

## Takarmány összetevők az akvakultúrában

### Technikai jegyzet

**Az adatbázis a takarmány alapanyagok tápanyag összetételét, funkcionális tulajdonságait és a gyártási eljárásra, valamint az extrudált pelletek fizikai tulajdonságaira gyakorolt hatását tartalmazza**



Ez a technikai füzet az EU hetedik programjának keretében, az ARRAINA projekt (száma: 288925) - Haladó Kutatási Kezdeményezés a Táplálkozásért és az Akvakultúráért - részeként készült. Az itt leírtak az ARRAINA csapatának nézetét írják le, ami nem feltétlen egyezik az Európai Közösség álláspontjával. A technikai tartalom a SPAROS, NIFES, Wageningeni Egyetem és az INRA együttműködésével készült. A kiadásért az AQUATT a felelős. A kiadvány magyar nyelvű fordítását a NAIK HAKI takarmányozási csoportjának munkatársai készítették.

#### **Figyelmeztetés**

Az itt leírt takarmány összetevők összetétele és technológiai jellemzői az eredettől, a szezontól és a gyártási folyamattól függően eltérhetnek. Mindezek miatt a füzetben található értékek csupán iránymutatást adnak. A SPAROS és az ARRAINA projekt javaslata alapján a gyakorlati alkalmazás előtt az alapanyagok vizsgálata ajánlott.

## **Bevezetés**

Ez a jegyzet az EU FP7-es ARRINA (Haladó Kutatási Kezdeményezés a Táplálkozásért és az Akvakultúráért) projekt keretében készült. Elkészítésének célja széles körben megismertetni a tudományos alapokon nyugvó fejlesztési javaslatokat a jó minőségű, biztonságos és környezetbarát, fenntartható haltakarmányokkal kapcsolatban.

A jegyzet kimondottan a haltakarmány gyártóknak készült, de más ipari és termelő szervezeteket, egyéneket is megcéloz, akik érdekeltek a felhasznált alapanyagok mélyebb tanulmányozásában. A legfontosabb alapanyagok tulajdonságai a következő szempontok szerint lettek táblázatba foglalva: tápanyag összetétel, funkcionális tulajdonságok, azok hatása a gyártási folyamatokra és a pelleték fizikai tulajdonságára.

A jegyzet elkészítését az indokolta, hogy a takarmánygyártók felhasználóbarát módon kapjanak segítséget az alapanyagok összehasonlításáról, speciális tulajdonságairól. A leírt információk egy közös célt szolgálnak a tisztánlátás és a kommunikáció érdekében a termelő, a tápgyártó és az értékesítő között, hogy eloszlassa az alaptalan félelmeket.

## **Az európai haltakarmányok**

A haltakarmányok alapanyagai manapság rendkívül széles körből kerülnek kiválasztásra. Mindnek más-más a fizikai tulajdonsága és tápanyag összetétele. A tápgyártás során a fizikai és funkcionális jellegzetességek jelentős különbségeket okoznak a tápok között. A fenntartható haltakarmányok gyártásának feltétele a tudományos alapok figyelembe vétele, a megbízható alapanyag forrás megléte. Mindez hatékony, környezetbarát, haljóléti szempontból megfelelő haltakarmányok gyártásához vezet, ami által gazdag tápanyagtartalommal ellátott, minőségi élelmiszerforráshoz juthatunk.

A jó minőségű haltakarmányok előállítása a jó minőségű alapanyagok kiválasztásával kezdődik, mindazonáltal fontos megérteni, mit foglal magába a minőség a gyártás során. A minőségi összetevő a megfelelő mennyiségű és minőségű tápanyagokat (aminosavak, zsírsavak, vitaminok, ásványi anyagok, azok emészthetőségét, élvezeti értékét, melyek kihatnak a takarmány hatékonyságára) tartalmazza, valamint biztosítja a tápok fizikai integritását (a pellet keménysége, tartóssága, kötöttsége, keményítő zselatinizációja, sűrűsége, olaj abszorpció kapacitása és vízdékonysága).

Az alapanyagok tápanyag tartalma elérhető <sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>, fizikai tulajdonságaikról azonban keveset tudunk. Ez különösen igaz a növényi alapanyagokra. Az ARRINA projekt egyik kiemelt célja meghatározni a növényi takarmány alapanyagok alkalmazásának hatásait a pelletekre, különösen növényi fehérjeforrások esetében.

### **Az ARRAINA projekt**

A tenyésztett halak takarmányai hagyományosan halliszten és halolajon alapulnak, melyek a tengerek, óceánok halfogásából származnak. Ezekre az alapanyagokra egyre növekszik a kereslet, ugyanis nem csak a növekvő akvakultúra szektor követel több takarmány alapanyagot, hanem a humán egészségpiac is „kivetette rá a hálóját” (pl.: halolajos étrend kiegészítők). Ennélfogva a fenntarthatóság és a versenyképesség megtartása érdekében csökkenteni kell az akvakultúra halliszt, halolaj függését alternatív források, például növényi alapanyagok bevonásával. Az ARRAINA projekt a hosszú távú hatások felmérésével, illetve a teljes életciklus elemzésével (melyekről eddig keveset tudunk) próbál meg válaszokat adni a változtatásokra.

Az alkalmazott eszközök, megoldások és technológiák fejlesztése az európai haltakarmány gyártás érdekeit szem előtt tartva, a KKV-vel együttműködve, az ARRAINA további célja a szektor kapcsolatainak erősítése a tudományos közösséggel, a növekvő produktivitás és hatékonyság elősegítése az ágazat globális versenyképességének növelése érdekében.

A programról teljes képet annak honlapjáról lehet kapni ([www.rraina.eu](http://www.rraina.eu)). További információkért a projekt koordinátorához, Sadasivam Kaushikhoz ([kaushik@st-pee.inra.fr](mailto:kaushik@st-pee.inra.fr)), illetve a projekt menedzserhez, Heloise Simonsonhoz ([heloise.simonson@paris.inra.fr](mailto:heloise.simonson@paris.inra.fr)) fordulhatunk.

### **Az extrudált haltápok fizikai minőségének kezelése**

Jó minőségű haltakarmányok előállításához napjainkban a magas hőmérsékletű extrudálás a preferált technológia. Az extrudálás során nyomás, hőmérséklet és mechanikus kezelés hatására a keményítő, fehérje alapú alapanyagokat félfolyékony, alakítható masszává formálják, majd állítható, szűk nyíláson préselik át.

Számos reakció megy végbe az extrudáció során: keményítő zselatinizáció, fehérje denaturáció, hidratáció, a mikroorganizmusok és más antinutritív anyagok hőmérséklet hatására történő pusztulása.

Az extrudációs eljárás összetettsége, valamint az, hogy keveset tudunk a fehérje/keményítő kölcsönhatásról komoly feladattá teszi a különböző típusú alapanyagokból történő egyenletes minőségű tápok készítését. Az extrudált pelleték fizikai minőségére számos tényező hat, úgymint az alapanyag összeállítás, vagy a gyártási körülmények.

Az extrudálás egy hatékony takarmány feldolgozási technológia, ami létfontosságú szerepet játszik az európai akvakultúra versenyképességének biztosításában. Az eljárás előnye, hogy jobb a pelleték hasznosulása, jobban lehet kontrollálni azok fizikai tulajdonságait, úgymint sűrűség, vízstabilitás és minimálisra csökkenti a tápanyagvesztést, ezzel a tenyésztés környezetre gyakorolt káros hatását.

### **A pellet minőségi meghatározásának kritériumai**

**Térfogatsűrűség:** A pellet súlyának és térfogati egységének arányaként definiálható. Változása az anyag kezelésétől (pl.: szemcseméret) függ. A pelletek térfogatsűrűsége a lebegés/süllyedés sebességének indikátora a vízoszlopban, melynek ismeretében a táplálkozási szokásokhoz tudjuk igazítani azt.

**Keményítő zselatinizáció:** azok a kristályos szerkezeti változások a keményítőben, melyek hő és nedvesség hatására visszafordíthatatlan módosulást okoznak. Az extrudáció során a nagyfokú keményítő zselatinizáció (>90 %) teszi lehetővé a pelletek fokozott tartósságát és a tápanyagok emészthetőségét.

**Tartósság:** Az elkészített pelletek mechanikus vagy pneumatikus hatásra történő szétesése apróbb darabokká. Alacsony tartósság több apró szemcséhez vezet, ezáltal tápvesztésig következik be.

**Keményység:** A pellet hasításához szükséges erő nagysága. A nagy keménység megóvja a tápot a szállítás során bekövetkező negatív hatásoktól.

**Kiterjedés:** A pellet és az extruder rosta átmérőjének relatív különbsége. A kiterjedés mértékének szabályozása lehetővé teszi az extrudáció utáni olaj abszorpciót és a pellet süllyedési sebességének változtatását.

**Vízstabilitás:** azok a fizikai változások, melyek befolyásolják a pellet fizikai integritását és a tápanyag kioldódását vízbe merüléskor.

## Tengeri fehérjeforrások

A halliszt mindig is vezető szerepet játszott a haltakarmányok alapanyagai között ideális aminosav tartalma és magas élvezeti értéke miatt. A hallisztet legfőképpen a tengerekből, óceánokból fogott kis méretű halakból (pl.: szardella, makréla, stb.) állítják elő, melyek közvetlen emberi fogyasztásra alkalmatlanok. A gyártás során keletkezett melléktermékek egyre nagyobb részét további nyersanyagként használják fel.

Általános aggodalmat okoz az akvakultúra növekedése, mely a természetes vizek túlhalászásához vezethet. Mindazonáltal az idősoros adatok azt mutatják, hogy nincs növekvő halfogás. Az utóbbi időben az összetett haltápok több fejlesztésen mentek keresztül, valamint a pontos, precíz mérés technikáknak, megfelelően alátámasztott fenntarthatósági kritériumoknak köszönhetően a haltakarmány gyártás nem hat túlzóan a globális tengeri hozamra. A halliszt és más, jó minőségű tengeri fehérjeforrások immáron nem csupán többlet alkotói a haltakarmányoknak, hanem az egyes produkciók életciklusok (pl.: lárva, növedék, tenyészhal) stratégiai szempontjait figyelembe véve tartalmazzák azokat, ahol az egyedi tápanyag tulajdonságok a legjobb hozamot szolgáltatják.

A halliszt és más halászati melléktermék, mint fehérjeforrás összetétele kiválóan mondható az emészthetőség, a hosszú szénláncú omega-3 zsírsav (EPA, DHA) és esszenciális vitamin, valamint ásványi anyag tartalom szempontjából. A halliszt minősége nagyban függ a nyersanyagtól és a gyártási eljárástól (1., 2. táblázat).

## Megállapítások

- A jó minőségű halliszt (LT-típus) és halfehérje koncentrátum jó hatással van a pelletek kötöttségére, keményítő zselatinizáltságára és azok tartósságára. Amennyiben gyengébb minőségű hallisztet alkalmazunk, ezek a tulajdonságok elmaradnak. A halliszt minőségének változtatását az előállítási módszerek módosításával is el lehet érni. A nyersanyag változtatás (pl.: más halfaj), a frissesség és a szárítási körülmények a halliszt funkcionális tulajdonságaira (pl.: viszkozitás, víztartó képesség), ezáltal a kötöttségre vannak hatással.
- Az elő-feldolgozott fehérjék növelt mennyiségű, kisméretű peptid- és aminosav tartalmukkal (pl.: fehérje koncentrátumok vagy hidrolizátumok) tovább növelik a pellet rugalmasságát, ami jobb keményítő zselatinizációhoz vezet <sup>6</sup>.
- Nagyobb krill-liszt tartalom esetén a relatíve nagyobb lipidtartalom hajlamos megszírozni az extruderben lévő tápmasszát, ami megnöveli a gyártás mechanikai energiaigényét. Ezen felül a zsírmolekulák bevonatot képeznek a keményítő granulátumok köré, ezzel gátolva az effektív hidratációt és a főzést.
- A gyengébb minőségű halliszt okozta hátrányos kötöttségi tulajdonságokat a pelleteknél növényi eredetű, vagy vérszármazékok alapanyagként történő bevonásával lehet kompenzálni.

### **Feldolgozott állati fehérjeforrások**

A feldolgozott állati eredetű fehérjék (PAPs) azok az összetevők, amelyek az emberi fogyasztásra alkalmas állatokból származnak (EU 3-as kategória alapján), származásuk nyomon követhető és megfelelő minőségűek. Ezen alapanyagok gyártása speciális létesítményekben, teljes körű felügyelet mellett történik.

A feldolgozott állati fehérjék magas fehérjetartalmuk miatt a halliszt és az olajos magvak megfelelő alternatívái lehetnek. A metionin kivételével a legtöbb esszenciális aminosavat nagy mennyiségben tartalmazzák. A baromfi liszt és a toll-liszt hidrolizátum aminosav profilja közel azonos a hallisztével, azonban kevesebb metionint, lizint, hisztidint és triptofánt tartalmaz. Nyomás alatt történő főzés során a toll liszt termékek esszenciális aminosavainak emészthetősége drasztikusan romolhat, ez kellő odafigyelést igényel. A vérliszt magas lizin és metionin tartalma miatt megfelelő kiegészítő fehérjeforrás a növényi eredetű fehérjeforrások mellett. Mindazonáltal a vérliszt izoleucin tartalma rendkívül alacsony, így oda kell figyelni a tápok megfelelő aminosav tartalmára. Ezen felül a szárítás során nagyon fontos az alkalmazott hőmérséklet, ami kölcsönhatásban van a fehérje emészthetőségével. Különösen a lizintartalom és elérhetőség csökken a hőmérséklet emelésével. A baromfi liszt és tollfehérje hidrolizátum alkalmas foszforforrás lehet a haltakarmányokban. A vérliszt nagyon magas vas koncentrációja a tápok pro-oxidatív állapotára gyakorolt hatása miatt érdemel figyelmet.

A feldolgozott állati fehérjék jelentős mennyiségben állnak rendelkezésre az EU piacán, alkalmazásuk csökkentheti a harmadik világból történő importot és ellensúlyozhatná a 70%-os fehérjehiányt, ami az EU állati takarmány szektorát jellemzi (3., 4. táblázat).

#### Megállapítások:

- 10% alatti vérliszt tartalomnak pozitív hatása van a pelleték kötöttségi tulajdonságaira és tartósságára. A tápok vér eredetű alapanyag tartalmának növelésével óvatosan kell bánni, mert szignifikánsan növeli azok oxidatív potenciálját a benne található magas vastartalom miatt.
- Keveset tudunk az állati eredetű fehérjék keményítő zselatinizációra gyakorolt hatásáról. Az ARRANA projekt keretében sajtolási tesztekkel igazolták, hogy a 10-15%-os toll liszt hidrolizátumot tartalmazó extrudált pelletknél kis hatással van a keményítő zselatinizációra, a keménységre, a tartósságra és a kiterjedésre ponty és tengeri durbinca esetében. Mindazonáltal magasabb toll liszt tartalom (15%) esetén emelkedik a tápok sűrűsége, ami a pellet süllyedési sebességére hat.

## **Növényi fehérjeforrások**

Az olajos magvak, a hüvelyesek és a gabonafehérjék manapság fontos alapanyagai a haltakarmányoknak. Összehasonlítva az állati eredetű fehérjékkel, a növényi eredetűek kisebb biológiai értékkel rendelkeznek a halak számára (esszenciális aminosav hiány, nehezen hozzáférhető foszfor tartalom, antinutritív anyagok jelenléte, nagyobb szénhidrát frakció). A legtöbb növényi fehérje nem tartalmaz elegendő kéntartalmú aminosavat (metionin, cisztein), a teljes foszfor tartalom megközelítőleg 2/3-a fitát formájában van jelen, amit a hal nehezen képes megemészteni. Mindazonáltal növényi fehérje alapanyagokat alkalmazva - a feldolgozás magas szintű technológiájának köszönhetően és a halak igényeinek ismeretére építve – előremutató eredményeket érünk el a növekedésben, a jólétben és a húsminőségben. Az ARRAINA projekt az eddig keveset kutatott teljes életciklus alatt bekövetkező változásokat vizsgálja a különböző összetételű tápok etetése során (5., 6. táblázat).

A növények természetes védekezési mechanizmusuk során számos metabolitot termelnek, melyeket gyakran antinutritív anyagokként említenek. Ezek jelenléte a növényi alapanyagokban csökkentheti a tápanyag hasznosulást és/vagy a halak tápanyag felvételét. Néhány antinutritív anyag eltávolítható az extrudációs eljárás során (pl.: proteáz inhibitorok, hemagglutininok, anti-vitaminok), mások viszont ellenállnak a magas hőmérsékleti körülményeknek is (pl.: fitátok, szaponinok, nem keményítő szénhidrátok, antigén fehérjék, esztrogének, fenol vegyületek, glükozinolátok). Az ARRAINA projekt egyik célja meghatározni néhány antinutritív anyag (pl.: nem keményítő szénhidrát) biológiai hatását a hal emésztésére és azok negatív hatásaira megoldást találni.

### **Megállapítások:**

- A növényi fehérjeforrásoknak nincs kedvezőtlen hatása a tápok élvezeti értékére. Ugyanakkor nagyobb mennyiségben a növényi összetevők alacsony fehérje- és magas rosttartalmuk miatt befolyásolhatják a takarmányfelvételt.
- A legtöbb növényi fehérjeforrást már tesztelték, különösen a búzaglutén és a borsófehérje koncentrátum bír előnyös hatással az extrudált pelleték kötöttségi tulajdonságaira, kiterjedésére, tartósságára. A pelleték struktúrájára gyakorolt hatások összefüggnek a gömb alakú fehérjék tapadósságával a növényi lisztekben<sup>5, 7, 8</sup>.
- A változó mennyiségben jelen levő nem keményítő szénhidrátok a növényi összetevőkben csökkentett kiterjedést okozhatnak, mely fontos kritérium a pelleték a süllyedési sebességének kontrollálásakor és a zsírok alkalmazásakor az extrudálás után.
- A tápok halliszt tartalmának csökkentésekor, azok mind a magas fehérje tartalmú növényi összetevőkkel (pl.: búza vagy kukorica glutén és szója, borsó fehérje koncentrátumok), mind a kombinált keményítő-fehérje forrásokkal (pl.: szója-, repce-, napraforgóliszt) való helyettesítésekor figyelembe kell venni azok hatását a pelleték fizikai tulajdonságaira.
- Az ARRAINA projekt eredményei igazolják, hogy a haltápok növényi összetevői „hétköznapi” mennyiségekben alkalmazva, megfelelő extrudálási kondíciók között jó fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek, a környezetre negatív hatást nem gyakorolnak.

### **Gabonák és keményítő források**

A haltápokban leggyakrabban gabonát és hüvelyeseket - mint energia szubsztrát - használnak keményítő forrásként. Ezen felül a keményítő fontos szerepet tölt be a pellet kötöttségének kialakításában. A gyártási kondícióktól és a keményítő tartalomtól függően a keményítő zselatinizáció kulcseleme a pellet kiterjedésének, mellyel magasabb zsírtartalmat érhetünk el és kontrollálhatjuk a pellet süllyedési sebességét.

A haltakarmányokban mindig keményítő koncentrátumokat alkalmaznak (86-95%), melyeket sokféle növényi forrásból készítenek (pl.: búza, kukorica, borsó, manióka, burgonya). A keményítő két glükóz polimer (amilóz és amilopektin) keveréke. Az amilóz és amilopektin aránya függ a növényi eredettől. Az amilóz lineáris helikáz felpítésű, mely szerkezet  $\alpha$ -glükozidos kötésekkel kapcsolódik, így kevésbé hasad az enzimek által. Az amilopektin azonban sok elágazással rendelkezik, ezáltal hajlamos az enzimatis degradációra. Ezek tükrében az amilóz/amilopektin arány a keményítőben meghatározó a tápanyag elérhetőség szempontjából. Ipari szinten ugyan nincsenek széles körben elterjedve, de léteznek szelektív termesztéssel létrehozott növényekből gyártott keményítő készítmények (kukorica viasz keményítő), melyek 100%-ban amilopektint tartalmaznak (7., 8., 9. táblázat).

#### Megállapítások:

- A magas keményítő tartalmú alapanyagok létfontosságúak az extrudált haltakarmányokban. A keményítő a magas hőmérsékletű extrudálás során végbementő zselatinizáció után nemcsak jól emészthető energiaforrás, hanem kulcselem a pellet fizikai struktúrájának kialakításában annak viszkoelasztikus tulajdonságaira gyakorolt hatása miatt.
- Az ARRANA eredményei igazolták, hogy a borsóból nyert keményítőt nehezebb zselatinizálni, mint a gabonából (búza, kukorica) származókat. Mindazonáltal azt is kimutatták, hogy a gyártási folyamatok (gőznyomás az elő-kondicionálásban, tartózkodási idő, víztartalom, extrudációs hőmérséklet, fordulatszám konfiguráció) mind-mind hatással vannak a keményítő zselatinizációra, emiatt oda kell figyelni a megfelelő gyártási körülményekre.



## **Olajok**

A haltakarmányok elsődleges lipidforrása hagyományosan a tengeri halolaj, ami a halliszt gyártás mellékterméke. Mindazonáltal a korlátozott kínálat miatt új, fenntartható olajforrásokat kell keresni. Szintén elérhető a lazac olaj, mint a lazac tenyésztés mellékterméke, a tonhal olaj, a krill olaj és a copepoda olaj, ezek azonban a haltakarmányokban limitáltak jelen magas árak miatt. A krill- és a copepoda olaj gazdag foszfolipid források, melyeket leginkább lárvakorban és a szaporítás szakaszában alkalmaznak a tápokban. A legsikeresebb halolaj alternatívák a növényi olajok, globális elérhetőségük és kedvező árak miatt.

A tápok zsírsav összetétele a tápalkotók zsírsav összetételétől függ. A tengeri olajok fogyasztásának eredményeképpen a hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavak (EPA, DHA) akkumulálódnak, ami kétségtelenül fontos szerepet játszik a humán betegségek elleni védekezés során. Az alternatív lipidforrások alkalmazása a haltápokban maga után vonja azt, hogy csökken azok EPA és DHA tartalma, mivel ezekből a növényi eredetű olajok nem tartalmaznak annyit, mint az állati eredetűek. Néhány növényi olaj (szója, repce, len) tartalmaz többszörösen telítetlen omega-3 zsírsavat (C18:3 n-3, alfa-linolénsav), mindazonáltal ezek egészségre gyakorolt jótékony hatása nem tévesztendő össze a hosszú szénláncú többszörösen telítetlen zsírsavakéval. A humán egészség legfontosabb hosszú szénláncú, többszörösen telítetlen zsírsavforrása a hal. Az ARRAINA projekt fő célja a halolaj növényi olajra történő lecserélésének teljes életcikluson át tartó vizsgálata, ennek a hal teljesítményére, egészségére, tápértékére, minőségére, mennyiségére gyakorolt hatásának kutatása (10. táblázat).

## **Mikroelemek**

A halak normális növekedéséhez, szaporodásához és jó egészségégi állapotához esszenciális a vitaminok, ásványi anyagok nyomnyi mennyiségben történő bevitele a táplálkozás során. A halak nem képesek a vitaminok előállítására. Képesek azonban a vízi környezetből néhány ásványt abszorbeálni, de napi szükségletükhöz ez nem elégséges, ezért a vitaminokat és ásványi anyagokat a haltápoknak kell biztosítani. A halak mikroelem szükségletéről szóló szakirodalom még hiányos. Amikor a haltáp fehérje- és olajtartalmát állati forrásból származóról növényi eredetűre cseréljük, a tápanyagösszetétel megváltozik, különösen tekintettel a mikroelem tartalomra. Az ARRAINA projekt során kiemelt figyelmet kapott a halliszt és halolaj által tartalmazott tápanyagok (ásványi anyagok, vitaminok, aminosavak, lipidek) összetétele, ugyanis azok növényi eredetűre való cserélésekor a tápokban ezeket pótolni kell a csökkent növekedési teljesítmény miatt és az egészség megőrzése érdekében.

A növényi alapú takarmány összetevők foszfor tartalmának megközelítőleg 2/3-a fitát formájában van jelen. A halak, mint más monogasztikus állatok nem képesek megemészteni a fitátot. Ezáltal a foszfor fitát része exkréció által kiürül a környezetet szennyezve, továbbá a fitátsav erős kelátképző tulajdonsággal bír, így képes komplexeket képezni az ásványi anyagokkal, keményítővel és fehérjével, csökkentve azok biohosszúságát. Azért, hogy a halak

foszforhiányát elkerüljék, a növényi alapú összetett takarmányokat gyakran szervesen foszfáttal egészítik ki. Egy másik lehetőség, ami az ARRANA projekt keretén belül jelenleg kiértékelés alatt áll az, hogy ezen tápokot fitáz enzimmel egészítik ki, mely képes a fitát-kötött foszfort a halak számára hozzáférhetővé tenni (11. táblázat).

### **Összefoglaló megjegyzések**

A kiegyensúlyozott tápanyagtartalommal rendelkező haltakarmányok tervezésekor tanulmányozni szükséges a széles körben rendelkezésre álló alapanyagok tápanyag összetételét. Mindazonáltal a tenyésztett halak hathatós, fajspecifikus takarmányainak alkalmazásakor sok fizikai kritériumot (pl.: pellet tartósság, keményítő zselatinizáció, kiterjedtség) is figyelembe kell venni, melyek meghatározzák a tápok vízben történő viselkedését. Amennyiben a hal alapú takarmányok egyes összetevőit állati- vagy növényi eredetűre cseréljük, úgy alapos változásokat figyelhetünk meg a fizikai tulajdonságokban is, melyeket alakítanunk kell.

Az extrudációs eljárás összetettsége, valamint az, hogy keveset tudunk a fehérje/keményítő kölcsönhatásról komoly feladattá teszi a különböző típusú alapanyagokból történő egyenletes minőségű tápok készítését. Az extrudált pelletek fizikai minőségére számos tényező hat, úgy az alapanyag összeállítás, mint a gyártási körülmények. Az ARRANA projekt által nyert tudás igazolja, hogy a haltápok növényi összetevői „hétköznapi” mennyiségekben alkalmazva, megfelelő extrudálási kondíciók között, jó fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek, a környezetre negatív hatást nem gyakorolnak.

### **Irodalomjegyzék**

<sup>1</sup> NRC (2011) Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Research Council, The National Academies Press, Washington, D.C.

<sup>2</sup> Feedipedia: an open access information system on animal feed resources (<http://www.feedipedia.org/>).

<sup>3</sup> Tacon, A.G.J.; Metian, M.; Hasan, M.R. (2009). Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals: sources and composition. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No.540. Rome, FAO. 209p.

<sup>4</sup> Hertrampf, J. W. ; Piedad-Pascual, F., 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, 624 pp.

<sup>5</sup> Sauvant D., Perez J.M., Tran G., 2004. Tables of composition and nutritive value of feed materials : Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses, fish., INRA Editions Versailles, 304p.

<sup>6</sup> Draganovic, V., Van der Goot, A.J., Boom, R., Jonkers, J., 2011. Assessment of the effects of fish meal, wheat gluten, soy protein concentrate and feed moisture on extruder system

parameters and the technical quality of fish feed. Anim. Feed Sci. Technol., 165, 238–250.

1. táblázat: A tengeri fehérje források tápanyag összetétele

	Egység	Halliszt LT 70	Halliszt 60	Hal fehérje koncentrátum	Kalmár-liszt	Krill-liszt
Víztartalom	%	7 - 10	6 - 9	3 - 5	8 - 10	7 - 9
Nyers fehérje	%	69 - 72	57 - 64	80 - 85	78 - 80	58 - 62
Zsír	%	10 - 12	7 - 9	6 - 12	2 - 3	16 - 20
Hamu	%	9 - 12	15 - 25	4 - 8	3 - 4	9 - 11
Bruttó energia	MJ/kg	20.0 - 20.5	18.8 - 19.3	21.0 - 21.5	21.0 - 21.4	22.3 - 22.8
<b>Esszenciális aminosavak</b>						
Arginin	%	3,7	3,7	7,8	7,9	3,8
Hisztidin	%	1,4	1,4	1,8	2,0	1,4
Izoleucin	%	2,5	2,5	3,4	4,1	2,8
Leucin	%	4,5	4,3	5,8	6,9	4,7
Lizin	%	4,7	4,5	7,0	8,2	4,9
Treonin	%	2,5	2,5	3,5	4,0	2,7
Triptofán	%	0,7	0,6	0,8	0,9	0,5
Valin	%	2,7	2,9	4,1	4,2	3,4
Metionin	%	1,8	1,6	2,7	2,7	1,6
Cisztein	%	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7
Fenillalanin	%	2,4	2,3	3,9	3,7	2,5
Tirozin	%	1,9	1,9	2,8	2,3	2,7
<b>Nem Esszenciális aminosavak</b>						
Alanin	%	3,9	3,8	5,4	4,6	3,5
Aszpargimsav	%	5,6	5,5	6,5	8,1	5,7
Glutaminsav	%	8,1	7,6	10,0	12,6	7,6
Glicin	%	3,8	3,8	9,4	4,4	2,9
Prolin	%	2,4	2,5	5,2	3,6	2,4
Szerin	%	2,6	2,3	3,8	4,0	2,7
<b>Egyéb értékes tápanyagok</b>						
ω-3 PUFAs (EPA+DHA)	%	2,0	1,8	0,6	1,7	3,0
Összes foszfolipid	%	2,6	2,5	0,8	1,4	8,1
Taurine*	%	0,3	0,4	0,5	0,1	0,5-0,7
Asztaxantin	mg/kg	-	-	-	-	90

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve. Az értékek iránymutatásra szolgálnak, nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.

\* A taurin vagy 2-aminoetán-szulfonsav nem aminosav, a karboxil csoport hiánya miatt. Ezeknek a tápanyag relevanciája halakban még vita tárgya, de több tanulmány demonstrálja azok fontosságát a halliszt lecserélésekor növényi eredetű fehérje forrásokkal.

## 2. táblázat: A tengeri fehérje források fizikai és technológiai tulajdonságainak hatásai az extrudált haltápokra

	Halliszt LT 70	Halliszt 60	Hal fehérje koncentrátum	Kalmár liszt	Krill liszt
<b>Funkcionális szerep</b>					
Élvezeti érték	++	++	+++	+++	+++
ω-3 LC PUFA és foszfolipid tartalom	+	+	+	-	++
Oxidatív potenciál	-	-	-	-	-
<b>A pelletre gyakorolt fizikai tulajdonságok</b>					
Térfogatsűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	480-570	510-600	402	640	325
Pellet kötöttség	+	-	++	-	-
Keményítő zselatinizáció	+	-	++	-	-
Pellet tartósság	+	-	++	-	-

Kiseb hátrány vagy nincs hatás (-) / Kisé előnyös hatás (+) / Közepesen előnyös hatás (++) / Kimondottan előnyös hatás (+++) Az egyes összetevők hatása a pellet fizikai tulajdonságaira nagyban függ az előállítás technológiájától

**3. táblázat: A feldolgozott állati eredetű fehérje források tápanyag összetétele**

	<b>Egység</b>	<b>Baromfi-liszt 65</b>	<b>Toll-liszt hidrolizátum</b>	<b>Vérliszt</b>
Víztartalom	%	6 - 8	6 - 8	3 - 5
Nyers fehérje	%	66	79 - 85	88 - 92
Zsír	%	10 - 14	10 - 12	1 - 2
Hamu	%	10 - 15	2 - 5	2
Bruttó energia	MJ/kg	21.8 - 22.5	21.0 - 21.6	22.0 - 22.8
<b>Esszenciális aminosavak</b>				
Arginin	%	3,4	4,9	3,5
Hisztidin	%	0,9	0,6	5,1
Izoleucin	%	2,0	3,6	0,9
Leucin	%	3,6	5,8	10,0
Lizin	%	2,3	1,5	7,2
Treonin	%	2,0	3,3	3,9
Triptofán	%	0,4	0,4	1,2
Valin	%	2,8	5,2	7,0
Metionin	%	0,7	0,5	1,0
Cisztein	%	1,3	3,1	0,9
Fenillalanin	%	2,0	3,4	5,7
Tirozin	%	1,3	1,8	2,5
<b>Nem Esszenciális aminosavak</b>				
Alanin	%	2,8	3,3	6,5
Aszparginsav	%	3,5	4,9	8,9
Glutaminsav	%	5,6	7,7	7,9
Glicin	%	4,5	5,3	3,7
Prolin	%	4,1	6,8	3,3
Szerin	%	3,2	8,3	4,1
<b>Egyéb értékes tápanyagok</b>				
Összes foszfolipid	%	1,5	0,0	0,5
Összes koleszterol	%	0,2	0,1	0,4
Taurin*	%	0,3	0,01	0,2

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve.

Az értékek iránymutatásra szolgálnak, nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.

\* A taurin vagy 2-aminoetán-szulfonsav nem aminosav, a karboxil csoport hiánya miatt. Ezeknek a tápanyag relevanciája halakban még vita tárgya, de több tanulmány demonstrálja azok fontosságát a halliszt lecserélésekor növényi eredetű fehérje forrásokkal.

4. táblázat: A feldolgozott állati eredetű fehérje források fizikai és technológiai tulajdonságainak hatásai az extrudált haltápokra

	Baromfi liszt 65	Toll liszt hidrolizátum	Vérliszt
<b>Funkcionális szerep</b>			
Élvezeti érték	+	+	-
$\omega$ -3 LC PUFA és foszfolipid tartalom	-	-	-
Oxidatív potenciál	-	-	++
<b>A pellette gyakorolt fizikai tulajdonságok</b>			
Térfogatsűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	570	480	610
Pellet kötöttség	+	-	++
Keményítő zselatinizáció	-	-	-
Pellet tartósság	-	-	++

Kiseb hátrány vagy nincs hatás (-) / Kisé előnyös hatás (+) / Közepesen előnyös hatás (++) / Kimondottan előnyös hatás (+++) Az egyes összetevők hatása a pellet fizikai tulajdonságaira nagyban függ az előállítás technológiájától

5. táblázat: A növényi eredetű fehérje források tápanyag összetétele

	Egység	Búza glutén	Kukorica glutén liszt	Borsó fehérje koncentrátum	Szója fehérje koncentrátum	Szójaliszt 48	Repceliszt	Napraforgóliszt
Víztartalom	%	3 - 5	8 - 10	4 - 6	4 - 6	7 - 9	7 - 9	6 - 8
Nyers fehérje	%	79 - 82	60 - 62	76 - 78	60 - 63	45 - 47	34 - 36	26 - 29
Zsír	%	4 - 6	2 - 4	1 - 2	< 0,5	2 - 4	2 - 4	2 - 3
Nyers rost	%	< 0,5	1 - 2	1 - 2	3 - 4	5 - 7	10 - 13	24 - 26
Keményítő	%	6 - 8	13 - 16	8 - 10	< 1	4 - 6	1 - 2	1 - 2
Hamu	%	0,8	1,9	4,5	6,5	6,24	6,93	6,32
Bruttó energia	MJ/kg	22,3	20,8	21,6	18,6	17,3	17,2	17,3
<b>Esszenciális aminosavak</b>								
Arginin	%	3,4	1,6	7,8	5,7	3,0	1,8	2,1
Hisztidin	%	2,2	1,1	2,6	2,4	1,0	0,8	0,6
Izoleucin	%	2,8	2,2	3,0	2,6	1,8	1,2	1,1
Leucin	%	5,7	8,7	6,9	5,5	3,0	2,0	1,6
Lizin	%	1,8	0,9	6,2	4,4	2,4	1,7	0,9
Treonin	%	2,4	1,8	3,3	3,1	1,6	1,3	0,9
Triptofán	%	1,1	0,3	0,5	0,8	0,5	0,4	0,3
Valin	%	3,3	2,4	4,3	3,2	1,9	1,5	1,3
Metionin	%	1,8	1,3	1,4	1,6	0,6	0,6	0,6
Cisztein	%	1,8	1,0	1,0	1,1	0,6	0,7	0,4
Fenillalanin	%	4,4	3,3	4,8	4,0	2,0	1,2	1,1
Tirozin	%	3,5	2,6	3,9	3,4	1,4	0,9	0,6
<b>Nem Esszenciális aminosavak</b>								
Alanin	%	2,4	4,6	3,7	3,2	1,8	1,3	1,1
Aszparginsav	%	2,8	3,2	9,7	7,9	4,5	2,1	2,3
Glutaminsav	%	27,9	10,9	13,9	12,7	7,1	5,0	4,9
Glicin	%	2,8	1,4	3,3	2,9	1,7	1,5	1,4
Prolin	%	9,6	4,7	3,7	3,8	2,0	1,8	1,1
Szerin	%	4,4	2,7	4,6	4,1	2,0	1,3	1,1

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve.

Az értékek iránymutatásra szolgálnak, nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.

6. táblázat: A növényi eredetű fehérje források fizikai és technológiai tulajdonságainak hatásai az extrudált haltápokra

	Búza glutén	Kukorica glutén liszt	Borsó fehérje koncentrátum	Szója fehérje koncentrátum	Szójaliszt 48	Repceliszt	Napraforgóliszt
<b>Funkcionális szerep</b>							
Élvezeti érték	-	-	-	-	-	-	-
ω-3 LC PUFA és foszfolipid tartalom	-	-	-	-	-	-	-
Oxidatív potenciál	+	+	+	+	+	+	+
<b>A pelletre gyakorolt fizikai tulajdonságok</b>							
Térfogatsűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	520	645 - 660	420	630 - 670	640 - 670	625 - 650	470 - 500
Pellet kötöttség	+++	+	++	+	+	+	+
Keményítő zselatinizáció	-	-	-	+	+	-	-
Pellet tartósság	+++	+	++	+	+	+	+

Kiseb hátrány vagy nincs hatás (-) / Kisé előnyös hatás (+) / Közepesen előnyös hatás (++) / Kimondottan előnyös hatás (+++) Az egyes összetevők hatása a pellet fizikai tulajdonságaira nagyban függ az előállítás technológiájától



7. táblázat: Gabonák és keményítő források tápanyag összetétele

	Egység	Búza	Búzakorpa	Kukoricaliszt	Borsó
Víztartalom	%	9 - 12	10 - 12	9 - 12	8 - 12
Nyers fehérje	%	11	15.1	8.1	20.7
Zsír	%	1.5	3.4	3.7	1
Nyers rost	%	2.3	9	2.2	5.2
Keményítő	%	69	20.2	63.3	44.4
Hamu	%	1.6	4.9	1.2	3
Bruttó energia	MJ/kg	15.8	16.4	16.1	15.8
<b>Esszenciális aminosavak</b>					
Arginin	%	0,4	0,9	0,3	1,5
Hisztidin	%	0,2	0,4	0,2	0,4
Izoleucin	%	0,3	0,4	0,2	0,8
Leucin	%	0,6	0,8	0,8	1,3
Lizin	%	0,3	0,5	0,2	1,3
Treonin	%	0,3	0,4	0,3	0,7
Triptofán	%	0,1	0,2	0,0	0,2
Valin	%	0,4	0,6	0,3	0,9
Metionin	%	0,2	0,2	0,1	0,2
Cisztein	%	0,2	0,3	0,2	0,3
Fenillalanin	%	0,4	0,5	0,3	0,8
Tirozin	%	0,3	0,4	0,3	0,6
<b>Nem Esszenciális aminosavak</b>					
Alanin	%	0,3	0,6	0,5	0,8
Aszparginsav	%	0,5	0,9	0,5	2,1
Glutaminsav	%	2,7	2,5	1,3	3,0
Glicin	%	0,4	0,7	0,3	0,8
Prolin	%	0,9	0,8	0,6	0,8
Szerin	%	0,4	0,5	0,3	0,8

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve. Az értékek iránymutatásra szolgálnak, nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.

**8. táblázat: Gabonák és keményítő források fizikai és technológiai tulajdonságainak hatásai az extrudált haltápokra**

	Búza	Búzakorpa	Kukoricaliszt	Borsó
<b>Funkcionális szerep</b>				
Élvezeti érték	-	-	-	-
$\omega$ -3 LC PUFA és foszfolipid tartalom	-	-	-	-
Oxidatív potenciál	-	-	-	-
<b>A pelletre gyakorolt fizikai tulajdonságok</b>				
Térfogatsűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	600 - 680	170 - 250	600 - 640	750 - 800
Pellet kötöttség	+++	+	++	++
Keményítő zselatinizáció	++	+	++	+
Pellet tartósság	+++	+	+++	+++

Kisebb hátrány vagy nincs hatás (-) / Kissé előnyös hatás (+) / Közepesen előnyös hatás (++) / Kimondottan előnyös hatás (+++) Az egyes összetevők hatása a pellet fizikai tulajdonságaira nagyban függ az előállítás technológiájától

9. táblázat: Az egyes olaj fajták zsírsav összetétele

Zsírsav (az olaj- tartalom %-a)	Hering olaj Északi félteke	Szardella olaj Déli félteke	Lazac olaj	Tonhal olaj	Krill olaj	Copepoda olaj	Szója olaj	Repce olaj	Lenolaj	Pálma olaj	Baromfi zsír
C14:0	8,3	7,2	4,7	4,6	13,6	7,3	0,1	0,1	0,1	0,9	0,9
C16:0	14,8	17,6	12,6	21,8	24,2	20,6	11,4	4,4	6,1	43,6	21,6
C18:0	1,8	4,2	2,4	5,5	1,8	2,1	3,4	1,7	5,5	4,3	6
C20:0	0,2	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,3	0,5	0,2	0,2	0,15
C16:1 n-7	7,7	10,5	5,7	6	6,3	6,5	0,1	0,3	0,1	0,1	5,7
C18:1 n-7	2	2,2	2,4	2,8	6,6	4,5	1,5	3	0,7	0,2	1,2
C18:1 n-9	8,8	9,7	13,1	17,1	12,8	11,6	22,9	59,2	20,6	36,9	37,3
C20:1 n-11	11	1,6	5,7	1,5	0,7	8,9	0,5	1,6	0	0,1	0,1
C22:1 n-11	15,6	1,3	5,7	0,3	0,1	7,1	0	0	0	0	0
C18:2 n-6	2,7	2,8	2,2	2,6	3,2	1,9	52,9	19	16,3	9,2	19,5
C18:3 n-6	0,1	1,8	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,2	0	0
C20:4 n-6	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0
C18:3 n-3	1,5	1,1	0,9	0,9	1,6	1,1	5,1	8,6	49,7	0,2	1
C18:4 n-3	4,3	1,7	1,5	1,0	5,4	1,9	0,1	0	0	0	1,1
C20:5 n-3 (EPA)	8,7	13,4	7,9	7,2	14,2	7,8	0	0	0	0	0
C22:5 n-3	0,7	1,6	3,3	1,3	0,3	0,5	0	0	0	0	0
C22:6 n-3 (DHA)	5,7	11,4	10,1	16,0	4,7	11,5	0	0	0	0	0

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve. Az értékek iránymutatásra szolgálnak, nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.

**10. táblázat: Néhány takarmány összetevő vitamin tartalma**

	Biotin	Kolin	Folsav	Niacin	Pantoténsav	Piridoxin	Riboflavin	Tiamin	B12-vitamin	E-vitamin
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Halliszt LT 70	0,5	5200	0,3	85	17,3	4,8	9,7	0,4	430	22,1
Halliszt 60	0,2	4400	0,2	100	15,0	4,6	7,1	0,1	352	5,0
Hal fehérje koncentrátum	0,2	3200	0,3	20	30,0	0,2	8,8	0,1	140	-
Kalmár-liszt	-	650	-	194	-	1,3	8,0	0,1	-	-
Krill-liszt	-	9000	-	-	1,6	0,0	0,1	0,1	-	2,6
Baromfi liszt 65	0,3	1896	0,7	178	46,6	6,4	9,1	5,7	0	2,9
Toll-liszt hidrolizátum	0,1	6000	0,5	47	11,0	4,4	10,5	0,2	301	2,2
Vérliszt	0,3	800	0,2	22	3,2	4,5	2,9	0,3	0	20,0
Búza glutén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kukorica glutén liszt	0,2	352	0,3	60	3,5	6,9	2,0	0,3	-	23,4
Borsó fehérje koncentrátum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Szója fehérje koncentrátum	0,3	2609	0,6	28	16,3	6,0	2,9	6,0	-	2,4
Szójaliszt 48	0,3	2731	1,4	22	15,0	6,4	3,1	3,2	0	2,3
Repceliszt	1,0	6700	0,8	160	9,5	7,2	5,8	5,2	0	13,4
Napraforgóliszt	0,9	3700	2,3	242	40,6	13,7	3,5	3,1	-	11,1
Búza	0,1	920	0,4	54	9,4	3,1	1,5	4,7	-	12,0
Búzakorpa	0,4	1232	1,8	2	28,0	8,5	3,6	8,4	-	14,3
Kukoricaliszt	0,1	504	0,3	23	5,1	4,7	1,1	3,7	-	20,9
Borsó	0,2	532	0,2	33	21,6	1,0	1,9	4,6	-	0,2

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve.

Az értékek iránymutatásra szolgálnak, azok eredet szerint változhatnak.

Az értékek nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.

**11. táblázat: Egyes takarmány összetevők ásványi anyag tartalma**

Egység	Kalcium	Foszfor	Nátrium	Kálium	Magnézium	Réz	Vas	Mangán	Szelén	Cink
	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Halliszt LT 70	2,2	2,1	1,0	1,1	0,3	5	114	8	1,6	125
Halliszt 60	5,5	4,1	1,1	0,8	0,2	6	320	14	1,2	100
Hal fehérje koncentrátum	0,7	0,4	0,5	0,5	0,1	4	1208	81	1,9	125
Kalmár-liszt	0,1	1,4	0,1	0,3	0,0	19	7	0	0,5	15
Krill-liszt	1,8	1,2	1,5	0,1	0,7	78	395	6	12,0	60
Baromfi liszt 65	0,3	1,9	0,6	0,5	0,1	12	220	16		60
Toll-liszt hidrolizátum	1,4	1,2	0,1	0,1	0,1	9	575	15	0,8	130
Vérliszt	0,1	0,2	0,4	0,4	0,0	6	2050	1		23
Búza glutén	0,1	0,3	0,0	0,1	0,0	2	52	0	0,4	9
Kukorica glutén liszt	0,0	0,4	0,1	0,1	0,1	12	100	8	0,8	34
Borsó fehérje koncentrátum	0,1	0,8	0,0	2,0	0,2	15	85	25	0,1	59
Szója fehérje koncentrátum	0,3	0,7	0,0	2,1	0,3	23	140	31	0,1	52
Szójaliszt 48	0,3	0,6	0,0	2,1	0,3	16	304	40	0,3	47
Repceliszt	0,8	1,1	0,0	1,2	0,5	9	131	58	1,1	71
Napraforgóliszt	0,4	1,0	0,0	1,5	0,5	28	241	34	0,5	85
Búza	0,1	0,3	0,0	0,4	0,1	5	68	35		27
Búzakorpa	0,1	1,0	0,0	1,2	0,4	12	137	98		77
Kukoricaliszt	0,0	0,3	0,0	0,3	0,1	2	32	4		18
Borsó	0,1	0,4	0,0	1,0	0,2	7	93	9		32

Az értékek forrása az irodalomjegyzék 1-5 között található meg, melyek a SPAROS méréseivel vannak kiegészítve.

Az értékek iránymutatásra szolgálnak, azok eredet szerint változhatnak.

Az értékek nem helyettesíthetők a saját mérések eredményei nélkül.