

## **KÜLÖNBÖZŐ TAKARMÁNYKIEGÉSZÍTÉSEK HATÁSÁNAK NIR TECHNIKÁRA ALAPOZOTT NYOMONKÖVETÉSE HALFILÉBEN**

*Bázár György, bazar.gyorgy@ke.hu*

### **Összefoglaló**

Dolgozatomban a gyors, roncsolásmentes közeli infravörös (NIR) technika alkalmazhatóságát vizsgáltam afrikai harcsa takarmányozási kísérletéhez kapcsolódva. Spektrum felismerő (SRT) módszert alkalmazva sikeresen különítettem el a különböző takarmánnyal (halolaj, szójaolaj, lenolaj kiegészítés) etetett halak nyers filé mintáit, azok NIR spektrumai alapján. Az elkülönítés mind három, mind hat hetes korban hibátlan volt. Eredményeim alapján lehetőség nyílik bizonyos, előnyben részesített takarmány-kiegészítést kapott állományból származó filék „kommersz” tételektől történő elkülönítésére, gyorsvizsgálati módszerekkel, minőségvizsgálatok során.

### **1. Irodalmi áttekintés**

A kedvező élettani hatású, többszörösen telítetlen, esszenciális n3 zsírsavak egyre nagyobb mennyiségben kerülnek fogyasztásra halfilé, illetve haltermékek formájában (Burr, 1981). A többi gerinceshez hasonlóan a halaknak is szükségük van esszenciális zsírsavakra, bár ezzel kapcsolatos minőségi és mennyiségi igényeik jelentősen eltérnek az emberétől (Greene és Selivonchick, 1987). A tengeri halakhoz képest az édesvízi halak, beleértve a ragadozó fajokat is, nagyobb mértékben alakítják át az n3 és n6 prekursor zsírsavakat többszörösen telítetlen, hosszúláncú zsírsavakká, abból adódóan, hogy környezetük ezek vonatkozásában kevésbé gazdag (Agaba és mtsai, 2005).

A takarmánnyal bevitt zsírsavak beépülése és anyagcserére gyakorolt hatása mind tengeri, mind édesvízi halak esetében komolyan kutatott terület. Jobling (2004a,b) beépülési kísérletei során tengeri halakban jól becsülhetőnek bizonyult a filé zsírsavösszetétele az etetett takarmány alapján, és hasonlóan sikeres volt a filé zsírsavprofiljának előre meghatározott módon történő módosítása például cardio-protéktív („szívbarát”) humán élelmiszer előállításánál (Torstensen és mtsai, 2004).

Minőségellenőrzési szempontból fontos lehet, hogy a kialakított, magasabb hozzáadott értéket képviselő termékek megbízhatóan, gyorsan, és lehetőség szerint az élelmiszer károsodása nélkül legyenek elkülöníthetők a „kommersz” tételektől. Mivel a közeli infravörös (NIR) spektrumok hasznos információk hordozói a vizsgált anyag minőségére vonatkozóan, ezért a gyors, oldószermentes vizsgálati eljárások egyik legígéretesebb csoportját a NIR spektroszkópiás módszerek képezik. A NIR technika egyre szélesebb körű alkalmazást nyer a mezőgazdasági és élelmiszeripari alapanyagok és termékek minősítésében. A húsminőség vizsgálatával kapcsolatban először laboratóriumi körülmények között tesztelték eredményesen a NIR módszert (Krugger és mtsai, 1981; Nádai, 1983), majd alig másfél évtized elteltével már on-line alkalmazása is ismert volt (Isaksson és mtsai, 1996). Halfilé minőségi paramétereinek NIR technikára alapozott becslésére vonatkozó eredményeket közölték Bechmann és Jorgensen (1998), valamint Solber és Fredriksen (2001).

Wing-Keong és mtsai (2003) eredményei alapján megállapítható, hogy az afrikai harcsa takarmányokban a növényi olajok (például: pálmaolaj) alkalmas alternatívái lehetnek a

gyakran használt halolajnak. Ismereteink szerint a könnyen hozzáférhető növényi olajok filé minőségére gyakorolt hatása kevésbé kutatott terület. Ezért két növényi olaj és a klasszikus halolaj halfile zsírsavösszetételére és minőségére gyakorolt hatását feltáró vizsgálat került beállításra. Ehhez kapcsolódva, munkám célja az volt, hogy vizsgáljam a NIR technika alkalmazhatóságát a különböző zsírsavösszetételű takarmányokkal etetett afrikai harcsák filéinek elkülönítése és azonosítása során.

## 2. Anyag és módszer

Az afrikai harcsa állományt a Tuka Halfarmról szereztük be (Szarvas Fish Kft.). Az ivadékok átlagosan 1 kg-os testtömegben kerültek átszállításra a Kaposvári Egyetem Hallaboratóriumába. A kísérlet kezdetén a kiindulási testtömeg  $1026 \pm 121$  g ( $n=375$ ), telepítési sűrűség pedig a telepi viszonyoknak megfelelő ( $60\text{-}65\text{kg}/1000\text{l}$ ) volt. A 42 napos nevelés  $2,5$  l/min-es vízcsere mellett,  $28 \pm 0,5^\circ\text{C}$ -on történt.

A kísérlet előtt és alatt etetett takarmányok beltartalmi értékeit az 1. táblázatban mutatom be. A kísérleti takarmányok a 6% alap nyerszsírtartalom mellett 6% különféle zsírkiegészítést tartalmaztak: halolaj, szójaolaj és lenolaj ( $n=3 \times 125$ ).

1. táblázat A vizsgálat során alkalmazott takarmányok beltartalmi értékei

<i>Kémiai összetétel</i>	<b>Alap</b>	<b>Szójaolajos</b>	<b>Lenolajos</b>	<b>Halolajos</b>
Szárazanyag (DM, %)	86,5	86,1	87,2	87,8
Nyershamu (% DM)	7,7	7,77	7,55	7,66
Nyersfehérje (% DM)	53,4	47,9	48,3	47,4
Nyerszsír (% DM)	6,0	12,1	12,1	12,0
Nyersrost (% DM)	2,30	2,10	2,22	2,27
<b>Zsírsavösszetétel</b>				
C12:0	0,11	0,05	0,05	0,07
C14:0	0,86	1,71	1,62	4,35
C14:1 n5	0,13	0,06	0,05	0,12
C15:0	0,18	0,21	0,20	0,49
C16:0	21,19	14,63	12,92	15,63
C16:1 n7	4,79	2,06	2,00	3,97
C17:0	0,37	0,27	0,25	0,53
C17:1 n7	0,19	0,35	0,27	0,67
C18:0	5,75	4,11	3,54	2,72
C18:1 n9	27,34	20,63	18,26	15,78
C18:1 n11		1,98	1,82	2,26
C18:2 n6 t		0,12	0,05	0,41
C18:2 n6 c	33,16	34,45	25,42	15,94
C18:3 n6	0,06	0,04	0,04	0,08
C18:3 n3	1,73	4,46	19,14	2,66
C20:0	0,12	0,31	0,21	0,23
C20:1 n9	0,63	2,12	1,97	6,94
C20:2 n6	0,2	0,27	0,27	0,34
C20:3 n3	0,07	0,05	0,05	0,07
C20:3 n6	0,01	0,10	0,12	0,15
C20:4 n6	0,43	0,29	0,28	0,42
C20:5 n3	0,7	2,53	2,50	5,52
C22:1 n9	0,02	2,36	2,14	8,19

C22:5 n3	0,16	0,63	0,66	1,01
C22:6 n3	1,66	6,02	5,95	11,06
C24:0		0,04	0,03	0,05
C24:1 n9	0,1	0,16	0,17	0,31
$\Sigma n6 / \Sigma n3$	7,84	2,58	0,93	0,85

Az etetés 42 napig tartott, melyet 14 napos előkészítési időszak előzött meg. Az előkészítés alatt a halak 60 g/kg nyerssirtartalmú kereskedelmi harcsa tápot (alap takarmány) fogyasztottak. A tartási körülmények azonosak voltak a kísérlet minden időszakában. A takarmányokat *ad libitum* etették, napi hat alkalommal, 8-tól 18 óráig.

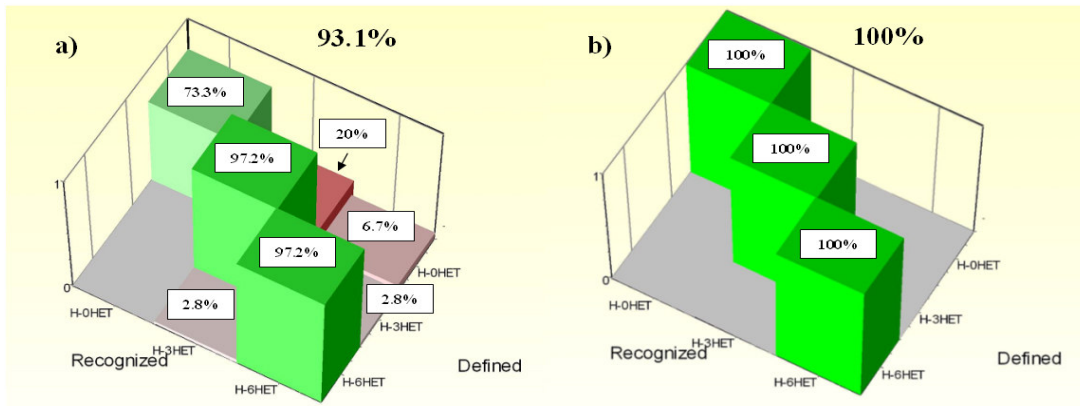
Mintavételezés a kísérlet kezdetén, a harmadik és hatodik héten történt. Mindegyik alkalommal megtörtént az állomány mérlegelése is. Az állomány átlagos testtömege 1185±160g, 1311±347g, illetve 1606±472g volt a fenti három időpontban. A testtömeggyarapodásban nem volt különbség a kezelések között, azonban a halolajjal etetett csoport takarmány-értékesítése (1,625) szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbséget mutatott a szója- (1,235) és lenolajos (1,330) csoportokhoz képest. Első alkalommal 15 egyed, majd ezt követően kezelésként 12-12 egyed került leölésre (altatást követően: NORCAICUM, Egis, Budapest), Matuk (1987) szerint. Így összesen  $n=15+(3 \times 12)+(3 \times 12)=87$  egyedet vizsgáltuk. Az egyes egyedek filéit homogenizáltuk (IKA A11 basic), majd megközelítőleg 7 g minta került spektroszkópiás vizsgálatra.

A közeli infravörös spektrumokat NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Silver Spring, MD, USA) spektrométerrel mértük reflexiós módban, 1100-2500 nm-es hullámhossztartományban, 2 nm-es lépésközzel, majd  $\log(1/R)$  formában rögzítettük azokat. A vizsgálatok során ún. „Small Ring Cup” mintatartót használtunk. A műszer vezérléséhez és az adatok kezeléséhez a WinISI II 1.5 szoftvert használtuk. Nem lineáris közelítést alkalmazva SRT (Spectrum Recognition Tool, spektrum felismerő eszköz) módszerrel vizsgáltam, hogy lehetséges-e a spektrumadatok alapján az eredeti csoportok kialakítása (MetriSRT, MetriNIR R&D Ltd. 2005). A tréning alapja, hogy az egyes osztályokhoz tartozó spektrumok minden hullámhosszhoz tartozó értékeinek sűrűségfüggvényét valószínűségi függvénynek tekintjük. Az ismeretlen minta spektrumértékeit a modellezett osztályok függvényei alapján minden hullámhosszon valószínűségi értékkel jellemzi a rendszer, majd ezen értékek logaritmusainak összegét határozza meg. Az ismeretlen mintát abba az osztályba sorolja, ahol az arra vonatkozó összesített valószínűségi érték a legnagyobb (Dalmadi és mtsai, 2007). Az osztályozó módszer eredményét a helyesen csoportba sorolt minták (találatok) részarányával mutatom be.

### 3. Eredmények és értékelésük

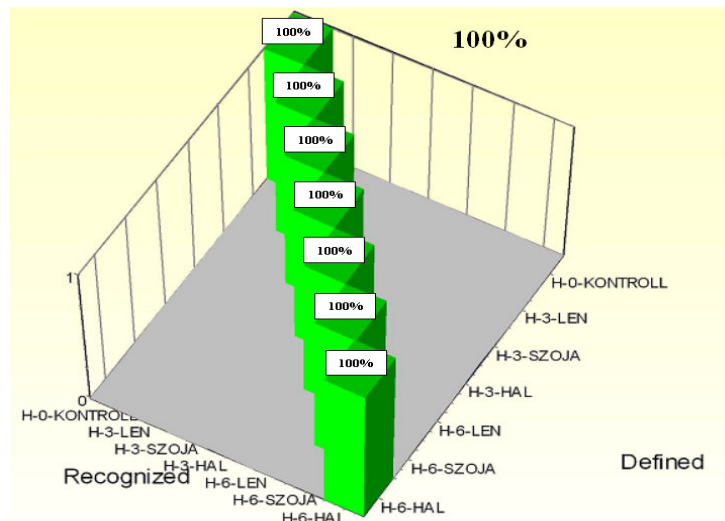
Az nyers filéket első közelítésben életkor szerint különítettem el. A kontroll ( $n=15$ ), a három hetes ( $n=36$ ) és a hat hetes ( $n=36$ ) filéket 93,1%-os biztonsággal sikerült eredeti csoportba sorolni a spektrumadatok alapján (1a. ábra). Az osztályozó egyenlet képzése során az értékelő módszer a három életkorhoz tartozó spektrumok hullámhosszonkénti eloszlását tekinti, és ez alapján határozza meg, hogy milyen szintű hibával volna terhelt az elkülönítés a vonatkozó spektrumok alapján. Értelmezhető azonban egy túlérzékenységi probléma: ha az egyes életkorokon belül a kezelések miatt nagy eltérést mutató „alosztályok” képezhetők, akkor az életkor szerinti „főosztályok” azonosítása nehezebb. Ezért az eredetileg ismert, összes osztályképző adatot érdemes lehet bevonni az egyenlet képzése során. Jelen esetben elvégeztem az osztályozást úgy is, hogy az életkor szerinti csoportok azonosítása során

megadtam az egyes kezeléseket is. Így tulajdonképpen az „alosztályokat” azonosítja a rendszer, majd azokat vonja össze és „főosztály” szinten jeleníti meg. A rendszer hibátlanul tudta azonosítani az összes filét az egyedek életkora szerint (1b. ábra).



1. ábra SRT módszerre alapozott elkülönítés eredménye a „főosztályokra” vonatkozóan (a), illetve az „alosztályok” figyelembevételével „főosztály” szinten ábrázolva (b) (n=3x12)

Ezt követően, az életkor szerint tökéletesen szétválogatott mintákat kezelésként csoportosítottam. Mind három, mind hat hetes korban 100%-os eredményt kaptam. Amennyiben az összes időponthoz tartozó összes kezelést külön osztálynak tekintettem és a teljes állományra (7 osztály) illeszttem a módszert, az eredmény szintén hibátlan volt (2. ábra).



2. ábra SRT módszerre alapozott elkülönítés eredménye az összes mintacsoport bevonásával (n=15+6x12)

Az SRT módszert hasonlóan sikeresen alkalmazta Seregély (2006), amennyiben olivaolaj napraforgóolajjal való hamisításának kimutatása során a keverési sor valamennyi elemét megbízhatóan azonosította.

#### 4. Következtetések és javaslatok

A gyors, minta- és környezetkímélő, roncsolásmentes NIR technika alkalmazhatónak bizonyult az afrikai harcsa filék különböző takarmánykiegészítések szerinti elkülönítése során. Vizsgálatomban sikeresen teszteltem a NIR spektroszkópiára alapozott SRT módszer érzékenységét. A fentiek alapján lehetőség nyílik egy bizonyos, előnyben részesített

takarmány-kiegészítés hatásának ellenőrzésére, továbbá a preferált kiegészítést kapott egyedek filéinek elkülönítésére vagy azonosítására minőségvizsgálatok során.

### **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton szeretném megköszönni Prof. Kaffka Károly támogatását és a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar Hűtő és Állatitermék Technológiai Tanszék munkatársainak segítségét.

### **Irodalomjegyzék**

Agaba, M.K., Tocher, D.R., Zheng, X., Dickson, C.A., Dick, J.R., Teale, A.J. (2005): Cloning and functional characterisation of polyunsaturated fatty acid elongases of marine and freshwater teleost fish. *Comp. Biochem. Physiol. B* 142: 342-352.

Bechmann, I., Jorgensen, M.B. (1998): Rapid assessment of quality parameters for frozen cod using near infrared spectroscopy. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 31: 648-652.

Burr, G.O. (1981): The essential fatty acids fifty years ago. *Prog. Lipid Res.* 20: 27-29.

Dalmadi, I., Seregély, Zs., Farkas, J., Kaffka, K. (2007): Néhány többváltozós kemometriai módszer alkalmazása mszeres analitikai vizsgálatok értékelésére. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 53: 222-238.

Greene, D.H., Selivonchick, D.P. (1987): Lipid metabolism in fish. *Prog. Lipid Res.* 26: 53-85.

Isaksson, T., Nilsen, B.N., Togersen, G., Hammond, R.P., Hildrum, K.I. (1996): On-line, proximate analysis of ground beef directly at a meat grinder outlet. *Meat Sci.* 43: 245-253.

Jobling, M. (2004a): "Finishing" feeds for carnivorous fish and the fatty acid dilution model. *Aquacult. Res.* 35: 706-709.

Jobling, M. (2004b): Are modifications in tissue fatty acid profiles following a change in diet the result of dilution? Test of a simple dilution model. *Aquaculture* 232: 551-562.

Kruggel, W.G., Field, R.A., Riley, M.L., Radloff, H.D., Horton, K.M. (1981): Near-infrared reflectance determination of fat, protein, and moisture in fresh meat. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 64: 692-696.

Nádai, B.T. (1983): Preliminary experiments for measuring meat composition by near infrared reflection technique. *Acta Alim.* 12: 119-130.

Seregély, Zs. (2006): A minőség nyomonkövetése az élelmiszerlánc különböző pontjaiban gyors fizikai módszerekkel, OTKA PosztDoktori Pályázat Zárójelentés (D-45953)

Torstensen, B.E., Frøyland, L., Ornsrud, R., Lie, O. (2004): Tailoring of a cardioprotective muscle fatty acid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fed vegetable oils. *Food Chem.* 87: 567-580.

Wing-Keong, N., Phaik-Kin, L., Peng-Lim, B. (2003): Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle  $\alpha$ -tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquaculture* 215: 229-243.