtszám-átlagát±szórását jelölik.

<sup>1</sup>Tejsavbaktérium-szám. <sup>2</sup>*Escherichia coli*-szám. <sup>3</sup>Mezofil szulfitredukáló *Clostridium*-szám. <sup>4</sup>Koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-szám.

A füstölt busapástétom fogyaszthatósági időtartamának meghatározására irányuló tárolási kísérletek eredményeit a 32. táblázat tartalmazza. Az adatok arról tanúskodnak, hogy a füstölt pástétom higiéniai minősége a natúr pástétoméhoz hasonló volt, a füstölés nem javította érdemlegesen a termék tárolhatóságát. Az elmondottakból következően a füstölt busapástétom fogyaszthatósági időtartama 7 nap.

32. táblázat. Füstölt busapástétom mikroflórájának változása 4 °C-os tárolás során\*

(Log <sub>10</sub> TKE/g)	0. nap	7.nap	14.nap
Összcsíra-szám	4,04 ± 0,39	5,38 ± 2,03	7,10 ± 1,89
Élesztő-szám	3,72 ± 0,42	4,63 ± 1,35	6,25 ± 1,25
Penész-szám	1,08 ± 1,25	3,08 ± 1,11	2,08 ± 2,40
Tejsavb.-szám <sup>1</sup>	2,68 ± 0,26	4,60 ± 2,72	8,67 ± 0,01
Kóliform-szám	2,64 ± 0,05	2,14 ± 0,06	1,70 ± 0,36
E. coli-szám <sup>2</sup>	0,00 ± 0,00	0,25 ± 0,50	0,00 ± 0,00
Clostridium-szám <sup>3</sup>	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
S. aureus-szám <sup>4</sup>	0,00 ± 0,00	1,45 ± 0,52	0,00 ± 0,00

\*Az adatok 4 mérés (2 párhuzamos x 2 ismétlés) log<sub>10</sub> élősejtszám-átlagát±szórását jelölik.

<sup>1</sup>Tejsavbaktérium-szám. <sup>2</sup>*Escherichia coli*-szám. <sup>3</sup>Mezofil szulfitredukáló *Clostridium*-szám. <sup>4</sup>Koaguláz-pozitív *Staphylococcus*-szám.

Megállapíthatjuk, hogy a füstölt busafilé és a busakolbász rendelkeznek a leghosszabb fogyaszthatósági idővel, 10-10 nap, a natúr és füstölt pástétom fogyaszthatósági ideje 7 nap, leggyengébbnek pedig a busafasírt mutatkozik, 3 nap. Eszerint tehát a füstölés volt a legkedvezőbb hatással a busa húsának tartósítására, a füstölt termékek érték el a leghosszabb fogyaszthatósági időt.

## 5. ÚJ, TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Az évszakhatás szignifikánsan nem befolyásolja a fehér busa nyers filé nyers fehérje tartalmát, a nyári lehalászásból származó halak nyers filéje nagyobb nyerszsír tartalommal (441,6 g/1000 g szárazanyag) rendelkezik az őszi (364,3 g/1000 g szárazanyag) ill. a tavaszi halászatból (384,1 g/1000 g szárazanyag) származóknál.
2. A fehér busa különböző, tógazdasági és természetes vízi élőhelye szignifikánsan nem befolyásolja a nyers filé kémiai összetételét és zsírsavösszetételét.
3. A fehér busa feldolgozása a nyersfehérje tartalom szignifikáns csökkenését idézi elő. A busa termékek közül a legkevesebb hozzáadott adalékanyagot tartalmazó termékek mutatják a legszűkebb n-6/n-3 arányt: füstölt filé (0,43), busakolbász (0,51), busafasírt (0,57), és rendelkeznek a legkedvezőbb EPA és DHA tartalommal.
4. A busa húsának tartósítására a füstölés van a legkedvezőbb hatással, a füstölt termékek rendelkeznek a leghosszabb fogyaszthatósági idővel (7-10 nap) a mikrobiológiai vizsgálatok eredményeképp.
5. A 6 % halolaj kiegészítésű takarmány képes szignifikánsan növelni az afrikai harcsa húsának n-3 zsírsav mennyiségét, EPA és DHA tartalmát, valamint szűkíteni a halhús n-6/n-3 arányát 6 hetes periódus alatt (1,86-ről 1,12-re).
6. A vizsgálatok alapján a 6 % lenolaj kiegészítésű takarmány szűkítette a halhús n-6-n-3 arányt (1,86-ről 1,4-re), és szignifikánsan növelte az n-3 zsírsavak mennyiségét 6 hét alatt. A 6 % szójaolaj kiegészítésű táp erre a célra nem volt alkalmas, nem idézett elő változást sem az n-3 zsírsavak, sem az n-6/n-3 arány tekintetében.

## 6. JAVASLATOK

Összességében megállapíthatjuk, hogy minden vizsgált paramétert figyelembe véve a busatermékek táplálkozás élettanilag rendkívül kedvező tulajdonságokkal rendelkeznek.

A fehér busa nyers hús vizsgálatok nem mutattak jelentős eltérést a tavi és a természetes vízi minták kémiai és zsírsavösszetételében, így mindkét származási helyről egyformán javasolt a fehér busa beszerzése fogyasztási célra. A busatermékek közül a füstölt filé, a busakolbász és a busafasírt rendelkeznek a legkedvezőbb n-6/n-3 aránnyal (0,43-0,57), és ezen termékek közül a busakolbász és a füstölt filé érték el a legkedvezőbb fogyaszthatósági időt (10-10 nap). A javasolt napi 0,22 g EPA és DHA bevitel eléréséhez füstölt filéből és busakolbászból szükséges a legkisebb mennyiséget fogyasztani (napi 45 gramm alatti mennyiség), így elsősorban ezekkel a termékkel javasoljuk a magyar lakosság halfogyasztásának növelését, mivel az alapanyagul szolgáló fehér busa hazai körülmények közt olcsón előállítható, így a termék árban is elérhető lehet a hazai lakosság számára, fogyasztásával pedig sok megbetegedés veszélye csökkenthetővé illetve megelőzhetővé válhat.

Az afrikai harcsa fogyasztása szintén javasolható. Tágabb ugyan nyers húsának n-6/n-3 aránya (1,74) a busa nyers filéhez képest (0,44), ám belül van a Neuriger féle optimumon (1:4). Húsa többszörösen telítetlen zsírsavak közül linolénsav és DHA zsírsavakban gazdag. Filéje szálkamentes, rendkívül könnyen, sokoldalúan elkészíthető. Az afrikai harcsa húsát magas nyersfehérje tartalma (650,8 g/1000 g szárazanyag), alacsony zsírtartalma (101,1 g/1000 g szárazanyag) értékes fehérjeforrássá teszi a magyar lakosság számára.



## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban rendkívül hangsúlyos szerep jut az egészséges, tudatos táplálkozásnak. Ily módon ugyanis tehetünk szervezetünk egészségének fenntartásáért. Ehhez azonban fontos ismernünk a táplálékunk összetételét. A halhús előnyös tulajdonságait szem előtt tartva a fehér busa nyers húsát, valamint a fehér busából készített termékek kémiai- és zsírsav összetételét vizsgáltuk tavi és természetes vízi minták esetében három különböző évszakban (tavasz, nyár, ősz). Az afrikai harcsánál vizsgáltuk a nyers filé kémiai összetételét, valamint három féle különböző olaj kiegészítésű táp (halolaj, lenolaj, szójaolaj) hatását a halhús zsírsavösszetételére 3 és 6 hétig történő takarmányozást követően. Elemeztük a nyers busa kémiai összetételét, 1000 g eredeti anyagban  $316,32 \pm 36,15$  g szárazanyag,  $184,18 \pm 17,36$  g nyers fehérje,  $121,49 \pm 31,78$  g nyers zsír és  $13,26 \pm 3,02$  g nyers hamu tartalmat állapítottunk meg.

A nyers busa halhús kémiai összetételének vizsgálatok kiderült, hogy az évszakhatás (tavasz, nyár, ősz) szignifikánsan nem befolyásolja annak nyers fehérje tartalmát, ellenben a nyári halászatból származó halak filéje nyers zsírból szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) többet tartalmazott a tavaszi és őszi mintáknál. Megvizsgáltuk a különböző évszakok (tavasz, nyár, ősz) zsírsavösszetételre gyakorolt hatását is. A PUFA vizsgálatok szignifikánsan alacsonyabb értéket tapasztaltunk a nyári mintákban a két másik évszakhoz képest. Az n-6/n-3 arány a három évszak mintáiban nem mutatott szignifikáns különbséget. Mind az EPA, mind a DHA a nyári mintákban ért el szignifikánsan alacsonyabb ( $P < 0,05$ ) értéket a másik két évszak mintáihoz képest.

A fehér busa minták eltérő -tavi és természetes vízi- származása nem mutatott jelentős eltérést a minták kémiai összetételében és zsírsavösszetételében, szignifikánsan nagyobb ( $P < 0,05$ ) értékeket mértünk viszont EPA-ból a természetes vízi minták esetében, DHA –ból pedig a tavi minták esetén.

A fehér busából öt különböző feldolgozott terméket készítettünk (füstölt filé, natúr pástétom, füstölt pástétom, busakolbász, busafasírt) és vizsgáltuk azok kémiai összetételét, valamint zsírsavösszetételét.

A halhús nyersfehérje tartalmát a feldolgozási módok mindegyike szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) csökkentette.

Megvizsgáltuk a termékek SFA, MUFA, PUFA tartalmát, valamint n-6, n-3 zsírsavmennyiségét és n-6/n-3 arányát. PUFA tekintetében a feldolgozási módok mindegyike között tapasztaltunk szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbséget. A termékek közül füstölt pástétom rendelkezett a legmagasabb PUFA tartalommal, majd a natúr pástétom következett, azután a busakolbász, majd a busafasírt, a legalacsonyabb PUFA tartalom pedig a füstölt busa filénél mutatkozott. Szignifikánsan a legtágabb n-6/n-3 arány ( $P < 0,05$ ) a füstölt pástétomnál mutatkozott, ennél szignifikánsan szűkebb ( $P < 0,05$ ) volt a natúr pástétom n-6/n-3 aránya. A busa fasírt, busa kolbász és füstölt filé esetében jelentkezett a legszűkebb n-6/n-3 arány. A legnagyobb ( $P < 0,05$ ) EPA és DHA mennyiséget a busa kolbász esetében tudtuk kimutatni. Termékeink közül busakolbászból mindössze 43,79 g, füstölt busafiléből 44,92 g, busa fasírtból pedig 47,36 g fogyasztásával elérhetjük a javasolt napi beviteli értéket (0,22 g) mind EPA-ból, mind DHA-ból.

A mikrobiológiai vizsgálatok eredményeképp a füstölt busafilé és a busakolbász rendelkeztek a leghosszabb fogyaszthatósági idővel, 10-10 nap, a

natúr és füstölt pástétom fogyaszthatósági ideje 7 nap volt, leggyengébbnek pedig a busafasírt mutatkozott, 3 nap fogyaszthatósági idővel.

Az afrikai harcsa nyers filé esetében a háromféle olajkiegészítésű takarmány hatására a harmadik hét után a főbb zsírsavak tekintetében nem tudunk szignifikáns különbséget ( $P < 0,05$ ) kimutatni a különböző kezelési csoportoknál (kontroll, halolajos, lenolajos, szójaolajos). Hasonlóképp az összesített SFA, MUFA, PUFA valamint az n-3, n-6-os zsírsavak és az n-6/n-3 arány tekintetében sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a kontroll és a 3 kísérleti eredménycsoport között.

A hatodik hét elteltével már szignifikáns különbségeket figyelhettünk meg néhány fontos zsírsav esetében. Mind az EPA, mind pedig a DHA eredményeknél a halolajos kezelés mutatott szignifikánsan magasabb ( $P < 0,05$ ) eredményt a kontroll csoporthoz képest. A halolajos csoport mutatta szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) a legszűkebb n-6/n-3 arányt, a lenolajos csoport már tágabb ( $P < 0,05$ ) aránnyal bírt, a legtágabb arányt a kontroll és a szójaolajos csoport képviselte. A három különböző takarmánykiegészítő közül a halolajos és a lenolajos takarmány szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) tudta növelni a minták n-3 zsírsavtartalmát a harmadik héttől a hatodik hét végéig, ez jelentkezik az n-6/n-3 arányban is, mindkét olajkiegészítés szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) szűkítette az n-6/n-3 arányt az afrikai harcsa nyers filében harmadik héttől a hatodik hét végéig. Szignifikáns eltérést DHA tekintetében egyik csoportnál sem tapasztaltunk, ellenben az EPA mennyiség szignifikáns növekedést mutatott a halolajos kezelés esetében a harmadik héttől a hatodikig. Megállapíthatjuk tehát, hogy a 6 % halolaj kiegészítésű takarmány képes szignifikánsan növelni az afrikai harcsa húsának EPA és DHA mennyiségét és szűkíteni a halhús n-6/n-3 arányát.



8.b. táblázat. A nyári busa minták zsírsavösszetétele

Zsírsav	NYB		FB		NP		FP		BK		BF		I.s.d.	F-próba		
	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K		F	K	F x K
C8:0	0,33	0,17	0,22	0,15	0,22	0,25	0,23	0,18	0,19	0,34	0,22	0,21	0,06	0,001	0,253	0,001
C12:0	0,2	0,19	0,2	0,2	0,77	2,87	0,44	0,46	0,18	0,18	0,16	0,16	0,249	0,001	0,089	0,007
C13:0	0,15	0,11	0,15	0,16	0,03	0,03	0,04	0,02	0,1	0,07	0,1	0,08	0,02	0,001	0,001	0,307
C14:0	2,86	2,80	2,46	2,64	1,07	2,05	0,94	0,95	2,48	2,43	2,30	2,35	0,144	0,001	0,003	0,104
C15:0	0,78	0,86	0,76	0,83	0,27	0,24	0,23	0,23	0,77	0,65	0,69	0,63	0,04	0,001	0,036	0,086
C16:0	17,29	17,61	18,02	18,42	12,34	15,88	11,52	11,65	18,05	18,27	18,35	18,21	0,421	0,001	0,029	0,001
C17:0	0,48	0,5	0,46	0,48	0,15	0,14	0,16	0,15	0,49	0,44	0,45	0,44	0,048	0,001	0,603	0,352
C18:0	3,69	3,41	3,33	3,38	3,59	3,76	3,73	3,85	3,47	3,36	3,5	3,68	0,166	0,001	0,001	0,016
C20:0	0,25	0,23	0,21	0,2	0,24	0,25	0,24	0,24	0,25	0,21	0,21	0,22	0,018	0,001	0,097	0,064
C22:0	0,06	0,05	0,05	0,05	0,37	0,35	0,46	0,48	0,06	0,05	0,05	0,05	0,012	0,001	0,069	0,001
<b>ΣSFA</b>	<b>26,10</b>	<b>25,88</b>	<b>25,84</b>	<b>26,52</b>	<b>19,06</b>	<b>25,77</b>	<b>17,97</b>	<b>18,19</b>	<b>26,02</b>	<b>26,08</b>	<b>26,03</b>	<b>26,03</b>	<b>0,683</b>	<b>0,001</b>	<b>0,154</b>	<b>0,002</b>
C14:1	0,08	0,08	0,07	0,08	0,02	0,03	0,02	0,02	0,08	0,08	0,07	0,08	0,005	0,001	0,001	0,344
C16:1	9,62	9,59	9,23	9,67	3,09	3,29	2,97	2,79	9,34	9,7	9,32	8,92	0,163	0,001	0,001	0,001
C17:1	0,74	0,79	0,73	0,75	0,27	0,24	0,24	0,23	0,77	0,73	0,72	0,67	0,032	0,001	0,352	0,317
C18:1	31,4	30,2	31,1	31	23,5	23,7	24,3	24,3	29,1	30,5	32,1	31,1	1,19	0,001	0,106	0,484
c-C18:1	2,65	2,81	2,61	2,75	1,32	1,29	1,18	1,29	2,85	2,85	2,58	2,67	0,092	0,001	0,001	0,004
C20:1	2,64	2,64	2,76	2,32	2,61	1,56	1,82	1,68	2,74	2,41	2,36	2,53	0,19	0,001	0,049	0,002
C22:1	0	0	0	0	0,98	0,75	0	0	0	0	0	0	0,044	0,001	0,331	0,001
<b>ΣMUFA</b>	<b>46,64</b>	<b>46,12</b>	<b>46,53</b>	<b>46,62</b>	<b>31,79</b>	<b>30,82</b>	<b>30,57</b>	<b>30,27</b>	<b>44,85</b>	<b>46,25</b>	<b>47,2</b>	<b>46,02</b>	<b>1,237</b>	<b>0,001</b>	<b>0,839</b>	<b>0,005</b>
C18:2 n-6	2,78	2,63	2,41	2,46	39,8	33,31	44,09	43,77	4,01	4,03	4,04	5,05	0,257	0,001	0,257	0,001
t-C18:2, n-6t	0,31	0,35	0,34	0,3	0,08	0,07	0,1	0,08	0,28	0,28	0,25	0,25	0,017	0,001	0,075	0,001
C18:3 n-3	5,1	5,4	4,82	4,75	2,2	1,88	1,48	1,31	4,5	4,27	4,36	4,11	0,317	0,001	0,012	0,892
CLA (c-9 t-11)	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,004	0,001	0,387	0,001
CLA (t-9 t-11)	1,32	1,62	1,56	1,69	0,48	0,61	0,42	0,38	1,37	1,41	1,38	1,278	0,152	0,001	0,011	0,129
C20:2 n-6	0,29	0,27	0,25	0,25	0,11	0,12	0,09	0,08	0,26	0,24	0,22	0,24	0,026	0,001	0,087	0,001
C20:3 n-6	0,36	0,29	0,27	0,34	0,1	0,1	0,1	0,08	0,29	0,25	0,25	0,27	0,027	0,001	0,001	0,013
C20:4 n-6	1,33	1,4	1,26	1,4	0,67	0,59	0,44	0,43	1,55	1,34	1,2	1,3	0,093	0,001	0,023	0,028
C20:5 n-3	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,189	0,001	0,001	0,001
C22:2	3,2	3,78	3,59	3,41	1,29	1,56	0,93	0,8	3,69	3,66	3,27	3,34	0,004	0,001	0,001	0,001
C22:4 n-6	0,15	0,12	0,12	0,14	0,06	0,06	0,04	0,05	0,15	0,13	0,12	0,13	0,016	0,001	0,81	0,361
C22:5 n-3	0,96	0,99	1,08	1	0,4	0,43	0,31	0,27	1,1	1,09	0,97	1,03	0,054	0,001	0,758	0,023
C22:6 n-3	2,65	2,74	3,35	2,96	1,67	1,71	1,07	0,92	3,96	3,81	3,05	3,67	0,327	0,001	0,016	0,001
<b>ΣPUFA</b>	<b>18,53</b>	<b>19,68</b>	<b>19,14</b>	<b>18,77</b>	<b>46,92</b>	<b>40,49</b>	<b>49,12</b>	<b>48,24</b>	<b>21,24</b>	<b>20,59</b>	<b>19,20</b>	<b>20,74</b>	<b>0,862</b>	<b>0,001</b>	<b>0,978</b>	<b>0,001</b>
n-3	11,91	12,91	12,83	12,12	5,55	5,59	3,78	3,29	13,25	12,84	11,65	12,15	0,666	0,001	0,255	0,001
n-6	6,62	6,77	6,31	6,65	41,36	34,9	45,34	44,94	7,99	7,75	7,55	8,59	0,36	0,001	0,042	0,001
n-6/n-3 arány	0,56	0,53	0,5	0,55	7,45	6,59	12,03	13,68	0,6	0,61	0,65	0,71	0,25	0,001	0,001	0,001

NYB: nyers busafilé, FB: füstölt busafilé, NP: natúr pástétom, FP: füstölt pástétom, BK:

busakolbász, BF: busafasírt, F: feldolgozás, K: kezelés

8.c. táblázat. Az őszi busa minták zsírsavösszetétele

Zsírsav	NYB		FB		NP		FP		BK		BF		I.s.d.	F-próba		
	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K		F	K	F x K
C8:0	0,14	0,06	0,05	0,04	0,04	0	0	0	0,02	0,14	0,06	0,06	0,06	0,001	0,253	0,001
C12:0	0,31	0,19	0,34	0,21	0,8	0,82	0,55	0,45	0,3	0,26	0,21	0,22	0,249	0,001	0,089	0,007
C13:0	0,21	0,12	0,23	0,14	0,11	0,05	0,07	0,04	0,18	0,17	0,16	0,14	0,02	0,001	0,001	0,307
C14:0	2,56	2,54	2,72	2,51	1,50	1,21	1,08	1,06	2,51	2,86	2,63	2,60	0,144	0,001	0,003	0,104
C15:0	0,63	0,66	0,67	0,68	0,34	0,26	0,23	0,26	0,62	0,76	0,65	0,68	0,04	0,001	0,036	0,086
C16:0	17,4	18,43	17,61	18,68	13,76	12,37	11,67	11,47	17,51	18,16	18,67	18,22	0,421	0,001	0,029	0,001
C17:0	0,52	0,49	0,54	0,5	0,23	0,18	0,2	0,17	0,55	0,55	0,43	0,51	0,048	0,001	0,603	0,352
C18:0	4,12	3,74	4,14	3,7	3,63	3,63	3,87	3,77	4,21	3,63	3,72	3,64	0,166	0,001	0,001	0,016
C20:0	0,25	0,21	0,25	0,21	0,23	0,24	0,25	0,24	0,26	0,25	0,21	0,24	0,018	0,001	0,097	0,064
C22:0	0,07	0,05	0,09	0,07	0,3	0,37	0,43	0,47	0,06	0,06	0,05	0,06	0,012	0,001	0,069	0,001
<b>ΣSFA</b>	<b>26,07</b>	<b>26,43</b>	<b>26,59</b>	<b>26,70</b>	<b>20,89</b>	<b>19,13</b>	<b>18,36</b>	<b>17,93</b>	<b>26,21</b>	<b>26,70</b>	<b>26,74</b>	<b>25,79</b>	<b>0,683</b>	<b>0,001</b>	<b>0,154</b>	<b>0,002</b>
C14:1	0,08	0,09	0,07	0,08	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,08	0,07	0,08	0,005	0,001	0,001	0,344
C16:1	8,39	10,14	8,54	10,39	4,1	3,4	2,87	3,09	8,12	9,76	9,51	9,87	0,163	0,001	0,001	0,001
C17:1	0,72	0,67	0,69	0,7	0,3	0,24	0,26	0,24	0,7	0,72	0,61	0,69	0,032	0,001	0,352	0,317
C18:1	30,5	31,6	28,6	31,5	25,8	24,1	25,1	23,9	27,7	27,1	30,6	28,9	1,19	0,001	0,106	0,484
c-C18:1	2,44	2,75	2,55	2,9	1,62	1,38	1,3	1,41	2,59	2,82	2,64	2,82	0,092	0,001	0,001	0,004
C20:1	1,89	2,06	1,92	1,94	2,62	2,35	1,84	1,55	2,19	2,36	2,11	2,17	0,19	0,001	0,049	0,002
C22:1	0,09	0,23	0,09	0,23	0,76	0,94	0,32	0,23	0,09	0,23	0,09	0,23	0,044	0,001	0,331	0,001
<b>ΣMUFA</b>	<b>43,98</b>	<b>47,33</b>	<b>42,33</b>	<b>47,49</b>	<b>35,27</b>	<b>32,41</b>	<b>31,42</b>	<b>30,21</b>	<b>41,38</b>	<b>42,82</b>	<b>45,58</b>	<b>44,53</b>	<b>1,237</b>	<b>0,001</b>	<b>0,839</b>	<b>0,005</b>
C18:2 n-6	3,27	2,66	3,21	2,46	31,35	38,76	41,23	44	4,69	3,89	4,45	4,02	0,257	0,001	0,257	0,001
t-C18:2, n-6t	0,16	0,2	0,17	0,18	0,07	0,09	0,09	0,07	0,14	0,19	0,19	0,18	0,017	0,001	0,075	0,001
C18:3 n-3	4,62	3,67	4,43	3,75	2,94	2,34	1,57	1,52	4,07	4,03	3,87	3,77	0,317	0,001	0,012	0,892
CLA (c-9 t-11)	0,05	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,004	0,001	0,387	0,001
CLA (t-9 t-11)	0,89	0,89	0,96	0,78	0,65	0,43	0,31	0,38	0,87	1,35	1,31	1,12	0,152	0,001	0,011	0,129
C20:2 n-6	0,35	0,21	0,36	0,21	0,15	0,11	0,14	0,09	0,38	0,26	0,21	0,24	0,026	0,001	0,087	0,001
C20:3 n-6	0,4	0,32	0,41	0,31	0,18	0,12	0,15	0,1	0,42	0,3	0,31	0,31	0,027	0,001	0,001	0,013
C20:4 n-6	1,18	1,34	1,23	1,21	0,72	0,61	0,46	0,45	1,36	1,42	1,11	1,43	0,093	0,001	0,023	0,028
C20:5 n-3	0,07	0,05	0,07	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,08	0,05	0,04	0,04	0,189	0,001	0,001	0,001
C22:2	3,86	4,22	4,26	4,22	1,64	1,61	1,2	1,2	4,24	4,71	3,88	4,46	0,004	0,001	0,001	0,001
C22:4 n-6	0,15	0,14	0,15	0,13	0,08	0,06	0,05	0,05	0,16	0,15	0,12	0,14	0,016	0,001	0,81	0,361
C22:5 n-3	1	0,97	1,04	0,96	0,55	0,4	0,33	0,31	1,07	1,13	0,95	1,05	0,054	0,001	0,758	0,023
C22:6 n-3	5,8	4,49	6,12	4,39	2,05	1,95	1,99	1,34	6,69	5,12	3,88	5,09	0,327	0,001	0,016	0,001
<b>ΣPUFA</b>	<b>21,80</b>	<b>19,19</b>	<b>22,47</b>	<b>18,68</b>	<b>40,46</b>	<b>46,53</b>	<b>47,57</b>	<b>49,58</b>	<b>24,19</b>	<b>22,63</b>	<b>20,37</b>	<b>21,91</b>	<b>0,86</b>	<b>0,001</b>	<b>0,978</b>	<b>0,001</b>
n-3	15,28	13,35	15,86	13,32	7,19	6,3	5,09	4,38	16,07	14,98	12,59	14,38	0,666	0,001	0,255	0,001
n-6	6,52	5,84	6,62	5,36	33,27	40,24	42,48	45,2	8,12	7,65	7,78	7,53	0,36	0,001	0,042	0,001
n-6/n-3 arány	0,43	0,44	0,42	0,4	4,63	6,39	8,35	10,36	0,51	0,51	0,62	0,52	0,25	0,001	0,001	0,001

NYB: nyers busafilé, FB: füstölt busafilé, NP: natúr pástétóm, FP: füstölt pástétóm, BK:

busakolbász, BF: busafasírt, F: feldolgozás, K: kezelés

8.d. táblázat. A busából készült termékek összesített zsírsavtartalmi értékei

	SFA	MUFA	PUFA	n-6	n-3	n-6/n-3
Busa fasírt	26,22 c	45,52 d	20,76 b	7,47 b	13,29 c	0,57 a
Busa kolbász	26,08 c	43,94 c	22,03 c	7,37 b	14,65 e	0,51 a
Füstölt busa filé	26,42 c	45,42 d	20,13 a	5,96 a	14,16 d	0,43 a
Füstölt pástétom	19,94 a	31,92 a	45,28 e	40,5 d	4,78 a	9,2 c
Natúr pástétom	23,72 b	33,89 b	39,42 d	32,9 c	6,53 b	5,3 b
I.s.d. F	0,48	0,88	0,61	0,25	0,47	0,18
F-próba F	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

F: feldolgozás

## 9. IRODALOMJEGYZÉK

**Abdusamadov, A. S.** (1987): Biology of white amur (*Ctenopharyngodon idella*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and bighead carp (*Aristichthys nobilis*), acclimatized in the Terek Region of the Caspian Basin. *Journal of Ichthyology* 26.4. 41-49.pp.

**ADCP**, Aquaculture Development and Coordination Programme, (1983): Fish feeds and feeding in developing countries. An interim report on the ADCP feed development programme. Rome, Italy. *FAO-ADCP REP.* 83.18. 97.pp.

**Agrárgazdasági Kutató Intézet Statisztikai Osztály** (2009): *Jelentés a halászatról 1995-2008.* Budapest 18-41.pp.

**Alasavar, C., Miyashita, K., Shahidi, F., Wanasundara, U.** (2010): *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications* Wiley-Blackwell 120-122.pp.

**Antalfi, A., Tölg, I.** (1972): *Növényevő halak. 2. Kiadás.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 202.pp.

**Balasubramanian, S., Rajan, J. R., Raj, S.P.** (1993): Bacterial filtration by silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Aquaculture in the Tropics* 8. 231-237.pp.

**Bang, H.O., Dyerberg, J., Sinclair, H. M.** (1980): The composition of the Eskimo food in north western Greenland. *Am J Clin Nutr.* 33. 2657-61.pp.

**Bercsényi, M.** (2010): *Haltenyésztés* BSc. Jegyzet Szerkesztő: Ördög Vince Intenzív haltenyésztés 69-72.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.

**Bialokoz, W., Krzywosz, T.** (1981): Feeding intensity of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) from the Paproteckie lake into the annual cycle. *Polish Journal of Ecology* 29. 53-61.pp.



- Billard, R.** (1997): Les poissons d'eau douce des rivières de France. *Identification inventaire et répartition des 83 espèces*. Lausanne 192.pp.
- Bitterlich, G.** (1985): The nutrition of stomachless phytoplanktivorous fish in comparison with tilapia *Hydrobiologia* 121, 173-179.pp.
- Bleeker, P.** (1860): De visschen van den Indischen Archipel, Beschreven en Toegelicht. Deel II. *Acta Societatis Scientiarum Indo-Neerlandicae* 7.1. 492. 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.
- Boulenger, G.A.** (1911): *Catalogue of freshwater fishes of Africa in the British Museum* (Natural History) 2. London 529.pp.
- Boyd, C.E.** (1990): *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham, Birmingham Publishing Co. 482.pp.
- Bruton, M.N.** (1979a): The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces, clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with a review of breeding species of the subgenus *Clarias* (Clarias). *Trans. Zool. Soc.* 35. 1-45.pp.
- Bruton, M.N.** (1979b): The food and feeding behaviour of *Clarias gariepinus* (Pisces, Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa, with its emphasis on its role as a predator of cichlids. *Trans. Zool. Soc.* 35. 47-114.pp.
- Burke, J. S., Bayne, D. R., Rea, H.** (1986): Impact of silver and bighead carps on plankton communities of channel catfish ponds. *Aquaculture* 55. 59-68.pp.
- Caygill, C.P., Charlett, A., Hill, M. J.** (1996): Fat, fish, fish oil and cancer. *British Journal of Cancer* 74. 159–64.pp.
- Cey-Bert, R. Gy.** (2002): *Magyar halgazdálkodás*. Paginarum Kiadó, Budapest 30.pp

**Chervinski, J.** (1984): Salinity tolerance of young catfish, (*Clarias lazera* Burchell). *J.Fish Biol.* 25. 147–149.pp.

**Chukwu, O., Shaba, I.M.** (2009): Effects of drying methods on proximate compositions of catfish (*Clarias Gariepinus*). *World Journal of Agricultural Sciences* 5. 114-116.pp.

**Clay, D.** (1979a): Population biology, growth and feeding of the African catfish, *Clarias gariepinus*, with special reference to juveniles and their importance in fish culture. *Arch. Hydrobiol.*, 87.4. 453-482.pp.

**Clay, D.** (1979b): Sexual maturity and fecundity of the African catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behavior of the Nile catfish (*Clarias lazera*). *Zool. J. Linn. Soc.*, 65, 351–365.pp.

**Costa-Pierce, B. A., Malecha, S. R., Laws, E. A.** (1985): Effects of policulture and manure fertilization on water quality and heterotrophic productivity in *Macrobrachium rosenbergii* ponds. *Transactions of the American Fisheries Society* 114. 826-836.pp.

**Cremer, M.C, Smitherman, M.O.** (1980): Food habits and growth of silver carp and bighead carp in cages and ponds. *Aquaculture* 20. 57-64.pp.

**Csapó, J., Csapóné, K. Zs.** (2003): *Élelmiszer-kémia*, Mezőgazda Kiadó, Budapest 213.pp.

**Csengeri I., Sándor Zs., Bogár G., Borók I.,Pető B.** (2010): Néhány hazai halfaj kihozatali mutatóinak meghatározása és kinyerhető húsrészeinek kémiai vizsgálata restrukturált húskészítmények előállítására céljából. *Halászatfejlesztés* 33. 86-96. pp.

**Csiszár, V.** (1964): *Húsvizsgálat és húshigiénie*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 63.pp.

**Daramola J.A., Fasakin E.A., Adeparusi E.O.** (2007): Changes in physicochemical and sensory characteristics of smoke-dried fish species stored at ambient temperature. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* 7. 6.pp.

**Darázs, S., Aczél, A.** (1987): *Édesvízi halak feldolgozása*. Mg. Kiadó, Budapest 39-48.pp.

**David, L.** (1935): Die entwicklung der clariiden und ihre Verbreitung. *Revue Zool. Bot. Afr.* 28. 77-147.pp.

**de Graaf, G.J., Galemoni, F., Banzoussi, B.** (1995): The artificial reproduction and fingerling production of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) in protected and unprotected ponds. *Aquaculture Research* 26. 233-242.pp.

**Deng, D., Chen, S., Cheng, Y., Yuan, C.** (2001): The freshness variation of silver carp during storage. *Journal of the Shanghai Fisheries University* 10. 38-43.pp.

**De-Shang, L., Shuang-Lin, D.** (1996): The structure and function of the filtering apparatus of silver carp and bighead carp. *Acta Zoologica Sinica* 42. 10-14.pp.

**Domaizon, I., Desvillettes, C., Debroas, D., Bourdier, G.** (2000): Influence of zooplankton and phytoplankton on the fatty acid composition of digesta and tissue lipids of silver carp: mesocosm experiment. *Journal of Fish Biology* 57. 417-432.pp.

**Dominique, J., Gallon, B., Sabatier, C.V., Vincent, D.A, Rio, P.G., Maurizis, J.C., Fustier, P., Bignon, Y.Y.** (2002): Differential effects of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids on BRCA1 and BRCA2 gene expression in breast cell lines. *Br.J.Nutr.* 87. 281-289.pp.

**Ekmath, A. E., Doyle, R.W.** (1990): Effective population size and rate of inbreeding in aquaculture of Indian major carps. *Aquaculture* 85. 293-305.pp.

**Eschmeyer, W.N.** (2003): *The catalog of fishes on-line*. California Academy of Sciences, San Francisco, California. Online at <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html>.

**Fan, Z.** (1990): *The conversation atlas of China*. Science Press Beijing 238.pp.

- FAO.** (1972): Aquaculture development. *FAO Aquaculture Bulletin* 4. 7-11.pp.
- FAO.** (1980): *Pond fish culture in China*. Pearl River Fisheries Research Institute, Ghangzhou 136.pp.
- FAO.** (1999): Aquaculture production statistics 1988-1997. *FAO Fisheries Circular* 815.11. 203.pp.
- FAO.** (2005): Fisheries and Aquaculture topics. Main elements of fish muscle. Topics Fact Sheets. Text by Lahsen Ababouch. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* online at: <http://www.fao.org/fishery/topic/14825/en> Rome. Updated 27 May 2005.
- FAO.** (2006): Fisheries Department. *State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) - SOFIA 2006*.
- FAO.** (2010): Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2008, Rome pp. 63.
- Farkas T., Herodek S.** (1964): The effect of environmental temperature on the fatty acid composition of crustacean plankton. *Journal of Lipid Research* 5. 369-373.pp.
- Farkas T., Csengeri I.** (1976): Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature. *Lipids*, 11.5. 401-407.pp.
- Froese, R., Pauly, D.** (2004): *FishBase*, version 9/2004 Electronic publication [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E.** (2004): Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry* 84. 19-22.pp.
- Gorbach, E.I. Krykhtin, M. L.** (1989): Migration of the white amur, *Ctenopharyngodon idella*, and silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* in the Amur River Basin. *Journal of Ichthyology* 28. 47-53.pp.

**Groenewald, A.A.v.J.** (1964): Observations on the food habits of *Clarias gariepinus* Burchell, the South African freshwater Barbel (Pisces: Clariidae) in Transvaal. *Hydrobiologia* 23. 267-273.pp.

**Guihong, F., Wuying, C., Jial, C., Zhen, L., Fang, L., Tiaoyi, X., Jianshe, Z.** (2008): Fatty acid profiles of the muscle tissues of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) L and determination of the optimal analysis conditions. *Freshwater Fisheries* 3. 13-17.pp.

**Gurr, M. I.** (1999): *The nutritional and biological properties of the Polyunsaturated Fatty Acids* In: Lipids in Nutrition and Health Gurr M.I. The Oily Press, Bridgwater 119-151.pp.

**Gurr, M. I., Harwood, J. L.** (1991): *Lipid biochemistry: an introduction* Chapman&Hall, London 244-294.pp.

**Györe, K.** (1995): *Magyarország természetesvízi halai* Környezetgazdálkodási Intézet 238.pp.

**Hakimeh, J.A., Akram, A.A., Bahareh, S., Alireza, S.M.** (2010): Physiochemical and sensory properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) filets as affected by cooking methods. *Int. Food Res. J.* 17. 921-926.pp.

**Hall, G. M.** (1997): *Fish processing technology.* Chapman & Hall London 171-175.pp.

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

**Hancz Cs., Horváth L.** (2007): *Haltenyésztés. A tógazdasági haltenyésztés gyakorlata* (Szerk: Hancz Cs.) egyetemi jegyzet, Kaposvár. 119-120.pp.

**Hayes, K. C.** (1995): Saturated fats and blood lipids: new slant on and old story. *Can. J. Cardiol.* 11. 39-46.pp.

**Hecht, T., Appelbaum, S.** (1988): Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile *Clarias*

*garipepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *J. Zool., Lond.* 214. 21-44.pp.

**Hecht, T., Uys, W., Britz, P. J.** (1988): The culture of sharptooth catfish *Clarias gariepinus* in Southern Africa. *South African National Scientific Programmes Report* 153. 133.pp.

**Hodgson, J. M., Wahlquist, M.L., Boxall, J.A, Balazs, N.D.** (1993): Can linoleic acid contribute to coronary artery disease? *Am. J. Clin. Nutr.* 127. 805-808.pp.

**Holub, B.J.** (2001): *Dokozahexaeonic acid in human health* In: Omega-3 fatty acids Chemistry, Nutrition, and Health Effects Editors: F. Shahidi, J. W. Finley American Chemical Society, Washington 66-78.pp.

**Horváth, L., Urbányi, B.** (2000): *Halbiológia és haltenyésztés. Tenyésztési alapok* (Szerk.: Horváth L. ) Mezőgazda Kiadó, Budapest . 275.pp.

**Horváth, L., Urbányi, B., Szabó, T.** (2000): *Halbiológia és haltenyésztés. Mellékhalak a pontyos tógazdaságokban.* (Szerk.: Horváth L. ) Mezőgazda Kiadó, Budapest . 304.pp.

**Horváth, L., Tamás, G.** (1981): *Ivadéknevelés.* Alföldi Nyomda 103-110.pp.

<http://horgaszat.hu/taxonomy/term/482/0>

[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=99500057.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99500057.TV)

<http://www.earthlife.net/fish/muscles.html>

[http://www.haki.hu/index.cgi?rx=&nyelv=hu&item=&searchwords2=&menuparam4=37&menuparam\\_4=105&type\\_4](http://www.haki.hu/index.cgi?rx=&nyelv=hu&item=&searchwords2=&menuparam4=37&menuparam_4=105&type_4)

**Huang, D., Liu, J., Hu, C.** (2001): Fish resources of Chinese reservoirs and their utilisation in S.S De Silva, Reservoir and Culture –based Fisheries: Biology and Management. *Aciar Proc.* 98. 16-21.pp.

**Huang, T. L., Zandi, P. P., Tucker, K. L., Fitzpatrick, A. L., Kuller, L. H., Fried, L. P., Burke, G. L., Carlson, M. C.** (2005): Benefits of fatty acid on dementia risk are stronger for those without APOE 4. *Neurology* 65. 1409-14.pp.

**Husvéth, F.** (1980): *A nélkülözhetetlen zsírsavak jelentősége a baromfi takarmányozásban.* Kandidátusi értekezés, Keszthely 8-14.pp.

**Husvéth, F., Manilla, H.A., Kovács, G., Németh, K.** (1999): A baromfitermékek zsírsavösszetételének befolyásolási lehetőségei az egészséges élelmiszerellátás érdekében. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 48. 805-808.pp.

**Ip, C.** (1997): Review of the effects of trans fatty acids, oleic acid, n-3 polyunsaturated fatty acids, and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *Am J Clin Nutr* 66. 1523-1529.pp.

**Ismail, A., Ikram E. H. K.** (2004): Effects of cooking practices (boiling and frying) on the protein and amino acids contents of four selected fishes. *Nutrition & Food Science*, 34.2, 54-59 pp.

**Janssen J.** (1987): Hatchery management of the African Clariid Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1982). In Coche. A., Edwards, D. (Eds), Selected aspects of warmwater fish culture. *FAO/UN, Rome 1989.* 181.pp.

**Jirasek, J., Hampl, A., Sirotek, D.** (1981): Growth morphology of the filtering apparatus of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Aquaculture* 26. 41-48.pp.

**Jubb, R. A.** (1967): *Freshwater fishes of southern Afrika.* Cape Town, 248. pp.

**Jubb, R.A.** (1961): *An illustrated guide to the fresh water fishes of the Zambezi River, Lake Kariba, Pungwe, Sabi, Lundi and Limpopo Rivers.* Bulawayo: Stuart Manning 171.pp.

**Jump, D.B.** (2002): The biochemistry of n-3 polyunsaturated fatty acids. *J Biol Chem* 277. 8755-8.pp.

**Kamilov, B. G., Komrakova, M. Y.** (1999): Maturation and fecundity of the Silver Carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, in Uzbekistan. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh* 51.1. 40-43.pp.

**Kamilov, B. G., Shalikov, T.V.** (1996): Spawning and reproductive potential of the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) from the Syr Dar'Ya River. *Journal of Ichthyology* 36. 600-606.pp.

**Kaul, M., Rishi, K.K.** (1993): Exotic Chinese carps. *Punjab Fisheries Bulletin* 27.53-56.pp.

**Kiss, I.** (2000): *Halbiológia és haltenyésztés. Biológiai alapismeretek.* (Szerk.: Horváth L.) Mezőgazda Kiadó, Budapest. 28-29. pp.

**Kiss, J.** (1978): *Mikrobiológiai vizsgálatok az élelmiszeriparban. II. Minőségi vizsgálatok.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

**Kocatepe, D., Turan H., Taskaya G., Kaya Y., Erden R., Erdogdu F.** (2011): Effects of cooking methods on the proximate composition on b Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) *Gida*, 36.2. 71-75. pp.

**Konradt, A. G.** (1965): Methods of breeding the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) FAO Fisheries Report IV/E9.195-204.pp.

**Kovács, Á.** (1999): *Az élelmiszertudomány alapjai II. Élelmiszerkémia,* Pécs. 112.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* 102. 2284–99.pp.

**Krykhtin, M. L., Gorbach, E. I.** (1981): Reproductive ecology of the grass carp *Ctenopharyngodon idella* and the silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* in the Amur Basin. *Journal of Ichthyology* 21. 109-123.pp.



**Kuronuma, K.** (1968): New systems and new fishes for culture in the Far East. *FAO Fisheries Report* 5. 123.pp.

**Kyi, M. M.** (2007): Dietary Omega-3 Oil Supplementation To Increase Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Red Tilapia (*Oreochromis hybrid*) and Catfish (*Clarias gariepinus*). *P.h.D. Thesis Abstract* 1.pp.

**Lachance, P.A., Nakat, Z., Jeong, W.S.** (2001): Antioxidants: an integrative approach. *Nutrition* 17. 835-838.pp.

**Laird, C.A., Page, L.M.** (1996): Non-native fishes inhabiting the streams and lakes of Illinois. *Illinois Natural History Survey Bulletin* 35. 1-51.pp.

**Lányi, Gy.** (1968): *A hal mint élőlény és mint táplálék*. Mezőgazdasági Kiadó. 176.pp.

**Larsson, S.C., Kumlin, M., Ingelman-Sundberg, M., Wolk A.** (2004): Dietary long-chain n-3 fatty acids for the prevention of cancer: a review of potential mechanisms. *Am J Clin Nutr*, 79. 6. 935-945.pp.

**Leventer, H.** (1979): Biological control of reservoirs by fish. Jordan District Central Laboratory of Water Quality, *Nasareth Elit* 71.pp.

**Leventer, H.** (1987): The contribution of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* to the biological control of reservoirs. *Mikroth Water Company* 106.pp.

**Leventer, H., Teltsch, B.** (1990): The contribution of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) to the biological control of netofa reservoirs Trophic relationships in inland waters. *Hydrobiologia* 191. 47-55.pp.

**Lieberman, D. M.** (1996): Use of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), and bighead carp (*Aristichthys nobilis*) for algae control in a small pond: changes in water quality. *Journal of Freshwater Ecology* 11. 391-397.pp.

**Lu, M., Xie, P., Tang, H., Shao, Z., Xie, L.** (2002): Experimental study of trophic cascade effect of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in

a subtropical lake, Lake Donghu: On plankton community and underlying mechanisms of changes of crustacean community. *Hydrobiologia* 487.19-31.pp.

**Lu, M., Xie, P.** (2001): Impacts of Filter-Feeding Fishes on the Long-Term Changes of Crustacean Zooplankton in a Eutrophic Subtropical Chinese Lake. *Journal of Freshwater Ecology* 16.2. 219-228. pp.

**Magyar Élelmiszerkönyv** (2001): *Codex Alimentarius Hungaricus*. 1-1-90/496 számú előírás. Az élelmiszerek tápértékének jelölése. Nutrition labelling for foodstuffs

**Magyar Takarmánykódex II./ 1-2.** (1990): Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat

**Mahboob, S., Sheri, A. N.** (1997): Growth performance of major, common and some Chinese carps under composite culture system with special reference to pond fertilization. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 12. 201-207.pp.

**Maheshwari, U. K., Roy, B., Bhattacharya, S. K., Singh, I., Yadavin, A.K.** (1992): Observations on relative length of gut, gastrosomatic index and food spectrum of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*. *Indian Journal of Ecology* 19. 112-114.pp.

**Matuk, K.** (1987): A halak altatásának újabb lehetőségei. *Halászat* 8. 11-13.pp.

**Micha, J.C.** (1973): *Etude des populations piscicoles de l'Ubanguï et tentative de selection et d'adaptation de quelques especes a l'etang de pisciculture*. Centre Technique Forestiere Tropical, Nogent sur Marne 100.pp.

**Micha, J.C.** (1976): Synthèse des essais de reproduction, d'alevinage et de production chez un silure Africain: *Clarias lazera* Val. Symp. FAO/CPCA on Aquaculture in Africa. Accra, Ghana. *CIFA Tech. Pap.* 4 .1. 450-473.pp.

**Molnár, K.** (1971): Protozoan diseases of the fry of herbivorous fishes. *Acta Vet Acad Sci Hung.* 21.1. 1-14.pp.

- Moussa, T.A.** (1956): Morphology of the accessory air-breathing organs of the teleost *Clarias lazera* (C&V). *J. Morph.*, 98.125-160.pp.
- Munro, J.L.** (1967): The food of a community of East African freshwater fishes. *J. Zool., Lond.* 151. 389–415.pp.
- Murray, J., Burt, J.R.** (2001): *The composition of fish*. FAO Torrey advisory note 38. [www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.htm](http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.htm)
- Narayan, B., Miyashita, K., Hosakawa, M.** (2006): Physiological effects of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) - A review. *Food Rev. Int.* 22. 3. 291-307. pp.
- Nelson, J.S.** (1994): *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, New York.
- 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.* 8. 517-541.pp.
- Newton, S. H., Dean, J.C., Handcock, A. J.** (1978): Low intensity policulture with Chinese carps. *Symposium on culture of exotic fishes* 137-143.pp
- Nikolsky, G.V.** (1963): *The ecology of fishes*. Academic Press, London, New York 353.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* 35.4. 409-457.pp.
- Olurin, K.B., Akinyemi, Y., Obe, O.Y., Olojo, E.A.A.** (2004): Use of palm oil in the diet of African mudfish *Clarias gariepinus*. *African Journal of Biotechnology* 3. 418-420.pp.
- Oluwaniyi O.O., Dosumu O.O.** (2009): Preliminary studies on the effect of processing methods on the quality of three common consumed marine fishes in Nigeria. *Biokemistri*, 21. 1-7 pp.

- Omarov, M.O.** (1970): The daily food consumption of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). *Journal of Ichthyology* 10. 425-426.pp.
- Opuszyński, K.** (1981): Comparison of the usefulness of the silver carp and the bighead carp as additional fish in carp ponds. *Aquaculture* 25. 223-233.pp.
- Opuszyński, K., Lirski A., Myszkowski L., Wolnicki J.** (1989): Upper lethal and rearing temperatures for juvenile common carp, *Cyprinus carpio* L. and silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes). *Aquaculture and Fisheries Management* 20. 287-294.pp.
- Opuszyński, K., Shireman, J. V.** (1995): *Herbivorous fishes: culture and use of weed management*. CRC Press, Boca Raton, Florida 223.pp.
- Osibona, A. O., Kusemiju, K., Akande, G. R.** (2009): Proximate composition and fatty acids profile of the African Catfish *Clarias gariepinus*. *Acta Satech.* 3. 85-89.pp.
- Ozorio, R.O.A., Uktoseja, J.L.A., Huisman, E.A., Verreth, J.A.J.** (2001): Changes in fatty acid concentrations in tissues of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell, as a consequence of dietary carnitine, fat and lysin supplementation. *Br. Jour. of Nutr.* 86. 623-636.pp.
- Pawlovsky, R. A., Barnes, A., Salem, S.** (1994): Essential fatty acid metabolism in the fenile relationship between liver and brain production of long-chain polyunsaturated fatty acid. *J. Lipid Res.* 35. 2032-2040.pp.
- Payne, R.W.** (2008): *GenStat Release 11 Reference Manual, Part 3 Procedure Library PL19*. Hemel Hempstead, UK: VSN International Ltd.
- Perédi, J.** (2002): Lehetőségek a hazai lakosság n-3 zsírsavellátottságának javítására. *Orv. Hetil.* 143. 2587-2591.pp.
- Péterfy, M.** (2000): A halfeldolgozás, a halfogyasztás növelésének és a halászati ágazat versenyképességének kulcskérdése. A hazai feldolgozóipar helyzete, fejlesztésének irányai és lehetőségei. XXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás HAKI, Szarvas május 24-25. *Halászatfejlesztés.24.* 47-48.pp.

**Péterfy, M.** (2002): A feldolgozott haltermékek kínálatának szélesítésével növelhető a halfogyasztás. XXVI. Halászati Tudományos Tanácskozás HAKI, Szarvas május 8-9. *Halászatfejlesztés*.27. 5-11.pp.

**Péteri, A., Nandi, S.** (1992). Manual on seed production of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Project reports No.22*, Bangladesh. 70.pp.

**Péteri, A., Horvath, L., Radich, F., Pupanne, B.F.** (1989): Az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*) tenyésztése. *Halászat*, 82, 86–91.pp.

**Pigott, G. M., Tucker, B. W.** (1990): Seafood: effects on technology on nutrition. *New York and Basel: Marcel Dekker Incorporated* 104-106.pp.

**Pintér, K.** (1978): A fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix* Val) *Halászat*, 24. melléklet 1-4.

**Pintér, K.** (2002): *Magyarország halai*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 117-119.pp.

**Pintér, K.** (2010). Magyarország halászata 2009-ben. *Halászat*, 103. 2. 44-48.pp.

**Potter, N. N., Hotchkiss, J. H.** (1995): *Food science*. Fifth edition New York, Aspen publishers 24-35.pp.

**Puri, B. K.** (2004): The use of eicosapentaenoic acid in the treatment of chronic fatigue syndrome. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 70. 399-401.pp.

**Racine, R. A., Deckelbaum, R. J.** (2007): Sources of the very-long-chain unsaturated omega-3 fatty acids: eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *Curr op in clin nutr and met care* 10.2. 123-128.pp.

**Radenko, V. N., Alimov, I. A.** (1992): Significance of temperature and light for growth and survival of larvae of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Ichthyology* 32. 16-27.pp.

- Rady, A.A.R., Csengeri I., Matkovics B.** (1990): Phospholipid fatty acid composition and lipid peroxidation in some tissues of carp acclimated to different environmental temperatures. *Aquacultura Hungarica (Szarvas)* 6. 161-070. pp.
- Rasmussen, J. L.** (2002): The Cal Sag and Chicago Sanitary and Ship Canal a perspective on the spread and control of selected aquatic nuisance fish species U.S. Fish and Wildlife Service, Illinois 26.pp.
- Robinson, H. W., Buchanan, T.M.** (1988): *Fishes of Arkansas*. University of Arkansas Press, Fayetteville 536.pp.
- Romvári, R., Hancz, Cs., Petrási, Zs., Molnár, T., Horn, P.** (2002): Non-invasive measurement of fillet composition of four freshwater fish species by computer tomography. *Aquacultura International* 10. 231-240.pp.
- Rose, D.P., Connolly, J.M.** (1999): Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacol Ther.* 83. 217–44.pp.
- Schmitz, B., Muransky, U., Pflügel, M.** (1977): Positional isomer of unsaturated fatty acids in rat liver lipids. *Lipids.* 12. 307-313.pp.
- Shefler, D., Reich, K.** (1977): Growth of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in Lake Kinneret in 1969-75. *Bamidgeh.* 29. 3-16.pp.
- Simopoulos, A. P., Leaf, A., Salem, N.** (1999): Workshop on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids. *Journal of the American College of Nutrition* 18.5. 487-489. pp.
- Simopoulos, A.P.** (2001): n–3 fatty acids and human health: Defining strategies for public policy. *Lipids* 36.1. 83-89.pp.
- Singh, W.** (1989): Fecundity of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). *Indian Journal of Animal Sciences* 59. 392-394.pp.

**Skelton, P.H.** (1993): *A complete guide to the freshwater fishes of southern Afrika*. Southern Book Publishers, Halfway House, South Afrika 230.pp.

**Soin, S.G., Sukhanova, A.I.** (1972): Comparative morphological analysis of the development of the grass carp, the black carp, the silver carp and the bighead (Cyprinidae). *Journal of Ichthyology* 12. 61-71.pp.

**Spataru, P., Viveen, W.J.A.R., Gophen, M.** (1987): Food composition of *Clarias gariepinus* (= *C. lazera*), (Cypriniformes, Claridae) in Lake Kinneret (Israel), *Hydrobiologica*, 144. 77-82.pp.

**Spataru, P., Wohlfahrt, G. W., Hulata, G.** (1983): Studies of the natural food of different fish species in intensively manured poyculture ponds. *Aquaculture*, 35. 283-298.pp.

**Sprecher, H.** (1981): Biochemistry of essential fatty acids. *Prog. Lipid. Res.* 20. 13-24.pp.

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

**Statisztikai Tükör** (2010): *Az élelmiszer fogyasztás alakulása 2008*. IV. évf. 71. 1.pp.

**Steffens, W., Leider, U., Wirth, M., Mieth, G.** (1992): Value of bighead and silver carp as a dietary food for prevention and therapy in cardiovascular disease. *Journal of Ichthyology* 1. 180-182.pp.

**Steffens, W., Wirth, M.** (1997): Cyprinids as a Valuable Source of Essential Fatty Acids for Human Health: A Review. *Asian Fisheries Science* 10. 83-90.pp.

**Stoll, B. A.** (2002): N-3 fatty acids and lipid peroxidation in breast cancer inhibition. *Br. J. Nutr.* 87. 193-198.pp.

**Stringer, M. D., Gorog, P.D., Freeman, A., Kakkar, V.V.** (1989): Lipid peroxides and atherosclerosis. *Br. Med. J.* 298. 281-284.pp.

**Taskaya, L., Chen, Y., Beamer, S., Jaczynski, J.** (2009): Texture and colour properties of proteins recovered from whole gutted silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) using isoelectric solubilisation/precipitation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89. 354.pp.

**Taylor, A., Hobbs, M.** (2001): Assessment of nutritional influences on risk for cataract. *Nutr.* 17. 845-857.pp.

**Terry, P., Lichtenstein, P., Feychting, M., Ahlbom, A., Wolk, A.** (2001): Fatty fish consumption and risk of prostate cancer. *Lancet*, 357. 1764-66.pp.

**Teugels, G.G.** (1982a): Preliminary results of a morphological study of five nominal species of the subgenus *Clarias* (Pisces; Clariidae). *J. Nat. Hist.* 16.3. 439-464.pp.

**Teugels, G.G.** (1982b): Preliminary data of a systematic outline of the African species of the genus *Clarias* (Pisces; Clariidae). *Rev. Zool. Afr.* 96.4. 731-748.pp.

**Teugels, G.G.** (1984): The nomenclature of African *Clarias* species used in aquaculture. *Aquaculture* 38. 373-374.pp.

**Tripathi, S. D.** (1989): *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) and *Ctenopharyngodon idella* (Val.) Exotic elements in freshwater carp policulture in India. *Asian Fisheries Society* 27-33.pp.

**Ugoala, C., Ndukwe, G., Audu, T.** (2009): Investigation of the constituent fatty acids of some freshwater fishes common in Nigeria. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 13.1. 65-70.pp.

**Valenzuela, A., Sanhueza, B. J., Nieto, S.** (2006): Docosahexaenoic acid (DHA), essentiality and requirements: why and how to provide supplementation. *Grasas y Aceites* 57.2. 229-237. pp.

**van der Waal, B.C.W.** (1974): Observations on the breeding habits of *Clarias gariepinus* (Burchell) *J. Fish Biol.* 6.1. 23-27.pp



**van der Waal, B.C.W.** (1985): Stripping male *Clarias gariepinus* of semen. *Aquaculture*, 48. 137–142.pp.

**Viveen, W.J., Richter, C.J., Janssen, J.A., van Oordt, P.G., Huisman, E.A.** (1986): *Practical manual for the culture of the African catfish (Clarias gariepinus)*. Department of Fish Culture and Fisheries of the Agricultural University of Wageningen, the Netherlands 121.pp.

**Viveen, W.J.A.R., Richter, C.J.J., Van Oordt, P.G.W.J., Janssen, J.A.L., Huisman, E.A.** (1985): *Practical manual for the culture of the African catfish (Clarias gariepinus)*. The Netherlands Ministry for Development Cooperation The Hague, 128.pp.

**von Shacky, C.** (2000): N-3 fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.* 71. 224-227.pp.

**Vörös, L., Oldal, I., Présing, M., Balogh, K. B.** (1997): Size-selective filtration and taxon-specific digestion of plankton algae by silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). *Hydrobiologia* 342/42. 223-228.pp.

**Vujkovic, G., Karlovic, D., Vujkovic, I., Vörösbaranyi, I., Jovanovic, B.** (1999): Composition of muscle tissue lipids of silver carp and bighead carp. *Journal of American Oil Chemist's Society* 76. 475-480.pp.

**Vybornov, A. A.** (1989): Effects of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, on production indices of phyto- and zooplankton under experimental conditions. *Journal of Ichthyology*. 29.8. 136-140. pp.

**Waller, U.** (1985): Study on the physiological responses of the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) under the specific conditions of Slehswig-Holstein with special regard to its brackish water tolerance. *Arbeiten des Deutschen Fisherei Verbandes*. 105-128.pp.

**Wang, J.Q., Flickinger, S.A., Keming, B., Liu, Y.A.O., Hengwen, X.** (1989): Daily food consumption and feeding rhythm of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during fry to fingerling period. *Aquacultura* 83. 73-79.pp.

**Wang, Z., Wu, Q., Ye, Y., Tong, J.** (2003): Silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* in the Poyang Lake belong to the Gangjian

River population rather than to the Changjiang River population. *Environmental Biology of Fishes* 68. 261-67. pp.

**Weber, P.C., Sellmayer, A., Hrbaticky N.** (1993): *Fatty acids and their drivers functions*. A challenge to future food production Proc. 44 th Annual Meeting EAAP Aarhus 29-27.pp.

**Williams, C. M.** (2000): Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech* 49. 165-180.pp.

**Wirth, M., Moritz, V., Heine, H., Wagenknecht, C., Mieth, G., Friedrich, M., Steffens, W., Lieder, U.** (1990 a): Zur Wirkung von Silberkarpfenöl auf Blutdruck und Lipide von spontanhypertonten Ratten. *Nahrung* 34. 575-578.pp.

**Wirth, M., Moritz, V., Heine, H., Berger, I., Mieth, G., Friedrich, M., Steffens, W., Münckner, W.** (1990 b): Vergleichende Untersuchungen zur Wirkung von Makrelen und Silberkarpfenöl auf Blutdruck und Lipidstoffwechsel von spontanhypertensiven Ratten. *Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry* 28. 802-803.pp.

**Woyanovich, E., Horvath, L.** (1980): The artificial propagation of warmwater fin fishes: A manual for extension. *FAO Fish.Tech.Pap.* 201.183.pp.

**Wrigley, T.J., Toerien, D. F., Gaigher, I.G.** (1988): Fish production in small oxidation ponds. *Water Research* 22. 1279-1285.pp.

**Xu, L. Z., Sanchez, R., Sali, A., Heintz, N.** (1996): Ligand specificity of brain lipid- binding protein. *J. Biol. Chem.* 271. 24711-24719.pp.

**Yang, H., Fang, Y., Chen, Z.** (1992): Integrated fish farming systems in China and the allocation of resources. *World Aquaculture* 23. 61-68.pp.

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

**Yokote, M.** (1956): Morphological notes of the two Chinese Carps *Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis*. *Bulletin of the Freshwater Fisheries Research Lab* 6. 61-70.pp.

**Zabka, V. H.** (1983): Influence of abrupt changes of external salinity on locomotor ability of silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). *Zoologische Jahrbucher-Abteilung für Allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere* 87. 317-342.pp.

**Zang, W., Wang, W., Ye, L., Yu, Z., Ni, G., Zhao, B.** (1989): Toxic effects of salinity (S ppt) on some freshwater fishes. *Oceanologia et Limnologia Sinica* 20.445-452.pp.

**Zulfikar, A.** (2001): Dietary protein and energy interactions in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) *P.h.D Thesis Abstract*. 1.pp.

---

**10. 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	$\alpha$ -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

---

**KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Szathmári Lászlónak a vizsgálatok elvégzése során nyújtott segítségét, a képzés ideje alatt a szakmai utak lehetővé tételét és erkölcsi támogatását. Köszönöm a NYME-MÉK Állattudományi Intézet munkatársainak munkám során nyújtott támogatását. Köszönöm Prof. Dr. Hancz Csabának és a Kaposvári Egyetem Hallaboratórium munkatársainak az afrikai harcsa kísérletek lebonyolításában nyújtott szerepét. Köszönettel tartozom Prof. Dr. Schmidt Jánosnak, Dr. Tóth Tamásnak és a NYME-MÉK Takarmányozási Tanszék munkatársainak a kémiai elemzés és zsírsavösszetétel vizsgálatok lebonyolításában nyújtott segítségért. Köszönöm Dr. Varga Lászlónak és a NYME-MÉK Élelmiszer-technológia és Mikrobiológia Tanszék munkatársainak a mikrobiológiai vizsgálatok kivitelezésében nyújtott segítségét. Köszönöm Szilágyi Gábornak és a kisbajcsi halfeldolgozó munkatársainak a termék előállításban nyújtott segítségét. Hálás köszönet Dr. Zsédely Eszternek a statisztikai elemzésben nyújtott segítségéért és támogatásáért. És nem utolsósorban köszönöm férjemnek, családomnak és barátaimnak, hogy mellettem álltak és támogattak munkám elvégzésében.