

## Adatok haltakarmányozási alapanyagok tápanyag tartalmáról

**J. Sándor Zsuzsanna, Gy. Papp Zsuzsanna, Kiss-Horváth Ágnes,  
Fazekas József, B. Csávás Katalin, Csengeri István**

*Halászati és Öntözési Kutatóintézet, Szarvas*

### Kivonat

Az intézetünkben 2006-ban elkezdődött AQUAMAX integrált projekt célja a kimerülőben lévő halliszt és halolaj források helyettesítésére szolgáló növényi takarmány alapanyagok hatásának és alkalmazhatóságának vizsgálata. Az alapanyagok kiválasztásának fontos kritériuma volt a megfelelő fehérje- és olajtartalom, a szennyeződésmenesség hosszú távú biztosítása. A magas tápláléértékű, elsősorban az omega-3 zsírsavak tekintetében egészségesebb halhús előállításához teljesértékű, optimális összetételű takarmányra van szükség. Ezért a ponty előállításra szolgáló takarmányreceptek kidolgozásának előfeltétele az egyes alapanyagok tápanyagtartalmának (fehérjetartalom, aminosav összetétel, nyerszsír tartalom és zsírsav összetétel, antioxidáns vitaminok mennyisége) és szennyezőinek megismerése. Így célul tűztük ki a következő takarmány összetevők beltartalmi és kromatográfias elemzését: full-fat szója, extrahált szója, csillagfürt, búza, takarmányélesztő, vérliszt, repcemag, lenmag, búzaglutén, kukoricaglutén és halliszt, valamint különböző olajok, mint szójaolaj, szezámolaj, napraforgóolaj, kenderolaj, lenolaj, perillaolaj, camelinaolaj és halolaj zsírsav összetételének meghatározását. Az eredmények lehetővé tették optimális összetételű tápreceptúrák összeállítását ponty takarmányozási kísérletek kivitelezéséhez. Jelen közleményben áttekintést adunk az összetétel adatokról, az egyes receptúrák alapján készült tápok hasznosulásának eredményeiről a következő publikációkban számolunk be.

### Bevezetés

Az akvakultúra a világ jelenleg egyik leggyorsabban fejlődő iparága. Ezen belül a halhústermelés az egyik legjelentősebb ágazat, amely folyamatosan és erőteljesen növekszik. Ugyanakkor a tengeri és édesvízi halászati ágazatok együttes termelése az utóbbi 10-15 évben a maximum körül ingadozott (FAO, 2009). 1970-ben a megtermelt hal és más víziállat 3%-a származott iparszerű termelésből, addig 2006-ra az akvakultúra által megtermelt hal és egyéb termékek aránya 36 %-ra nőtt (FAO, 2009). A jelentősen megemelkedett halhústermelés természetes következménye a haltakarmány termelés intenzív, közel 30%-os növekedése. Az akvakultúra fejlődését ezért jelentős mértékben befolyásolja a minőségi, gazdaságos és megfizethető takarmányhoz való hozzáférhetőség. A megtermelt haltömeg egyharmadát halliszt és halolaj előállítására használják fel,

mivel az egyre fejlődő akvakultúra mind több alapanyagot igényel. A megnövekedett igények és az egyre szűkülő hozzáférhetőség miatt 2006 óta a halliszt és halolaj ára világviszonylatban nagyjából a duplájára emelkedett, Ezért van szükség megfelelő alternatívák, pl. olyan növényi fehérjeforrások keresésére takarmány alapanyagként, amelyek a kimerülőben lévő halliszt- és halolajforrások helyettesítésére szolgálhatnak. Az esszenciális zsírsavak optimális arányának, illetve mennyiségének megismerése az elfogyasztott élelmiszerekben a humán táplálkozás egyik fontos kérdése. Az omega-3 zsírsavakkal szemben, az utóbbi évtizedekben a növényi olajok elterjedésével megnövekedett az omega-6 zsírsavak fogyasztása. Az omega-3-as többszörösen telítetlen zsírsavak leggazdagabb természetes forrásai a „zsíros” tengeri halak, ezért a hagyományos magyar fogyasztói szokások szerint táplálkozók kedvezőtlen omega-3/omega-6 zsírsavarányhoz jutnak. A gyakrabban fogyasztott édesvízi halak húsát célzott takarmányozással funkcionális élelmiszerré alakíthatjuk összetett, teljes értékű takarmányok segítségével.

A növényi tápalapanyagok kiválasztásának és alkalmazásának számos kritériuma van. Csak a takarmány optimális tápanyag összetétele biztosíthatja a hal egészséges fejlődését és gazdaságos tenyésztését, mindemellett fontos elvárás, hogy az alkalmazott haltáp szennyezőanyag-mentes legyen. A haltáp meghatározó összetevői a fehérjék, melyeknek a legfontosabb kritériumuk az esszenciális aminosav tartalmuk. Ismernünk kell mennyiségi és minőségi összetételüket ahhoz, hogy a különböző halfajok aminosav szükségletét biztosítani tudjuk. A takarmányreceptúrák összeállításához néhány más paraméter is fontos. Például a fehérjék emészthetősége, vagy a haltáp lipid tartalmának ismerete, mivel az utóbbi, pl. befolyásolja az előállított halhús omega-3/omega-6 zsírsavainak mennyiségét, arányát. A szénhidrátok energiaforrásként szolgálnak a takarmányozásban, könnyen hasznosítható, olcsó táplálóanyagok. Az előbbieken ismertetett makro tápanyag szükségletek elsősorban a hal fajtájától függenek, tehát genetikai eredetűek hasonlóan a szintén gyakran esszenciális vitamin és ásványi-anyag igényszintekhez, melyek ismerete elengedhetetlen a halak megfelelő takarmányozásához.

A növényi fehérjeforrások alkalmazásának sarkalatos kérdése ugyanakkor az antinutritív anyagok jelenléte. A leggyakrabban használható növények mindegyike tartalmaz olyan anyagokat, melyek megváltoztathatják a takarmány ízét, szagát, étrendi hatását. Ennek következtében többek között takarmányhasznosítási és fejlődési problémákat is előidézhetnek. Az antinutritív anyagokat négy csoportba sorolhatjuk: 1. fehérje hasznosítást és emészthetőséget befolyásoló anyagok (tripszin inhibitor, tannin, lektinek); 2. ásványi-anyag felhasználhatóságot befolyásoló anyagok (fitátok, oxalátok, glükozidok); 3. antivitaminok; 4. vegyes anyagok, mint mikotoxinok, nitrátok, alkaloidák, fitoösztrogének, szaponin vegyületek stb. Az egyes halfajták különbözőképpen tolerálják ezeket a vegyületeket, ezért a haltáp receptúrák kidolgozásánál figyelembe kell vennünk ezeket az alkotókat is, bár ezek analízise nem volt feladata jelen vizsgálatainknak. Az egyes növények antinutritív vegyületeinek minimalizálása a növényneveléssel érhető el a legbiztonságosabban, de jó eredményt kaphatunk hőkezeléssel is. Növényneveléssel sikerült előállítani például az olyan édes csillagfürtöt, melynek lupinin tartalma 0,034% alatt van (Kurnik, 1970), vagy a

szója tripszin inhibitor tartalmát lecsökkenteni akár 25,8 mg/kg-ra (Nemeskéri, 1997). A másik lehetőség, hogy felhasználás előtt előkezeljük a növényi magokat (pl. a lenmag hőkezelése során a ciántartalmú glükozidok elvesztik mérgező hatásukat, vagy a hüvelyes magvak hőkezelése csökkenti az antinutritív anyag tartalmát). A haltakarmány gyártási technológiája során a száraz és nedves hőkezelés, valamint egyes adalékanyagok hozzáadása csökkenti a növényi magvak antinutritív hatását. Viszont az egyes eljárások a tápok beltartalmi értékeit is hátrányosan befolyásolhatják, ezért elővigyázatosan kell alkalmazni azokat. Az antinutritív anyagok együttes jelenléte is csökkentheti az egyes vegyületek toxikus hatását, például a szaponin-tannin (Freeland et al., 1985), tannin-cianogén (Goldstein és Spencer, 1985) pároknál, így a haltakarmány alapanyagok kiválasztásánál erre is érdemes odafigyelni.

Az irodalomban számos kísérleti eredmény található a különböző növényi alapanyagokat alkalmazó takarmányozási kísérletekről. Világviszonylatban a szóját használták a leggyakrabban, különböző formákban, mint teljes zsírtartalmú liszt („full-fat szója”), zsírtalanított vagy extrahált szója (Abel et al., 1984; Rumsay et al., 1993), nyers vagy előfőzött szójaliszt (Wee és Shu, 1989), szójafehérje koncentrátum (Kaushik et al., 1995), valamint különböző adalékanyagokkal kevert szója. További növényi fehérjeforrások, mint lenmag, repcemag, szezámag, gyapot, napraforgó és különböző hüvelyesek alkalmazására találunk példát számos halfaj esetében (Francis et al., 2001). A kísérleti adatokból arra következtethetünk, hogy a haltakarmányokban a növényi fehérjék alkalmazásának létezik egy optimális felső szintje. Jelenlegi ismereteink szerint körülbelül 30-40 %-os növényi fehérje kiegészítéssel, a növényi és állati fehérjék kombinációjával érhetőek el a megfelelő növekedési és takarmányozási indexek.

A fentiek ismeretében terveztük meg az „AquaMax” integrált EU projekt egyik kiemelten fontos kutatási feladatát, a **pontytermelés** fenntarthatóságának és a **pontyhús minőségének** javítását. A program keretében célul tűztük ki a különböző növényi takarmány-alapanyagok hatásának vizsgálatát a halak növekedésére, takarmányhasznosítására, valamint a halhús minőségére, majd az eredmények figyelembevételével új ponty takarmányreceptúrák kialakítását. Dolgozatunkban ezen eredmények közül haltakarmányozási alapanyagok tápanyag tartalmáról számolunk be.

## Anyag és módszer

A magas tápláléértékű, elsősorban az omega-3 zsírsavak tekintetében egészségesebb halhús előállításra szolgáló takarmányreceptek kidolgozásának előfeltétele az egyes alapanyagok tápanyagtartalmának (fehérjeteralom, aminosav összetétel, nyerszsír tartalom és zsírsav összetétel, antioxidáns vitaminok mennyisége) ismerete. Ezért elsődleges feladatunk volt a felhasználni kívánt takarmány összetevők (full-fat szója, extrahált szója, csillagfürt, búza, takarmányélesztő, vérliszt, repcemag, lenmag, búzaglutén, kukoricaglutén és halliszt, valamint különböző olajok, mint szójaolaj, szezámolaj, napraforgóolaj, kenderolaj, lenolaj, perillaolaj, camelinaolaj és halolaj) beltartalmi értékeinek, mikrotápanyag tartalmának és zsírsavösszetételének meghatározása.

**A beltartalmi vizsgálatokat** a nemzetközi (AOAC) és hazai szabványok alapján végeztük néhol kisebb módosításokkal. A nedvesség tartalom meghatározáshoz 105°C-on szárítottuk a mintákat, a nyershamu esetében kerámia főzőlapon hamvasztottunk, majd 500°C-os izzítókemencét alkalmaztunk. A nyersfehérje meghatározáshoz Kjeldatherm (Gerhardt, Germany) roncsoló blokkot és Vapodest 30 (Gerhardt, Germany) desztilláló berendezést alkalmaztunk. A nyerszsír mérését a Soxtherm 2000 (Gerhardt, Germany) félautomata készüléken végeztük 40-60 °C forrponitú petroléter segítségével. A nyersrost vizsgálathoz a Gerhardt Crude Fibre készülékét használtuk. A keményítő-tartalom mérések nátrium lámpás polariméterrel történtek.

**Az aminosav összetétel meghatározásokat** a Waters AccQ•Tag módszere szerint végeztük folyadékromatográfiás készüléken. A módszer egy gőzfázisú hidrolízisből áll, ahol 6 N állandó forrásponitú HCl-t használtunk. A 24 órás hidrolízis után a bepárolt mintához 6-amino-quinoly-N-hydroxysuccinimidyl carbamate derivatizáló reagenst adtunk. Az aminosavak elválasztása a Waters 2695 HPLC rendszeren történik, fluorimetriás detektálással 250 nm excitáción és 395 nm emisszió. A mennyiségi meghatározás során reszponz faktor segítségével számoltuk ki az eredeti anyagra vonatkoztatott százalékos aminosav-tartalmat.

#### **Az antioxidáns vitaminok HPLC-s meghatározása**

A halhús C-vitamin tartalmát az általunk kidolgozott fordított fázisú HPLC módszerrel mértük (Gy. Papp et al., 1998). A háttérkorrekcióhoz a teljes L-aszkorbinsav tartalmat specifikus enzimreakcióval (aszkorbát oxidáz enzimmel) oxidáltuk. Az L-aszkorbinsavat jéghideg perklórsavas oldattal stabilizáltuk és közvetlenül mértük. A dehidro-L-aszkorbinsavat ditioeritritollal redukáltuk L-aszkorbinsavvá. Az aszkorbát-2-foszfátokat savas foszfátáz enzimmel hidrolizáltuk és a keletkezett L-aszkorbinsavat mértük.

A mérésekhez Waters 2695 HPLC rendszert használtunk DAD detektorral, 250 nm-en mértünk. A mobil fázis 0,04 mol l<sup>-1</sup> nátrium-acetát volt, amely 0,05 mmol l<sup>-1</sup> EDTA-t és 0,5 mmol l<sup>-1</sup> tetrabutil-ammonium-dihidrogén-foszfátot tartalmazott, pH 3,76, 1000 ml pufferhez 24 ml metanolt kevertünk. Az elválasztást Nova-Pak C<sub>18</sub> (5 µm, 3,9 mm x 3,0 cm) oszloppal végeztük. A mobil fázis áramlási sebessége 0,6 ml min<sup>-1</sup> volt.

Az E-vitamin méréshez Ochoa és munkatársai módszerét alkalmaztuk (Ochoa et al., 1992). A mérés azon alapszik, hogy a zsírban oldódó E-vitamin ( tokoferol) a növényi szövetekből szerves oldószerrel történő extrakciót és kromatográfiás elválasztást követően a HPLC rendszerben fluorimetriás módszerrel mérhető. Az elválasztáshoz µBondapack C<sub>18</sub> oszlopot (3,9 mm x 30 cm) használtunk, a mobil fázis 95% metanol volt. Az E-vitamin tartalmat 2 ml perc<sup>-1</sup> átfolyási sebességgel, 23 °C-on 295 nm excitáción és 335 nm emisszió. mértük.

#### **A zsírsavösszetétel gázkromatográfiás meghatározása**

A lipidek extrakcióját Folch és munkatársai módszere szerint (Folch et al., 1957) végeztük kloroform-metanol 2:1 arányú eleggyel Ultra-Turax típusú homogenizátorban. A bemérést követően az eleggyhez belső standardot (ISTD) adtunk (lignocerin-sav-metilészter, 24:0 FAME). Az elválasztáshoz a lipidek zsírsavait metilészterekké alakítottuk át. Az átészterezéshez sósavas metanolt (5%

cc. HCl abszolút metanolban) használtunk (Stoffel et al., 1959) 80°C-on 2-8 órán keresztül nitrogénnel öblített légtérű, lezárt ampullákban.

A zsírsavösszetétel meghatározását DB225 típusú, 30 méteres, 0,25 mm belső átmérőjű, 0,25µm vastagságú kapilláris oszlopon végeztük AGILENT "5973N" típusú, lángionizációs (FID) és tömegspektrometriás (MSD) detektorral felszerelt gázkromatográfiás rendszerben. A kiértékelést AGILENT "CHEMSTATION" software segítségével végeztük. Vívógázként nagy tisztaságú (T 6.0) héliumot alkalmaztunk. Az elválasztás hőmérséklete 200°C volt. Az alkalmazott hőmérsékleten az egyes telített és telítetlen zsírsavak általában a kívánalmaknak megfelelően különültek el.

A zsírsav-metilészter csúcsok azonosításához elsődleges, illetve másodlagos standardokat (lenolaj, csukamájolaj, mélytengeri halolaj, ligetszépe olaj stb.), valamint a relatív elúciós hőmérsékletek logaritmus és a szénatomszám közötti összefüggést alkalmaztuk. Egyes zsírsavak azonosításához tömegspektrometriás módszert is alkalmaztunk. A zsírsav összetétel mennyiségi értékelése a csúcs alatti területek meghatározásával és specifikus reszponz faktor (SRF) alkalmazásával történt. A zsírsavtartalom meghatározásához lignocerin-sav-metilészter belső standardot alkalmaztunk.

## Eredmények és értékelésük

A takarmány-alapanyagok beltartalmi értékei (I. táblázat) az irodalomból ismert adatoknak megfelelően alakultak (NRC 1982; NRC 1993; MSZ 6830-66).

**I. táblázat:** A takarmány-alapanyagok összetétele (eredeti anyagra vonatkoztatva)

Összetétel	Nedvesség	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Nyershamu	NFE <sup>a</sup>
Alapanyagok	% (átlag±S.D. <sup>b</sup> )					
Halliszt	8,11±0,08	60,45±0,08	9,42±0,06	-	12,07±0,01	9,94
Fullfat szója ( <i>Glycine max</i> )	10,0±0,09	32,20±0,43	18,95±0,06	4,07±0,28	5,31±0,03	28,98
Takarmányélesztő	7,12±0,07	42,50±0,18	0,69±0,02	0,11	6,80±0,01	42,79
Őszi búza ( <i>Triticum aestivum</i> )	12,10±0,08	9,08±0,59	1,42±0,03	1,78±0,09	1,60±0,08	74,03
Vérliszt	4,85±0,08	86,83±0,29	0,23±0,05	-	3,63±0,0	4,46
Extrahált szója	12,03±0,27	42,58±0,46	2,00±0,04	5,16±0,19	6,60±0,05	31,63
Csillagfürt ( <i>Lupinus albus</i> )	9,48±0,07	36,28±0,24	9,28±0,21	6,60±0,16	3,63±0,02	34,73
Repcemag ( <i>Brassica napus</i> )	7,58±0,29	19,95±0,14	39,85±0,25	9,29±0,40	3,77±0,02	19,57
Lenmag ( <i>Linum usitatissimum</i> )	6,91±0,12	21,83±0,09	33,64±0,38	9,98±1,08	3,52±0,04	24,13
Búzaglutén	6,35±0,04	77,39±0,63	1,19±0,01	0,33±0,01	0,98±0,0	13,75
Kukoricaglutén (Albumex)	7,39±0,02	60,92±0,14	3,58±0,06	0,26±0,10	2,17±0,09	25,68

<sup>a</sup> NFE= nitrogénmentes kivonat (= 100 - Nedvesség% - NyFeh% - Nyzsír% - Nyrost% - Nyhamu%)

<sup>b</sup> S.D.=standard eltérés n=2-5

**II. táblázat:** A takarmány-alapanyagok aminosav összetétele  
(% - eredeti anyagra vonatkoztatva)

<b>Alapanyagok/ aminosavak</b>	<b>Halliszt</b>	<b>Fullfat szója</b>	<b>Extrahált szója</b>	<b>Vérliszt</b>	<b>Takarmány- élesztő</b>	<b>Őszi búza</b>	<b>Búza- glutén</b>	<b>Kukorica- glutén</b>	<b>Lenmag</b>	<b>Repce- mag</b>	<b>Csillag- fürt</b>
<i>ASP</i>	4,67	3,87	2,42	7,72	3,48	0,81	1,61	2,72	1,51	1,47	3,83
<i>SER</i>	2,19	1,51	1,92	4,00	2,31	0,78	3,63	3,20	1,04	1,01	1,85
<i>GLU</i>	6,32	5,72	3,11	9,66	5,24	1,15	23,92	10,42	3,37	3,23	8,01
<i>GLY</i>	5,34	1,87	1,72	4,09	2,30	0,88	3,02	2,32	1,51	1,45	1,57
<i>HIS</i>	1,35	0,76	3,13	4,98	1,01	0,32	1,68	1,43	0,46	0,70	0,64
<i>ARG</i>	5,66	2,67	3,12	5,48	2,81	0,95	3,08	2,72	2,81	1,58	4,37
<i>THR</i>	3,29	1,33	2,88	5,28	2,49	1,00	2,11	2,28	0,86	1,18	1,34
<i>ALA</i>	4,58	1,76	2,63	6,85	2,25	0,79	1,68	4,63	0,90	1,02	1,42
<i>PRO</i>	3,45	1,81	1,76	7,14	2,71	0,93	12,53	6,20	1,07	1,73	1,77
<i>CYS</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>TYR</i>	2,09	0,79	3,00	3,80	2,16	0,95	3,96	4,26	1,12	1,07	1,80
<i>VAL</i>	4,06	1,73	3,24	6,96	2,86	0,94	3,46	3,01	1,44	1,37	1,66
<i>MET</i>	1,69	0,31	0,08	0,83	0,39	0,01	1,21	0,87	0,49	0,38	0,12
<i>LYS</i>	3,16	2,14	2,23	7,77	2,58	0,72	0,66	0,71	0,71	1,03	1,72
<i>ILE</i>	2,94	1,41	2,08	3,68	2,78	0,94	2,94	2,49	1,19	1,05	1,74
<i>LEU</i>	5,77	2,63	4,85	10,28	4,03	1,24	5,72	8,96	1,69	1,90	2,82
<i>PHE</i>	3,82	1,70	4,32	6,82	3,10	0,59	6,20	4,70	1,64	1,41	1,53

A fehérjék aminosav komponenseinek mérése során 17-féle aminosav összetevőt határoztunk meg, melyek közül a létfontosságú Arg, His, Ile, Leu, Lys, Met, Cys, Phe, Tyr, Thr, Val aminosavak mennyiségi összetételét hasonlítottuk össze az irodalmi adatokkal. A triptofán meghatározását a módszer nem teszi lehetővé, és a cisztin értékekre is minden esetben nullát kaptunk, így a fehérjék százalékos összetétele néhány alapanyag esetében kisebb mértékben különbözik az irodalomból ismert értékektől. A növényi alapanyagok közül a szójatermékek magas lizin-tartalma említhető meg, vagy a csillagfürt magasabb arginin-tartalma, szemben a többi alapanyag összetételével (II. táblázat). Az adatok kiértékelése során megállapítható, hogy lehetőségünk van a halliszt fehérjetartalmához és aminosav profiljához hasonló takarmányreceptek kidolgozására a fehérje források megfelelő arányban történő összekeverésével.

**III. táblázat:** Magas zsírtartalmú takarmány-alapanyagok zsírsav összetétele \*

<b>Alapanyagok Zsírsavak</b>	<b>Halliszt</b>	<b>Full-fat szója</b>	<b>Csillagfürt összetétel (g/100 g)</b>	<b>Repcemag</b>	<b>Lenmag</b>
14:0	0,30	0,01	0,01	0,02	0,02
16:0	1,32	1,90	0,67	1,59	2,04
18:0	0,22	0,68	0,25	0,71	1,83
<b>Total SFA<sup>1</sup></b>	<b>1,98</b>	<b>2,78</b>	<b>1,44</b>	<b>2,75</b>	<b>4,11</b>
16:1(n-7)	0,02	0,01	0,02	0,07	0,03
18:1(n-9)	1,72	3,28	4,05	21,94	7,06
18:1(n-7)	0,23	0,23	0,13	1,03	0,26
<b>Total MUFA<sup>2</sup></b>	<b>2,75</b>	<b>3,55</b>	<b>4,64</b>	<b>23,63</b>	<b>7,45</b>
18:2(n-6)	0,54	10,32	1,25	6,74	3,61
20:4(n-6)	0,08	-	-	-	-
<b>Total n-6<sup>3</sup></b>	<b>0,67</b>	<b>10,42</b>	<b>1,27</b>	<b>6,76</b>	<b>3,70</b>
18:3(n-3)	0,21	1,65	0,72	2,50	19,35
20:5(n-3)	0,44	-	-	-	-
22:5(n-3)	0,11	-	-	-	-
22:6(n-3)	0,80	-	-	-	-
<b>Total n-3<sup>4</sup></b>	<b>1,56</b>	<b>1,65</b>	<b>0,74</b>	<b>2,53</b>	<b>19,50</b>
<b>Total PUFA</b>	<b>2,23</b>	<b>12,07</b>	<b>2,01</b>	<b>9,28</b>	<b>23,20</b>

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

Az összesítés tartalmazza a táblázatban külön fel nem tüntetett zsírsavakat is az alábbiak szerint:

<sup>1</sup> 8:0, 10:0, 12:0, 15:0, 17:0, 20:0 és 22:0. <sup>2</sup> 14:1, 16:1n-9, 17:1, 20:1n-11, 20:1n-7, 22:1n-9 és 24:1n-9. <sup>3</sup> 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 22:4n-6 és 22:5n-6. <sup>4</sup> 20:3n-3

A magas zsírtartalmú takarmánynövények közül a repcemag igen sok olajsavat (18:1(n-7)) tartalmaz, a full-fat szója számottevő linolsavat (18:2(n-6)), viszont a lenmag linolénsav tartalma (18:3(n-3)) kiemelkedően magas értéket képviselt. A halliszttal ellentétben, a növényi alapanyagokban nem volt mérhető az EPA

(22:5(n-3)) és a DHA (22:6(n-3)) (III. táblázat), melyek jótékony hatása bizonyított az emberi szervezetre. Az alacsony zsírtartalmú anyagokban az omega-6 zsírsav összetevők a jellemzőek. Az olajokat két kategória szerint csoportosítottuk: alacsony és magas omega-3 tartalmú olajok.

**IV. táblázat:** Alacsony zsírtartalmú takarmány-alapanyagok zsírsav összetétele

Alapanyagok	Takarmány- élesztő	Őszi búza	Vérliszt	Extrahált szója	Búza- glutén	Kukorica- glutén
<b>Zsírsavak</b>						
			<b>Összetétel (g/100 g)</b>			
16:0	0,24	0,24	0,29	0,30	0,57	0,47
18:0	0,11	0,02	0,15	0,07	0,04	0,08
<b>Total SFA<sup>1</sup></b>	<b>0,40</b>	<b>0,32</b>	<b>0,49</b>	<b>0,43</b>	<b>0,66</b>	<b>0,59</b>
16:1(n-7)	0,12	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01
18:1(n-9)	0,51	0,22	0,33	0,31	0,34	1,10
18:1(n-7)	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03
<b>Total MUFA<sup>2</sup></b>	<b>0,66</b>	<b>0,25</b>	<b>0,40</b>	<b>0,35</b>	<b>0,41</b>	<b>1,16</b>
18:2(n-6)	0,01	0,85	0,00	0,90	1,84	2,28
<b>Total n-6<sup>3</sup></b>	<b>0,15</b>	<b>1,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,90</b>	<b>1,86</b>	<b>2,28</b>
18:3(n-3)	0,09	0,07	0,00	0,10	0,12	0,09
<b>Total n-3<sup>4</sup></b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,09</b>
<b>Total PUFA</b>	<b>0,30</b>	<b>1,12</b>	<b>0,08</b>	<b>1,01</b>	<b>2,01</b>	<b>2,37</b>

Az összesítés tartalmazza a táblázatban külön fel nem tüntetett zsírsavakat is az alábbiak szerint:  
<sup>1</sup> 8:0, 10:0, 12:0, 14:0, 15:0, 17:0, 20:0 és 22:0; <sup>2</sup> 14:1, 16:1n-9, 17:1, 20:1n-11, 20:1n-7, 22:1n-9 és 24:1n-9; <sup>3</sup> 18:3n-6

**V. táblázat:** Alacsony omega-3 tartalmú növényi olajok zsírsav összetétele  
(g FA/100 g olaj)

Olajok	Kenderolaj	Szójaolaj	Szezámolaj	Napraforgóolaj
<b>Zsírsavak</b>				
			<b>összetétel (w%)</b>	
16:0	4,95 ± 0,10	8,30 ± 0,20	8,30 ± 0,23	5,18 ± 0,47
18:0	2,51 ± 0,05	2,56 ± 0,04	4,79 ± 0,07	3,21 ± 0,30
<b>Total SFA<sup>1</sup></b>	<b>8,65 ± 0,22</b>	<b>11,91 ± 0,48</b>	<b>13,89 ± 0,32</b>	<b>9,36 ± 0,91</b>
16:1n-7	0,08 ± 0,00	0,06 ± 0,04	0,14 ± 0,00	0,06 ± 0,01
18:1n-9	10,11 ± 0,20	18,69 ± 0,33	33,95 ± 0,67	20,57 ± 1,88
18:1n-7	0,55 ± 0,01	1,18 ± 0,03	0,84 ± 0,01	0,47 ± 0,02
<b>Total MUFA<sup>2</sup></b>	<b>11,16 ± 0,62</b>	<b>20,14 ± 0,56</b>	<b>35,15 ± 0,69</b>	<b>21,23 ± 2,02</b>
18:2n-6	45,31 ± 0,87	40,77 ± 0,79	36,41 ± 0,81	53,00 ± 4,79
<b>Total n-6</b>	<b>46,02 ± 0,51</b>	<b>40,80 ± 0,79</b>	<b>36,41 ± 0,81</b>	<b>53,00 ± 4,79</b>
18:3n-3	14,75 ± 0,28	4,15 ± 0,09	0,29 ± 0,01	0,15 ± 0,03
18:4n-3	0,22 ± 0,19	0,02 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
<b>Total n-3</b>	<b>15,00 ± 0,15</b>	<b>4,17 ± 0,09</b>	<b>0,29 ± 0,01</b>	<b>0,16 ± 0,03</b>
<b>Total PUFA</b>	<b>61,01 ± 0,66</b>	<b>44,97 ± 0,88</b>	<b>36,70 ± 0,82</b>	<b>53,15 ± 4,82</b>

Az összesítés tartalmazza a táblázatban külön fel nem tüntetett zsírsavakat is az alábbiak szerint:  
<sup>1</sup> 8:0, 10:0, 12:0, 12:0, 15:0, 17:0, 20:0 és 22:0. <sup>2</sup> 14:1, 16:1n-9, 17:1



A kender, szója, szezám és napraforgó olajok az alacsony omega-3 zsírsav-tartalmúak közé sorolhatók, viszont magas omega-6 tartalommal rendelkeznek. A lenolaj és a perilla olaj omega-3 tartalma magasabb, mint a camelina olajé és a halolajé, ugyanakkor az egyszerűen telített zsírsavak mennyisége kevesebb. Továbbá megemlíthetjük a halolaj telített zsírsav-tartalmának nagyságát szemben a növényi olajok alacsonyabb mennyiségével (IV., V. és VI. táblázat). Összességében a magas olajtartalmú növények és növényi olajok fedezni képesek ez egyszerűen és többszörösen telítetlen zsírsavak mennyiségét a haltakarmányokban, kivéve az EPA és DHA létfontosságú komponenseket, melyeket csak a halolajból tudunk biztosítani.

**VI. táblázat:** Magas omega-3 tartalmú növényi olajok zsírsav összetétele (g FA/100 g olaj)

<b>Olajok</b>	<b>Lenolaj</b>	<b>Perillaolaj</b>	<b>Camelinaolaj</b>	<b>Halolaj</b>
<b>Zsírsavak</b>	<b>összetétel (w%)</b>			
14:0	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,01	4,94 ± 0,23
16:0	4,14 ± 0,04	4,81 ± 0,03	4,79 ± 0,07	10,93 ± 0,44
18:0	2,66 ± 0,02	1,60 ± 0,01	2,15 ± 0,03	1,35 ± 0,06
<b>Total SFA<sup>1</sup></b>	<b>7,28 ± 0,23</b>	<b>7,02 ± 0,08</b>	<b>8,34 ± 0,13</b>	<b>18,71 ± 1,75</b>
16:1n-7	0,02 ± 0,02	0,08 ± 0,00	0,07 ± 0,00	3,57 ± 0,15
18:1n-9	12,20 ± 0,08	12,24 ± 0,06	12,58 ± 0,18	8,56 ± 0,34
18:1n-7	0,44 ± 0,01	0,74 ± 0,00	0,71 ± 0,02	1,37 ± 0,06
20:1n-9	0,11 ± 0,06	0,15 ± 0,01	11,81 ± 0,13	4,83 ± 4,02
22:1n-11	-	-	-	11,35 ± 0,35
22:1n-9	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,01	2,32 ± 0,02	0,26 ± 0,26
24:1n-9	-	-	0,51 ± 0,02	0,69 ± 0,03
<b>Total MUFA<sup>2</sup></b>	<b>12,89 ± 0,29</b>	<b>13,26 ± 0,09</b>	<b>28,09 ± 0,38</b>	<b>33,47 ± 9,15</b>
18:2n-6	13,79 ± 0,12	13,14 ± 0,07	15,13 ± 0,22	1,49 ± 0,07
20:2n-6	0,02 ± 0,02	-	1,61 ± 0,02	0,24 ± 0,01
20:4n-6	-	-	-	0,18 ± 0,10
<b>Total n-6<sup>3</sup></b>	<b>13,82 ± 0,10</b>	<b>13,22 ± 0,07</b>	<b>16,98 ± 0,25</b>	<b>1,97 ± 0,04</b>
18:3n-3	47,71 ± 0,35	48,00 ± 0,31	28,80 ± 0,44	0,86 ± 0,72
18:4n-3	-	-	-	1,89 ± 1,60
20:4n-3	-	-	-	0,38 ± 0,33
20:5n-3	-	-	-	5,99 ± 0,21
22:5n-3	-	-	-	0,20 ± 0,35
22:6n-3	-	-	-	8,38 ± 0,29
<b>Total n-3<sup>4</sup></b>	<b>48,01 ± 0,40</b>	<b>48,05 ± 0,31</b>	<b>29,99 ± 0,45</b>	<b>18,27 ± 3,21</b>
<b>Total PUFA</b>	<b>61,82 ± 0,50</b>	<b>61,27 ± 0,38</b>	<b>46,96 ± 0,70</b>	<b>20,24 ± 3,26</b>

Az összesítés tartalmazza a táblázatban külön fel nem tüntetett zsírsavakat is az alábbiak szerint:

<sup>1</sup> 8:0, 10:0, 12:0, 15:0, 17:0, 20:0 és 22:0. <sup>2</sup> 14:1, 16:1n-9, 17:1, 20:1n-11, 20:1n-7, 22:1n-9 és 24:1n-9. <sup>3</sup> 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 22:4n-6 és 22:5n-6. <sup>4</sup> 20:3n-3

Az antioxidáns vitaminok közül az E és C-vitamin mérését végeztük el. Az egyes alapanyagok C-vitamint nem tartalmaztak, mivel az a gyártási eljárások vagy a tárolás során valószínűleg lebomlott. Az E vitamin meghatározás során a növényi olajokban 3-95 mg/kg közti koncentráció értékeket mértünk, az alapanyagok közül a repcemag (102,5 mg/kg) és full-fat szója esetében találtunk mérhető mennyiséget (VII. táblázat). Az antioxidáns vitaminok gátolják a telítetlen zsírsavak peroxidációját úgy az alapanyagokban, mint a belőlük előállított tápokban, ezért mennyiségi meghatározásuk lehetőséget biztosít a takarmányok optimális antioxidáns tartalmának a kidolgozásához.

Az ismertett eredmények segítségével különböző tápreceptúrákat dolgoztunk ki a ponty takarmányozási kísérletekhez. A takarmányok összetételéről és a kísérleti eredményekről, úgy mint a takarmányhasznosítási paraméterek vagy a halhús minőségi jellemzői, a további publikációinkban számolunk be.

**VII. táblázat:** Takarmány-alapanyagok E-vitamin tartalma (mg kg<sup>-1</sup>)

Alapanyagok	E-vitamin (mg kg <sup>-1</sup> )
Halolaj	50,20±1,43
Kenderolaj	18,09±1,66
Lenolaj	3,34±0,049
Szójaolaj	94,25±4,63
Halliszt	nd
Fullfat szója	4,60±0,40
Extrahált szója	nd
Vérliszt	nd
Takarmányélesztő	nd
Őszi búza	nd
Búzaglutén	nd
Kukoricaglutén	nd
Lenmag	nd
Repcemag	102,47±6,85
Csillagfürt	nd

nd = nem detektálható

### Köszönetnyilvánítás

Az *AquaMax integrált projekt* ([www.aquamaxip.eu](http://www.aquamaxip.eu)) keretében végzett kutatáshoz az Európai Unió nyújtott támogatást (6 KP; szerződésszám: FOOD-CT-2006-16249 Project "AQUAMAX").

### Irodalomjegyzék

- Abel, H.J., Becker, K., Meske, C.H.R., Friedrich, W., 1984.** Possibilities of using heat-treated full-fat soybeans in carp feeding. *Aquaculture* 42, 97-108
- FAO, Electronic Publishing Policy and Support Branch Communication Division, 2009.** The state of world fisheries and aquaculture 2008.

<http://www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.HTM>

accessed:

07.08.2009

- Folch, J, Lee, M. and Sloane Stanly, G. H., 1957.** A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509
- Francis, G., Harinder, P.S.M., Becker, K. 2001.** Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199, 197-227
- Freeland, W.J., Calcott, P.H., Anderson, L.R., 1985.** Tannins and saponins: interactions in herbivore diet. *Biochem. Syst. Ecol.* 13 (2), 189-193
- Goldstein, W.S., Spencer, K.C., 1985.** Inhibition of cynogenesis by tannins. *J. Chem. Ecol.* 11, 847-857
- Gy. Papp, Zs., Saroglia, M., Terova, G., 1998.** An improved method for assay of vitamin C in fish feed and tissues. *Chromatographia* 48, 43-47
- Kaushik, S.J., Cravedli, J.P., Lalles, J.P., Sumpter, J., Fauconneau, B., Laroche, M., 1995.** Partial or total replacement of fishmeal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 133, 257-274.
- Kurnik, E. 1970.** Étkezési abrakakarmány hüvelyesek termesztése. Akadémiai Kiadó, Budapest
- MSZ 6830-66. 1985.** Takarmányok táplálóértékének megállapítása. Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest
- Nemeskéri E., 1997.** The nutrition quality of foodstuffs produced under dry growing conditions. *Acta Agron. Hung.* Vol. 45:117-22
- NRC (National Research Council, U.S.) 1982.** United States–Canadian Tables of Feed Composition. <http://books.nap.edu/catalog/1713.html>
- NRC (National Research Council, U.S.) 1993.** Nutrient Requirement of Fish. <http://books.nap.edu/catalog/2115.html>
- Ochoa, L. McDowell, L. R. Williams S. N., Wilkinson, N., Boucher, J. and Lentz, E. L. 1992.** Alpha-Tocopherol concentration in serum and tissues of sheep fed different sources of vitamin E. *J. Anim. Sci.* 70, 2568-2573.
- Rumsey, G.L., Hughes, S.G., Winfree, R.A., 1993.** Chemical and nutritional evaluation of soy protein preparations as primary nitrogen sources of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Anim. Feed Sci. Technol.* 40, 135-151
- Stoeffel, W., Chu, F., Ahrens, E.H., Jr., 1959.** Analysis of long-chain fatty acids by gas-liquid chromatography - Micromethod for preparation of methylesters. *Anal. Chem.* 31, 307-308
- Wee, K.L., Shu, S.-W., 1989.** The nutritive value of boiled full-fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture* 81, 303-314

## Chemical composition data for fish feed ingredients

J. Sándor, Zs., Gy. Papp, Zs., Kiss-Horváth, Á., Fazekas, J., B. Csávás, K., Csengeri, I.

### Abstract

The AQUAMAX project started in our Institute in 2006, with strategic goal to replace as much as possible of the fish meal and fish oil currently used in fish feeds with sustainable, alternative feed resources. The main criterion of the alternative ingredients was their nutritional suitability for fish, their economic viability, and their sustainability. Fishmeal and fish oil are important ingredients in fish feed and it can – usually only to limited extent – be replaced by vegetable protein and oil resources without reducing feed efficiency and growth. Therefore, in choosing alternatives to fish meal, it is necessary to consider the amino acid and fatty acid profile, and also other macro and micro nutrients.

In this paper, the nutrient composition of feed ingredients for Common carp (*Cyprinus carpio*) were analysed and summarized in tabular format for gross nutrient composition, amino acid composition and for fatty acid composition of solid ingredients and oils. Micronutrient levels of feed ingredients were analysed for antioxidant vitamin levels (Vitamin C and E). The selected feed ingredients were as follows: winter wheat (*Triticum aestivum*), soybean (*Glycine max*), white lupine (*Lupinus albus*), linseed (*Linum usitatissimum*), rapeseed (*Brassica napus*), corn gluten, wheat gluten, blood meal, brewer yeast, fish meal. Different vegetable oils – soybean oil, hempseed oil, sesame oil, sunflower oil, linseed oil, perilla oil, Camelina oil – and fish oil were analysed also for fatty acid content.

The comprehensive database of possible alternatives helped to formulate diets for rearing of common carp in different aquaculture systems. The results of fish nutrition experiments are to be published in other papers.

**Keywords:** sustainable feed ingredients, fish meal, fish oil, vegetable oils