



Takarmányként használt halcsalik, etetőanyagok, takarmány alapanyagok és haltakarmány nemkívánatos kémiai elem és nyomelem tartalmának vizsgálata

TÓÁSÓ GYULA¹ – KALOCSAI RENÁTÓ¹ – NAGY JÁNOS²

¹ Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Mosonmagyaróvár

² MOL-NYRT

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a kereskedelmi forgalomban kapható több száz féle halcsaliból, haltakarmányból és haltakarmány alapanyagból tíz különböző mintát vizsgáltak. Az egyes minták kémiai elemtartalmát a közleményben nem kívánták azonosíthatóvá tenni a piacon jelen lévő márkákkal. A vizsgált termékek az 1. és 2. táblázatban kerültek felsorolásra.

A vizsgált minták kémiai elemtartalma csak néhány esetben haladta meg a határértéket. Sajnálatos és figyelmeztető azonban, hogy néhány mintában a határértéket meghaladó elemtartalom a legkevésbé kívánatosak közül került ki: higany (178,31 %), szelén (202,22 %) és arzén (108,9 %) [piros háttér].

Néhány, ugyancsak toxikus elem koncentrációja megközelítette vagy meghaladta a határérték egyharmadát: ólom (84,08 %), kadmium (77,56 %) [sárga háttér].

A halcsalik és etetőanyagok nem tartoznak a takarmányok közé, bár felhasználási módjuk és az általuk okozott kockázat miatt célszerű lenne mielőbb oda sorolni azokat. Jelenleg a hivatalos és amatőr gyártók, valamint a kereskedők hozzáértésén és lelkiismeretén múlik, hogy a horgászok mit juttatnak be a vizekbe, az ökológiai rendszerbe, a táplálékláncba, végső soron mivel és mennyire szennyezett hal kerül az asztalunkra.

Hazánkban a kereskedelmi forgalomban kapható halcsaliból és hal etető anyagokból évente óriási mennyiség, néhányszor 100 000 kg kerülhet a felszíni vizeinkbe. A szerzők információi szerint a mindenféle ellenőrzés nélkül előállítottak mennyiségének értéke jóval meghaladhatja a hivatalos forgalmat. A szerves kémiai szennyezők - anyagi tulajdonságaikból adódóan - a felszíni vizeinkből (és máshonnan sem) fognak eltűnni, soha nem bomlanak le, soha nem tudnak „békés” anyagokká alakulni. Ellenkezőleg, a mérgező szerves kémiai elemek a környezetükben felhalmozódnak és szerves vegyületekbe épülésükkel toxikusságuk nő.

A nagy környezeti katasztrófákból megtanulhattuk, hogy a toxikus elemek feldúsulásuknak, akkumulációjuknak köszönhetően a táplálékláncon végig haladnak az alacsonyabb rendű élőlényektől az emberig súlyos megbetegedéseket okozhatnak.

A felszíni vizeinkbe kerülő nagy mennyiségű, nemkívánatos anyagok többféle úton jelenthetnek az ember számára veszélyt. Ezek egyrészt feldúsulhatnak olyan vízi élőlényekben (jól felvehető szerves kötésben), melyeket az ember elfogyaszt, másrészt a felszíni vizek aljzatában, iszapjában feldúsulva leszivároghatnak az ivóvízadó rétegekig.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a takarmányként használt halcsalik, etetőanyagok, takarmány alapanyagok és haltakarmányok bizonyos toxikus elemekből határérték közeli, illetve feletti mennyiséget tartalmaznak, ezáltal nagymértékű feldúsulásuk valószínűsíthető az élő szervezetekben, mely az ember számára is veszélyt jelenthet.

A kapott eredmények további vizsgálatok igényét vetik fel annak érdekében, hogy a gyártók tisztában legyenek előállított termékeik beltartalmi összetételével és az eredmények ismeretében csökkenteni tudják a veszélyes elemek magas koncentrációjú jelenlétét.

Kulcsszavak: haltakarmány, halcsali, toxikus elemek

BEVEZETÉS

Több mint fél évszázada ismert, hogy bizonyos elemek és vegyületek megjelenése az emberi környezetben, azok feldúsulása az alacsonyabb rendű élőlényekben a tápláléklánc magasabb szintjén található fogyasztók számára is veszélyt jelent.

A leggyakrabban emlegetett, szennyezett vízben felnőtt tengeri halak és más élelmiszer alapanyagok fogyasztása által okozott katasztrófák közé tartozik a higany által előidézett Minamata-kór és a kadmium vegyületek által okozott itai-itai betegség, melyeket Japánban azonosítottak a 20. század közepén (*Harada és Masazumi, 1972; Philip Wexler, 2005*).

A higany- és a kadmium-vegyületek által okozott mérgezés felfedezése után tudományos közlemények sokasága foglalkozott a különböző szintű vízi és szárazföldi élőlények (algák, kagylók, rákok, halak, gombák, növények és állatok) elemakkumulációjának vizsgálatával és az ember számára veszélyt jelentő feldúsulásával.

Hogy mennyire közel vannak hozzánk az ilyen jellegű veszélyforrások bizonyítja, a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) közleménye, mely szerint 2016. májusában hazánkban higannyal szennyezett vietnámi eredetű kardhalsteaket vontak ki a forgalomból.

Vizsgálataink során célul tűztük ki, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható halcsalik, etetőanyagok, haltakarmányok és haltakarmány adalékanyagok közül néhánynak a kiválasztott kémiai elem-tartalmát megmérjük, azt közzé téve felhívjuk a figyelmet arra, hogy mi emberek helytelenül végzett szabadidős tevékenységünkkel is veszélyeztethetjük az élelmiszerláncot, természetes vizeinkben és a bennük található élőlényekben is előfordulhat jó néhány toxikus elem feldúsulása, mely az ember számára már komoly kockázatot jelenthet.

Jelen közleményünkben nem volt célunk a többszáz-féle ismert halcsali, etetőanyag, haltakarmány és haltakarmány adalékanyag közül csak az általunk kiválasztottak esetlegesen magas, határérték közeli és határérték feletti ionkoncentrációit kiemelni, illetve azokat a márka-, illetve terméknévvel összekapcsolni. Ebből adódóan szándékunk szerint az analizált minták és a táblázatokban szereplő elemkoncentráció értékek nem azonosíthatók.

Hazánkban 2015-ben 6,35 kg/fő volt a halfogyasztás. Ennek, az éves szinten mintegy hat kilogrammos hazai fejenkénti fogyasztásnak a megduplázását tűzte ki célul a kormány. E szándék is indokolja azon kockázatok áttekintését, melyek a hazai halhús, az import tengeri hal és „tenger gyümölcsei” fogyasztásával kapcsolatosak.

Szükségesnek tartjuk, hogy az élő vizeinkbe kerülő különféle anyag, így a horgászok által bejuttatott készítmények összetételéről is minél többet tudjunk. Egy ilyen nagyhorderejű átfogó vizsgálat jelenleg meghaladja egyetemünk, tanszékünk jelenlegi lehetőségeit

Szükségesnek tartjuk az általunk elvégzettekhez hasonlóan a forgalmazott termékek alapos vizsgálatát, többek között azért is, mert a jelenleg divatossá és meghatározóvá váló, horgászszerszökökkel folytatott halcsapdázó, halfogó, úgynevezett bojlizós módszernek köszönhetően évente többszázezer kg – a klasszikus etetőanyagok és haltakarmányok összetételétől gyakran jelentősen eltérő összetételű – etető- és csali-bojli és pellet kerül a természetes vizeinkbe (nem csak a horgászvizekbe). A bojlizó horgász a jól felépített marketing eszközöknek köszönhetően kutya és macskatápon keresztül a tengeri állatok feldolgozott hulladékán át szinte bármit bejuttat a horgászvízbe azért, hogy kifogja álmai halát. A gyártók és kereskedők által feltűzelt horgászok elősegítik a nemkívánatos elemek, vegyületek és anyagok bejuttatását és feldúsulását az élővizekben, az üledékben és a vízi élőlényekben.

Vizsgálatainkkal és a kapott eredmények bemutatásával szeretnénk felhívni a rendeletek és jogszabályok alkotóinak figyelmét egy „új”, környezetvédelmi és élelmiszerbiztonsági kockázatra

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Minamata kórként ismert higanymérgezés a japán Minamata-öbölben lejátszódott fém higanyt szerves higanyvegyületekké alakították, amelyek a táplálékláncon keresztül bejutottak az emberek szervezetébe. A szerves higany a táplálékláncban feldúsult, és a halfogyasztókon heveny higanymérgezés tünetei jelentkeztek. A vizsgálatok kiderítettek, hogy valamennyi érintett vörösvérsejtje sok higanyt tartalmazott. 1962-ben hivatalosan 46 halálesetet és további 71 súlyos esetet ismertek el.

Az itai-itai betegség a kadmium-mérgezés következtében kialakuló betegség. Fájdalmas csontritkulással, csonttörésekkel jár (*Yeung et al. 2005*). Kimenetele sokszor halálos lehet. A kadmium növényekben feldúsulva jutott az emberek szervezetébe. A kadmium a csontokban akkumulálódik, a vesekárosodás következtében fellépő kalcium- és foszfor-anyagszerevezavar csontlágyuláshoz, csontritkuláshoz vezethet. Japánban a

mérgezését az okozta, hogy a kadmiummal terhelt talajon termesztett rizzsel a kadmium nagy mennyiségben jutott be az emberek szervezetébe (Kerényi, 2003).

Az elmúlt évtizedekben a külföldi és hazai tudományos közlemények sokasága foglalkozott a vízi élővilágot ért geológiai és antropogén szennyeződések hatásaival.

Leland és Kuwabara (1985) szerint az édesvízi halak bizonyos határok között képesek a réz, a króm, a molibdén és cink, valamint néhány toxikus fém, mint kadmium és higany szintjét szabályozni, míg Bryan (1979) megállapítása szerint azok a szervezetek, melyek nem képesek eliminálni a szennyeződések, idővel felhalmozzák őket és így az idősebb egyedeknél a feldúsulás fokozottabb mértékben jelentkezik.

Sándor és munkatársai (2000) közleményükben arról számolnak be, hogy a természetes vízi pontyok cink tartalma magasabb, mint a tenyésztett egyedek esetében. Széles ingadozást tapasztaltak a különböző élőhelyekről származó halminták toxikus nyomelem tartalmában. A toxikus nyomelemek, így az ólom, kadmium, arzén, higany dúsulása a környezetszennyezés legveszélyesebb formáját jelenti, s ez alapvető egészségügyi, gazdasági és ökológiai kockázatot jelent. Megállapítják, hogy a legtöbb nehézfém esetében az értékek többsége nem haladja meg az egészségügyi határértéket és az eltérések okaként a geokémiai sajátosságokat, a környezeti szennyező forrásokat, valamint és a takarmányozási különbségeket nevezik meg.

Farkas (2002) doktori munkájában a Balaton antropogén szennyezettségének vizsgálatát végezte bioindikátorok segítségével. A *crustacea* planktonok esetében a réz, ólom és cink, míg a halak esetében a higany feldúsulása volt jelentős mértékű. A zooplankton és az azonos régióból származó vízminták nehézfém-tartalma között szoros korrelációt mutatott ki kadmium, réz és cink esetében. A jobbára vagy kizárólag a vízfenéken táplálékot fogyasztó fajok (angolna, dévérkeszeg) szerveiben esetében a kadmium, réz, ólom és cink, míg a ragadozó fogassüllő szerveiben a higany feldúsulása volt jellemző. A szerző saját mérései és korábbi kutatási eredmények alapján megállapítja, hogy a Balaton higany szennyezettsége az elmúlt kettő évtizedben szignifikánsan csökkent.

Biróné és munkatársai (2009) nehézfém koncentrációkat vizsgáltak biohal termelésre tanúsított és átállás alatti tóban, az üledékben, a planktonban és a halhús mintákban. Megállapításaik szerint a szerves mikro-szennyezők közül a nehézfémek könnyen felhalmozódhatnak az élő szervezetekben, mivel szoros kapcsolatba léphetnek a szerves

vegyületek (elsősorban a fehérjék) kén atomjaival, és a felhalmozódás során denaturálják a fehérjék, elsősorban az enzim-fehérjék jelentős részét. Különösen veszélyes a higany, a kadmium, az ólom és a króm, de nem sokkal marad el tőlük a nikkell sem. Méréseik szerint az üledékminták átlagos nehézfém koncentrációja minden esetben kisebb volt az ökológiai gazdálkodású tóban, mint az átállás alatt lévőben. Az üledékminták Cd és Pb koncentrációja a lehetséges toxicitás küszöbszintje alatt volt mindkettő esetben. A Cr és a Ni esetében az átállási tóban találtak határérték feletti koncentrációkat, a Ni értéke a kedvezőtlen biológiai hatást kiváltó határértéket is meghaladta. Az üledék szervesanyag-tartalma és a Cr, az összes P és a Cd, továbbá a Ni és az Pb között pozitív korrelációt figyeltek meg. A plankton minták esetében a Cd, Cr és az Pb mennyisége lényegesen kisebb volt a biohal termelésre tanúsított halastóban, mint az átállás alatt lévőben.

Mézes és munkatársai (2010) a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-10-0011 pályázat keretében a különböző halcsalik fő komponenseinek vizsgálatát végezték és rámutattak a halcsalik besorolásának hiányosságaira és ellentmondásaira: az „EU szabályozás szerint halcsali nem létezik, a hazai szabályozás szerint pedig nem takarmány”.

Csengeri és Váradi (2004) halhúsok és halászati termékek élelmiszerbiztonsági kockázatait vizsgálták. Közleményükben megállapítják, hogy a „kémiai szennyeződések tekintetében az üledékben felhalmozódó, illetve a halak nevelésére szolgáló vízbe ipari, mezőgazdasági és kommunális eredetű szennyező anyagok juthatnak, melyek bekerülése esetenként csak a végtermék vizsgálatakor derül ki. A vízi tápláléklánc (táplálék hálózat) sajátos rendszere, a víz és az üledék és a bennük élő szervezetek kölcsönhatása egyes nehezen lebomló (perzisztens) szerves anyagok és a nehézfémek esetében ezeknek az anyagoknak a halhúsban történő felhalmozódásához vezethetnek”. Vizsgálataik szerint a természetes vizekben élő és a tógazdaságban nevelt halak között a nyomelem tartalomban is különbségek lehetnek. A táplálékon kívül az esszenciális fémek felhalmozódása vagy hiánya a halakban, szoros összefüggésben van a vízi környezet minőségével. A vízi környezet minősége kedvezőtlenül és ellenőrizhetetlenül változhat, s ennek következtében a nyomelemek koncentrációja a halakban is ingadozhat és nem megbízható összetételt jelent a fogyasztó számára. A toxikus nyomelemek: az ólom, kadmium, arzén, higany dúsulása a környezetszennyezés legveszélyesebb formáját jelenti, s ez alapvető egészségügyi, gazdasági és ökológiai

kockázatot jelent. A szerzők véleménye, hogy a feldolgozás és tárolás során alkalmazott eljárások, kötelező szabályok alkalmazása minimalizálja a veszélyforrásokat, de előfordulhatnak a feldolgozótól független, az élőhal előállításánál korábban kialakult veszélyforrások. Megemlítik annak lehetséges veszélyét is, hogy takarmányozással is nemkívánatos szennyeződések jelentkezhetnek a halhúsban (állatgyógyászati szerek, szermaradványok, nehézfémek).

Gyires és Fürst (2011) az élő szervezetekre toxikus hatással bíró fémek hatásmechanizmusát elemezték.

Az FDA Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990-2012) Tanulmány összefoglalást közöl a mexikói öbölből származó, élelmiszer alapanyag tengeri élőlények higanytartalmáról. A potenciális élelmiszerek szennyezettsége a ragadozóknál lényegesen magasabb, jól reprezentálva azt a korábbi tudományos megállapítást, hogy a tápláléklánokban dúsulnak ezek a szennyezések.

Gál és munkatársai (2013) az „Élelmiszerbiztonság és gasztronómia vonatkozású egyetemi együttműködés” című munkaanyagukban a haltermeléssel kapcsolatos egyik legveszélyesebb, és a legnagyobb problémát a higany feldúsulásában látják. Bár ez a veszély – véleményük szerint - főleg tengeri halak esetében fordul elő, azonban a dunai menyhal (*Lota lota*) izomzatában (0,912 mg/kg) és a májában (1,49 mg/kg) mért magas, határérték feletti higanytartalom figyelmeztető jel a hazai halak toxikus elemtartalmára vonatkozóan is. Megállapítják, hogy „a táplálék-láncon keresztül szinte minden vegyi anyag bejuthat és feldúsulhat a vízi szervezetekben.”

Czédli (2014) doktori munkájában halak nehézfém-tartalmának elemzését végezte különböző elemanalitikai módszerekkel.

Kőnigné (2014) doktori munkájában nehézfémek bioszorpcióját vizsgálta. Munkája során különböző baktérium- és algasejtek adszorpciók képességét hasonlította össze nehézfém-ionokra.

Molnár (2014) a horgászat egyik legdinamikusabban fejlődő ágának a bojlis horgászatnak a vizekre és a halak egészségére gyakorolt hatását vizsgálta. Véleménye szerint a bojlis, különösen a kisebb, intenzíven telepített horgásztavakon, olyan mennyiségben kerülhet a vízbe, hogy az takarmánynak tekinthető és ez szerinte akár káros is lehet a halakra. A vizsgálatai ezeknek a káros hatásoknak a feltérképezésével foglalkoztak. Zebradánió elvégzett kísérletei alapján javasolja a nagy mennyiségben

felszíni vizekbe juttatott horgászcsalik vízkémiai és toxikológiai vizsgálatát valóban releváns fajon (leginkább pontyon) a valóságnak leginkább megfelelő jelenségek megismerésére.

Az European Food Safety Authority (EFSA) (2015) az élelmiszerekben előforduló szennyezőként ír az arzénről, a kadmiumról, az ólomról és a higanyról. Ezek a kémiai elemek előfordulnak a környezetben, úgy a talajban, mint a vízben és a légkörben is. A rosszul végzett emberi tevékenység, például az ipar, mezőgazdaság, élelmiszer feldolgozás és tárolás, valamint a közlekedés következtében egyes helyeken nagyon megnő az előfordulásuk. Ezen elemek vegyületei a szennyezett vízzel és élelmiszerral bejutnak az emberi szervezetbe, veszélyeztetik azt. A nikkkel egészségkárosító hatásával és a növekvő expozícióval kapcsolatban fő felelősnek a szennyezett ivó vizet és az élelmiszereket, különösen a zöldségeket tartja. Az élelmiszerekben nem szabályozták a nikkeltartalmat. Az ivóvízben és az ásványvízben 20 mikro gramm/liter a határérték. Célszerűnek tartják a napi tolerálható bevitelt (TDI) testsúly-kilogrammonként 2,8 mikro grammban meghatározni.

Nevezett szervezet az elfogyasztott élelmiszerekkel bevitt heti metil-higany mennyiséget (TWI) 1,3 mikrogramm/testsúlykilogrammban kívánja szabályozni. Nem ajánlják heti egy-két adagnál több tengeri hal és seafood elfogyasztását.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az 1. táblázatban tüntettük fel a vizsgálatra kiválasztott, a hazai kereskedelmi forgalomban vásárolható halcsalikát és hal etetőanyagokat.

A 2. táblázatban tüntettük fel a vizsgálatra kiválasztott, kereskedelmi forgalomban vásárolható haltakarmány alapanyagokat

A minták feltárása

A mintákat porítás után 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd 2-4 g-t belőlük analitikai mérlegen pontosan bemértünk Erlenmayer lombikokba. Minden mintából három bemérést végeztünk. 20 cm³ 65 %-os HNO₃ oldatot adtunk minden mintához. Három vakpróbát is készítettünk. Egy éjszakai állás után melegíteni kezdtük

az oldatokat, majd a roncsolódás előrehaladását követően, lehűtés után 10 cm³ 30 %-os H₂O₂ oldatot adtunk a mintákhoz. A roncsolást addig folytattuk, míg a minták víztiszták lettek. A kis térfogatra történt bepárlás után, az oldatokat 25 cm³-re töltöttük 0,1 mol/dm³-es HNO₃ oldattal.

A felhasznált vegyszerek:

- Salétromsav 65%-os Suprapur (Merck)
- Hidrogén-peroxid 30 % (Spectrum 3D)

1. táblázat A vizsgált, teljes értékű haltakarmányként használt termékek; halcsalik és hal etetőanyagok

Table 1 Tested products; baits and feed used as wholesome fish fodder

A minta megnevezése (1)	A minta fajtája (2)
Carp Zoom Pellet Honey Energofish	Pellet
Carp Zoom Boilie	Bojli
Carp Zoom Halibut Pellet	Pellet
Dynamite Hi Attract Boilie	Bojli
Maros Mix Halibut Pellet	Pellet
Swim Stim Green Pellet	Pellet
Szarvas Haltáp	Teljes értékű takarmány halak számára

(1) Sample designation, (2) Sample type

Forrás: saját szerkesztés 2017

2. táblázat A vizsgált haltakarmány alapanyagok

Table 2. Tested basic components of fish feed

A minta megnevezése (1)	A minta fajtája (2)
Carp Food S-carp	Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány-alapanyag
Dynamite Baits Marine Halibut halliszt	Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány-alapanyag
Pelzer Baits Liver extract	Állati eredetű takarmány-alapanyag

(1) Sample designation, (2) Sample type

Forrás: saját szerkesztés 2017

A minták előkészítése méréshez

A laboratóriumba érkezett előkészített mintákat alaposan összeráztuk. A mintákból 10 ml-t kimértünk automata pipetta segítségével és egyszer használatos műanyag kupakos PP csöbe töltöttük. A minták esetében 300 µl nagy tisztaságú tömény salétromsav hozzáadásával biztosítottuk a megfelelő savkoncentrációt, illetve 200 µl Y (1 mg/l) belső sztenderdet pipettáztunk a mintához, hogy nyomon követhetőek legyenek az előkészítés, mérés során fellépő az esetleges veszteségek. Amennyiben a mért koncentráció a kalibrált tartományon kívül esett, a további hígítást úgy számoltuk ki, hogy a várt érték a tartományon belül legyen.

Felhasznált anyagok, vegyszerek:

- Sartorius stedim arium® pro UV I DI víztisztító rendszerrel előállított nagy tisztaságú víz (0,055 µS/cm c)
- Salétromsav 65%-os Suprapur (Merck)
- ICP többelemes sztenderdoldat XVI. (Merck)
- Ittrium (Y) ICP sztenderdoldat (Merck)
- Higany AAS standardoldat (Merck)

A minták mérése

A vizsgálatokra előkészített, feltárt minták elemtartamának meghatározását a Synlab Hungary Kft. Kecskeméti Környezetanalitikai Laboratóriuma végezte. A méréseket NexION® 300X típusú ICP-MS készülékkel végeztük (a spektrális zavarás kiküszöbölése érdekében a standard módon kívül megvalósítható a KED (ütközési cella – He) módban való mérés is).

Az ICP-MS mérés során a mintaoldatot porlasztjuk és az így létrehozott aeroszolt argon-gázáram segítségével az induktív csatolású plazmába juttatjuk. A bevitt oldat elemeiből a plazma 6-10000 °K hőmérsékletén szabad atomok, illetve termikus ionizációval ionok keletkeznek. A keletkezett ionokat a tömeg-spektrométerben tömeg/töltés arányuk szerint szétválasztjuk és a meghatározandó elem ionjának mennyiségére jellemző beütésszámot elektron-sokszorozó segítségével mérjük. Ez a beütésszám arányos a koncentrációval. A módszer nagy előnye, hogy a jelintenzitás és a koncentráció közötti kapcsolat általában 5 vagy több nagyságrenden keresztül lineáris.

A készülék automatikusan számol a programba beírt hígításokkal; vakkorrekciót illetve az Y jeléből számolt korrekciót alkalmaz a minták esetén a lehető legpontosabb mérés megvalósításának érdekében.

Kapcsolódó szabványok: MSZ EN ISO 17294-1 és MSZ EN ISO 17294-2.

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A vizsgálati eredményeinket a Magyar Közlöny 2003/42 számában (továbbiakban Közlöny) megjelent, „A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 44/2003. (IV.26.) FVM rendelete (továbbiakban Rendelet) a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól” szerint csoportosítottuk. Az általunk vett és feldolgozott minták, felhasználásuk szerint haltakarmánynak (1-6 és 13 minta), illetve haltakarmány alapanyagoknak (11-14 minta) számítanak, ennek megfelelően úgy döntöttünk, hogy a fent hivatkozott rendelet takarmányokra és takarmány alapanyagokra vonatkozó előírásaihoz hasonlítjuk azok általunk vizsgált jellemzőit.

3. táblázat A tömegállandóságig szárított teljes értékű haltakarmányként használt termékekben az általunk vizsgált kémiai elemek mennyisége

Table 3. Quantity of examined chemical elements in products used as wholesome fish fodder, dried to net dry weight

Vizsgált elemek (1)	A tömegállandóságig szárított minta sorszáma és a mért anyag tartalma ($\mu\text{g}/\text{kg}$) (2)						
	1	2	3	4	5	6	13
Al	20 210	18 483	18 158	21 190	13 133	17 173	41 287
As	54,30	29,42	1 431	1 207	1 475	1 387	395
Zn	52 914	18 605	17 680	55 045	15 072	46 416	27 159
Hg	50,03	34,66	19,28	12,49	63,18	18,12	171
Cd	28,19	30,07	46,83	440	86,65	49,25	126
Co	22,65	13,24	38,37	494	34,30	59,34	74,62
Cr	127	103	197	228	186	182	189
Mn	21 975	28 816	14 101	20 288	8 602	26 912	23 367
Mo	426	482	1 434	1 106	1 099	734	619
Ni	523	317	449	162	213	233	1 274
Pb	169	68,55	158	261	336	86,40	183
Cu	2 420	2 237	3 111	6 370	1 678	4 019	5 675
Se	243	214	444	1 315	850	481	1 123
Fe	60 404	17 605	26 237	413 286	33 160	150 636	81 537

(1) Tested elements, (2) Serial numbers of the examined samples dried to net dry weight and their measured element content ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Forrás: saját szerkesztés 2017

4. táblázat A tömegállandóságig szárított haltakarmány alapanyagokban az általunk vizsgált kémiai elemek mennyisége

Table 4. Quantity of tested chemical elements in basic fish feed compounds, dried to net dry weight

Vizsgált elemek (1)	A tömegállandóságig szárított minta sorszáma és a mért anyagtartalma (µg/kg) (2)		
	11	12	14
Al	49 615	120 815	11 683
As	907	12 375	76,96
Zn	42 478	31 633	30 801
Hg	56,68	362	202
Cd	75,70	39,24	44,59
Co	53,37	28,82	170
Cr	634	225	1 308
Mn	28 233	582	5 744
Mo	700	57,13	521
Ni	299	125	494
Pb	172	54,64	9 554
Cu	4 860	1 022	4 415
Se	410	2 979	1 202
Fe	113 239	66 534	91 616

(1) Tested elements, (2) Serial numbers of the examined samples dried to net dry weight and their measured element content (µg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A vizsgálati eredményeinket a Magyar Közlöny 2003/42 számában (továbbiakban Közlöny) megjelent, „A földművelésügyi és vidékfejlesztési miniszter 44/2003. (IV.26.) FVM rendelete (továbbiakban Rendelet) a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól” által előírt határértékekhez hasonlítottuk:

A Közlöny „Nemkívánatos anyagok és termékek megengedett mennyiségei a takarmányokban (3225 oldaltól)” által használt szakkifejezéseket, megnevezéseket, mértékegységeket és takarmány nedvességtartalmából (12 %) számított szárazanyagtartalmat (88 %), illetve ott szabályozott anyagtartalmat használtuk

A Közlöny II. „A takarmányozásban felhasználható adalékanyagok csoportjai”, „10. Nyomelemek (3254 oldaltól)” előírtak szerint használtuk a szakkifejezéseket,

megnevezéseket, mértékegységeket és a takarmány nedvességtartalmából (12 %) számított szárazanyagtartalmat (88 %), illetve az ott szabályozott adalékanyag tartalmát.

Az alábbiakban az 5. illetve a 6. táblázatban mutatjuk be a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásaiból merített, általunk vizsgált nemkívánatos anyagokkal és adalékanyagként használható nyomelemekkel kapcsolatos mennyiségi előírásokat.

A tömegállandóságig szárított minták elemzésénél kapott mérési eredményeinket rendre átszámítottuk a Rendelet szerinti 12 %-os nedvességtartalomra, illetve az ennek megfelelő 88 %-os szárazanyag tartalomra.

Az előbbieket szerint kiszámított anyagtartalmát, illetve a maximálisan megengedett mennyiségeket a minták fajtájának megfelelően a 7., 8. és 9. táblázatban szerepeltetjük.

Rendre összehasonlítottuk az adott mintacsoportok, minták mért és 88 %-os szárazanyag tartalomra átszámított anyagtartalmát a maximálisan megengedett mennyiséggel, melyeket a 10., 11. és 12. táblázatban mutattunk be. Piros kitöltő színnel jelöltük a határérték túllépést, sárga kitöltő színnel pedig a határérték 1/3 részének átlépését. Ez utóbbit figyelemfelkeltésként azért emeltük ki, mert köztudottan a halak és más vízi élőlények, valamint a víztest más alkotói, különös tekintettel az iszapra, megkötik és hosszú időn keresztül felhalmozzák ezeket az anyagokat.

5. táblázat Az általunk vizsgált nemkívánatos anyagok törvényben megengedett maximális mennyiségei a haltakarmány alapanyagokban és a teljes értékű haltakarmányként használt termékekben

Table 5. Maximum legal amount of tested unwanted substances in basic fish feed compounds and products used as wholesome fish fodder

Elemek (1)	Takarmányok maximálisan 12% nedvességtartalommal (2)	Maximális megengedett mennyiség (mg/kg)(3)
As	Takarmány-alapanyagok	2
	kivéve fűből, szárított lucernából és lóheréből készült liszt; szárított cukorrépa pép és szárított cukorrépa szelet takarmány-alapanyagok	4
	kivéve foszfátok és hal vagy más tengeri állatok feldolgozásából kapott takarmány-alapanyagok	10
	Teljes értékű takarmányok	2
	kivéve halaknak szánt teljes értékű takarmányok	4
	Kiegészítő takarmányok	4
	kivéve ásványi eredetű kiegészítő takarmányok	10
Cd	Növényi eredetű takarmány-alapanyagok	1
	Állati eredetű takarmány-alapanyagok	2
	kivéve a kedvtelésből tartott állatok takarmányaiban felhasznált takarmány-alapanyagok	n. a.
	Foszfátok	10
	Teljes értékű takarmányok kérődzőknek	1
	kivéve teljes értékű takarmányok borjaknak, bárányoknak, gidáknak	n. a.
	Teljes értékű takarmányok más állatoknak	0,5
	kivéve kedvtelésből tartott állatok takarmányai	n. a.
	Ásványi takarmányok	5
	Egyéb kiegészítő takarmányok kérődző állatfajoknak	0,5
Hg	Takarmány-alapanyagok	0,1
	kivéve hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmányok	0,5
	Teljes értékű takarmányok	0,1
	kivéve kutya és macska teljes értékű takarmányok	0,4
	Kiegészítő takarmányok	0,2
	kivéve kutyáknak és macskáknak szánt kiegészítő takarmányok	n. a.

Pb	Takarmány-alapanyagok	10
	kivéve zöldtakarmány	40
	kivéve foszfátok	30
	kivéve élesztő	5
	Teljes értékű takarmányok	5
	Kiegészítő takarmányok	10
	kivéve ásványi eredetű kiegészítő takarmányok	30

na: nincs adat / not available

(1) Elements, (2) Feeds with a maximum moisture content of 12%, (3) Maximum allowed quantity (mg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

6. táblázat A haltakarmány alapanyagokban és a teljes értékű haltakarmányként használt termékekben az általunk vizsgált nyomelemek törvényben megengedett maximális mennyiségei

Table 6. Maximum legal amount of studied trace elements in basic fish feed compounds and products used as wholesome fish fodder

A nemkívánatosak kivételével a meghatározott elemek (1)	A takarmányozásban felhasználható nyomelemek (2)	Korlátozások (3)	Maximális megengedett mennyiség (mg/kg) (4)
Al			n. a.
Zn	Cink	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	250
Co	Kobalt	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	10
Cr			n. a.
Mn	Mangán	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	250
Mo	Molibdén	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	3
Ni			n. a.
Cu	Réz	Egyéb állatfajok és kategóriák takarmányozására felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	35
Se	Szelén	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	1
Fe	Vas	Takarmányozásban felhasználható adalékanyagként az engedélyezett vegyületeiben összesen	1 250

n.a.: nincs adat / not available

(1) Stipulated elements, unwanted ones excluded, (2) Trace elements allowed in feeding/foraging, (3) Restrictions, (4) Maximum allowed quantity (mg/kg)

Forrás: saját szerkesztés 2017

7. táblázat A teljes értékű haltakarmányként használt termékekben mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem tartalom és azok törvényben előírt határértéke

Table 7. Legal threshold limit of unwanted substance and trace element content measured in products used as wholesome fish food calculated figuring 88% dry matter content

A vizsgált elemek (1)	A 88% szárazanyag-tartalomra átszámított minta sorszáma és mért anyagtartalma [$\mu\text{g}/\text{kg}$] (2)							Maximális megengedett mennyiség (3)
	1	2	3	4	5	6	13	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Al	17 785	16 265	15 979	18 647	11 557	15 113	36 333	n. a.
As	47,78	25,89	1 259	1 062	1 298	1 221	348	4 000
Zn	46 564	16 372	15 559	48 440	13 263	40 846	23 900	250 000
Hg	44,03	30,5	16,96	10,99	55,59	15,95	150	100
Cd	24,81	26,46	41,21	387	76,25	43,34	111	500
Co	19,93	11,65	33,77	435	30,18	52,22	65,66	10 000
Cr	112	91,26	173	201	164	160	166	n. a.
Mn	19 338	25 358	12 409	17 853	7 570	23 682	20 563	250 000
Mo	375	424	1 262	973	967	645	545	3 000
Ni	460	279	395	143	187	205	1 121	n. a.
Pb	149	60,34	139	230	296	76,03	161	5 000
Cu	2 130	1 968	2 737	5 606	1 476	3 536	4 994	35 000
Se	214	188	391	1157	748	423	988	1 000
Fe	53 156	15 492	23 089	363 691	29 181	132 560	71 753	1 250 000

n.a.: nincs adat / not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers and element content of the examined samples calculated figuring 88% dry matter content [$\mu\text{g}/\text{kg}$], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

8. táblázat Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány alapanyagokban mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalom és azok törvényben előírt határértéke

Table 8. Legal threshold limit of unwanted substance and trace element content measured in basic fish feed components produced with processed fish and sea animals, calculated figuring 88% dry matter content

A vizsgált elemek (1)	A 88% szárazanyag-tartalomra átszámított minta sorszáma és mért anyagtartalma [µg/kg] (2)		Maximális megengedett mennyiség (3)
	11	12	[µg/kg]
Al	43 661	106 317	n. a.
As	798	10 890	10 000
Zn	37 381	27 837	250 000
Hg	49,88	319	500
Cd	66,62	34,53	2 000
Co	46,96	25,36	10 000
Cr	558	198	n. a.
Mn	24 845	512	250 000
Mo	616	50,27	3 000
Ni	263	110	n. a.
Pb	152	48,08	10 000
Cu	4 277	900	35 000
Se	361	2 622	1 000
Fe	99 650	58 549	1 250 000

n.a: nincs adat / not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers and element content of the examined samples calculated figuring 88% dry matter content [µg/kg], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

9. táblázat Állati eredetű takarmány alapanyag mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalom és azok törvényben előírt határértéke

Table 9. Measured quantity of unwanted substance and trace element content measured in basic feed components of animal origins, converted figuring 88% dry matter content, and their legal threshold limit

A vizsgált elemek (1)	A 88% szárazanyag-tartalomra átszámított minta sorszáma és mért anyagtartalma [$\mu\text{g}/\text{kg}$] (2)	Maximális megengedett mennyiség (3)
	14	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Al	10 281	n. a.
As	67,72	2 000
Zn	27 105	250 000
Hg	178	100
Cd	39,24	2 000
Co	149	10 000
Cr	1 151	n. a.
Mn	5 055	250 000
Mo	458	3 000
Ni	434	n. a.
Pb	8 407	10 000
Cu	3 885	35 000
Se	1 057	1 000
Fe	80 622	1 250 000

n.a.: nincs adat / not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers and element content of the examined samples calculated figuring 88% dry matter content [$\mu\text{g}/\text{kg}$], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

10. táblázat Teljes értékű haltakarmányként használt termékek mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalma a törvényben előírt határértékhez viszonyítva

Table 10. Measured quantity of unwanted substance and trace element content in products used as wholesome fish fodder converted figuring 88% dry matter content, in comparison to legal threshold limits

A vizsgált elemek	A minta sorszáma és a mért anyagtartalom a határértékhez viszonyítva [%] (2)							Maximális megengedett mennyiség (3)
	1	2	3	4	5	6	13	[µg/kg]
Al	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
As	1,19	0,65	31,49	26,56	32,46	30,53	8,71	4 000
Zn	18,63	6,55	6,22	19,38	5,31	16,34	9,56	250 000
Hg	44,03	30,5	16,96	10,99	55,59	15,95	150,49	100
Cd	4,96	5,29	8,24	77,56	15,25	8,67	22,27	1000
Co	0,20	0,12	0,34	4,35	0,30	0,52	0,66	10 000
Cr	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Mn	7,74	10,14	4,96	7,14	3,03	9,47	8,23	250 000
Mo	12,51	14,14	42,09	32,44	32,25	21,53	18,17	3 000
Ni	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Pb	2,98	1,21	2,79	4,61	5,93	1,52	3,24	5 000
Cu	6,09	5,62	7,82	16,02	4,22	10,11	14,27	35 000
Se	21,42	18,89	39,13	115,73	74,80	42,38	98,86	1 000
Fe	4,25	1,24	1,85	29,10	2,33	10,60	5,74	1 250 000

Piros háttér: határérték feletti tartalom. Sárga háttér: határérték harmadát meghaladó tartalom. n.a.: nincs adat

Red highlight: over threshold limit. Yellow highlight: over a third of threshold limit. n.a.: not available

(1) Tested elements, (2) Serial numbers of samples and their substance content comparative to threshold limit [%], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

11. táblázat Hal és tengeri állatok feldolgozásával előállított takarmány alapanyagok mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalma a törvényben előírt határértékhez viszonyítva

Table 11. Measured quantity of unwanted substance and trace element content in basic fish feed components produced with processed fish and sea animals, converted figuring 88% dry matter content, in comparison to legal threshold limits

A vizsgált elemek (1)	A minta sorszáma és a mért anyagtartalom a határértékhez viszonyítva [%] (2)		Maximális megengedett mennyiség (3)
	11	12	[µg/kg]
Al	n. a.	n. a.	n. a.
As	7,98	108,90	10 000
Zn	14,95	11,14	250 000
Hg	9,98	63,86	500
Cd	3,33	1,73	2 000
Co	0,47	0,25	10 000
Cr	n. a.	n. a.	n. a.
Mn	9,94	0,21	250 000
Mo	20,54	1,68	3 000
Ni	n. a.	n. a.	n. a.
Pb	1,52	0,48	10 000
Cu	n. a.	n. a.	n. a.
Se	36,16	262,22	1 000
Fe	7,97	4,68	1 250 000

Piros háttér: határérték feletti tartalom. Sárga háttér: határérték harmadát meghaladó tartalom. n.a.: nincs adat

Red highlight: over threshold limit. Yellow highlight: over a third of threshold limit. n.a.: not available

(1) tested elements, (2) Serial numbers of samples and their substance content comparative to threshold limit [%], (3) Maximum allowed quantity

Forrás: saját szerkesztés 2017

12. táblázat Állati eredetű takarmány alapanyag mért és 88 %-os szárazanyag-tartalomra átszámított nemkívánatos anyag és nyomelem-tartalma a törvényben előírt határértékhez viszonyítva

Table 12. Measured quantity of unwanted substance and trace element content measured in basic feed components of animal origins, converted figuring 88% dry matter content, in comparison to their legal threshold limit

A vizsgált elemek / Studied elements	A minta sorszáma és a mért anyagtartalom a határértékhez viszonyítva [%] / Serial numbers of samples and their substance content comparative to threshold limit [%]	Maximális megengedett mennyiség / Maximum allowed quantity
	14	[µg/kg]
Al	n. a.	n. a.
As	3,39	2 000
Zn	10,84	250 000
Hg	178,31	100
Cd	1,96	2 000
Co	1,50	10 000
Cr	n. a.	n. a.
Mn	2,02	250 000
Mo	15,29	3 000
Ni	n. a.	n. a.
Pb	84,08	10 000
Cu	11,10	35 000
Se	105,79	1 000
Fe	6,45	1 250 000

Piros háttér: határérték feletti tartalom. Sárga háttér: határérték harmadát meghaladó tartalom. n.a.: nincs adat

Red highlight: over threshold limit. Yellow highlight: over a third of threshold limit. n.a: not available

Forrás: saját szerkesztés 2017

The study of unwanted chemical and trace element contents of fish bait used as fodder, assorted feeds, basic feed components and fish diets

GYULA TÓÁSÓ¹ – RENÁTÓ KALOCSAI¹ – JÁNOS NAGY²

¹Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Sciences

²MOL-NYRT

SUMMARY

The authors examined ten different samples of hundreds of kinds of bait, fish feed and basic fish feed components available at the commerce. The authors did not wish to identify the chemical element content of assorted samples with brand names available on the market, the examined products were listed in charts 1 and 2.

The chemical element content of the examined samples exceeded the threshold limit in only in a few cases. However, it is unfortunate and alarming, that in those few samples the elements whose content was over the threshold limit were among the most unwanted ones: mercury (178,31 %), selenium (202,22 %) and arsenic (108,9 %) [highlighted in red].

The concentration of some other toxic elements were close or over the third of their threshold limit: lead (84,08 %), cadmium (77,56 %) [highlighted in yellow].

Fish bait and feed are not classified as an animal food, though their usage and the risk presented by them would make it more advisable to classify them as such as soon as possible. At the present time, it is only up to professional and amateur manufacturers and also the expertise and conscience of traders what fishermen will introduce to waters, ecological systems and the food chain, ultimately what kind and quantity of contamination we will find in the fish that comes to end at our table.

Domestically several times 100 000 kgs of commercially available fish bait and fish feed may pollute the natural open waters. According to the opinion of a domestic manufacturer and wholesaler, the quantity produced non-commercially which is not under any supervision may even exceed commercial quantities.

Inorganic chemical contaminants - deriving from their material characteristics – will not disappear from our open surface waters (or anywhere else), they will not decompose, they will not transform into “neutral” materials. Contrary to that, the

poisonous inorganic chemical elements accumulate in our environment and by incorporating into organic compounds, their toxicity increases.

We could learn from great environmental catastrophes that toxic elements - thanks to their concentration and accumulation – proceed through the food chain from low-class lifeforms to humans serious diseases.

Unwanted substances getting into open surface waters in large quantities pose a threat to mankind in different ways. Firstly, by accumulating (in easily incorporated organic bonds) in aquatic organisms that are consumed by man, secondly, by concentrating in surface waters' beds, their sludge, they can filtrate down to drinking water layers.

Keywords: fish diet, fish bait, toxic elements

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Köszönjük a Synlab Hungary Kft. Kecskeméti Környezetanalitikai Laboratóriumának munkánkhoz nyújtott analitikai segítségét. Kiemelt köszönet illeti Gyurisné Gáspár Erzsébet Laboratóriumvezető Asszonyt, valamint Gerse Viktória laboratóriumvezető-helyettes Asszonyt, akik áldozatos munkája nélkül a cikkben bemutatásra került analitikai eredmények nem készülhettek volna el.

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00017 „Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen“ projekt támogatta

IRODALOMJEGYZÉK

Alexis, M. N. . – Zubcova, E., 2001. Trace Metal Levels in Freshwater Fish, Sediment and Water. Environ. Sci. Pollut. Res., 8:265-268.

Bíróné Oncsik M. – Hegedűs R. – Oncsik E. – Őszitó A. – Gál D. – Kosáros T. –Pekár F. – Vörös G. – Csengeri I. (2009): Nehézfém értékek alakulása biohal termelésre tanúsított, illetve átállás alatti halastóban

Bryan, G.W. (1979): Bioaccumulation of marine pollutants. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 286:483-505.

- Csengeri I. – Váradi L. (2005)* Halhúsok, halászati termékek élelmiszerbiztonsági kockázatainak profilanalízise, Halászati és Öntözési Kutatóintézet (HAKI), Szarvas
- Czédli H. (2014)*: Halak nehézfém tartalmának elemzése különböző elemanalitikai módszerek alkalmazásával, P.h.D. értekezés, Debreceni Egyetem
- Farkas A. (2002)*: A Balaton antropogén szennyezettségének jellemzése bioindikátorok alkalmazásával, P.h.D. értekezés, Veszprémi Egyetem
- Gál I. – Bodnár K. – Benkő-Kiss A. – Mikóne Jónas E. – Majzinger I. – Kocsisné Graff M. – Barta T. – Bodnárne Skobrak E. – Pinnyei Sz. – Suli Á. – Benk Á. (2013)*: Élelmiszerbiztonság és gasztronómia vonatkozású egyetemi együttműködés, "TAMOP-4.1.1.C- 12/1/KONV-2012-0014: „DE-SZTE-EKF NYME” Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely
- Gyires K. – Fürst Zs. (2011)*: A farmakológia alapjai, Medicina Könyvkiadó Zrt.
- Harada, Masazumi. (1972)*. Minamata Disease. Kumamoto Nichinichi Shinbun Centre & Information Center/Iwanami Shoten Publishers. [ISBN 4-87755-171-9](#) C3036,
- Kerényi A. (2003)*: Környezetan - Természet és társadalom - globális szempontból Mezőgazda kiadó
- Kőnigné Péter A. (2014)*: Nehézfém bioszorpció mikroorganizmusokon, Pécsi Tudományegyetem, Kémia Doktori Iskola
- Leland, H.V., Kuwabara, J.S., (1985)*. Trace Metals. In : Rand, G.M. and Petrocelli, S.R. (Eds.) Fundamentals of aquatic toxicology. Hemisphere Publ. Co. New York, pp.. 374
- Mézes M. – Guti Cs. – Bokor Z. – Urbányi B. (2010)*: Halcsali és ami benne van, TÁMOP-4.2.2.B-10/1-10-0011
- Molnár M. L. (2014)*: Különböző ízesítésű bojlik etetésének hatása a halak életfolyamataira, TDK munka, Gödöllő 2014
- Yeung a.t., hsu c. n. (2005)*: Electrokinetic remediation of cadmiumcontaminated clay. Journal of Environmental Engineering, 131: 298–304.
- Philip Wexler (2005)*: Encyclopedia of Toxicology (Second Edition), Academic Press
- Sándor Zs. – Oncsik M. – Csengeri I. – Lengyel P. – Györe K. – Szabó P. – Pekár F. – Zubcova E. – Todirash I. – Alexis M.N. (2000)*: A halhús esszenciális és toxikus elem tartalmának vizsgálata

A szerzők levélcíme – Adress of the outhors

TÓÁSÓ Gyula

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Víz - és Környezettudományi Tanszék. 9200 Mosonmagyaróvár Lucsony u. 15-17.

Email: toaso.gyula@sze.hu

KALOCSAI Renátó

Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

Víz - és Környezettudományi Tanszék. 9200 Mosonmagyaróvár Lucsony u. 15-17.

Email: kalocsai.renato@sze.hu

NAGY János

MOL NYRT

Email: j51nagy@gmail.com