

Woynárovich András – Kovács Éva – Péteri András – Mézes Miklós

A HALTAKARMÁNYOZÁS GYAKORLATI SZEMPONTJAI

Útmutató haltermelőknek és természetesvízi halgazdálkodóknak



Címloldal fotók: őszi lehalászás (felső sor), önetetővel, automata ettővel és levegőztetővel felszerelt intenzív rendszerek (középső sor), szürkeharcsa ketreces nevelése és tavi recirk (alsó sor)

Hátsó borító: Egyszerű, ivadéknevelésre jól használható recirkulációs egység építése és üzemeltetése

Fényképek és illusztrációk szerzői:

Dr. Csaba György/Dr. Láng Mária: M4-4. ábra és M4-5. ábra.

Dr. Woynárovich Elek: M2-4. ábra.

Internet (<https://herbanyus.hu>): M3-3. ábra.

Jokumsen és Svendsen [69]: 2-5. ábra.

Megafish Kft.: 5-3. ábra (alsó kép).

Szakál Tamás: 2-2. ábra.

Szerzők: az első és hátsó borítók fényképei, 2-3. ábra, 2-8. ábra, 2-9. ábra, 2-11. ábra, 4-1. ábra, 5-1. ábra, 5-2. ábra, 5-3. ábra (felső kép), 5-8. ábra, 6-2. ábra, 6-3., M1-3. ábra, M1-4. ábra, M1-5. ábra, M1-6. ábra, M1-7. ábra, M2-3. ábra, M3-3. ábra, M9-2. ábra, M9-11. ábra, M9-14. ábra, M9-24. ábra (középső kép) valamint a 2. melléklet 2. fejezetében a halak egyedi rajzai.

Tóth Imre: M9-24. ábra (első és harmadik képek).

Könyvszerkesztés: Dr. Woynárovich András és Tóth Attila Imre

Letölthető és nyomdai pdf: Tóth Attila Imre

A HALTAKARMÁNYOZÁS GYAKORLATI SZEMPONTJAI

Útmutató haltermelőknek és természetesvízi halgazdálkodóknak

Woynárovich András, Kovács Éva, Péteri András és Mézes Miklós

Magyar Országos Horgász Szövetség, Budapest 2025

Felelős kiadó:
Magyar Országos Horgász Szövetség
1124. Budapest, Korompai utca 17.

ISBN 978-615-6211-03-3 (Nyomtatott)
ISBN 978-615-6211-04-0 (Elektronikus)

© Woynárovich András, Kovács Éva, Péteri András, Mézes Miklós

Jelen könyv elektronikus formában is elérhető a következő webcímen:

<https://halaszat.kormany.hu/szakmai-anyagok>

A könyv szabadon másolható, terjeszthető megjelentethető és előadható, de nem módosítható. A tudásmegosztás és a haltakarmányozás fejlesztésének támogatására a könyv, a szerzők előzetes engedélye nélkül, szabadon nyomtatható, megosztható és idézhető az ide vonatkozó magyar és nemzetközi szerzői jog szellemében a következő hivatkozás feltüntetésével:

Woynárovich A.; Kovács É.; Péteri A.; Mézes M. 2025. *A haltakarmányozás gyakorlati szempontjai – Útmutató haltermelőknek és természetesevízi halgazdálkodóknak*. MOHOSZ, Budapest, 146 pp.



ELŐSZÓ

Ez a gyakorlat-centrikus haltakarmányozási kézikönyv az Agrárminisztérium által támogatott, 2019-ben megjelent „A takarmányozás gyakorlati szempontjai a tógazdasági haltenyésztésben” című szakkönyv továbbfejlesztett és kibővített változata.

A könyv megírása óta eltelt évek tapasztalatai bizonyították, hogy az ágazat fenntartható fejlődése érdekében elkerülhetetlen a különböző fajú és korú kihelyezési anyag és az áruhal termelésének intenzifikációja és diverzifikációja. A hazai és nemzetközi tapasztalatok és termelési trendek tükrében ezek sikeres megvalósítása ma már nem érhető el megbízható haltápok használata nélkül.

Az elmúlt években megváltozott gazdasági és termelési feltételek és célkitűzések figyelembevételével, valamint a szerzők korábbi munkái és publikációi alapján a könyv áttekinti a hazánkban tenyésztett halfajok takarmányozásának lehetőségeit és módszereit a különböző halkorosztályok nevelésére alkalmazott és alkalmazható haltermelési rendszerekben. Számba veszi az egyes rendszerekben eredményesen használható takarmányok választékát, azok hatékony alkalmazásának szükséges és elégséges feltételeit és bemutatja az ezekkel elérhető termelési eredményeket, valamint a takarmányozással kapcsolatos főbb költségtényezőket is.

A fentiekén túl, a hazai haltermelés és halgazdálkodás eredményességéhez szükséges innováció napjainkban megfogalmazott kihívásait és lehetőségeit szem előtt tartva, a könyv részletesen ismerteti a leghatékonyabb takarmányozási módszereket. Emellett segítséget nyújt a vízminőség fenntartásához és javításához, a víztakarékos technológiák széleskörű megismeréséhez, a takarmányozás mennyiségi és minőségi optimalizálásához, azaz azoknak a legfontosabb innovációs szempontoknak a figyelembevételéhez és betartásához, amelyeket a gyakorlatnak követni célszerű.

Ennek a tartalmában kibővített, és szerkesztésében megújult szakkönyvnek a módosított új címe is azt kívánja hangsúlyozni, hogy ez a haltermeléssel és halgazdálkodással foglalkozó szakemberek számára különösen ajánlott, de hasznos olvasmányként szolgálhat más ágazatokban dolgozó agrárszakembereknek, és a halat értő és szerető horgásztársadalom számára is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak az Agrármisztérium Halgazdálkodási Főosztály, a főtámogató Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ), a Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet (MA-HAL) és a Ráckevei Dunaági Horgász Szövetség (RDHSZ) vezetőségének, a könyv elkészítéséhez és megjelenéséhez nyújtott támogatásért.

A szerzők ezúttal kívánják megköszönni Fábián István tervezőgrafikus könyvszerkesztéssel kapcsolatos értékes tanácsait és hasznos észrevételeit, melyek nagyban segítettek az ez irányú munkánkat.

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó	5
Köszönetnyilvánítás	6
Rövidítések, mozaikszavak és mértékegységek	8
1. Bevezetés	9
2. Haltermelési rendszerek jellemzői és a velük elérhető eredmények	10
2.1. Természetesvízi halgazdálkodás	10
2.2. Tógazdasági haltermelés	11
2.3. Intenzív haltermelési rendszerek	12
2.4. Kombinált haltermelési rendszerek	13
2.5. Haltermelési rendszerek összehasonlítása	14
3. A halak táplálkozását és takarmányozását meghatározó és befolyásoló tényezők	16
3.1. Környezeti tényezők	16
3.2. Halaink csoportosítása táplálkozásuk szerint	18
4. Haltakarmányozás a különböző termelési rendszerekben	20
4.1. A trágyahasználat és a takarmányozás a tógazdasági haltermelésben	20
4.2. Takarmányozás az intenzív haltermelő rendszerekben	22
5. A takarmányozás lebonyolítása és eredményességének ellenőrzése	23
5.1. Takarmányok tárolása, előkészítése és kijuttatása	23
5.2. A takarmányozás környezeti feltételeinek és eredményességének ellenőrzése	24
6. A takarmányozás hatékonyságának ellenőrzése	26
6.1. Takarmányegyüttható a különböző haltermelési rendszerekben	26
6.2. A halak és halállományok növekedése	27
6.3. A tenyészanyag és a halhús minősége	28
6.4. A takarmányozás költségei és azok aránya a főbb költségtényezők között	28
6.5. A különböző termelési rendszerekben használt takarmányok összehasonlítása	28
Szójegyzék	30
Irodalomjegyzék	37
Mellékletek és Függelék	
1. melléklet: A haltermelést meghatározó tényezők a régióban	43
2. melléklet: Halaink táplálkozása, táplálék- és takarmányspektruma	51
3. melléklet: Elvárások és minőségi követelmények a halhússal és a haltakarmányokkal szemben	68
4. melléklet: Haltáplálék szervezetek, takarmányok és takarmányösszetevők beltartalma, energiája és a leggyakrabban használt takarmányfélések	75
5. melléklet: Takarmányozás a tógazdasági haltermelésben	86
6. melléklet: Takarmányozás az intenzív haltermelési rendszerekben	91
7. melléklet: A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai	96
8. melléklet: A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére	106
9. melléklet: Elérhető termelési eredmények	115
Függelék: A tógazdasági pontytakarmányok előkészítésének, a takarmánykeverékek és tápok készítésének szempontjai	134

RÖVIDÍTÉSEK, MOZAIKSZAVAK ÉS MÉRTÉKEGYSÉGEK

~	hozzávetőlegesen, hozzávetőleg egyenlő
< és >	kevesebb mint és nagyobb mint
≤ és ≥	kevesebb vagy egyenlő mint és nagyobb vagy egyenlő mint
μ	mikron
μg	mikrogram egyenlő: 1 μg = 0,001 mg 1 μg = 1000 ng, 1 ng = 1000 pg, 1 pg = 0,001 ng
♀	lkrás (nőstény)
♂	Tejes (hím)
AA	Aller Aqua
AC	Alltech Coppens
AG	Aqua Garant
BOI*	Biokémiai vagy biológiai oxigénigény
DO	Oldott oxigén (az angol elnevezés után: Dissolved Oxygen)
EB	Európai Bizottság
EPA	Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége
EV	Egészségügyi Világszervezet (nemzetközi rövidítése 'WHO' – World Health Organization)
FAO	Az Egyesült Nemzetek Élelmiszerügyi és Mezőgazdasági Szervezete
HTE	Halastavi takarmányegyűthető
IHR	Intenzív haltermelési rendszer
KOI*	Kémiai oxigénigény
MA-HAL	Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet
MOHOSZ	Magyar Országos Horgász Szövetség
NASA	Nemzeti Repülési és Űrkutatási Hivatal (Egyesült Államok)
ng	nanogram: 1 μg = 1000 ng, 1 ng = 1000 pg, 1 pg = 0,001 ng, 1 ng = 0.000 000 001 g
NI	Nincs információ
NTA	Napi takarmányadag (nemzetközi jele 'SFR' – Specific Feed Rate)
pg	pikogram: 1 μg = 1000 ng, 1 ng = 1000 pg, 1 pg = 0,001 ng
ppm	Part per millió: milliommód (10 ⁻⁶) rész, 1 ppm = 1 mg/l
ppt (1)	Part per ezer (‰)
ppt (2)	Parts per trillion, ezermilliomód vagy trilliomód (10 ⁻¹²) rész, 1 ppt = 1 ng/l
RAS	Recirkulációs haltermelési rendszer (nemzetközi jelentése 'RAS' – Recirculatory Aquaculture System)
RDHSZ	Ráckevei Dunaági Horgász Szövetség
SGR	Növekedési ráta (nemzetközi jele 'SGR' – Specific Growth Rate)
SzáA	Szárazanyag
SzeA	Szervesanyag
TE	Takarmányegyűthető (nemzetközi jele 'FCR' – Feed Conversion Ratio)
TH	Tógazdasági haltermelés
TVH	Természetesvízi halgazdálkodás

1. BEVEZETÉS

Az édesvízi haltermelés az élelmiszertermelés egyik igen jelentős szektora és alapja a természetesvízi halgazdálkodásnak is a kihelyezési anyag, azaz az ivadék és a tenyészhalt megtermelésével.

Napjainkban az innováció, a jobb és hatékonyabb, alacsony környezeti terheléssel járó takarmányozás, a fenntartható intenzifikáció és a diverzifikáció a haltenyésztés fejlődésének fő hajtóereje, ami azonban nem képzelhető el a gyakorlat számára hasznos, széles körben elérhető szakismeretek nélkül [127]. Ennek a kézikönyvnek az a célja, hogy a haltermelés legfontosabb meghatározó elemeinek és feltételeinek áttekintésével segítse a haltenyésztéssel és természetesvízi halgazdálkodással foglalkozó szakemberek munkáját.

A könyv, a takarmányozásra fókuszálva tárgyalja a haltermelés és haltermelési rendszerek technikai feltételeit, azért, hogy segítse:

- A rendelkezésre álló erőforrások és lehetőségek felismerését és hasznosítását.
- A haltermelés fenntartható növelését és diverzifikálását.
- Új, eddig nem hasznosított vízforrások és víztestek azonosítását, amivel és ahol a könyvben tárgyalt haltenyésztési rendszerek valamelyike sikeresen alkalmazható.

A könyv hat fejezete, kilenc melléklete és a Függelék tematikusan a haltermelés három meghatározó elemére, a halra, vízre és a táplálékra/takarmányra építve, a tervezett hozamok eléréséhez szükséges feltételeket és irányszámokat veszi számba, ahogy ezt az 1-1. ábra felsorolja.

A hat fejezet röviden összefoglalja a könyv témájához szorosan kapcsolódó minden lényeges ismeretanyagot, melyeket a kilenc melléklet és a Függelék további részletekkel egészít ki.

A könyv megírásakor a szerzők arra törekedtek, hogy a haltenyésztés gyakorlatában széles körben elfogadott szaknyelvet használjanak. Néhány esetben azonban speciális szakkifejezéseket és magyarázatokat is kellett alkalmazni. Az ilyen esetekben a szó vagy kifejezés első használatakor ezeket dőlt betűvel és csillaggal jelöltük és a 'Szójegyzékben' magyarázatot adtunk.

Az irodalmi források idézése numerikusan történik a könyvben. Az idézett szerzők és munkáik felsorolása és számozása alfabetikus sorrendben az 'Irodalomjegyzékben' található. A szövegben nem a név és a dátum, hanem az irodalomjegyzékben feltüntetett szerző vagy szerzők neve előtti szögletes zárójelbe tett szám szerepel.

A fejezetekben és a mellékletekben a tóvíz termékenysége és minőségének fenntartására és javítására, valamint a beteg halak kezelésére alkalmas technikák és anyagok használatára vonatkozó ajánlások is találhatók. Mivel ezeknek az anyagoknak (szerves- és műtrágyák, vegyszerek és gyógyszerek) minősége és koncentrációja még azonos név és/vagy márkanev alatt is változhat, mindig javasolt azok tesztelése, mielőtt nagyobb állományon vagy vízterületen alkalmaznák azokat.

1-1. ábra: A könyv tartalmának és szerkezetének vázlatos áttekintése a haltermelési rendszerek három alapelemének és eredményességének tükrében

HAL	Hidegvízi, melegvízi és trópusi halak
3. fejezet: A halak táplálkozását és takarmányozását meghatározó és befolyásoló tényezők	
2. melléklet: Halaink táplálkozása, táplálék- és takarmányspektruma	
3. melléklet: Elvárások és minőségi követelmények a halhússal és haltakarmányokkal szemben	
VÍZ	Fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságok
7. melléklet: A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai	
8. melléklet: A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére	
TÁPLÁLÉK és/vagy TAKARMÁNY	Természetes táplálék, kiegészítő takarmányok és teljesértékű tápok
2. fejezet: Haltermelési rendszerek jellemzői és a velük elérhető eredmények	
4. fejezet: Haltakarmányozás a különböző termelési rendszerekben	
5. fejezet: A takarmányozás lebonyolítása és eredményességének ellenőrzése	
6. fejezet: A takarmányozás hatékonyságának ellenőrzése	
2. melléklet: Halaink táplálkozása, táplálék- és takarmányspektruma	
3. melléklet: Elvárások és minőségi követelmények a halhússal és haltakarmányokkal szemben	
4. melléklet: Haltáplálék szervezetek, takarmányok és takarmányösszetevők beltartalma, energiája és a leggyakrabban használt takarmányfélések	
5. melléklet: Takarmányozás a tógazdasági haltermelésben	
6. melléklet: Takarmányozás az intenzív haltermelési rendszerekben	
Függelék: A tógazdasági pontytakarmányok előkészítésének, a takarmánykeverékek és tápok készítésének szempontjai	
EREDMÉNY	Haltermelési rendszerek – körülmények és feltételek
2. fejezet: Haltermelési rendszerek jellemzői és a velük elérhető eredmények	
1. melléklet: A haltermelést meghatározó tényezők a régióban	
9. melléklet: Elérhető termelési eredmények	

2. HALTERMELÉSI RENDSZEREK JELLEMZŐI ÉS A VELÜK ELÉRHETŐ EREDMÉNYEK

A „haltermelési rendszer” kifejezés annak összetettségére utal. A legtöbb esetben egyik legjellemzőbb tulajdonságuk, azaz intenzitásuk alapján osztályozzák és különböztetik meg ezeket egymástól. Ennek a gondolatmenetnek megfelelően a természetesvízi halgazdálkodást extenzívként, a halastavi haltermelést félintenzívként határozzák meg (2-1. kiemelt magyarázat). Ez azonban nem teszi lehetővé a tógazdasági haltermelés intenzitásának a gyakorlat számára alapvetően szükséges további árnyalását. Ezeknek az elnevezéseknek a hiányossága még, hogy nem érzékeltetik azt, hogy a három termelési rendszer nem csupán intenzitásában, hanem alapvetően a jellegében különbözik egymástól.

A fenti okok miatt ez a könyv a három haltenyésztési rendszert, a 2-1. ábra szerint, a bennük nevelkedett vagy nevelt halak számára rendelkezésre álló vagy/és biztosított természetes táplálék és takarmány alapján különbözteti meg. Az ilyen értelmű elnevezése és jellemzése a három haltermelési rendszernek a haltenyésztés fejlődésének időrendi sorrendjét is érzékelteti és lehetővé teszi szakmailag helyes leírásukat és összehasonlításukat.

2-1. kiemelt magyarázat

HALTERMELÉSI RENDSZEREK FAO DEFINÍCIÓJA

Az ENSZ (Egyesült Nemzetek Szövetsége) Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) három haltermelési rendszert különböztet meg:

- Az **extenzívet**, ami a természetesvízi halgazdálkodást jelenti.
- A **félintenzívet**, ami a tógazdasági haltermelést jelenti.
- Az **intenzívet**, ami a medencés és ketreces haltermelést jelenti.

2-1. ábra: A három haltermelési rendszer gyakorlat számára alapvetően fontos jellemzői

Természetesvízi halgazdálkodás (TVH)	Tógazdasági haltermelés (TH)			Intenzív haltermelési rendszerek (IHR)
	Extenzív	Félintenzív	Intenzív	Medencés haltermelés Ketreces haltermelés
<u>Takarmányozás:</u> Nincs	<u>Takarmányozás:</u> Kiegészítő takarmányok használata			<u>Takarmányozás:</u> Teljesértékű ipari tápok használata
<u>Eredmények jelölése:</u> kg/ha	<u>Eredmények jelölése:</u> kg/ha vagy t/ha			<u>Eredmények jelölése:</u> kg/m ² vagy kg/m ³

(Forrás: [127])

Az, hogy egyes esetekben mely termelési rendszer alkalmazható, a környezeti és társadalmi tényezők mellett a tenyésztésre kerülő halfaj tulajdonságaitól is függ. A fajok alábbi jellemzőit kell figyelembe venni:

- A házasítás mértéke. Minél inkább házasított egy halfaj, annál inkább alkalmazkodik a tenyésztés mesterséges feltételeihez és annál kevésbé érzékeny a tartásával és etetésével járó stresszre.
- Tenyészanyag ellátás megléte, aminek feltétele a megbízható szaporítási és ivadéknvelési technológia.
- Növekedőképesség a rendelkezésre álló, adott minőségű és mennyiségű vízben.
- A halastóban intenzíven termelhető természetes táplálék hasznosításának képessége.
- A kiegészítő takarmány és/vagy a teljes értékű haltáp hasznosításának képessége.

2.1 Természetesvízi halgazdálkodás

A természetesvízi halgazdálkodás az a haltermelési gyakorlat, ahol a felszíni vizek teljes ökoszisztémája a termelési közeg, amiben a természetes úton szaporodó és telepített halak növekednek. Ezért különösen fontos, hogy a természetes szaporulat, a kihelyezés és a halfogás fenntartható egyensúlyban legyen. Ennek a haltenyésztési rendszernek az esetében a jellemző víz hőmérséklet és az eredeti halfauna határozza meg a telepített halfajok körét, míg a víz természetes haltáplálék termő képessége, azaz trofitása, a víztest tényleges és potenciális haltermelő képességéért felelős, ahogy azt az 1. melléklet M1-4. táblázata összefoglalja és a 7. melléklet tovább részletezi.

2-2. ábra: Ponty népesítése a Balatonba



2.2 Tógazdasági haltermelés

A tógazdasági haltermelés legfontosabb jellemzője, hogy a halakat természetes táplálékukkal együtt nevelik a halastóban. A hozamok fokozása érdekében a halastó vizét trágyázzák és az így termelt természetes táplálékot takarmánnyal egészítik ki. Ezért ezt a takarmányozási módszert kiegészítő takarmányozásnak, és az ilyenkor etetett, biológiailag nem teljesértékű takarmányféléseket gyűjtő néven kiegészítő takarmányoknak nevezik. Ezek a takarmányok csak a természetes táplálékkal együtt biztosítják a hal számára a komplett, minden szempontból kielégítő étrendet.

A tógazdasági haltermelés során a különböző korosztályok nevelése történhet monokultúrában, bikultúrában és polikultúrában, attól függően, hogy hány halfajt nevelnek együtt.

A halastavi polikultúra az egyes halfajok eltérő táplálkozásán és táplálék-spektrumán alapszik. Ez teszi lehetővé, hogy a halastó minden *habitatjában** legyen az ott tenyésző természetes haltápláléknak egy vagy több fogyasztója.

A halastavi polikultúrában a legnagyobb számban kihelyezett hal tekinthető a fő halszónak. Ez leggyakrabban a ponty vagy a fehérbusa és hibridjei, de bizonyos esetekben, amikor a cél a makrovegetáció gyérítése vagy kiirtása egy víztestből, akkor az amur is lehet a fő hal.

Általában azonos korú/méretű halakat helyeznek ki és nevelnek együtt. Ez alól csak a *nyárihal termelés** és a ragadozóhalak halastavi nevelése a kivétel, amikor ez utóbbiak kihelyezési mérete sokkal kisebb kell legyen, mint a békés halak kezdő mérete.

A kihelyezett halfajok aránya számos tényezőtől függ, és széles skálán mozoghat a halastó eredeti termékenységétől, vízellátásától, valamint a korábbi tapasztalatoktól és a piaci kereslettől függően. A felsorolt termelési feltételek befolyásolhatják az intenzitást. Ez lehet extenzív, félintenzív és intenzív.

A tógazdaságban a piaci hal nevelése hazánkban általában három évig tart. Ma már a megbízható tápok etetésével a kétéves üzemforma is reális alternatíva lehet, aminek előnyeit a 2-1. táblázat tartalmazza.

2-1. táblázat: A kétéves üzemű ponty polikultúra várható előnyei	
Alapvető eltérések	Következmények
(1) A bruttó termelési idő hossza	A nevelési ciklus egy évvel rövidebb. Kettő helyett csak egy telelési időszak van, így 50%-kal csökken a téli veszteség esélye, ezért lényegesen kisebb a kockázat.
(2) Intenzitás	A tavak intenzívebb használata, a pontyok számára kiváló minőségű takarmány etetésének szükségessége, felgyorsult növekedés.
(3) Termelési anyagok megtérülési ideje	A termelési anyagokba (víz, kihelyezési anyag, takarmány stb.) befektetett költségek megtérülési ideje egy évvel, azaz körülbelül 33%-kal csökken.

(Forrás: [127])

A halastavi hozamok elérhetik a hektáronkénti több tonnát, de csak akkor, ha a mindenkori nevelt állomány mennyiségével arányos a trágyázás és a takarmányozás, valamint megfelelőek a vízminőséget fenntartó intézkedések (levegőztetés, vízutánpótlás). Emiatt a tavi haltermelés eredményeinek összehasonlításánál a termelési adatok mellett az összes kapcsolódó információt együttesen kell értékelni. A fejezethez közvetlenül kapcsolódó további részleteket a 2-4. ábrán felsorolt mellékletek és a Függelék tartalmazzák.

2-3. ábra: Hagyományos ivadékválogatás



2-4. ábra: A tógazdasági haltermeléssel kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

1. A haltermelést meghatározó tényezők a régióban
5. Takarmányozás a tógazdasági haltermelésben
7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére
9. Elérhető termelési eredmények

Függelék

A tógazdasági pontytakarmányok előkészítésének, a takarmánykeverékek és tápok készítésének szempontjai

2.3 Intenzív haltermelési rendszerek

Az intenzív haltermelési rendszerek az összes olyan haltenyésztési technikát magukba foglalják, ahol a halak táplálékigényének fedezésére a halaknak biztosított takarmány az egyetlen forrás. Még élő táplálék esetén is azt gyűjtik vagy tenyésztik, és a takarmányhoz hasonlóan a hal igényeinek megfelelően adagolják. Következésképpen az intenzív haltermelési rendszerek esetében teljesértékű takarmányra van szükség, tehát a takarmánynak tartalmaznia kell a megfelelő, egészséges növekedéshez szükséges összes makro- és mikrotápanyagot, energiát és vitaminokat.

Az elmúlt évtizedek tapasztalatai bizonyították, hogy minden olyan halfaj, amelyik takarmányra szoktatható, alkalmas intenzív rendszerekben történő nevelésre is.

A teljesértékű ipari tápok használata mellett az összes intenzív tenyésztési rendszer közös jellemzője, hogy a halállományt szükséges (1) folyamatosan friss, oxigénben gazdag vízzel ellátni, illetve (2) a halak által kiválasztott anyagcseretermékeket el kell távolítani. Ezt a két célt vízcserével és levegőztetéssel lehet elérni, melyek mértéke a friss víz fizikai, kémia és biológiai tulajdonságaitól, a nevelt halfajtól, a halak méretétől, számától és biomassájától, valamint a takarmányozás és a levegőztetés intenzitásától függ.

Az intenzív termelési rendszereknek két alaptípusa ismert attól függően, hogy a halat medencében vagy ketrecben nevelik.

A **medencés haltermelés** lényege, hogy a halakat nagy egyedsűrűségben bel- vagy kültéri átfolyóvizes medencében nevelik. A medencék anyaga és mérete igen változatos lehet. Tradicionálisan a telelőkhöz hasonló földmedencéket, azaz kis tavakat használtak a halak, főleg a pisztrángfélék intenzív hizlalására. Ma már beton, műanyag, üvegszálerősítéssű, vagy polietilén ponyvából is készítenek halnevelő vályúkat, kádakat és medencéket, gyakorlatilag bármilyen méretben.

Az elmúlt évtizedek tapasztalatai azt bizonyították, hogy a medencés, vagy az azonos takarmányozási elveken nyugvó ketreces haltermelés alkalmas egy sor hideg- és melegvízű (valamint trópusi) halfaj intenzív termelésére.

A **ketreces haltermelés** a medencéshez hasonló takarmányozási elveken nyugszik. Itt a halat kisebb (hapa), vagy nagyobb drótból, vagy szintetikus anyagból készült speciális hálóketrecekben nevelik, melyeknek szembősége a nevelt hal méretéhez igazodik. A ketrec az anyagtól függően merev vagy flexibilis oldalú lehet. A ketreces halnevelés egyik előnye, hogy a nevelési időszak végétével a ketrec kiemelhető, ami a természetes vizek ilyen célú hasznosítása esetén lehet praktikus. Azokon a területeken, ahol vízi ragadozók szétrághatják a ketrec anyagát, magát a ketrecet fémrácsokkal védik, vagy deszkából készítenek ketrecek.

A ketrecekben a vízcserét a víz természetes mozgása (áramlás), valamint a halak mozgása biztosítja. Sok esetben levegőztetőket is használnak a vízmozgatáshoz, vagy folyamatosan, vagy csak a nap kritikus időszakaiban.

A ketreceket általában a mélyebb vízterületeken helyezik el, hogy legalább 1-1,5 m, vagy még ennél is nagyobb távolság legyen a ketrec és a vízfenék között. Ketrecek halastavi elhelyezésénél ennél kisebb távolság is megengedhető, de ebben az esetben a ketrecek időről-időre el kell mozdítani, és új helyre kell telepíteni, hogy a ketrecek alatt a szerves törmelék (halpikkelyek, ürülék, el nem fogyasztott takarmány stb.) ne halmozódhasson fel. A ketrecek esetében is előnyös automata etetőket és etetőkereteket használni, mivel így megakadályozható a túl nagy takarmányadagok bejuttatása, és a lebegő takarmány ki-sodródása. Fenékre süllyedő tápok etetésekor etetőtálca használata javasolt. Ez nemcsak a takarmányfelvé-

2-5. ábra: Tradicionális pisztrángos gazdaság Dániában



2-6. ábra: Ketreces halnevelési egységek



2-7. ábra: Intenzív haltermelési rendszerekkel kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

1. A haltermelést meghatározó tényezők a régióban
6. Takarmányozás az intenzív haltermelési rendszerekben
7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére
9. Elérhető termelési eredmények

telt teszi biztonságossá, de ellenőrizhetővé teszi a takarmány elfogyasztását is. A fejezethez közvetlenül kapcsolódó további részleteket a 2-7. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

2.4 Kombinált haltermelési rendszerek

A kombinált haltermelési rendszer extenzív vagy félintenzív halastó és nagy népesítésű, intenzíven takarmányozott halnevelő tér integrált egysége, ahol a halastó a vízellátást adja, és befogadja, valamint tisztítja az intenzív egységben anyagcseretermékekkel terhelt vizet.

Az intenzív egységek lehetnek telelők, kisebb vagy nagyobb medencék, vagy halastóban elhelyezett ketrecek. Leggyakrabban a következő két kombinált haltermelési rendszerrel lehet találkozni:

Tavi recirk – ennek működési elve alapvetően eltér a zárttéri recirkétól (2-2. kiemelt magyarázat). Ez egy nagyobb extenzív tóból, és egy intenzív egységből áll. Az intenzív egység elfolyó vizét bevezetik a hagyományos (extenzív) halastóba, ahol a lebegő anyag kiülepszik, illetve a tavi *biocönózis** felhasználja az intenzív rendszerből származó anyagcseretermékeket. A megtisztult vizet ezt követően visszaszivattyúzzák az intenzív egységbe. Az intenzív egység állhat kis földtavakból (telelőkből) vagy a tisztító tó mellett elhelyezett különböző méretű és anyagú medencékből.

A tavi recirk speciális műszaki megoldása a tóban recirk, amit itthon kevésbé találóan „tó a tóban” rendszernek neveznek. Ennek a lényege, hogy nem a víztisztítást biztosító tó mellett, hanem magában a tóban helyeznek el intenzíven kezelt medencéket. Ezeken keresztül mamszivattyúval cirkuláltatják a tó vizét. Hasonlóan a tavi recirkulációval kapcsolatban leírtakhoz, az intenzív-medencés egység elfolyó vizét a halastó tisztítja, az intenzív egységet pedig a halastóból látják el tisztított vízzel.

Halastavi ketrecek – az extenzív tó vízterétől a nagy népesítésű ketrecek vize nincs élesen elválasztva. Ennek ellenére általában nem elég a halak keltette vízmozgás a ketrecekben lévő állomány fenntartásához. Levegőztetéssel vagy a víz áramoltatásával segíteni kell az oxigénben gazdagabb külső víz átáramlását.

A halastavi recirk és a tóban recirk esetén lehetőség van az elfolyóvíz elő-ülepítésére, ami a tisztító tó környezeti terhelését nagymértékben csökkentheti. Így ugyanazon egységek vízének tisztítására kisebb tó is elég lehet. A nagy tó minden valószínűség szerint fel tudja dolgozni az intenzív rendszer okozta terhelést, még a szezon második felében is, ha az intenzív-extenzív víztömeg aránya 1:18 – 1:24, azonban ennek tényleges értéke halfajtól, korosztálytól és takarmányozástól is függ.

Végül nagyon fontos megjegyezni, hogy mindkét fenti alapesetben az intenzív és tavi egységekben együttesen nem lehet több halat termelni, mint amennyi az adott halastóban a szabadon úszó halak produkciója lenne akkor, ha a halak darabszáma, az etetés és a vízkezelés (levegőztetés és a víz cirkuláltatása) azonos módon történne, mint a kombinált rendszerben. Ennek oka, hogy a halak létszámának növelése magában nem növeli meg a tavi ökoszisztéma *metabolit-feldolgozó képességét**.

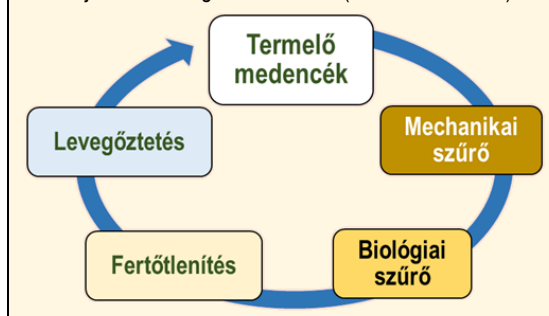
2-2. kiemelt magyarázat

A ZÁRTTÉRI RECIRK (RAS) ELEMEI

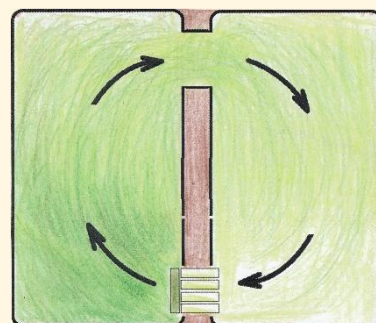
A fejezetben bemutatott kombinált haltermelési rendszerek olyan RAS rendszerek, amelyek szabadtéri jellegükből adódóan, halnevelésre csak a szezon meleg periódusában használhatók.

A szezonálisat a zárttéri RAS rendszerekkel lehet megszüntetni. Ezek működési elve alapvetően eltérő, mert ott a használt víz tisztítását egy mechanikai és egy biológiai szűrő végzi. Az ülepítővel kombinált mechanikai szűrő a szilárd és lebegő anyagokat távolítja el a rendszerből, míg a biológiai szűrő baktériumflórája a mérgező ammóniát bontja le.

Fóliasátor alatt elhelyezett és üzemeltetett RAS egységekkel a szezon jelentősen meghosszabbítható (lásd a hátsó borítót).



2-8. ábra: Tóban recirk működésének vázlatos ábrázolása



A négy intenzív medence végén elhelyezett ülepítővel a környezeti terhelés számottevően csökkenthető.

2-9. ábra: Egy tóba épített recirk rendszer



A fejezethez közvetlenül kapcsolódó további részleteket és háttérinformációkat a 2-10. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

A kombinált haltermelési rendszereknek egy speciális változata, amikor élelmiszer feldolgozók és kistelepülések szennyvizét wetland technikával tisztítják, és az ilyen módon már kellően megtisztult vizet haltermeléssel hasznosítják, amire jó példa lehet a 2-11. ábrán illusztrált összefoglaló.

2-10. ábra: A kombinált haltermelési rendszerekkel kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

1. A haltermelést meghatározó tényezők a régióban
2. Halaink táplálkozása, táplálék- és takarmányspektruma
5. Takarmányozás a tógazdasági haltermelésben
6. Takarmányozás az intenzív haltermelési rendszerekben
7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére
9. Elérhető termelési eredmények

2-11. ábra: Egy wetland-en keresztül tisztított vízzel táplált hazai víztározó lehalászása 2009 őszén



A wetland segítségével megtisztított hiper-trofitást generáló víz egy közel 420 ha-os vízterületen trágyázás és etetés nélkül a következő eredményeket produkálta: (1) Kihelyezés összesen 595 kg/ha azaz 24 kg/ha 0,3-1,2 kg/db ponty, 443 kg/ha 0,3-1,5 kg/db fehér busa és 119/ha kg különböző méretű amur, süllő és szürkeharcsa. (2) Lehalászás összesen 1785 kg/ha, azaz 1714 kg/ha 10 kg/db fehérbusa, 71 kg/ha 5 kg/db ponty, továbbá amur, süllő és szürkeharcsa. (3) Termelési idő: 2 év (4) Nettó hozam közel 600 kg/ha/év.

2.5 Haltermelési rendszerek összehasonlítása

A különböző tenyésztési rendszerek összehasonlításához nyújt segítséget ez a fejezet, megadva néhány alapszempontot a rendszerek minősítéséhez.

Fontos azonban hangsúlyozni, hogy egyetlen haltermelési rendszer sem jobb vagy rosszabb mint a másik, csupán különböző megoldásokat kínálnak a rendelkezésre álló erőforrások megfelelő kihasználására. Az összehasonlítások során szükséges a következőket figyelembe venni:

- A piaci keresletet, a termelt hal árát és ezek szezonálisitását.
- A termelési idő hosszát (és lehetséges csökkentését), azaz a termelési anyagokba fektetett pénzeszközök megtérülésének idejét.
- A haltermelés intenzifikálásának (több hal) és diverzifikálásának (több halfaj) lehetőségeit.

Az összehasonlításnál szükséges még felmérni a különböző termelési rendszerek vízfelhasználását, vízgazdálkodását, az alapvetően szükséges termelési anyagok körét az elérhető hozamok tükrében. Ezekhez nyújtanak segítséget és támpontot a 2-2., 2-3. és 2-4. táblázatok és a 9. melléklet.

2-2. táblázat: A különböző termelési rendszerek vízforráshoz való kapcsolódását és vízgazdálkodását befolyásoló tényezők			
Termelési rendszer	Haltermelés helye	Víz kivétel (vízforrás)	Elfolyóvíz elhelyezése
Természetes vízi halgazdálkodás	Felszíni természetes vizek	-	-
Tógazdasági haltermelés	Halastó	(1) A gazdaságok vízkivétele szezonális, míg a párolgási és szivárgási veszteségeket időről időre pótolni kell. (2) A szezon végén gyakran nagy mennyiségű víz kibocsátása valószínűsíthető.	
Intenzív haltermelési rendszerek			
Medencés haltermelés	Kültéri és beltéri rendszerek	Folyamatos vízkivétel és vízkibocsátás a teljes termelési ciklus alatt.	
Ketreces haltermelés	Felszíni természetes vizek és halastavak	-	-

(Forrás: [127])

2-3. táblázat: Egyes haltermelési rendszerek közvetlen termelési anyagainak és az elérhető eredményeknek az áttekintése							
Közvetlen termelési anyagok	TVH	Tógazdasági haltermelés			Intenzív haltermelési rendszerek		
		Extenzív	Félintenzív	Intenzív	Medencés (telelő)	Medencés	Ketreces
Kihelyezési anyag	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Víz	-	✓	✓	✓	✓	✓	-
Szerves és műtrágya	-	✓	✓	✓			
Abraktakarmány	-	✓	✓	✓			
Egyszerű takarmánykeverékek	-	✓	✓	✓			
Gazdaságban készített tápok	-	-	✓	✓			
Közel teljesértékű ipari haltápok	-	-	-	✓			
Teljesértékű ipari haltápok	-	-	-	-	✓	✓	✓
A természetes vizekhez hasonlított eredmények (≤ 100 kg/ha)	1	10-szeres	20-szoros	30-szoros	100 – 5000-szeres		

(Forrás: [127])

2-4. táblázat: A különböző haltermelési rendszerek termelési eredményeinek irányzásai						
Fontosabb halfajok	TVH	Tógazdasági haltermelés	Intenzív haltermelési rendszerek			
			Föld-medencés	Medencés	Ketreces	Beltéri RAS ¹
	kg/ha		kg/m ² vagy kg/m ³			
Hidegvízi halak						
Salmonidae	1-15	-	~ 20	~ 50	~ 35	Összes méret
Coregonidae		~ 1000	~ 20	~ 50	~ 35	Csak ivadék
Melegvízi és trópusi halak						
Acipenseridae	1-10	~ 1000	~ 5	~ 30	~ 20	Összes méret
Ponty	20-200	500-3000	~ 5	~ 40	~ 30	NI
Kínai növényevők			Ezek közül az amur intenzív termelése még kísérleti fázisban van.			
Középméretű pontyfélek			~ 5	~ 30	~ 20	NI
Csuka	2-15 ²	15-100 ²	Ennek a halfajnak az intenzív termelése még kísérleti fázisban van.			
Szürkeharcsa			~ 5	~ 40	~ 30	Összes méret
Sügér, süllő			-	~ 30	-	Összes méret
Lapátorrú tok	Busákhoz hasonló		NI	NI	NI	Ivadék
Tilápia	-	500-2500 ³	~ 5	~ 40	~ 30	Összes méret
Afrikai harcsa			~ 10	~ 450	NI	Összes méret

Megjegyzések: ¹ A termelési eredmények az alkalmazott RAS technológia függvényében változhatnak. Levegőztetéssel és oxigénnel 70-150 kg/m³/ciklus termelési eredmény varható, míg pusztán levegőztetéssel 25-35 kg/m³/ciklus. Ez alól kivétel az afrikai harcsa, amelynek termelési eredménye kb méterenként több száz kg is lehet. ² A jelzett irányszámok a természetes vízi halgazdálkodás és a ponty halastavi polikultúra esetén részhozamokként teljesülhetnek. ³ Csak a forró nyári hónapokban valószínűsíthető meg. (Forrás: [127])

3. A HALAK TÁPLÁLKOZÁSÁT ÉS TAKARMÁNYOZÁSÁT MEGHATÁROZÓ ÉS BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A halak etetésének hatékonyságát a környezet, a halak táplálék- és takarmányspektruma, a táplálék felvétele és fogyasztásának módja és körülményei alapvetően meghatározzák.

3.1 Környezeti tényezők

A környezeti tényezőket két nagy csoportra lehet osztani: a víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira visszavezethető tényezőkre és az etetéssel járó és ahhoz kapcsolódó stressz tényezőkre.

A víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai

A törzsejlődés során a felszíni vizeket benépesítő halak alkalmazkodtak az élettelen és élő természet által meghatározott környezetükhöz, annak fizikai, kémiai és biológiai adottságaihoz.

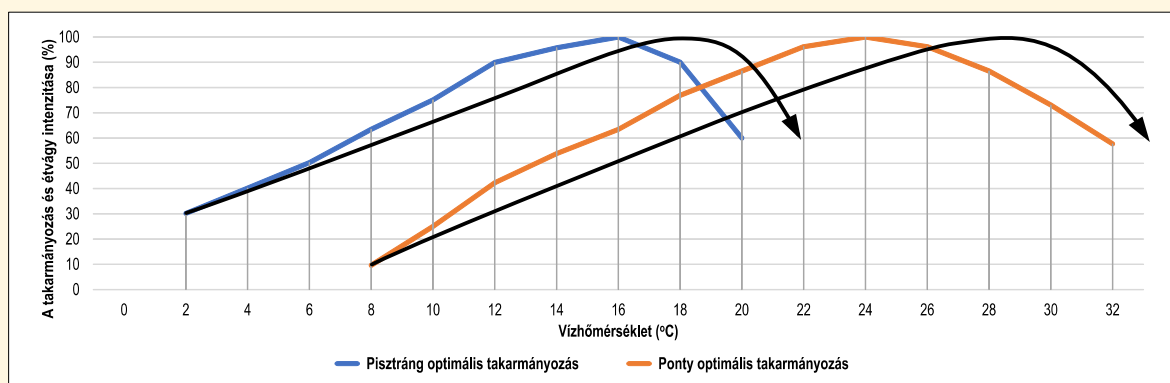
A felszíni édesvizek, melyeknek különböző kategóriáit az 1. melléklet M1-2. ábrája mutatja, eredetük által meghatározott paramétereik összességével együttesen befolyásolják a halak táplálkozását, étvágyát és részben emésztési folyamatait. A két legfontosabb környezeti tényező, ami a halak táplálkozására a legalapvetőbben hat, a víz hőmérséklete és oldott oxigéntartalma.

Vízhőmérséklet – A vízi szervezetek túlnyomó többsége, beleértve a halakat és azok természetes táplálékait is, *poikilotherm** szervezetek. Testhőmérsékletüket, valamint anyagcseréjük és mozgásuk intenzitását a víz mindenkor (aktuális) hőmérséklete határozza meg. A halak testhőmérséklete általában csupán 0,1-0,6 °C-al magasabb, mint a környező vízé, amely különbséget az anyagcsere hőtermelése és az izmok összehúzódása során keletkező hő okozza [29].

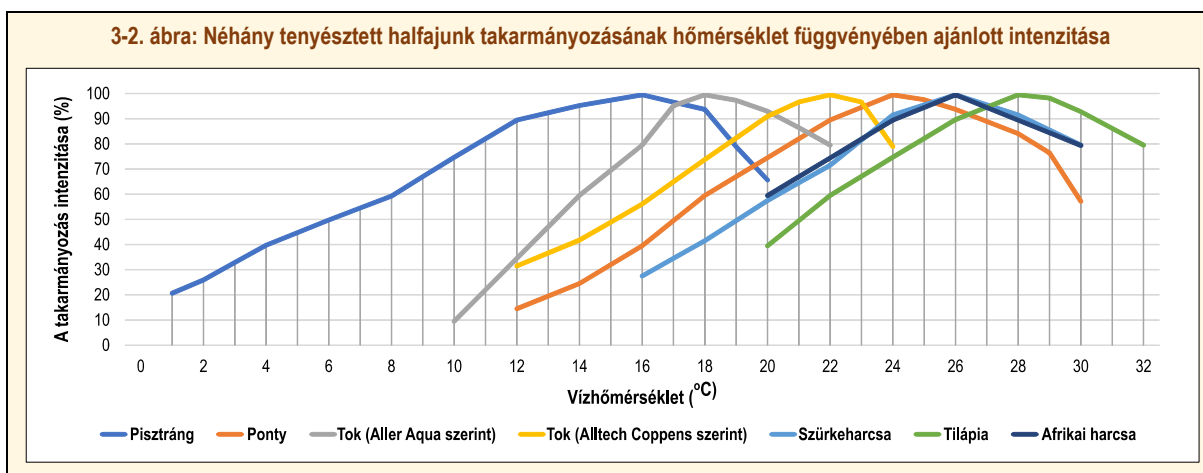
Vannak hidegvízi, melegvízi és trópusi halfajok, melyek csak a fajra jellemző vízhőmérsékleti értékek között élnek, nőnek és szaporodnak. Tógazdasági halaink mindegyike melegvízi, de *euriterm** faj, azaz viszonylag tág intervallumban tolerálja a víz hőmérsékletének változását, ami 2 és 33 °C között mozoghat [98], [44]. Ezen hőmérsékleti értékek között van egy optimális sáv, amelyben a hal nemcsak megél, de szaporodik, intenzíven táplálkozik és növekszik.

A halak étvágya a hőmérséklet növekedésével egy bizonyos pontig folyamatosan nő, de ennél magasabb hőmérsékleten már étvágyvesztés majd teljes étvágytalanság következik be. Amennyiben az ilyen magas vízhőmérséklet tartósan megmarad, akkor az a hal elhullásához vezethet. A halak ilyen reakciója lehűlő vízhőmérséklet esetén is megfigyelhető. Ha a hőmérséklet fajra jellemző optimum alá süllyed, az szintén étvágyvesztéssel jár. Egy bizonyos ponton túl a trópusi halak elpusztulnak, míg a melegvízi halak a téli hónapokban hibernációhoz hasonló állapotba kerülnek és ebben is maradnak, mindaddig, amíg a víz újra melegedni nem kezd.

3-1. ábra: A pisztráng és ponty étvágyának és táplálkozásának optimális és megfelelő vízhőmérsékleti tartományai



A halak étvágya a vízhőmérséklet emelkedésével egy bizonyos pontig növekszik, majd csökken, élesen csökken, végül megszűnik (fekete vonalak). Minden halfaj számára van egy optimális vízhőmérsékleti tartomány, amikor a táplálékfelvétel a legnagyobb és az emésztése intenzitása optimális, míg az ettől eltérő tartományokban egyre csökken a táplálékfelvétel. A példaként bemutatott két halfaj a pisztráng (kék vonal) és ponty (piros vonal) fekete nyílakkal jelzett legnagyobb étvágyát kiváltó vízhőmérséklet nem esik egybe az optimális táplálkozás vízhőmérsékletével (Forrás: [127]).



(Forrás: [2], [3], [8])

A halak magasabb vízhőmérséklet miatt megnőtt étvágya nem eredményez automatikusan jobb növekedést, mivel a felgyorsult anyagcsere következtében a táplálék gyorsabban, ezért részben emésztetlenül halad keresztül a hal tápcsatornáján.

A 3-1. és 3-2. ábrák jól demonstrálják a hidegvízi, melegvízi és trópusa halak étvágyának vízhőmérséklet szerinti változását, ill. a táplálékfelvétel intenzitásának a hőmérséklet függvényében történő alakulását. A 3-3. ábra a ponty példáján keresztül mutatja be a vízhőmérséklet és az emésztés sebessége közötti kapcsolatot.

Oldott oxigén – A víz hőmérséklete mellett, annak oldott oxigéntartalma is befolyásolja a halak étvágyát és táplálékfelvételét. A ponty számára tavi körülmények között az 5-12 mg/l oxigéntartalom a megfelelő, de már nem kedvező, ha az oxigénkoncentráció kevesebb, mint 4 mg/l, és a telítettség kisebb, mint 50 % [61], [93]. A többi fontos vízminőségi paraméter a táplálékfelvétel és az étvágy szempontjából elfogadható értékeit a 7. melléklet M7-4, M7-5, M7-6. és M7-7. táblázatai tartalmazzák.

A víz hőmérsékletén és oldott oxigéntartalmán kívül a víz alábbiakban felsorolt fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai szintén meghatározzák, illetve befolyásolják a takarmányozás eredményességét:

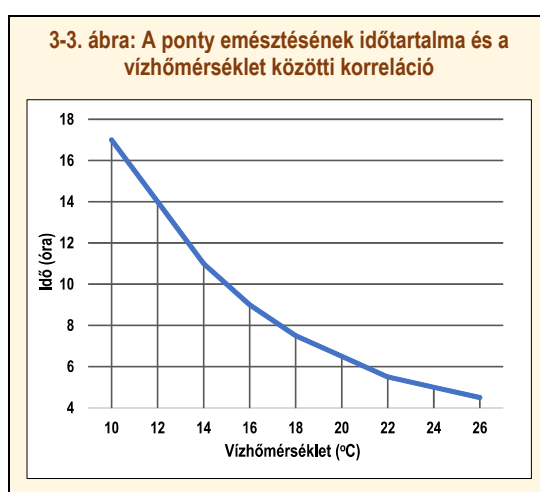
A víz mozgása – A halak igen érzékenyek a vizek mozgására, beleértve a legfinomabb áramlásokat is. Ez az a tulajdonságuk, amit lehalászatuk során jól ki lehet használni, amikor is a halak ellenárammal lecsalogathatók a tó hátsó, már sekély részéről és „összeterelhetők” a zsilip előtti mélyebb területeken. Intenzív termelési rendszerek esetén a túlságosan erős vízáram folyamatosan erőteljes úszásra készíti a halakat, ami energia-vesztéssel jár.

A víz átlátszósága a halastóban többek között a víz hőmérsékletét, hőretegződését és napi felmelegedésének mértékét, valamint az *algaplankton** mennyiségét befolyásolja. Élőhelyüktől függően az egyes halfajok eltérő mértékben igénylik az átlátszó vizet. A lazacfélék igénylik, mivel ez hatékony táplálkozásuk egyik alapfeltétele, míg sok melegvízi halfaj jobban igényli a kevésbé átlátszó vizeket.

A víz oldott só tartalma (TDS) – Minden halfajnál megvan az a TDS tartomány, amely számára optimális, elfogadható, még tolerálható, vagy már letális.

A víz pH értéke befolyásolja a vizekben zajló kémiai folyamatokat, beleértve a vízben oldott mérgező gázok aktiválódását. A halak számára, fajtól függően optimális, elfogadható és letális pH-tartományok határozhatók meg. Ezért fontos a különböző típusú tenyésztési rendszerekben a pH optimalizálása.

A víz trofitása* és szaprobitása* – Ezek egyensúlyban tartása az okszerű halastavi trágyázás egyik fő kihívása. Az intenzív tenyésztési rendszerekben a magas trofitás és szaprobitás a víz haleltartó-képességét csökkenti.



(Forrás: [117])

kenti, továbbá a magas trofitású/szaprobitású elfolyóvizek nagy környezeti terhelést jelentenek. Ennek elkerülése érdekében wetland, tavi recirk és RAS rendszereket alkalmaznak.

A **víz toxicitása** és a **vízben található toxikus szervezetek** – Halak számára mérgező anyagok jelenléte még a letális szintnél jóval alacsonyabb koncentrációban is csökkentheti a halak ellenálló-képességét és étvágyát.

Táplálékkonkurenszek jelenléte – A leggyakoribb takarmánykonkurenszek közül a nagyobb fajtársakat, valamint azokat a vízi és szárazföldi állatokat kell megemlíteni, amelyek rájárnak a takarmányra.

A **halragadozók jelenléte** csökkenti a halállományt és olyan stressz-tényező, ami rontja a halak ellenállóképességét, táplálékfelvételét pedig zavarja.

Stresszforrások

A tenyésztés körülményei, elsősorban a kedvezőtlen vízminőség, a rossz minőségű takarmány, valamint a halak mozgatása/zavarása a leggyakoribb stresszforrások. Étvágytalanságot okozhatnak és növelik a betegségekre való fogékonyságot. Az emlős és madár halragadozóknak való kitettség és a táplálékért/takarmányért történő versengés szintén komoly stresszfaktornak számítanak.

A halak megfelelően tervezett és végrehajtott napi etetése, a takarmánykészítés és kiosztás rutinszerűen ismétlődő zaja pozitív feltételes reflexet (*pavlovi reflex**) alakítanak ki a halakban. A halak napi életritmusának zajjal, fénnel vagy egyéb módon történő megzavarása viszont szintén stresszforrás lehet.

A halak rendszeres napi megfigyelését, ellenőrzését rutinszerűen, de csendben kell végezni. Ez különösen fontos az intenzív halgazdaságokban.

A halállomány védelme, például a takarmánykonkurenszek és a ragadozó madarak gázágyúval, vagy más, váratlan zajjal történő riasztása gyakran elkerülhetetlen. A kiválasztott megoldásoknak a halállományra nézve a lehető legkevésbé megterhelőnek kell lenniük, szem előtt tartva, hogy a víz felnagyítja a hangokat és jól, valamint messzire elviszi azokat.

Bár a **halak mozgatása**, kifogása, a válogatása, mérése, tartóhálón történő ideiglenes tárolása és a szállítása elkerülhetetlen beavatkozások, ezek során a lehető legrövidebb ideig kell a vízén kívül, szárazon tartani a halakat. A halak dobálása, a halas kosarak túlterhelése a mérlegeléskor nemcsak stressz-tényezők, hanem mechanikai sérüléseket is okozhatnak a testfelületen vagy a kopolyukon. Az egyik vízből a másikba történő áthelyezés során el kell kerülni a víz esetleges hőmérsékletkülönbségéből adódó **hőmérsékleti sokkot**.

A fejezethez közvetlenül kapcsolódó további részleteket és háttérinformációkat a 3-4. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

3.2 Halaink csoportosítása táplálkozásuk szerint

A halak táplálékspektruma és táplálkozása rendkívül változatos, szinte teljesen lefedi a vízi ökoszisztémákban előforduló élettelen és élő természetes táplálékforrásokat. Vannak szerves törmeléken élő, élőbevonatot fogyasztó, plankton szűrő, növényevő, mindenevő, húsevő és vegyes táplálkozású halak, illetve ezeknek a csoportoknak számtalan kombinációja szerint táplálkozó fajok (3-1. táblázat). Ahogy Hepher [56] összefoglalta, a törzsfej-

3-4. ábra: A halak táplálkozását meghatározó és befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségre
9. Elérhető termelési eredmények

3-1. táblázat: Néhány haszon- és gyomhalunk csoportosítása a fajra jellemző táplálkozásuk szerint

Plankton szűrő	Növényevő	Mindenevő	Ragadozó
Busa fajhibrid	Amur	Bodorka	Csuka
Ezüstkárász	Vörösszármú keszeg	Compó	Szürkeharcsa
Fehér busa		Ezüstkárász	Naphal
Kínai razbóra	Makrofita	Széleskárász	Süllő
Pettyes busa	Amur	Kínai razbóra	Halragadozó
Algaplankton* szűrő	Vörösszármú keszeg	Ponty	Csuka
Fehér busa		Törpeharcsa	Süllő
Zooplankton* szűrő		Bentoszevő	Rovarevő
Pettyes busa		Compó	Naphal
Ponty		Ezüstkárász	Minden élő/holt állat
Vágódurbincs		Széleskárász	Szürkeharcsa
		Kínai razbóra	
		Ponty	
		Vágódurbincs	

lődés eredményeként a csontos halak speciális morfológiai és élettani tulajdonságokat fejlesztettek ki annak érdekében, hogy alkalmazkodhassanak táplálékukhoz és a táplálkozásuk az adott környezetben a lehető leg-
hatékonyabbak legyen. Az adaptációt legjobban a táplálkozásért felelős, abban résztvevő szervek fajonként eltérő morfológiája tükrözi.

Ez az eltérés még olyan, különböző habitatban élő fajoknál is megfigyelhető, amelyeknek táplálékspektruma egyébként azonos. Annak ellenére tehát, hogy a morfológiai adaptáció eltérő, a táplálékhoz és táplálkozási szokáshoz kapcsolódó funkcionális adaptáció általában hasonló maradt.

A fentiek értelmében a törzsejlődés során a felszíni vizeket benépesítő halak alkalmazkodtak nemcsak azok fizikai, kémiai és biológiai adottságaihoz, hanem a különböző élőhelyeken található táplálék felvételéhez és hasznosításához.

3-2. táblázat: Halaink fő táplálkozási csoportjai					
Csoport	Táplálék fontos-sága	Kor/méret csoportok			
		Előnevelés 1. szakasza	Előnevelés 2. szakasza	Egynyaras	Kétnyaras, étkezési- és Anyahal
Algaplankton szűrő halak	Fő táplálék	Zooplankton	Zooplankton	Algaplankton és minden kiszűrhető méretű lebegő élőlény és anyag	
	Alkalmi táplálék	Algaplankton	Algaplankton	Lebegő szerves törmelék, amit a hal maga kavart fel	
Zooplankton szűrő halak	Fő táplálék	Zooplankton	Zooplankton és bármi, ami az általa kiszűrhető mérettartományba esik		
	Alkalmi táplálék	Algaplankton	Algaplankton	Nincs információ	
Növényevő halak	Fő táplálék	Zooplankton	Zooplankton, fonalas algák	A vízinövények friss lágy/zsenge részei	
	Alkalmi táplálék	Algaplankton	Algaplankton zsengébb növényi részek	A vízinövények keményebb részei, ebbe beleértve azok szárát, továbbá magvak és rovarok, rovarlárvák, kisméretű halak	
Mindenevő halak	Fő táplálék	Zooplankton	Zooplankton, rovarok, rovarlárvák	Rovarok, rovarlárvák, férgek, csigák, kagylók, zsenge vízinövényi részek és magvak, zooplankton stb.	
	Alkalmi táplálék	Algaplankton	Algaplankton	Hallárva, kisebb élő és döglött hal	
Ragadozó halak	Fő táplálék	Zooplankton	Rovarok, rovarlárvák	Hal	
	Alkalmi táplálék	Algaplankton	Zooplankton	Rovarok, rovarlárvák	Rovarok, rovarlárvák, kisebb vízi állatok

Az eredményes halnevelés és termelés érdekében mindig figyelembe kell venni, hogy az egyedfejlődés során az egyes természetes táplálékforrások milyen minőségben és mennyiségben szerepelnek a növekedő halak étrendjén. A főbb táplálkozási típusok – hal korával, növekedésével változó- táplálékigényét a 3.2. táblázatban adtuk meg.

Haszonhalainkról és a velük együtt élő leggyakoribb gyomhalainkról a fejezethez közvetlenül kapcsolódó további részleteket és háttérinformációkat a 3-5. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

3-5. ábra: A halak táplálkozásával és táplálékspektrumával kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

2. Halaink táplálkozása, táplálék- és takarmányspektruma
4. Háltáplálék szervezetek, takarmányok és takarmányösszetevők beltartalma, energiája és a leggyakrabban használt takarmányforrások
7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai

4. HALTAKARMÁNYOZÁS A KÜLÖNBÖZŐ TERMELÉSI RENDSZEREKBEN

Az egyes termelési rendszerekben különböző típusú takarmányokat használnak, alkalmazkodva a halak igényéhez, a hozzáférhető természetes táplálék jellegéhez és mennyiségéhez, a rendszer sajátosságaihoz, és a halnevelés céljához (4-1. ábra).

Két fő csoportot lehet megkülönböztetni.

Az első csoportba a kiegészítő takarmányok, míg a második csoportba a teljesértékű ipari tápok tartoznak. A kiegészítő takarmányokat a halastavi termelésben a természetes táplálék kiegészítésére (komplettálására) használják, míg a teljesértékű tápok az intenzív haltermelési rendszerekben etetik. Ez utóbbiaknak „ipari” jelzővel való megkülönböztetése készítésük módjára utal, és azt kívánja kihangsúlyozni, hogy ezek minősége ellenőrzött és állandó.

A kiegészítő takarmányok tartalmuk szerint tovább csoportosíthatók, ahogy azt 4-1. ábra mutatja, míg a 4-2. ábra felsorolja azokat a mellékleteket, ahol részletes összefoglalók segítik a takarmány termelési rendszerhez, intenzitáshoz, szezonhoz és évszakhoz megfelelő kiválasztását, elkészítését vagy beszerzését és etetését.

4-1. ábra: A halgazdaságokban különböző céllal alkalmazott takarmányfélések

INTENZÍV és KOMBINÁLT HALTERMELÉSI RENDSZEREK					
TÓGAZDASÁGI HALTERMELÉS	Téli etetés				
	Télre előkészítés				
	Szezon lerövidítése				
	Rövid szezon				
	Intenzív				
	Félintenzív				
	Extenzív				
		(1) Abraktakarmányok	(2) Takarmánykeverékek	(3) Tápok	(4) Közel teljesértékű tápok
		Kiegészítő takarmányok			(5) Teljesértékű tápok
		Saját készítésű takarmányok			Ipari haltápok

4-2. ábra: A takarmányokkal kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

4. Haltáplálék szervezetek, takarmányok és takarmányösszetevők tartalma, energiája és a leggyakrabban használt takarmányfélések
5. Takarmányozás a tógazdasági haltermelésben
6. Takarmányozás az intenzív haltermelési rendszerekben

Függelék

A tógazdasági pontytakarmányok előkészítésének, a takarmánykeverékek és tápok készítésének szempontjai

4.1 A trágyahasználat és a takarmányozás a tógazdasági haltermelésben

A halastavi termelés egy speciális, többfaktoros komplex halnevelési módszer. Technológiája szerint gondoskodni kell a fehérjedús természetes haltáplálék termeléséről, majd azt az etetett halak táplálóanyag- szükséglete szerint, ki kell egészíteni fehérjében viszonylag szegény, de nagy energiatartalmú takarmánnyal, vagy takarmánykeverékkel, amely a természetes táplálékkal együtt a halak számára megfelelő fehérje/energia arányú takarmányt biztosít, így lehetővé teszi a maximális növekedést jó takarmányértékesülés mellett.

A halastó természetes haltáplálék termelése a tó talajától és a feltöltő víz minőségétől függ, míg a trágyázás ezt az „alap” állapotot javítja, azaz növeli a természetes haltáplálék termelést a tóban. A megfelelő trágyázási stratégia a halastó vizének tápanyag-feldolgozó képességét és az egyes növényi tápanyagok tényleges mennyiségét (pontosabban azok hiányát), együttesen veszi figyelembe.

Az ehhez szükséges háttérinformációkat, beleértve a szerves- és műtrágyák hatásmechanizmusát és azok kiválasztásának és használatának szempontjait és adagjainak irányszámait a 4-3. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

A trágyázás hatásának és hatékonyságának megállapítására és ellenőrzésére több módszert is ajánlanak [92]. A gyakorlati szakemberek számára azonban csak az olyan módszer megfelelő, ami gyors, és emellett jó

4-3. ábra: A trágyázással kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére

tájékoztató adatokat ad. Itt a túlzott, azaz század milligrammnyi pontosságra a vízkémiai vizsgálatoknál nincs szükség. A legfontosabb vízkémia paraméterek (pH, oxigén, ammónia, nitrit, nitrát, ortofoszfát, alkalinitás) rendszeres, gyorsesztekkel történő ellenőrzése mellett a zooplankton mindenkori mennyiségét és minőségét is vizsgálni kell, mert a ponty egész életciklusa során ez az egyik fő tápláléka [7], [45]. Horváth [59] szerint a zooplankton mennyisége és minősége tükrözi legjobban a halastó termékenységét. A kiértékelés során a zooplanktont alkotó fő élőlénycsoportok (kerekeshégek, evező- és ágascsapú rákok) mennyiségét, arányát és fejlődési fázisait is célszerű megfigyelni. Az ágascsapú rákokban megjelenő tartóspete például egyértelműen jelzi, hogy a víz tápanyag tartalma kimerülőben van [86].

A halastavi takarmányozás lényege, hogy a takarmány a tóban termelt/termelt természetes táplálékot egészítse ki olyan módon, hogy a kettő együtt, az etetett hal mindenkori táplálóanyag szükségletét a lehető legteljesebb mértékben kielégítse. Ennek értelmében Hephher és Pruginin [57], Tasnádi [117], valamint Ruttkay [99], [100] is megállapították, hogy az etetett hal biomasszájának és a mindenkori természetes táplálék abszolút és relatív mennyiségének arányában nemcsak a takarmány mennyiségét, de annak táplálóanyag tartalmát is szükséges módosítani, és azt a rendelkezésre álló természetes táplálék aktuális állapotához kell igazítani, ahogy ezt az 5. mellékletben részletezzük.

Tógazdaságainkban a ponty a fő és sokszor egyetlen etetett halfaj. Tapasztalati alapon bebizonyították, hogy kihagyás nélkül, naponta kell etetni a halakat. A hétvégén szüneteltetett takarmányozás egyértelműen kisebb hozamokat eredményez.

A napi takarmányadagok mennyiségének meghatározásakor az előnevelés esetében a kihelyezett táplálkozó lárvák mennyisége alapján kell a napi takarmányadagokat megállapítani, ahogy azt az 5. melléklet *M5-1. kiemelt magyarázata* leírja.

Az ivadéknevelés, nyújtás és piaci hal nevelése esetén a takarmányozott hal mindenkori becsült biomasszájának százalékában, a kiegészítő takarmány emészthető energiájának függvényében, az állomány étvágyát felmérő etetések alapján, a ponty napi takarmányadagját a 4-1. táblázat alapján lehet megállapítani.

4-1. kiemelt magyarázat
A BENTOSZ HALTÁPLÁLÉKTERMŐ KÉPESSÉGE

Bár a bentosz a ponty egyik fő tápláléka a Chironomus mennyiségét a hazai halastavakban általában nem mintázzák. Ezirányú külföldi vizsgálatok során halak nélküli, de trágyázott tóban 7900-21500/m² egyedsűrűséget mértek. Ez hektár-ra vetítve legalább 790-2100 kg/ha biomasszát jelent, amelynek szárazanyagtartalma hozzávetőlegesen 160-430 kg/ha. Ugyanezekben a tavakban a zooplankton összes biomasszája szárazanyagra vetítve 330-420 kg/ha volt [57].

4-1. táblázat: A 9-13 MJ/kg energiájú kiegészítő takarmányok napi adagjának irányszámai a hőmérséklet függvényében									
Mértécsop- port (g)	Hőmérséklettől függő napi takarmányadag a halastóban az etetett hal össztömegének arányában (%)								
	12 °C	14 °C	16 °C	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C	26 °C	28 °C
≤ 10	1,5	2,5	4,0	6,0	7,5	9,0	10,0	9,0	8,0
10-50	1,2	1,9	3,1	4,7	5,8	7,0	7,8	7,0	6,2
50-100	0,9	1,6	2,5	3,8	4,7	5,6	6,3	5,6	5,0
100-250	0,8	1,3	2,0	3,0	3,8	4,5	5,0	4,5	4,0
250-500	0,6	1,1	1,7	2,6	3,2	3,8	4,3	3,8	3,4
500-1000	0,5	0,9	1,4	2,1	2,6	3,2	3,5	3,2	2,8
1000-1500	0,5	0,8	1,2	1,8	2,3	2,7	3,0	2,7	2,4
1500-2000	0,4	0,6	1,0	1,5	1,9	2,3	2,5	2,3	2,0
≥2000	0,3	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,0	1,8	1,6

([46] nyomán)

Az alkalmanként bevetett adag lehetőleg ne legyen több, mint a halak össztömegének 1-1,5 %-ka. Különösen kisebb halak esetén ajánlott a napi adag többszöri (legalább két részletben) történő etetése.

A takarmány kiadagolása után ellenőrizni kell a takarmányfogyasztást, és a takarmány elfogyasztásához szükséges időtartamot. Az adagoknak akkorának kell lennie, hogy azokat az ivadék 0,5-1,5 óra, míg a kétéves és hároméves hal 1-2,5 óra alatt elfogyassza. Ennek ellenőrzése takarmánykeresővel történik. Karós etetés esetén ez könnyen elvégezhető, de a takarmány terítése esetén is javasolható. Ez utóbbi esetben olyan fix pontokat kell kijelölni és ezekre is etetni kell kisebb takarmányadagokkal, ahol a takarmányfogyasztást ellenőrizni lehet.

A kiegészítő takarmányok kiválasztásához, használatához, valamint az éves takarmányigény becsléséhez a 4-2. ábrán felsorolt mellékeltek és a Függelék ad további támpontokat.

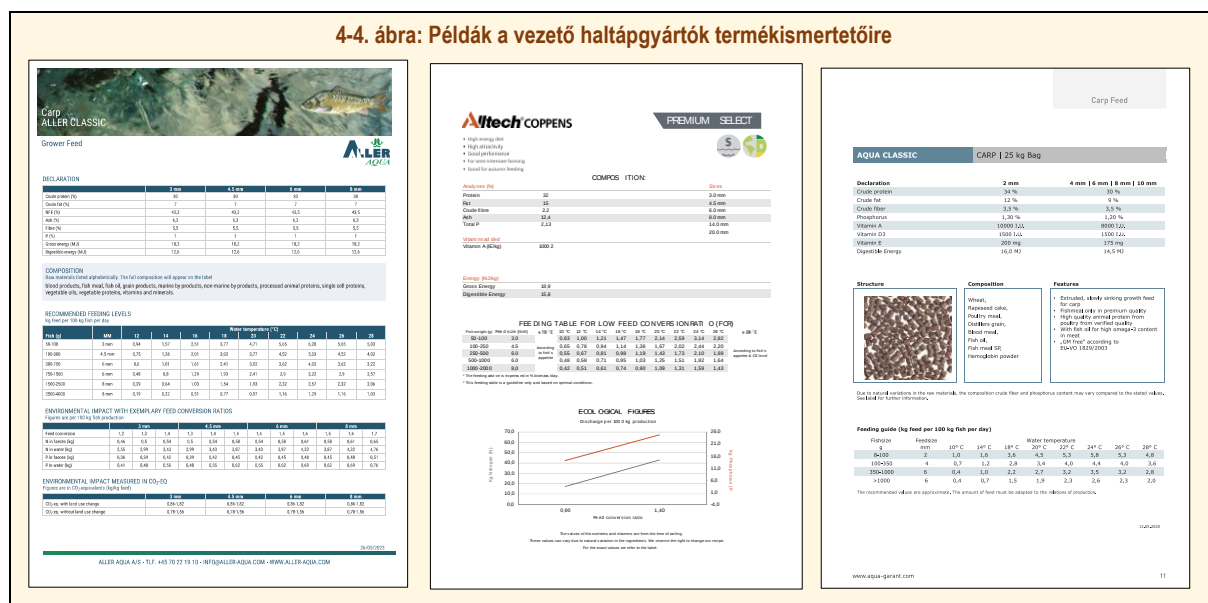
Szerves- és műtrágyák, valamint a kiegészítő takarmányok környezeti hatása a tógazdasági haltermelésben, különösen annak félintenzív és intenzív változatai esetén lehet jelentős. A káros hatások elkerülése érdekében ezt is figyelembe kell venni a technológia beavatkozások tervezésekor. Ehhez nyújtanak támpontot a 4-3. ábrán felsorolt mellékletek, ahol a teljes termelési szezonra vonatkozó tervezési irányszámok is megtalálhatók.

4.2 Takarmányozás az intenzív haltermelő rendszerekben

A természetes táplálék hiánya miatt az intenzív rendszerekben csak megbízhatóan állandó minőségű teljesértékű tápokot lehet eredményesen etetni. Ezeknek a kritériumoknak ma már leginkább a professzionális tápgyártók termékei felelnek meg, ezért ezeket a tápokot „ipari tápoknak” nevezhetjük. Az ilyen tápoktól elvárható, hogy konzisztenciájuk, méretük, típusuk, beltartalmuk, takarmányegyütthatójuk és környezeti terhelésük állandó legyen és megfeleljen a termékspecifikációban megadott értékeknek.

A teljesértékű ipari haltápok gyártók olyan tápcsaládokat állítanak elő, amelynek egyes tagjai megfelelnek egy-egy halfaj minden korosztályának konzisztenciában (granulátum, mikropellet és pellet), méretében (0,1-24 mm) és beltartalmában (NyF, NyZs, NyR, Nmka, P és DM). A felsorolt tulajdonságok mellett a tápok vízállósága is fontos értékmérő. A táp típusa (felszínen vagy a vízoszlopban lebegő, lassan süllyedő és süllyedő) általában az etett hal, annak mérete és az alkalmazott etetési technológiája szerint választható. A vezető haltápgyártók nemcsak az összetevőket tüntetik fel termékismertetőiken, de az elvárható minimális és maximális takarmányegyüttható értékét és a táp halfajtól és korosztálytól függő környezeti terhelését is megadják (4-4. ábra).

4-4. ábra: Példák a vezető haltápgyártók termékismertetőire



(Forrás: [2], [3], [8])

A haltápgyártók termékeikhez takarmányozási programot is megadnak, amiben a halfaréttől és hőmérséklettől függő napi adagolást is feltüntetik (4-4. ábra).

Az ipari tápokkal kapcsolatos további információkat a 4-5. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

4-5. ábra: Az ipari tápokkal kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

3. Elvárások és minőségi követelmények a halhússal és haltakarmányokkal szemben
4. Haltáplálék szerkezetek, takarmányok és takarmányösszetevők beltartalma, energiája és a leggyakrabban használt takarmányfélések
6. Takarmányozás az intenzív haltermelési rendszerekben
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségére

5. A TAKARMÁNYOZÁS LEBONYOLÍTÁSA ÉS EREDMÉNYESSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE

5.1 Takarmányok tárolása, előkészítése és kijuttatása

A nem megfelelően tárolt és kezelt takarmány károsodhat. Szennyeződhet, baktériumokkal és toxikus gombákkal fertőződhet, penészesedhet, megavasodhat és egyéb kémiai átalakuláson mehet keresztül. Az ilyen változások formája és mértéke a környezeti tényezőktől függ. Károsítja a takarmányt a levegő magas páratartalma és a magas hőmérséklet, a nedvesedés, valamint a túlzott hő- és fényhatás. A takarmányt tiszta, száraz, jól szellőztetett, rovar- és rágcsálómentes, erős naptól védett helyen kell tárolni. Bevált, széles körben ismert takarmánytárolási technológiák léteznek. A gazdaság méretének megfelelő takarmánytároló épületek mellett egyre gyakrabban használnak szállítókonténereket a takarmány tárolására, különösen a kevésbé terjedelmes, de drágább tápok számára. A takarmánysilók szintén alkalmas tárolók.

Vannak bizonyos feladatok, amelyeket el kell végezni a takarmányok használata előtt. Ezek eltérőek a kiegészítő takarmányok, a gazdaságban készített pelletált tápok és az ipari haltápok esetében.

Az abraktakarmányokat és az egyszerű takarmánykeverékeket a halak méretéhez alkalmazkodva finomabb, vagy durvább szemcseméretűre le kell darálni. Nagyobb halaknál elég (bár nem feltétlenül szükséges) durva darálék készítése, vagy a roppantással történő előkészítés.

Az abraktakarmányok áztatásával azok állaga felpuhítható. Azonban az ivadéknak szánt finomra vagy finomabbra darált takarmányt csak röviddel a kijuttatása előtt célszerű nedvesíteni (dercésíteni), mert a hosszabb idejű áztatás minőségromlást okozhat (F-1. és F-2. táblázatok).

A takarmányt karóhoz vagy elszórással is ki lehet etetni. Mindkét módszernek vannak előnyei. A karóhoz végzett takarmányozás előnye, hogy a lehalászásnál használt törészt (csatornát) a halak iszapmentesen tartják. A folyamatosan változó helyű takarmányozás előnye, hogy a tófenék nagy része „megdolgozásra” kerül.

A házilag pelletált tápok úgy kell etetni, hogy a tápot még azelőtt teljes mértékben elfogyasszák a halak, mielőtt a pellet a vízben szétesik. A különböző típusú pálcás önetetők, vagy automatizált etetők alkalmazásakor a halak csak annyi takarmányt kapnak egyszerre, amit gyorsan elfogyasztanak. A pálcás önetető hátránya lehet, hogy a hal gyorsan „túlzabálja magát”, Ennek elkerülésére az önetető használatát napszaktól függően korlátozni lehet, így a pontos napi adagokat könnyen be lehet állítani.

Az ipari tápok nem igényelnek semmilyen magtári előkészítést, mert ezeket abban a formában kell etetni, ahogy legyártották. Az ilyen takarmányok kijuttatására önetetőket és automata etetőket egyaránt használnak (5-3. ábra).

Összefoglalva a fentieket, megállapítható, hogy még a legjobb minőségű takarmány is jelentősen veszít az értékéből, ha azt nem megfelelően tárolják, kezelik és használják.

A témával kapcsolatos további részleteket és háttérinformációt az 5-4. ábrán felsorolt mellékletek tartalmazzák.

5-1. ábra: Takarmányraktárként használt fém szállítókonténer



5-2. ábra: Nyitható fenekű trágyázó és etető csónak



5-3. ábra: Automata etető és a vízfőlé hajtható pálcás önetető



5-4. ábra: A takarmányok tárolásával, előkészítésével kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

3. Elvárások és minőségi követelmények a halhússal és haltakarmányokkal szemben
9. Elérhető termelési eredmények

Függelék

A tógazdasági pontytakarmányok előkészítésének, a takarmánykeverékek és tápok készítésének szempontjai

5.2 A takarmányozás környezeti feltételeinek és eredményességének ellenőrzése

A halak táplálkozását meghatározó és befolyásoló vízminőségi paraméterek közül a **víz hőmérséklete** és **oldott oxigén tartalma** a két legfontosabb, könnyen mérhető mutató. Ezeket rendszeresen mérni kell, mert például a napi takarmányadagok kiszámításához a halak súlya mellett a víz hőmérsékletet ismerete is szükséges.

Forrásvizet és termálvizet felhasználó vagy temperált vizű halgazdaságokban a víz hőmérséklet általában állandó. Ebben az esetben a szezonális, időnkénti hőmérsékletmérések elegendő információt szolgáltatnak a halak napi takarmányadagjának kiszámításához.

Intenzív termelésre használ telelőkben, kültéri medencékben és ketrecekben nevelt halak nagy sűrűsége állandó mozgásban tartja a vizet, így a hőmérséklete többé-kevésbé azonos lesz a fenéken és a vízfelszínen. Ilyen esetekben elegendő a víz hőmérséklet mérése egy kb. 30-50 cm mélységből vett mintában.

A halastavakban, ahol a napsugárzás, a szél, a levegő hőmérséklete, a víz mozgása és hőretegződése napi és évszakos változásokat okoz, nem elegendő csak a vízfelszín közelében venni a vízmintát, mert a tó fenekéhez közeli mélyebb vízrétegek hőmérséklete jelentősen eltérhet a felszíntől. Erre a célra az 5-6. ábrán látható egyszerű minta vevő eszköz használata javasolt.

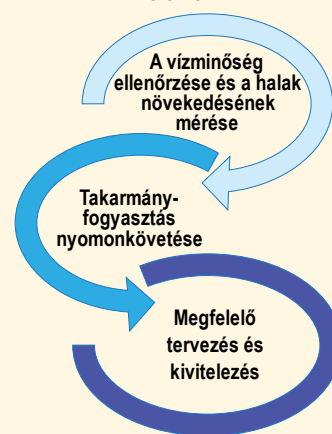
A víz hőmérsékletének napi szintű ismerete mellett a víz oldott oxigéntartamának ismerete is fontos a mindennapok gyakorlatában, mert a táplálékfelvételt az oxigénszegény környezet jelentősen befolyásolja. A víz oldott oxigén tartalmának méréséhez vagy digitális műszerek, vagy oxigénmérő kiték használhatók. Korábban az oxigéntartalom mérését a terepi körülményekre adaptált Winkler módszerrel mérték. A kiték használatakor ugyanazt a vízmintavevőt célszerű használni, amit még ehhez a módszerhez fejlesztettek ki. Ez ugyanaz az eszköz, mint amit a víz hőmérsékletének mélységi méréséhez használnak (5-6. ábra). Az 5-7. ábra foglalja össze a vízminőség ellenőrzésével kapcsolatos mellékleteket és háttérinformációkat.

A **takarmányfogyasztás** napi ellenőrzésén túlmenően a **halak súlynövekedésének** rendszeres, próbahalászatokkal történő követése szintén elengedhetetlen.

A tógazdaságokban a mintavétel dobóhálós és nagyhálós próbahalászattal történik. Az egyes tavakban nevelt állomány méretével arányos mennyiségű hal dobóhálós vagy nagyhálós próbahalászattal való megfogása és kéthetenkénti lemérése lehetővé teszi a részidős növekedés és a takarmányértékesülés kiszámítását. Emellett javasolt kétszer egy évben, júniusban és legkésőbb augusztus végén vagy szeptember elején nagyhálós próbahalászatot is végezni.

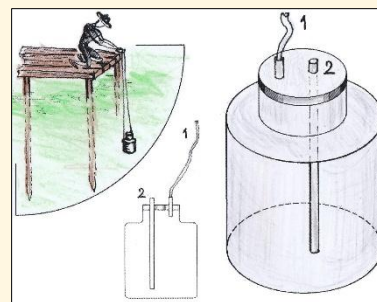
Intenzív termelési rendszerekben a kisivadék és ivadék súlyát legalább ötnaponta kell mérni egy minta-csoport alapján, míg a növendék és nagyobb méretcsoportok súlyát elég hetente mérni, és ezek alapján beállítani a takarmányadagokat. A nagysúlyú tokok mérésére a fajtól és halgazdaságtól függően ritkábban, havonta, kéthavonta történhet.

5-5. ábra: Az eredményes takarmányozás elemei



(Forrás: [127])

5-6. ábra: Mélységi vízmintavevő



0,3-0,5 liter nagyságú mintavevő edény: (2) és egy levegőt kiengedő (1) vékony cső. Ha ez az edény egy mélységmérő rúdhoz csatlakozik, akkor lehetővé válik mélyebb vízrétegek pontos mintázása is. (Forrás: [127])

5-7. ábra: A vízminőség ellenőrzésével kapcsolatos további részleteket és háttérinformációkat tartalmazó mellékletek listája

Mellékletek

7. A haltermelési rendszerekben kívánatos vízminőség fenntartásának és ellenőrzésének szempontjai
8. A trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének hatása a vízminőségre
9. Elérhető termelési eredmények

A halak rendszeres és pontos súlymérése a következő előnyökkel jár: (1) A halak növekedése és a takarmányozás hatékonysága könnyen nyomon követhető, és bármely időszakra vonatkozóan kiszámítható. (2) Lehetővé teszi a takarmányozás hatékonyságát csökkentő problémák korai felismerését. (3) Lehetővé teszi a halak időben történő szétválogatását és méret szerinti elhelyezését.

A halak rendszeres mérése rutinmintavétel szerint történhet, ahogyan azt az 5-1. kiemelt magyarázat ismerteti.

5-1. kiemelt magyarázat

A HALMINTAVÉTEL SZEMPONTJAI

A halakat legeredményesebben akkor lehet megfogni, amikor a takarmányra gyülekeznek, vagy már táplálkoznak. Közismert gyakorlat a csalogató etetés segítségével mintázni a halakat. Ilyen esetben figyelni kell, hogy ne csak a nagyobb, agresszívebben táplálkozó halakat fogjuk meg, hanem a második vonalban érkező és táplálkozó halakat is megmintázzuk.

A halak válogatását gyorsan kell elvégezni, és a kiválasztott halakat jól levegőztetett vízben kell tartani a mérlegelésig és megszámlálásukig.

A mintában lévő kifogott halak átlagos súlyának reprezentálnia kell a teljes állományt:

- Kevesebb halat (kb. 20-30 példányt) kell lemérni, ha a halak mérete nyilvánvalóan egységes.
- Nagyobb mintára van szükség, ha jól megfigyelhető különbségek vannak a halak méretében. Mérettől függően a kifogott halakat két csoportra (a minta mérete: kb. 40-60 hal) vagy akár három csoportra (a minta mérete: kb. 60-90 hal) kell osztani. Az így létrehozott csoportok aránya is értékes információt hordoz. Ezért ezt is ki kell számítani, különösen akkor, ha a különböző méretű csoportokat később szét akarják válogatni és osztani, ami minden intenzív tenyésztési rendszerben bevett gyakorlat, ugyan úgy, mint a tógazdaságokban a teletetéshez szükséges helyigény megállapítása [127].

Fontos a takarmányozással kapcsolatos összes adatot feljegyezni. Erre a célra jól alkalmazhatók a halgazdaságokban használt különböző típusú papír alapú vagy elektronikus takarmányozási naplók. A rendelkezésre álló lehetőségek közül az 5-8. ábra egy olyan takarmányozási naplót mutat be, amelybe minden szükséges adatot fel lehet jegyezni.

5-8. ábra: A legfontosabb adatok feljegyzésére szolgáló takarmányozási napló

Tó v. medence száma	Halfaj	Időtartam			Halak száma	Egyedsúly (g)		Összsúly (kg)		Takarmány		
		Dátum (-tól)	Dátum (-ig)	Napok száma		Kezdő-súly	Vég-súly	Kezdő-súly	Vég-súly	Takarmány neve	Napi adag (kg/nap)	Összesen (kg)

6. A TAKARMÁNYOZÁS HATÉKONYSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSE

A takarmányozás hatékonyságának ellenőrzése lehetővé teszi a termelés eredményességének kiértékelését és alapvetően segíti a következő termelési szezon vagy/és ciklus reális tervezését. A takarmányozás hatékonyságának ellenőrzése a következő elemeket foglalja magában:

- A takarmányegységkiszámítása.
- A halak növekedésével kapcsolatos adatok kiértékelése.
- A tenyésztőanyag és a halhús minőségének kiértékelése.
- A takarmányozás költségeivel kapcsolatos számítások elvégzése.
- A különböző takarmányozási opciók összehasonlítása.

6.1 Takarmányegységkiszámítás a különböző haltermelési rendszerekben

A halak és a halállomány növekedésének rendszeres mérése alapján ellenőrizni lehet a takarmányozás hatékonyságát, és becsülni lehet a takarmányozás költségeit is. Mivel a takarmányozás költsége a legjelentősebb a nevelési költségek között, a **takarmányegységkiszámítás (TE)** alapuló számítások lehetővé teszik a gazdálkodás eredményességének az adott időszakra történő kiszámítását. Takarmányegységkiszámítást minden állattenyésztési ágazatban számítanak, mert ez az a mutatószám, ami közvetlenül kapcsolható az etetett takarmányhoz. A takarmányegységkiszámítás a feleltett takarmány és az ennek köszönhetően elért súlygyarapodás hányadosa. A takarmányegységkiszámítás, pontosabban annak végleges értéke attól függ, hogy egy adott takarmányt intenzív (medencés, ketreces, RAS) vagy tógazdasági termelési rendszerben használtak.

Intenzív termelési rendszerek esetében, ahol a táp az egyetlen forrása a súlygyarapodásnak, a kiszámított takarmányegységkiszámítás közvetlenül megmutatja az etetett takarmány értékesülésének mértékét.

A tógazdasági haltermelésben a takarmányegységkiszámítást szintén úgy kapjuk meg, hogy a feleltett kiegészítő takarmány mennyiségét elosztjuk a súlynövekedéssel. Tógazdaságban azonban a súlygyarapodás nem kizárólag a takarmánynak, hanem a természetes táplálék és a kiegészítő takarmány együttesének köszönhető, ezért szükséges, hogy a tógazdaságban elérhető mutatószámot **halastavi takarmányegységkiszámításként (HTE)** kezeljük (6-1. kiemelt magyarázat). Ez különbözik az ún. tógazdasági takarmányegységkiszámítástól, amiben a pontyon kívül más fajok súlygyarapodása is megfigyelhető. A HTE segítségével egyértelműen jellemezni és értékelni lehet a halastavi takarmányozás komplexitását tükröző takarmányértékesülést. Minél nagyobb a különbség az etetett takarmány TE és a vele elért HTE értéke között, annál eredményesebb volt a természetes haltáplálék takarmánnyal történő kiegészítése, ahogy ezt a 6-1. táblázat bemutatja.

6-1. kiemelt magyarázat

KORÁBBI KÍSÉRLETEK A HALASTAVI TAKARMÁNYEGYEGYKISZÁMÍTÁS FOGALMÁNAK ÉS HASZNÁLATÁNAK HAZAI ÉS NEMZETKÖZI BEVEZETÉSÉRE

A halastavi takarmány-egységkiszámítás (HTE) az a mérőszám, ami a feleltett kiegészítő takarmány és az elért súlygyarapodás hányadosa. Ez megmutatja, hogy hány kilogramm takarmányra volt szükség a hal egy kilogrammnyi súlygyarapodásának eléréséhez az adott tógazdasági körülmények között. Ameddig a medencés, ketreces és RAS haltermelés esetében, más állattenyésztési ágazathoz hasonlóan, a takarmányegységkiszámítás egy egyértelműen kiszámítható érték, addig a tógazdasági haltermelés esetén, ahol a természetes haltápláléknak alapvető a szerepe, ott minden takarmánynak két egymástól eltérő együtthatója lehet.

Az első takarmányegységkiszámítás az az érték, amit – Fischer [43], valamint Maucha és munkatársai [76] nyomán – gyakorlatilag változatlan értékekkel, ma is használunk a tógazdaságokban. Ezeket a 6-1. táblázatban közölt értékeket annak idején úgy állapították meg, hogy a pontyot trágyázatlan tavakban az egyes, ma már kiegészítő takarmánnyal számoltatott, takarmányfeleslegekkel etették.

Következésképpen a második takarmányegységkiszámítás az, ami a feleltett takarmány és az etetett hal súlygyarapodásának a hányadosa, ami értelemszerűen kisebb lesz, mert a természetes táplálék és a kiegészítő takarmány alkotta kombináció együtthatója.

Azzal a céllal, hogy a két eltérő együtthatót el lehessen különíteni Maucha és munkatársai 1953-ban abszolút és relatív takarmány-egységkiszámításokat különböztettek meg. Ezeket az elnevezéseket a gyakorlat nem használta, annak ellenére sem, hogy egyértelműek voltak. Nemzetközi viszonylatban Hephher 1988-ban [56] is szükségesnek tartott egy hasonló alapon történő megkülönböztetést, de ezt a javaslatot sem vette át a gyakorlat.

6-1. táblázat: Néhány tradicionális kiegészítő takarmány TE és HTE értékeinek irányértékei

Takarmány	TE	HTE
Gabonafélék		
Árpa	4-5	1-3,5
Búza	4-5	1-3,5
Kukorica	4-5	1-3,5
Rozs	4-5	1-3,5
Zab	4-5	1-3,5
Malomipari melléktermékek		
Árpakorpa	8-10	4-6
Búzakorpa	8-10	4-6
Takarmánybúza	4-5	1-3,5
Lábliszt	4,5-5,5	1-3,5
Rozskorpa	10-12	5-7
Rizskorpa	8-10	4-6

(Forrás: [5], [117])

Egy adott takarmány, takarmánykeverék vagy teljes értékű táp halastóban elérhető takarmányegyütthatóját nemcsak annak beltartalma, hanem az etetett halak kora és a termelési szezon adott szakaszai is befolyásolják, ahogy azt a 6-2. kiemelt magyarázat részletezi. Ennek alapján kijelenthető, hogy:

- A fiatalabb korosztályok esetében vagy/és magasabb fehérjetartalmú takarmányok etetésével kedvezőbb halastavi takarmányegyüttható érhető el.
- A halastóban elérhető HTE a tenyésztidőszak egyes szakaszaiban eltérő, ami a természetes táplálék abszolút és relatív mennyiségével, valamint a halak megnövekedett össztermékével magyarázható.
- A HTE szezonális változása bizonyítja annak szükségességét, hogy a takarmány mennyisége mellett annak beltartalmát is hozzá kell igazítani a rendelkezésre álló természetes táplálékhoz, annak táplálóanyag tartalmához, ahogy azt az 5. mellékletben részletezzük.

6-2. kiemelt magyarázat

HALASTÓBAN ELÉRHETŐ TAKARMÁNYEGYÜTT-HATÓ A NEVELT KOROSZTÁLY ÉS A TERMELÉSI SZEZON ELŐREHALADTÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN

Üzemi eredmények bizonyították, hogy a halastóban fél-intenzív/intenzív ponty előnevelés során az átlagosan 0,5-1 g-os végsúlyú előnevelt ivadékok felneveléséhez használt, hozzávetőlegesen 20-25% fehérje tartalmú vegyes takarmány HTE-je 1-1,5. (Itt a porszerű takarmány etetése miatt nagyok a veszteségek.)

A halgazdaságban előkészített, de hozzávetőlegesen csak 15-20% fehérje tartalmú vegyes takarmány etetésével a 40-60%-os ponty polikultúrában az egyenyaras és kétynyaras ponty nevelésekor 2-2,5, illetve 2,5-3 HTE-t lehet elérni [4].

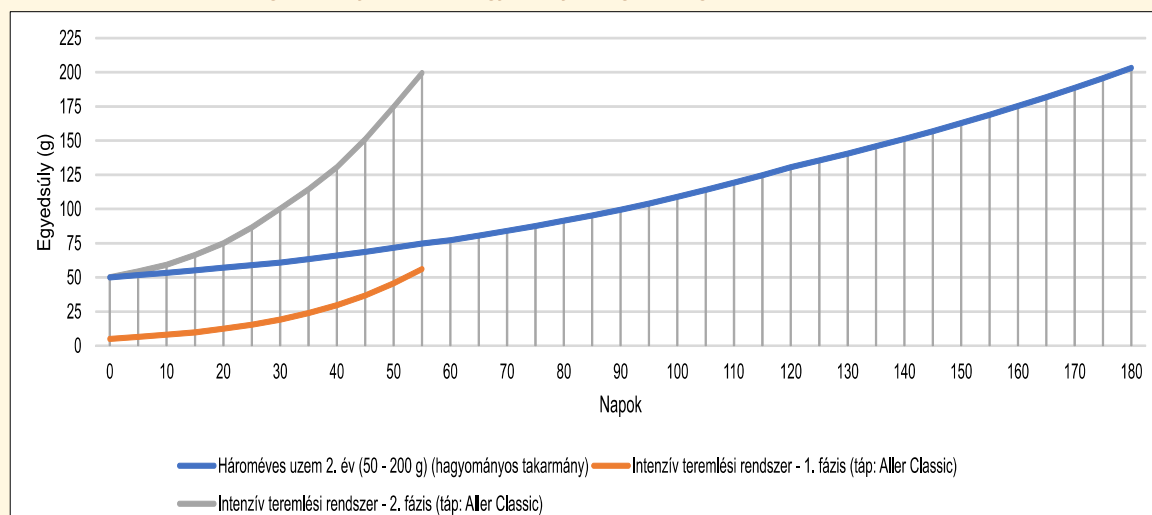
A piaci hal nevelésére Tasnádi [117] szintén több éves nagyüzemi adatok alapján rámutatott, hogy az elért tényleges HTE, a rendelkezésre álló természetes táplálék és a pontyállomány össztermékének függvényében hónapról hónapra változik. Ez áprilisban 0,1-0,3, májusban 0,4-1,4, júniusban 0,7-1,9, júliusban 2,1-3,5, augusztusban 3,8-4 és szeptemberben 3,2-3,5 volt.

Bár a HTE sok tényezőtől függ, azonban ez a mutatószám önmagában is jól kifejezi a halastavi takarmányozás hatékonyságát, sőt összehasonlíthatóvá teszi az intenzív rendszerekben és a tavakban történő takarmányhasználat hatékonyságát.

6.2 A halak és halállományok növekedése

A tavaknak van egy, a természeti adottságaik és az alkalmazott termelési technológia által meghatározott, haleltartó kapacitása. Mindaddig, amíg a haltömeg össz-biomasszája nem haladja meg a haleltartó-kapacitást, a halak számának növekedésével nő a hozam, anélkül, hogy a halak növekedése lassulna.

6-1. ábra: A 200 g-os ponty nevelése hagyományos tógazdasági és intenzív termelési rendszerekben



(Forrás: [22], [127])

Ha a halak darabszáma túl nagy, a természetes takarmány egy halra eső mennyisége csökken, nem használják ki növekedési potenciáljukat. Ebben a helyzetben negatív korreláció van a halak darabszáma és növekedése között: sok kisebb hal, vagy kevesebb, de nagyobb hal lesz az eredmény. Ha azonban jó (jobb) minőségű takarmányok etetésével növeljük a haleltartó képességet, a halak növekedési potenciáljának teljesebb kihasználására van lehetőség, és így növelhető a hozam (és a halméret), anélkül, hogy a darabszámot csök-

kenteni kellene. Mindezeket az összefüggéseket az M9-8. ábra és az 5. melléklet görbéi illusztrálják. Az intenzív rendszerekben etetett teljesértékű ipari tápokkal a halak növekedési erélyét kihasználva a nevelési időt úgy a halastavi, mint az intenzív termelési rendszerekben rövidíteni lehet, ahogy ezt a 6-1. ábra is illusztrálja.

6.3 A tenyészanyag és a halhús minősége

A kihelyezési anyag nevelésekor a takarmányozás hatékonysága a lehalászott hal méretével, kondíciójával és egészségi állapotával minősíthető.

A fogyasztásra szánt piaci hal minőségének megítélése bonyolultabb feladat. A piaci hal külső megjelenése (kikerekedett, jól táplált forma, hiánytalan, egészséges pikkelyzet, sima sebmentes bőr, parazitamentesség stb.) vizuálisan értékelhető. A hal ízének megítélése azonban meglehetősen szubjektív, amihez támpontot nyújthat a 3. mellékletben összefoglalt ismeretanyag és szempontrendszer. Ennek értelmében a nagyon puha és laza hús, az erős iszap-íz és szag a kedvezőtlen tartási körülményeknek és a helytelen takarmányozási módszereknek, vagy a rossz minőségű takarmányok etetésének a következménye.

6.4 A takarmányozás költségei és azok aránya a főbb költségtényezők között

A haltenyésztésben a közvetlen termelési költség figyelemmel kísérése alapfeladat, ami a gazdálkodást, illetve annak tervezését és kiértékelését egyaránt segíti. Bár a takarmányozás az egyik legnagyobb anyagköltség, ezt és az ehhez kapcsolódó járulékos költségeket együttesen kell értékelni.

A 6-2. ábra egy olyan költségösszesítőt mutat be, aminek kitöltése a termelési költségek tervezésére és értékelésére egyaránt használható.

Minden egyes tételt érdemes részletesen kiszámítani, mielőtt ezek végösszegei bevezetésre kerülnek az összesítőbe.

Az Excel program használata nagyban megkönnyítheti a számításokat, melyek így több variációban is gyorsan elvégezhetők.

A termelési költségek köre, mennyisége és aránya a tógazdasági haltermelésben és az intenzív termelési rendszerekben eltérő. A költségek körének meghatározásához és az összesítéshez a 2-2, 2-3 és 2-4. táblázatok, valamint a 8. és 9. mellékletek adnak támpontot és eligazítást.

A tógazdasági haltermelés esetében a költségek tervezésénél és értékelésénél figyelembe kell venni a felhasznált mű- és szervesanyagok árát, beleértve azok szállításának és kijuttatásának költségeit is. Ugyanígy a felhasznált takarmányok beszerzési költségein túlmenően azok előkészítésének, elkészítésének és kijuttatásának költségeit is szükséges számba venni.

6.5 A különböző termelési rendszerekben használt takarmányok összehasonlítása

A takarmányok összehasonlításakor figyelembe kell venni egy adott takarmány tápláléértéke és beszerzési ára mellett a vizsgált takarmány alkalmasságát az adott célra az adott korosztálynál, valamint annak természetes és gazdasági hatékonyságát is.

A takarmányok alkalmassága

A takarmányok kiválasztásánál az etetett fajnak és korosztálynak legjobban megfelelő opciókat kell előnyben részesíteni. Előfordul, hogy valós vagy látszólagos gazdasági megfontolások alapján a fajnak és korosztálynak

6-2. ábra: Termelési költségek kiértékeléséhez szükséges összesítő

Termelési anyagok	Ráfordítás			Eredmény		
	Összesen	Költség		Összesen	Bevétel	
		ft	%		ft	%
Hal (mennyiség)	db			db		
Hal (súly)	kg			kg		
Hal - összesen						100
Víz	m ³					
Takarmány	kg					
Szervestrágya	t					
Műtrágya	t					
Mész	t					
Vegyszerek	kg					
Vegyszerek	l					
Gyógyszerek	kg					
Gyógyszerek	l					
Üzemanyag	l					
Elektromosság (kWh)	kWh					
Munkaerő	md					
Mérleg			100			
Eredmény						

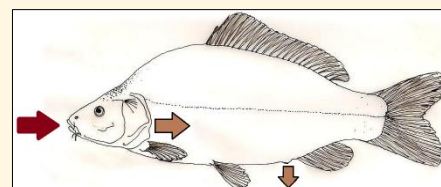
nak nem mindig a legmegfelelőbb takarmányt választják és etetik. Ez különösen gyakran előfordul intenzív haltermelési rendszerekben nevelt halak esetében.

A fentiek miatt a vezető haltápanygyártók ugyanannak a fajnak és korosztálynak kétféle tápot készítenek. Az egyikkel a leggyorsabb növekedést, míg a másikkal a leggazdaságosabb növekedést, azaz termelést ígérik. Az így megkülönböztetett tápok első csoportjával a természetes hatékonyságra, míg a második csoporttal a gazdasági hatékonyságra fókuszálnak, ami az eltérő ár miatt nem esik egybe.

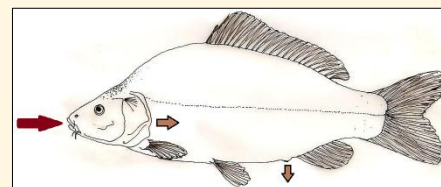
A takarmányok természetes hatékonysága

A takarmányok természetes hatékonyságát a TE és HTE mutatószámokkal lehet a leginkább jellemezni. Az egy kilogramm növekedéshez szükséges takarmánymennyiség mindig kevesebb, ha a TE vagy HTE alacsony. Ezen túlmenően, ahogy ezt a 6-3. ábra bemutatja, az alacsonyabb TE vagy HTE kisebb környezeti terhelést okoz azonos súlygyarapodás elérése mellett. Ilyenkor kisebb vízcserére van szükség, és/vagy egységnyi területen vagy vizezterben több halat lehet nevelni. A 6-2. táblázat illusztrálja, hogy alacsonyabb vagy magasabb takarmányértékesülés esetén egységnyi vizezterben milyen arányban változhat a termelhető hal mennyisége. Ezt támasztja alá Chatvijitkul és munkatársai [17] 2017-es publikációja. Eszerint a TE 0,1-es javulása nemcsak a takarmányfelhasználás csökkenéséhez vezet, de a takarmányköltségek és a környezetszennyezési mutatók csökkenését is jelentik, ami ágazati szinten komoly megtakarításokat és csökkenő környezeti terhelést jelent.

6-3. ábra: Vázlatosan ábrázolt kapcsolat a takarmány mennyisége és a kiválasztott anyagcseretermék között



Nagyobb takarmányegyütthatójú takarmány (felső kép) nagyobb környezeti terhelést okoz, mint a kisebb takarmányegyütthatójú takarmányok.



A takarmányok gazdasági hatékonysága

A haltakarmányok kiválasztásánál azok gazdasági hatékonyságát is ismerni kell. A TE vagy HTE értékének és a takarmány árának szorzata közvetlenül megmutatja, hogy egy kilogramm súlygyarapodásnak mekkora volt a közvetlen takarmányköltsége. Ez a gazdasági hatékonysági mutatószám lehetővé teszi az eredményesség előzetes becslését.

A gyakorlat azt mutatja, hogy azoknak a takarmányoknak, amelyeknek alacsonyabb az együtthatója az ára magasabb. Az egyes ár opciókat azonban nem csak önmagukban kell összehasonlítani, hanem a takarmány kiválasztását egyéb lehetséges előnyök és hátrányok figyelembevételével kell elvégezni:

- Olcsóbb takarmány (kevesebb hal/egységnyi terület) versus drágább takarmány (több hal/egységnyi terület).
- Gyorsabb növekedés (gyorsabb megtérülés) versus lassabb növekedés (lassúbb megtérülés).

6-2. táblázat: A takarmányértékesülés függvényében egységnyi vizezterben azonos termelési körülmények között termelhető hal mennyisége

TE / HTE	Termelhető hal mennyisége a TE/HTE arányában	TE / HTE	Termelhető hal mennyisége a TE/HTE arányában
0.5	300%	1.5	100%
0.6	250%	1.6	94%
0.7	214%	1.7	88%
0.8	188%	1.8	83%
0.9	167%	1.9	79%
1	150%	2	75%
1.1	136%	2.1	71%
1.2	125%	2.2	68%
1.3	115%	2.3	65%
1.4	107%	2.4	63%
1.5	100%	2.5	60%

(Forrás: [127])

SZÓJEGYZÉK

2-methylisoborneol (MIB) egy szerves illóanyag, melyet kékalgák és más mikroszervezetek termelnek. Bár az emberi szervezetre nem káros, az ivóvíznek vagy a halnak kellemetlen „pocsolya” ízt ad, ami már 5-10 ng/l (5-10 ppt azaz $5-10 \times 10^{-12}$ /liter) mennyiségben érezhető. Ezt az anyagot termeli például az *Oscillatoria* spp. lebegő, valamint néhány felülethez rögzülő faja is [121].

3-MCPD (3-monochloropropane-1,2-diol vagy 3-chloropropane-1,2-diol) – ez a szerves vegyület a festégyártásban köztitermék, a cellulóz-acetát oldószere és a dinamit fagyáspont csökkentéséhez is felhasználják. Korlátozottan alkalmazható rágcsőírtóként is be van jegyezve. A 3-MCPD észterek a rákkockázaton túl valószínűleg genotoxikusak, főképp a férfiak szaporodási képességét károsítják. Maradékanyagként az ízfokozókkal a kereskedelmi forgalomban kapható számos termékbe belekerülhet, mint pl. fagyasztott készétel, instant leves, snackek és szójaszószok, kenyerek. Bekerülhet kenyerekbe, reggelire fogyasztott gabona készítményekbe, sörökben, szószokba és mártásokba. Ivóvízben és csomagolóanyagokban is jelen van. 3-MCPD kimutatható a gabonafélékben, tej- és húsfélésekben, szója-termékekben. Az EU-ban forgalmazott termékeknek meg kell felelniük a szigorú előírásoknak, ennek alapján tehát a felsorolt termékek csak a 0,02 mg/kg határérték alatt tartalmazznak 3-MCPD-t, amely mennyiség jelen ismereteink szerint hosszú távon sem káros az egészségre. A natúr étolajok használatával csökkenteni lehet az anyag bevitelét, mivel a finomított olajok 3-MCPD észter tartalmának csak a töredéke, 15-20 százaléka található meg bennük. [91].

Acetilolin – ingerület átvivő anyag.

Aerob szervezetek – molekuláris oxigén jelenlétében növekedni és szaporodni képesek, anyagcseréjük energetikai folyamataihoz is molekuláris oxigént igényelnek. Többségük számára a molekuláris oxigén jelenléte elengedhetetlen az élethez, egyesek viszont anaerob viszonyok között is képesek növekedni (fakultatív anaerob fajok). Azokat az élőlényeket, amelyek az élő állapotú anyag jellemző szerkezetének fenntartásához és az életjelenségek biztosításához oxigént – a vízi szervezetek túlnyomó többsége esetében vízben oldott oxigént – igényelnek, aerob élőlényeknek nevezzük.

Algaplankton – az algák, mint a mikrobiótához tartozó egyik heterogén élőlénycsoport planktonban található (planktonikus) szervezeteinek gyűjtőneve.

Anadrom – a **diadrom** halfajok, azaz a tengerek és édesvizek között vándorló halfajok közül azoknak a halaknak a gyűjtőneve, melyek a tengerekből az édesvizekbe vándorolnak ívni. Ilyenek például a lazacok és egyes pisztrángfélék is. Ezekkel ellentétben a **katadrom** halak az édesvízből a tengervízbe vándorolnak ívni (pl. az angolna).

Anaerob folyamatok oxigén jelenléte nélkül mennek végbe. Lásd még az *anaerob szervezetek** címszót.

Anaerob szervezetek – molekuláris oxigén hiányában is képesek növekedni és szaporodni. Egyesek számára a molekuláris oxigén toxikus, jelenlétében beszüntetik életműködésüket és akár el is pusztulhatnak, míg mások képesek jelenlétéhez alkalmazkodni. Vannak olyan élőlények (bizonyos baktériumok, gombák, élesztők, bélférgek, szabadon élő fonálférgek), amelyek átmenetileg, vagy állandóan képesek szabad oxigén jelenléte nélkül élni; az előbbieket fakultatív anaerob, az utóbbiakat obligát anaerob szervezeteknek nevezzük. Az anaerob szervezetek a különféle szerves vegyületeket (pl. szőlőcukor, glikogén) alkohollá, ecetsavvá, tejsavvá stb. bontják (fermentálják), miközben a részleges belső oxidációval képződő, aránylag csekély energiamennyiséget használják életfolyamataik fenntartására.

Antioxidáns – olyan vegyületek, amelyek a takarmányok zsírtartalmának oxidációs folyamatait csökkentik, emellett a szervezetben mérsékelik a sejtek anyagcsere folyamatai során keletkező káros oxigén szabadgyökök kedvezőtlen hatásait. Az antioxidánsok általában szerves vegyületek, amelyeket részben a takarmányokhoz adagolnak, másrészt növényi táplálékon keresztül jutnak a szervezetbe. A takarmányokhoz adagolt antioxidánsok közül a legáltalánosabban alkalmazott a butil-hidroxi toluol (BHT), míg a növényi és állati eredetű takarmányok antioxidáns hatású vitaminokat (pl. E-vitamin, C-vitamin) valamint flavonoidokat és antioxidáns peptideket tartalmaznak. Antioxidánsok az állati és emberi szervezetben is képződnek, ezek közé tartoznak az antioxidáns enzimek, valamint az antioxidáns vegyületek (pl. glutation, húgysav).

Asszimiláció – az a folyamat, amelynek során az élőlények a külvilágból felvett szervetlen, vagy a más élőlények által létrehozott szerves anyagokat saját testük anyagaivá alakítják át. Ez az átszajátítás és áthasonítás a biológiai produkció építő folyamatainak felel meg.

Autotróf szervezetek – azok az élőlények, amelyek környezetük szerves anyagából (széndioxid, víz, ásványi anyagok, ionok) építik fel szerves anyagaikat. Ennek értelmében ezek a szervezetek szerves anyagokból is fel tudják építeni testüket. Ehhez a Nap fényenergiáját, vagy szerves vegyületek átalakításából származó kémiai energiát használnak fel.

Bakterioplankton – a plankton bakteriális komponense, amelynek a lebontásban van szerepe, de kolóniái a zooplankton számára táplálékkul szolgálnak.

Biocönózis (életközösség, -társulás) – egy területen élő növény- és állatfajok életközössége, társulása, azaz a térben és időben együtt előforduló, egymással kölcsönhatásban lévő, különböző fajokból álló növény- és állatpopulációk együttese.

Bioszintézis – az a folyamat, amikor az élő sejt vagy szervezet egyszerű molekulákból összetettebb molekulákat épít fel.

BOI 5 nap – Biológiai Oxigén Igény a víz biológiai úton lebontható szervesanyag tartalmát fejezi ki. A vízben lévő biológiailag lebontható szerves anyagok mikrobiális (bakteriális) lebontásához szükséges oxigénfogyasztást jelenti, így ennek mérésével következtethetünk az adott víz szerves tápanyagterhelésére. A víz szervesanyag tartalmának mérése a biológiai lebomlás során 5 nap alatt elfogyasztott oxigén mennyisége alapján történik.

Brown-féle mozgás – a gázokban és folyadékokban, s így a vízben is lebegő igen apró részecskék rendszertelen mozgása, amelyet a közeg hőmozgást végző molekuláinak a részecskékkel való ütközése idéz elő.

Detritusz – szerves törmelék, a lebomló szervezetek sejtjeinek elhalt szerves anyaga.

Diffúzió során az anyagi részecskék (elektronok, atomok, molekulák, ionok, kolloid részecskék) a nagyobb koncentrációjú helyről a kisebb koncentrációjú hely felé mozdulnak el, áramolnak.

Dioxinok – a mindennapi életben „dioxinoknak” nevezett vegyületek, kémiai nevükön poliklórozott dibenzodioxinok (PCDD) a dibenzodioxin-vegyületek közé tartoznak, amelyekben a benzol gyűrűk több hidrogénatomját klór atom helyettesíti. Ennek a vegyületcsoportnak 75 különböző tagja (ún. kongenerje) ismert, amelyek közül mindegyikben más a klóratomok száma és azok elhelyezkedése. Ezek közül hét vegyületben olyan a klóratomok elrendeződése, hogy ezek a velük történő érintkezés (expozíció) következtében különösen egészségkárosító hatásúak. Környezetvédelmi szempontból a 2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-p-dioxin, vagy másként 2,3,7,8-tetraklórdibenzo [1,4] dioxin (közkeletű rövidítésével: TCDD) a leginkább toxikus. Napjainkban elsősorban erre a vegyületre, pontosabban erre a vegyületcsoportra használják a „dioxin” kifejezést. Ezek a vegyületek zsírban jól oldódnak, ezért csaknem kizárólag táplálkozás útján jutnak a szervezetbe, különösen a hal, hús- és tejtermékek fogyasztása révén, majd az állati és emberi szervezetben elsősorban a zsírszövetben halmozódnak fel. Nagy zsírolthatóságuk miatt gyorsan végig haladhatnak a táplálékláncon. A mérgező PCDD vegyületek a szervezet zsírraktáraiban tárolódnak, és ezeket az állati, illetve emberi szervezet természetes úton nem képes eltávolítani. [90]

Elektrokémiai folyamat – heterogén redox reakciók, amelyekben az oxidáció és a redukció mindig a folyékony és a szilárd halmazállapotú anyag érintkezési, illetve határfelületén megy végbe.

Emulzió – két egymással kémiai reakcióba nem lépő és eltérő viszkozitású folyadék keveredése, amikor az egyik folyadék finoman eloszlik a másikban.

Endothel – szövettanilag egyrétegű laphám. A legbelső, bétartalommal és testfolyadékkal közvetlenül érintkező laphám (endothelium).

Erukasav – az erukasav egy természetes zsírsav, amely a 315/93/EGK irányelvben a szennyező anyagokra vonatkozó fogalom meghatározás alapján szennyező anyagnak számít, és a mezőgazdasági termékekből, elsősorban a repceből kerülhet az élelmiszerekbe [38].

Euriterm – olyan élőlények csoportja, amelyek hőmérséklettűrése széles skálán mozog.

Fajhő – megmutatja, hogy 1 kg tömegű anyag hőmérsékletének 1 °C -os változása mennyi hőfelvétellel vagy hőleadással jár együtt.

Fémek és fémszennyeződések – az élelmiszerek fémtartalma részben a nyersanyagok természetes fémtartalmából, részben a technológiai műveletek közben használatos eszközökről ered. A fémszennyeződések tárgyalásakor hangsúlyozni kell, hogy a szervezetet nagyobb mennyiségben mérgező fémek egy részére esszenciális

mikroelemként feltétlenül szükség van az alapvető életfolyamatokhoz. Vannak azonban olyan fémek is, mint például az ólom, a kadmium vagy a higany, amelyek nem rendelkeznek élettani funkciókkal, ezek kizárólag toxikusak, emiatt jelenlétük az élelmiszerekben egyértelműen kedvezőtlen. Az **ólom** olyan növényi nyersanyagokkal jut az élelmiszerekbe, amelyek a járművek kipufogógázainak, vagy a gumibroncsok ólomtartalmától szennyeződtek. A talaj az ólmot általában megköti, így a növények szennyezettsége nem növekedik a talajával arányosan, de a csapadékvíz ólomtartalma a növények felszínén megjelenhet. Az állati szervezetekbe jutott ólom a májban, a vesében és a csontokban raktározódik, így az ezekből készült ételek növelhetik a humán ólomfelvételt. Jelen viszonyaink között hetente mintegy 0,7–1,2 mg ólom jut az emberi szervezetbe, amelynek mintegy 90%-a táplálékainkból ered, a többi pedig a szennyezett levegő belégzésének következménye. A szervezetbe jutott ólom mintegy 10%-a szívódik fel, a többi a széklettel kiürül. A szervezetben raktározott ólom erősen toxikus, a hemoglobinszintézist és több enzim működését is gátolja. A **kadmium** a vesében akkumulálódva 0,2–0,3 mg/kg koncentráció felett már súlyos károsodást okoz, kiürülése a szervezetből lassú, biológiai felezési idejét 10 évre becsülik. A kadmium a növények föld feletti részében nem mobilis, a talajból felszívódott mennyiség nagy része a gyökérben akkumulálódik. Kivételt képez ez alól a dohány, amelynek leveleiből is számottevő mennyiségben mutatható ki, ezért a dohányosok szervezetébe kerülő mennyiség jelentős része a tüdőn keresztül szívódik fel. A szervezetünkbe hetenként bejutó kadmiumot 0,15–0,20 mg-ra becsülik, amelynek több mint 95%-a ételeinkből ered (gomba- és halételek). Ennek csak mintegy 5%-a szívódik fel, viszont a belélegzett kadmium 100%-a tüdőn keresztül eljut a vesébe. A táplálékkal felvett szervetlen és szerves **higanyvegyületek** rendkívül toxikusak. Ételeink nyersanyagai közül a halak és a gombák hajlamosak a szerves higanyvegyületek felhalmozására, bennük dimetil-higany, metil-higany-sók és fenil-higany-sók fordulnak elő [23]

Fenofázis a növények egyedfejlődését jellemző szakaszok. Ilyenek például a virágzás kezdete, a rügyfakadás, vagy a termésérés kezdete.

Fenológiai válasz – élőlények időbeli jelenségeinek (pl. ciklikusság, szezonális stb.) klimatikus viszonyok változására adott válasza. Ide tartozik például a szokásostól eltérő virágzás vagy halak esetében az ívás.

Fenotípus – egy élőlény/egyed fizikai megjelenésének összessége.

Fotoszintézis – az az alapvető életfolyamat, amikor bizonyos baktériumok, algák és növények a fényenergia felhasználásával és speciális pigmentek segítségével szerves anyagokat szintetizálnak széndioxidból és vízből, miközben oxigén szabadul fel.

Fuzárium az egyik legelterjedtebb mikroszkopikus gomba, amely megfertőzi a növényeket, elsősorban a gabonaféléket. Az általa termelt *mikotoxinok** termelésük csökkentését, sőt toxikózisokat okozhatnak. Fuzárium penészekkel fertőzött és az általuk termelt mikotoxinokkal szennyezett takarmányt fogyasztó állatoknál szaporodásbiológiai zavarok lépnek fel, fejlődésben visszamaradnak, ellenállóképességük csökken, vese- és májelfajulás alakulhat ki, és súlyos esetben akár tömeges elhullás is jelentkezhet.

Generatív növekedési szakasz – a növények szaporítószerveinek kialakulása.

Geozmin (GSM) – ez a földszagúnak és ízünek jellemzett, ivóvízben és élelmiszerben egyaránt megtalálható vegyület ($C_{12}H_{22}O$) a természetben mindenütt jelen lehet. A talajban baktériumok (sugárgombák: *Actinobacteria spp.*) és a vizekben az *Oscillatoria spp.* nemzetséghez tartozó kéalgák egyes fajtái termelik. Ez utóbbi szervezetek az iszap szerves anyagban gazdag felületén, pontosabban annak legfelső felszíni rétegében az oxigénben szegény iszap és oxigénben gazdagabb vízréteg között fordulnak elő [57]. Az emberi orr erre az anyagra különösen érzékeny és már nagyon kis koncentrációban 15 ng/l (15 ppt 15×10^{-12} g/liter) érzékeli. (Érzékeny orrú emberek képesek a geozmint érzékelni az ivóvízben, már kisebb 5 ng/l koncentráció esetén is). A hőmérséklet emelkedésével illékonyasága nő [65], [118].

Ginogenezis – a ginogenezis az ivaros szaporodás egy speciális formája, amelyben biszexuális megtermékenyítés szükséges, de a petesejtbe behatoló spermium feje nem alakul át hím pro-nukleusszá, így az embrió csak a pete sejtmagjából fejlődik. Következésképpen a ginogenetikus utódok az anyával azonos nőtények. A ginogenetikus állatok szaporodása akkor megy végbe, amikor a nőtények azonos vagy rokon faj hímjeivel párosodnak. A ginogenezis nem azonos a partenogenezissel, azaz a szűznemzéssel vagy más néven ivartalan szaporodással, ami egy olyan genetikai jelenség, amikor csak a petesejtből indul meg az egyedfejlődés a hímivarsejtek részvétele nélkül. Az ágascsapú planktonrákok így is képesek szaporodni.

- Gosszipol** – a gyapotmagban előforduló polifenolos aldehid, amely egyrészt megköt egyes fémeket, valamint mindkét ivarban gátolja a szaporodásbiológiai folyamatokat.
- Hapa** – kisméretű molnárszítaszövetből vagy szúnyoghálóból készített kisméretű hálókötrec, amit a megtermékenyített ika érlelésére és a kikelt lárvá nevelésére használnak.
- Habitat** – a habitat az élőhelynek (biotóp) olyan konkrét megjelenési egysége, ami az élőlények előfordulási sajátosságainak előzetes terepi megfigyelésén és gyűjtési eredményein alapszik. Elsősorban a tényleges előfordulási hely sajátos küllemi (habituális) sajátosságait tükrözi (pl. nyíltvíz, hínaras, nádas, fenéküledék). A biotóp hidrológiai szempontból általában a víztérnek, a habitat pedig a víztestnek felel meg.
- Hemagglutinin** – olyan növényekben előforduló vegyület, amely a vörösvérsejtek összetapadását, hemagglutinációt idéz elő.
- Hemoglobin** – a vörösvérsejtek fő alkotóeleme, amely vastartalmú hem egységből és a hozzá kapcsolódó globin nevű fehérjekomponensből áll. Elsődleges feladata az oxigén szállítása.
- Hemolízis** – a vörösvérsejtek membránjainak sérülése során a hemoglobin kijutása a vérbe.
- Heterotróf** – azok az élőlények, amelyek a szervetlen anyagoknak szerves anyaggá történő átalakítására nem képesek. Szerves anyagot alakítanak át és építenek be a szervezetükbe.
- Heterotróf szervezetek** – nem képesek szervetlen anyagokból szerves vegyületeket szintetizálni, így testük felépítése – bizonyos szervetlen anyagok mellett – döntően szerves anyagokból történik, s az ezek átszajtatásához használt energia is szerves vegyületek bontásából származik.
- Immunglobulinok** – a vérben keringő létfontosságú fehérjék, amelyek sokféle feladatot látnak el, így megkötik és semlegesítik a szervezetbe került idegen anyagokat, mint például a baktériumokat és a vírusokat.
- Kemorecepció** az a folyamat, amelynek során az élőlények észlelik a környezetükben lévő kémiai ingereket, elsősorban az íz- és szagláson keresztül.
- Kimotripszin** – a hasnyálmirigy által termelt endopeptidáz (fehérjebontó enzim), amely a vékonybélben a táplálék fehérjéinek emésztésében játszik szerepet.
- Klórozott szénhidrogének** – az aromás szénhidrogéneket didaktikailag (analitikai meghatározás szempontjából) együtt tárgyalják a technológiai segédanyagként szereplő poliklórozott bifenilekkel (PCB). Zsírolékony vegyületek, amelyek lipid-tartalmú táplálékok révén jutnak be az állati vagy az emberi szervezetbe és ott a test zsírszöveteiben raktározódnak. Az ebbe a csoportba tartozó számos vegyület biológiai felezési ideje sok év. A DDT-t és annak származékait rovarirtó szerként a második világháború után az egész világon tömegesen alkalmazták. Miután biológiai felezési ideje rendkívül hosszú, ezért a bioszféra elszennyeződött, így még napjainkban is kimutatható egyes gazdasági és vadon élő állat szöveteiben – ebbe beleértve a halakat is. A világ egy részén, így Magyarországon is 1968-ban betiltották ezeknek a szereknek mezőgazdaságban történő felhasználását [13].
- KOI** (Kémiai Oxigén Igény) – a vízben lévő oxidálható szerves anyagok mennyiségéről nyújt számszerű adatot. Meghatározása a kálium-permanganátos (KOI_p) vagy a kálium-dikromátos (KOI_d) módszerrel történhet.
- Kollagén** – az egyik legelterjedtebb fehérje, a kötőszövet, a csont, a bőr és a porc alkotóeleme. Hosszabb ideig tartó főzés hatására zselatinná alakul. Jellegzetes aminosavai a glicin, alanin, prolin és a hidroxiprolin.
- Kolloidok** – 1–500 μm méretű részecskéket tartalmazó rendszer. A kolloid oldatok nagymolekulájú anyagok oldatai, melyeknek sok közös vonása van olyan rendszerekkel, amelyekben valamely nem oldódó anyag apró, kolloidális részecskéi vannak folyadékban diszpergálva. A kolloid diszperz rendszerek olyan heterogén rendszerek, amelyek diszperziós közegből (esetünkben vízből) és gáz, folyadék, vagy szilárd halmazállapotú diszperz részecskékből állnak.
- Konvekciós áramlás**, azaz hőáramlás az álló vizekben zajló azon folyamat, amikor a melegebb, kevésbé sűrű vízréteg a hidegebb vízrétegek helyére áramlik.
- Közbülső anyagcsere** – az emésztőcsőből felszívódó táplálóanyagokat az állatok a közbülső (intermedier) anyagcserében bonyolult biokémiai reakciók sorozatával használják fel az életfenntartás és a termelés energiaszükségletének fedezésére, továbbá a szervezetet felépítő anyagok szintéziséhez. A felszívódó táplálóanyagok között vannak olyanok is, amelyeket az állatok az intermedier anyagcsere során nem képesek más táplálóanyagokból endogén szintézissel előállítani. Ezeket tehát a takarmánnyal kell felvenni. Ilyenek például az esszenciális aminosavak és zsírsavak, valamint a vitaminok nagy része. A táplálóanyagok másik csoportját

viszont, amennyiben azokat a takarmány nem, vagy nem kielégítő mennyiségben, tartalmazza, azokat az állatok a közbülső anyagcsere során a szükségletet kielégítő mennyiségben előállítják.

Légköri front – egy olyan határfelület, ami két, alapvetően ellentétes tulajdonságú légtömeg találkozásánál alakul ki, és többnyire az időjárás lényeges és tartós változását okozza. A légköri frontok közeledésekor általában változik a légnyomás és a levegő páratartalma, átvonulása pedig szélirányváltozással és szelerősődéssel jár, továbbá jellegzetes felhőképek kísérik. Három fő típusa van. Hidegfront esetén a hideg légtömeg mozdul el a meleg légtömeg felé, nagyobb sűrűsége miatt a földfelszín közelében elhelyezkedő melegebb levegő alá ékelődik, emiatt a határfelületen heves, felfelé irányuló légáramlások alakulnak ki. A hidegfront érkezése előtt a légnyomás mindig csökken, utána gyakran igen gyorsan nő, érkezésekor pedig a szél lökéssel jellegűvé válik, sőt viharossá is erősödhet. A keletkező gomoly- és zivatarfelhőkből hulló csapadék jellemző formája a zápor és a zivatar, gyakran jégesővel kísérve. Hazánkban az Atlanti-óceán felől érkező hidegfrontok – legyengülésük és a kontinens feletti kiszáradásuk miatt – általában kevés csapadékot hoznak. Melegfront esetén a meleg levegő – kisebb fajsúlya miatt – felsiklik a hidegebb és sűrűbb légtömegre. Először a magasban fátolfelhők jelennek meg, majd alatta középmagas lepelfelhők alakulnak ki, legutoljára pedig a rétegfelhő következik, amiből rendszerint egyenletes, tartós, nagy területen eloszló, gyakran jelentős mennyiségű csapadék hullik. Melegfront érkezése előtt a légnyomás mindig erősen süllyed, átvonulása után általában nem változik. Ha a melegfront levegője nedves, a front sokkal hevesebb lesz. Élénk felszálló – turbulens – áramlások alakulhatnak ki, amit zivatarok, mennydörgések, villámok kísérnek. A csapadék formája a csendes esőtől a heves záporig terjedhet, sőt ezek egymást váltogathatják. Hazánkban főként a Földközi-tenger felől érkező mediterrán ciklonokkal kapcsolatos frontok jellemzőek, de – főleg télen – az Atlanti-óceán felől érkező frontok is előfordulnak. A harmadik típusú, ún. okklúziós front akkor jön létre, ha egy hidegfront megelőz egy melegfrontot. Ilyenkor a légtömegek összetorlódása a magasban jön létre. Ez a jelenség gyakran társul alacsony légnyomással. A légköri frontokkal együtt járó változásoknak (légnyomás, csapadék, szél) komoly hatása lehet a halas vizekre, ezért nagy figyelmet érdemelnek [124].

Lupinin-lupanin a glikozidák csoportjába tartozó, az állatokra veszélyes vegyületek, amelyek a csillagfürt magjában (*Lupinus spp.*) fordulnak elő.

Melamin és a cianursav ipari felhasználása széleskörű. A melamin (1, 3, 5-triazin- 2, 4, 6 triamin) nagy nitrogén tartalmú heterociklusos vegyület. Színtelen, vagy fehér kristályos por, amelynek vízoldhatósága 3 g/l és számos felhasználási területe van. Használják a műanyag iparban, műtrágyagyártáshoz, peszticid gyártáshoz, és ektoparaziták ellen. Volt eset arra, hogy élelmiszerek és takarmányok fehérjetartalmát melaminnal hamisították, ami súlyos vesekárosodást idézett elő. [113]

Membrán transzport folyamatok lényege, hogy a membrán két oldala között folyamatos anyagtranszport valósul meg olyan módon, hogy a koncentráció-különbség, vagy az elektromos potenciálkülönbség (feszültség), folyamatosan fennmarad a membrán két oldala között.

Methemoglobin a hemoglobin oxidációja során keletkezik. A hemoglobin Fe^{2+} ionja Fe^{3+} ionná alakul. A methemoglobin képződése során az oxigén helyett cianid (CN), vagy nitrit (NO_2) kötődnek a hemoglobin vas atomjához, így az oxigén szállítására alkalmatlanná válik.

Metilhigany (MetHg) – rendkívül toxikus szerves higany vegyület, ami anaerob bakteriális tevékenység hatására alakul ki a higanyból. A metilhigany felhalmozódhat a vizekben és a táplálékláncon keresztül beépül a halakba. Emiatt az öregebb és nagyobb halak, ezek közül is főképp a ragadozó halak akkumulálják (cápák, kardhal, tonhal stb.). Azok, akik rendszeresen fogyasztanak olyan halakat, amelyek ilyen szennyeződést tartalmaznak, különösen veszélyeztetettek. A legvesélyeztetettebbek a terhes anyák és a fiatal gyerekek. Tengeri halak, és a higanyal szennyezett területről származó édesvízi halak is akkumulálják. A 0,01 – 0,5 ppm metilhigany koncentráció alacsony, míg az 1 ppm már magas szennyezettségnek tekinthető az amerikai hatóságok szerint [39].

Mikotoxinok a fonalas gombák másodlagos anyagcseretermékei. Az élelmiszer-láncban gyakran fordulnak elő és nagy gazdasági veszteséget okoznak az állattenyésztésben. Humán egészségügyi kockázatot is jelentenek. A mikotoxin termelést a szubsztrátumok (pl. gabonafélék, olajos-növények stb.) penészgomba fertőzéssel szembeni érzékenysége, az oxigén jelenléte, a megfelelő hőmérséklet és a nedvességtartalom határozza meg. A takarmánynövények, növényi eredetű élelmiszerek stb. termesztése és előállítása során főként a nagyobb víztartalmat igénylő, úgynevezett szántóföldi penészgombák, a tárolás során pedig a kisebb

nedvességtartalom mellett az úgynevezett raktári penészgombák szaporodnak el. A mikotoxin termelés a köztermesztésben lévő gabonafajták, hibridek fogékonysága, agrotechnikai hibák, a vetésforgó hiánya, a talajok savanyodása, a növényáplálási és növényvédelmi anomáliák miatt indul be. A raktári penészgombák szaporodása és mikotoxin termelése szinte kizárólag tárolástechnikai hibákra utal. A különböző mikotoxinoknak számos olyan közös tulajdonsága van, amelyek a mikotoxikózisok megelőzése, a gazdasági veszteségek csökkentése és humán-egészségügyi hatásuk miatt érdemelnek figyelmet [109], [68].

Mineralizáció – A szerves anyagok szervetlenné válási folyamata, az összetevőikre történő lebomlás/lebontás utolsó fázisa, ami általában biológiai úton megy végbe, de lehet fizikai-kémiai reakciók eredménye is. Nevezik még ásványosodásnak is.

Mioglobin a gerinces állatok izmaiban található oxigénkötő fehérje. Az izmok oxigénellátásában van szerepe, különösen hosszabb terhelés esetén.

Naupliusz – alsórendű rákok első lárvastádiuma.

Nitrátok – a nitrát vegyületeket nagyobb (millió tonnás) nagyságrendben főként terméshozam-fokozó nitrogén műtrágya előállítására használják, de alkalmazzák robbanószerek gyártására, oxidálószerként a vegyiparban, valamint tartósítószerként és színezékként az élelmiszeriparban. Az élelmiszeriparban a nitrát mellett a nitrit jelentősége is kiemelkedő. Erős redukáló szer, amely antibakteriális hatással is rendelkezik, így főképp tartósításra alkalmas. A nitrát és nitrit vegyületek jellegzetes előfordulása élelmiszerekben: sonka pácolásához használt sós lé, húskészítmények (töltelékárúk), kolbász- és szalámi-félék, kemény (szeletelhető) sajtok és egyes halkészítmények. Nátrium-nitrátot műtrágyákban, robbanószerekben és szilárd rakéta hajtóanyagokban, valamint üveg- és cserépzománcként, tartósítószerként és több más termék előállításakor használnak. A nitrát a foszfátok mellett az egyik fő oka a vizek eutrofizációjának

Nukleinsav – nukleotid egységekből felépülő makromolekulák. Ezek a molekulák felelősek a genetikai információ hordozásáért. A leggyakoribb nukleinsavak a DNS (dezoxiribonukleinsav) és az RNS (ribonukleinsav) [111].

Nyárihal termelés az a tógazdasági gyakorlat, amikor a piaci hal nevelésre kihelyezett halállomány egy része olyan méretű, hogy azok a szezon közepére (azaz nyárra) elérik az értékesíthető piaci hal méretet. Teljesértékű takarmányok használatával az etetett hal növekedése felgyorsítható.

Oxigént fogyasztó gázok – az oldott oxigén mennyiségét csökkentik a vizekben. Ilyen például a kénhidrogén.

PAH-k vagy poliaromás szénhidrogének, elsősorban szerves anyagok tökéletlen égése (pirolízise) során különböző ipari folyamatok és a hulladékégetés során keletkeznek. Természetes forrásai lehetnek az erdőtűzök és vulkánkitörések. Általában keverék formájában fordulnak elő, melyben több száz PAH vegyület is jelen lehet. Az emberi PAH bevitel fő forrásai a levegő, az élelmiszer, az ivóvíz és a dohányfüst. Több úton juthatnak az élelmiszerekbe: (1) környezeti eredetű szennyező anyagokként, (2) egyes PAH-kal szennyezett csomagoló és burkolóanyagok révén, (3) technológiai eredetű szennyeződésként az élelmiszeripari feldolgozás során. A füstölési, és olyan hőkezelési és szárítási eljárások során szennyezhetik az élelmiszereket, melyek közvetlen kapcsolatba kerülhetnek az égési termékekkel. Környezeti szennyezőanyagként különösen halakban és halászati termékekben fordulhatnak elő [88].

Pavlovi reflex – a különböző ingerek (hang, fény stb.) társítása révén kialakult feltételes reflexek, amelyek lehetnek pozitívok és negatívok.

PCB-k nem azonosak a PCDD vegyületekkel, de azokhoz hasonló szerkezettel rendelkeznek, bár vannak közöttük dioxinszerű vegyületek is. A PCB-k poliklórozott bifenilek, amelyek zsírban oldódó vegyületek, ezért előfordulásuk döntően növényi és állati zsírokhoz köthető. Stabil vegyületek, amelyek felhalmozódnak az állati és emberi szervezetben. A takarmányba elsősorban állati zsirkiegészítőkkel jutnak. A PVC tartályokban magas hőmérsékleten tárolt zsírok, olajok potenciálisan megteremtik a PCB-k képződésének feltételeit, emellett használt éttermi olajok begyűjtésekor és az élelmiszeripari technológiai folyamatok során szintén képződhetnek. A takarmányok, takarmányzsírok és tápok PCB tartalmát kötelezően ellenőrizni kell az Európai Unióban [30].

Plankton – a vízben lebegő és sodródó szervezetek gyűjtőneve és életforma-típusának megnevezése.

Poikilotherm szervezetek, mint például a halak és azok természetes táplálékszervezeteinek a többsége, amelyek testhőmérsékletüket nem képesek szabályozni, ezért az a környezet, így például a vízhőmérséklet függvénye.

POP-k (Persistent Organic Pollutants) tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok. A leggyakrabban előforduló POP-k közé tartoznak a szerves növényvédőszer, a **klórozott szénhidrogének***, például a DDT, ipari vegyi anyagok, leginkább a poliklórozott bifenilek (PCB), valamint számos ipari folyamat mellékterméke, különösen a poliklórozott dibenzo-p-dioxinok (PCDD) és a dibenzofuránok (PCDF), amelyek általánosan "*dioxinokként*" ismertek. A környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagok (POPs) globális hatásuk miatt veszélyes vegyi anyagoknak tekinthetők [123].

Prion – fehérje természetű fertőző ágens. A gazdasejt fehérjéit képesek magukhoz hasonlóan hibás térszerkezetűvé alakítani.

Proteáz inhibitorok – a hüvelyes magvakban és egyes gabonafélék magjában előforduló olyan fehérjék, amelyek specifikusan gátolják a *tripszin** és a *kimotripszin** enzimek működését. Hatásukra csökken a tripszin és kimotripszin aktivitás a bélben, ennek hatására pedig csökken a fehérje emészthetősége.

Provitamin olyan anyag, amely a szervezetben vitaminná alakulhat. A provitamin kifejezés szinonimája. A provitamin kifejezéssel olyan anyagot jelölnek, amely csekély vagy egyáltalán nem rendelkezik vitaminaktivitással, de anyagcsere-folyamatokkal aktív formává alakítható.

Pufferkapacitás, az édesvizek **pH pufferkapacitása** a CO_2 – HCO_3^- – CO_3^{2-} egyensúlyi rendszerén alapszik, ami a legfontosabb puffer mechanizmus a legtöbb édesvízben. A pufferkapacitás (azaz alkalinitás) a vizek azon képessége, hogy csökkentik a fotoszintézis napi ciklikussága hatására bekövetkező pH ingadozásokat. A pH értékhez hasonlóan a felszíni édesvizeknek van egy eredeti (állandó), az élettelen természet által meghatározott és egy, az élő természet által előidézett, időleges (eseti) alkalinitása. Ez utóbbi a vízben található széndioxid mennyiségétől függ [122].

Receptor – olyan idegvégződés, amely valamely külső vagy belső ingert más, az idegrendszer sejtjei által érzékelhető jellé (ingerületté) alakítja.

Szaprobitás a vízben lévő holt szerves anyagok mennyisége és lebontásának mértéke.

Sztenoterm szervezetek azok, amelyek egy szűk/keskeny hőmérsékleti zónában élnek és az ettől való eltérést nehezen viselik, vagy egyáltalán nem tűrik (tolerálják).

Szteroid – a mellékvesekéreg és az ivarszervek által termelt hormon.

Szuszpenzió – a folyadékok és szilárd anyagok keveréke egy olyan diszperz rendszer, ahol a diszperziós közeg a folyadék, a diszperz rész pedig a szilárd anyag. Állás közben a diszperz részek lassan leülepednek, ezzel a szuszpenzió megszűnik.

Tavi ökoszisztéma metabolit-feldolgozó képesség – a halastó azon képessége, hogy a benne élő halak anyagcsereje folyamán keletkező anyagokat lebontja, közömbösíti.

Tripszin – hasnyálmirigyben termelődő fehérjebontást végző enzim, amely hatását a vékonybélben fejti ki.

Trofikus szint – a trofitás és a konstruktivitás által meghatározott anyagforgalmi jelleg, amelyet a tápanyagkínálat, az ezeket hasznosító élőlények, illetve az ezek összekapcsolódásának eredményeképpen létrejövő új élőanyag-mennyiség határoz meg. Egy vízi szervezet trofikus szintjét a táplálékpiramisban elfoglalt helye határozza meg (termelő, elsődleges, másodlagos és harmadlagos fogyasztó).

Trofitás – a víznek az elsődleges termelők által hasznosítható szervetlen tápanyagokban való gazdagságának mértéke.

Vegetatív növekedési szakasz – amikor a növények ivartalan életszakaszában az önfenntartást biztosító szervek (gyökér, szár levél) növekednek.

Zooplankton – a plankton alkotó állatok gyűjtőneve és életforma-típusának megnevezése.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Agrofortel, 2025. *Haltakarmány*. <https://agrofortel.hu/haltakarmany1>
- [2] Aller Aqua, 2022. *High quality feed for aquaculture*. <https://www.aller-aqua.com/>
- [3] Alltech Coppens, 2025. *Sustainability is at the heart of our company*. <https://www.alltechcoppens.com/en>
- [4] Antalfi A. 1978. *Jelentés a Dinnyési Ivadéknevelő Tógazdaságban végzett tenyésztői munkáról*. 1978 január 1. – július 30.
- [5] Antalfi A.; Tölg I. 1971. *Halgazdasági ABC*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 217 p.
- [6] Antalfi A.; Tölg I. 1972. *Növényevő halak*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 155 p.
- [7] Anton-Pardo M.; Adámek Z. 2015. *The role of zooplankton as food in carp pond farming: a review*. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, (suppl. 2) 7-14
- [8] Aqua Garant 2024. *Aqua Garant quality fish feed*. [Aqua-Garant Folder English_2020.indd](#)
- [9] Avnimelech Y., Lacher, M. 1979. *A tentative nutrient balance for intensive fish ponds*. *Bamidgeh*, 31. 3-8.
- [10] Bakos J.; Gorda S. 2001. *Genetic resources of common carp at the Fish Culture Research Institute*. Szarvas, Hungary, FAO Fisheries Technical Paper. No. 417. FAO, Rome, 106 p. www.fao.org/docrep/005/Y2406E/y2406e00.htm#Contents
- [11] Barnabe I.G. 1990. *Aquaculture Vol. 2. Technique et Documentation-Lavoiser*, English edition by WLLIS HORWOOD Ltd. West Sussex. England. p. 1104
- [12] Berka R. 1989. *Inland capture fisheries of the USSR*. FAO Fisheries Technical Paper, No. 311. Rome, FAO. 143p. www.fao.org/inland-fisheries/tools/detail/en/c/1150318/
- [13] Bíró G. 2014. *Élelmiszer-higiénia*. Agroinform Kiadó, Budapest, 668 p.
- [14] Bogár G.; B. Csávás K.; Percze V.V.; Révész N.; Rónyai A.; Kogianou D.; Jakabné Sándor Zs. 2017. *Összetett takarmányok hatása a tavi tenyésztésben nevelt ponty húsminőségére és frissességére*. *Halászatfejlesztés* 36, 79-93.
- [15] Boyd E.B.; Queiroz J. 2025. *Nitrogen and phosphorus loads vary by system*. Global Aquaculture Advocate, <https://www.globalseafood.org/advocate/nitrogen-and-phosphorus-loads-vary-by-system/>
- [16] Brown J. A.; Moore W. M.; Quabius E. S. 2001. *Physiological effects of saline waters on zander*. *Journal of Fish Biology* 59, 1544–1555.
- [17] Chatvijitkul S.; Boyd C.E.; Davis D.A.; McNevin A.A. 2017. *Pollution potential indicators for feed-based fish and shrimp culture*. *Aquaculture* 477 43-49. doi: 10.1016/j.aquaculture.2017.04.034
- [18] Chebanov M.S.; Galich E.V. 2011. *Sturgeon hatchery manual*. FAO Fisheries and Aquaculture Tech. Paper. No. 558. Ankara, 303 p. www.fao.org/3/i2144e/i2144e.pdf
- [19] CIA, 2022. *The World Factbook*. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>
- [20] Coche A.G. (ed.) 1990. *Report of the Symposium on Production Enhancement in Still-Water Pond Culture*. Prague, Czechoslovakia, 15-18 May 1990, FAO, Rome
- [21] COFAD 2016. *Fact sheet on feeding fish in ponds – manuring/fertilisation and feeding*. Training material to GIZ project “Component Support to Fisheries and Aquaculture in the Republic of Karakalpakstan”, p. 11
- [22] COFAD 2019. *Intensification of fish production in pond fish farms of Karakalpakstan*. Training material to GIZ project; “Sustainable economic development in selected rural areas of Uzbekistan: Implementation of activities in the fishery sector” p. 55
- [23] Csapó J.; Csapóné Kiss Zs. 2017. *Élelmiszer-kémia*. Digitális Tankönyv https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Elelmiszer_kemia/adatok.html
- [24] Csengeri I. & Majoros, F. 2004. *Magyar takarmánykódex*. II. Kötet. Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben. Budapest
- [25] Csengeri I., Gál D., Kosáros T., Pekár F., Bakos J., Potra F., Kovács Gy., Feledi T., Fazekas J., Biró J., J. Sándor Zs., Gy. Papp Zs., Jeney Zs., Rónyai A. 2011. *A haltakarmányozás halliszt és halolaj nélkül? Állatteny. Takarm.* 60 (3):281-294.

- [26] Csengeri I.; Farkas T.; Majoros F.; Olah J. Szalay M. 1978. *Effects of feeds on fatty acid composition of carp (Cyprinus carpio L.)*. *Aquacultura Hungarica* 1, 24-34.
- [27] Darázs S.; Aczél A. 1987. *Édesvízi halak feldolgozása*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 218 p.
- [28] Dévai Gy.; Nagy S.A.; Wittner I.; Aradi, Cs.; Csaba Z. Tóth, A. (Ed.: Dévai, Gy.) 1998. *Vízi és vizes élőhelyek sajátosságai és típusai (Characteristics and types of aquatic and wetland habitats)*. KLTE, Department of Ecology, Hydrobiological Team, Debrecen
- [29] Dévai I.; Dévai, Gy., 1979. *A víz fizikai és kémia tulajdonságai*. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 74 p.
- [30] Dublec K. 2011. *Takarmányozástan, Digitális Tankönyvtár*.
https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_13_Takarmanyozastan/ch11s03.html
- [31] Egyed I.; Körmendi S.; Urbányi B.; Fodor F.; Mészáros E.; Hegyi Á.; Katics M. 2012. *A ponty tápos etetése a Czikkhalas Kft. telephelyén. Halászatfejlesztés* 34. 28-33.
http://hakinapok.haki.hu/tartalom/HF34/HF_34_28_33_Egyed.pdf
- [32] Ellis E. 2022. *Functional foods*. <https://www.eatright.org/food/nutrition/healthy-eating/functional-foods>
- [33] El-Sayed A.F.M. 2006. *Tilapia Culture*. CABI Publishing CAB International, Wallingford, UK p. 277
- [34] EPA 2015. *The phosphorus*. United State Environmental Protection Agency.
<http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms56.cfm>
- [35] Ernst & Young 2006. *EU Intervention in inland fisheries, EU wide report – final version*. Framework contract N° FISH/2006/09 (Lot N°3) “Studies linked to the implementation of the European Fisheries Fund”, p. 132
https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/publications/inland_fisheries_en.pdf
- [36] Európai Tanács 2005. *Az Európai Parlament és a Tanács 183/2005/EK rendelete (2005. január 12.) a takarmányhigiénia követelményeinek meghatározásáról (EGT vonatkozású szöveg)*. *Rendelet - 183/2005 - EN - EUR-Lex*
- [37] Európai Tanács 2006. *A Bizottság 1881/2006/EK rendelete (2006. december 19.) az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=CELEX:32006R1881>
- [38] Európai Unió Hivatalos Lapja 2006. *Az 1881/2006/EK rendelet a növényi olajokban és zsírokban, valamint a növényi olajokat és zsírokat tartalmazó élelmiszerekben előforduló erukasav felső határértékei tekintetében történő módosításról*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R0696&from=HU>
- [39] FDA 2018. *Merkur and Methylmercury*. US Food & Drug Administration,
<https://www.fda.gov/Food/FoodbornellnessContaminants/Metals/ucm2006760.htm>
- [40] Fedorov E.V. 2014. *Fish productivity indicators of pond fish farms of Kazakhstan*. Kazakh Research Institute of Fisheries, Almaty, Kazakhstan, 8 p.
- [41] Felföldy L. 1974. *A biológiai vízminőség*. Vízügyi hidrobiológia 3, Vizdok, Budapest, 242p.
- [42] Ferincz Á., Staszny Á., Dérer I., Urbányi B. 2023. *Magyar Halkönyv*. Magyar Országos Horgász Szövetség, Budapest, 359 p.
- [43] Fischer L. 1931. *A magyar halászat összefoglaló ismertetése, szerepe és jövője a mezőgazdasági termelésben és a vízgazdálkodásban*. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest. 224 p.
- [44] Flanagan S.M., Nielson, M.G., Robinson K.W., & Coles J.F., 2015. *Water quality assessment of the New England coastal basins in Maine, Massachusetts, New Hampshire and Rhode Island: Environmental settings and implications for water quality and aquatic biota*. Water Resources Investigations Report 98-4249 <http://pubs.usgs.gov/wri/wri984249/pdf/6ecological.web.pdf>
- [45] Florian N.; Lopez-Luque R.; Ospina-Alvarez N; Hufnagel L.; Green A.J. 2016. Influence of a carp invasion on the zooplankton community in Laguna Medina, a Mediterranean shallow lake. *Limnetica* 35, 397-412.
- [46] FM OMMI 1990. *Magyar Takarmánykódex*. I., II. kötet, OMMI, Budapest

- [47] Friskab M.; Skovb P.V; Steffensenab J.F. 2012. *Thermal optimum for pikeperch (Sander lucioperca) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate. Aquaculture* 324–325, 151-157.
- [48] Froese R.; Pauly D. Editors. 2022. *FishBase*. World Wide Web electronic publication: www.fishbase.org, version (02/2022) <https://www.fishbase.se/search.php>
- [49] Gál D. 2006. *Környezetbarát, kombinált tavi haltermelő rendszerek fejlesztése*. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, Debrecen, 150 p.
- [50] Griessler B. T.; Isteničb D.; Krivograd Klemenčiča A. 2011. *The efficiency of a closed-loop chemical-free water treatment system for cyprinid fish farms. Ecological Engineering* 37, 873-882.
- [51] Haltáp Kft. 2025. *Haltápok*. <https://haltapkt.hu/haltap/>
- [52] Hancz Cs. 2011. *Haltakarmányozás*. Digitális Tankönyv
- [53] Hancz Cs. és Woynárovich, A. 1983. *Laboratóriumi kísérletek az amur ivadék intenzív nevelésére szárazföldi zöldnövények etetésével. Halászat*. 76 (2): 40-42.
- [54] Hankó B. 1928. *A hal és halgazdaság*. Királyi Magyar Természettudományi Társaság, Budapest, 252 p.
- [55] Harka Á.; Sallai Z. 2004. *Magyarország halfaunája – Képes határozó és elterjedési útmutató*. Nimfea Természetvédelmi egyesület, Szarvas, 2004
- [56] Hepher B. 1988. *Nutrition of pond fishes*. Cambridge University Press, Cambridge. 387 p.
- [57] Hepher B.; Pruginin, Y., 1981. *Commercial fish farming with special reference to fish culture in Israel*. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 261 p.
- [58] Horváth B. 2008. *Az arzén egészségre gyakorolt hatása*. VIII. Környezettudományi Tanácskozás, Győr <http://www.foodlawment.hu/downloads/arzen.pdf>
- [59] Horváth L. 2000. *Halbiológia és haltenyésztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p.: 440
- [60] Horváth L.; Csorbai B.; Urbányi B. 2007. *A tájidegen gyomhalak visszaszorítása őshonos ragadozó halfajokkal*. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 128 p.
- [61] Horváth L.; Pékh Gy. 1984. *Haltenyésztés*. Tógazdasági halászmesterek könyve, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 173 p.
- [62] Horváth L.; Tamás G.; Coche A.G.; Kovács E.; Moth-Poulsen T.; Woynárovich A. 2015. *Training manual on the advanced fry and fingerling production of carps in ponds. A handout for on-farm training workshop on fish seed production of common carp and Chinese major carps in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. Second revised edition. Budapest, FAO-REU. 32 pp. <https://www.fao.org/3/i4317e/i4317e.pdf>
- [63] Huisman E.A. 1974. *Optimalisering van de groei bij de karper (Cyprinus carpio L.)*. - Een op de visteelt gericht onderzoek (A study on optimal rearing conditions for carp (Cyprinus carpio L.) with special reference to management of fish culture - with English summary, CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS 0000 0092 2449, Wageningen University
- [64] HungaroMet 2024. *Magyarország éghajlata*. Magyar Meteorológia Nonprofit Zrt. [Magyarország éghajlata - ÉGHAJLAT - met.hu](https://magyarorszag.eghajlata-eghajlat-met.hu)
- [65] Hunter Water 2018. *Geosmin and MIB*. <https://www.hunterwater.com.au/Water-and-Sewer/Water-Supply/Water-Quality/Geosmin-and-MIB.aspx>
- [66] Hussein M.G. 2004. *Farming of tilapia – breeding plans, mass seed production and aquaculture techniques*. Habiba Akter Hussian, Mymensingh, Bangladesh. p.149.
- [67] Janurik E. és Péteri A. 2022. *Az intenzív halnevelő rendszerek környezeti terhelése és a vízkivétel, valamint a kibocsátás szabályozása (Segédanyag recirkulációs rendszerek tervezéséhez)*. Halászat – Tudomány, 8. évfolyam |1. szám | 2022 pp. 3-16 https://real-j.mtak.hu/23556/1/ht_2022_8_1.pdf
- [68] Jávör A.; Szigeti J. 2011. *Termékminősítés és termékhygiénia*. Digitális Tankönyvtár https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_17_Termekminosités_es_termekhygienia/ch03.html
- [69] Jokumsen A., Svendsen L. M. 2010. *Farming of freshwater rainbow trout in Denmark*. DTU Aqua. Institut for Akvatiske Ressourcer. DTU Aqua-rapport, No. 219-2010 http://orbit.dtu.dk/files/6581106/219-10_Farming-of-freshwater-rainbow-trout-in-denmark-v2.pdf

- [70] Jüttner F.; Watson S. B. 2007. *Biochemical and Ecological Control of Geosmin and 2-Methylisoborneol in Source Waters*. *Appl Environ Microbiol*. 73(14). 4395–4406.
- [71] Kakuk T.; Schmidt J. 1988. *Takarmányozástan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- [72] Kals J. 2004. *Recirculating aquaculture production systems*. RIVO Internal Report No.: 04.019. pp 204.
- [73] Kourie R.M. 2004. *Intensive Fish Farming's, Tilapia Aquaculture Technology*. Johannesburg, South Africa, p.219.
- [74] Kozák B. 2022. *Pontyteleltetési tapasztalatok*. Halászati lapok, A magyar Mezőgazdaság Melléklete, XXIII. Évfolyam, 2022. január.
- [75] Lajkó I. 2003. *A halászmester könyve*. Szaktudás Kiadóház, Budapest 205 p.
- [76] Maucha R., Erős P. Donászy E., Jaczó I., Jászfalusi L., Papp A., Veszprémi B., Woynárovich E. 1953. *Tógazdasági haltenyésztés a gyakorlatban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 355
- [77] McClarney W. 1998. *Freshwater aquaculture – A Handbook for smallscale fish culture in North America*. Hartley and Marks Publishers, Vancouver, 583 p.
- [78] Mézes M. 2007. *Takarmányozástan I*. Tantárgyi ismertető, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi kar, Takarmányozástani Tanszék <https://doksi.hu/get.php?lid=5169>
- [79] Mézes M. 2015. *Ásványi anyagok*. In: Schmidt J. szerk.: *A takarmányozás alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 87-100 pp.
- [80] Miner J.R.; Smith, R.J. 1975. *Livestock waste management with pollution control*. NCRRP 222, Midwest Plan Service Handbook MWPS-19. Iowa State University, Ames, IA. 88 p.
- [81] Ministry of Fisheries of the USSR 1985. *Приказ Минрыбхоза СССР от 24.04.1985 N 241, Об утверждении отраслевого сборника нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. (On approval of the sectoral collection of regulatory and technological documentation for commercial fish farming)*
- [82] Mitchell M., Vanberg, J. & Sipponen, M. 2010. *Commercial inland fishing in member countries of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC): Operational environments, property rights regimes and socio-economic indicators*. Country Profiles May 2010 EIFAC Ad Hoc Working Party on Socio-Economic Aspects of Inland Fisheries <http://www.fao.org/3/a-an222e.pdf>
- [83] Molnár K.; Székely C.; Láng M. 2019. *Field guide to the control of warmwater fish diseases in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No.1182. Ankara, 124 pp. <https://www.fao.org/3/ca4730en/CA4730EN.pdf>
- [84] Molony B. 2001. *Environmental requirements and tolerance of Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) and Brown trout (Salmo trutta) with special reference to Western Australia: A review*. Fisheries Research Report No. 130, Department of fisheries, Government of Western Australia, Perth, http://www.fish.wa.gov.au/Documents/research_reports/frr130.pdf
- [85] Murray J.; Burt J. R. 2001. *The composition of fish*. FAO in partnership with Support unit for International Fisheries and Aquatic Research (SIFAR), Torry Research Station, Torry Advisory Note No. 38 <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.htm#Contents>
- [86] Nagy S.A., 1999. *A zooplankton szervezetek mennyiségi változásainak jelentősége halastavakban és természetes vizekben*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 131 p..
- [87] Nagy S.A.; Grigorksyk I. Wittner I. Dévai Gy.; 2007. *A halastavi halhústermelés ökológiai alapjai*. In: Hancz Cs. szerk.; *Haltenyésztés*. Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Kaposvár pp. 15-39 <http://real.mtak.hu/4136/>
- [88] NÉBIH 2018. *A policiklusos aromás szénhidrogénekről*. <http://portal.nebih.gov.hu/-/a-policiklusos-aromas-szenhidrogenekrol>
- [89] New M.B. 1987. *Feed and Feeding of Fish and Shrimp*. Aquaculture Development and Coordination Programme ADCP/REP/87/26, UNDP, FAO, Rome <http://www.fao.org/docrep/s4314e/s4314e00.htm>
- [90] OKBI 2017. *Dioxin vegyületek – műanyag edények a mikrohullámú sütőben?* <http://www.okbi.hu/uploads/GNTgAS1aEtYO7sJOG8Lg.pdf>

- [91] Ökotárs Alapítvány 2018. *Kislexikon*. <http://kockazatos.hu/kislexikon>
- [92] Ördög V. 2000. *Halastavak hidrobiológiája – a tókezelés hidrobiológiai alapjai*. In: Horváth L. szerk. *Halbiológia és haltenyésztés*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 344-385 p.
- [93] Papp K., Fűrész Gy. 2003. *Vízminőség, vízvizsgálatok*. Magyar Országos Horgász Szövetség, Budapest, 104 p.
- [94] Péntes B.; Tölg I. 1994. *Halbiológia horgászoknak*. Natura – MOHOSZ, Budapest, 349 p.
- [95] Péteri A.; Moth-Poulsen T.; Kovács É.; Tóth I.; Woynárovich A. 2015. *African catfish (Clarias gariepinus, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones: a manual*. FAO, Rome, Italy. 93 pp. (PDF) [African catfish \(Clarias gariepinus, Burchell 1822\) Production with special reference to temperate zones A manual](#)
- [96] Pintér K. 1989. *Magyarország halai, biológiájuk és hasznosításuk*. Akadémia Kiadó, Budapest. 202 p.
- [97] Ribíánszky M.; Woynárovich, E. 1962. *Hal, halászat, halgazdálkodás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 310 p.
- [98] Robinson K.W., Flanagan S.M., Ayotte J.D., Campo K.W., Chalmers Ann, Coles J.F., Cuffney T.F., 2004. *Water quality in the New England Coastal Basins -- Maine, New Hampshire, Massachusetts, and Rhode Island, 1999-2001*. U.S. Geological Survey Circular 1226, 38 p. <http://pubs.usgs.gov/circ/2004/1226/>
- [99] Ruttkay A. 1977. Népesítés – takarmányozás – hozam. *Halászat Tudományos Melléklet* 1977, p 16-24
- [100] Ruttkay A. 1988. *Hogyan takarmányozzuk a pontyot Magyarországon*. *Halászat* 35: 50-56.
- [101] Ruttkay A. 2000. *Fish feeding reserach in Hungary-1895-1995*. In: Csengeri, I., Sztító, A., Papp, Gy.Zs., Tacon, A. eds.: *Fish and Crustacean nutrition methodology and research for semi-intensive pond-based farming system*. *Fisheries Development* 23. 21-41.
- [102] Ruttkay A. 2016. *Az édesvízi akvakultúra alapjai és a magyar haltenyésztés sajátosságai (Bases and characteristics of fish cultures in Hungary)*. NAIK Halászati Kutatóintézet, Szarvas. p. 144
- [103] Sárdi K. 2011. *Tápanyag gazdálkodás*. Digitális Tankönyvtár www.tankonyv-tar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_04_Tapanyaggazdalkodas/adatok.html
- [104] Schmidt J. szerk. 2015. *A takarmányozás alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 452 p.
- [105] Schram E.; Roques J.A.C.; Abbink W.; Spanings T.; De Vries P.; Bierman S.; Van de Vis H.; Flik G. 2010. *The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (Clarias gariepinus)*. *Aquaculture* 306: 108–115.
- [106] Schroeder G.L. 1980. *Fish farming in manure-loaded ponds*. Proc. ICLARM-SEARCA Conference on Integrated Agriculture-Aquaculture Farming Systems, Manila, Philippines
- [107] Simeanu C.; Păsărin B.; Simeanu D.; Grădinaru A.C. 2015. *Paddlefish (Polyodon spathula) – A review on its biodiversity, meat quality, and environmental impact in Romania*. *AACL Bioflux*, 8 (6) 952-959.
- [108] Smith L.S. 1980. *Fish Feed Technology*. ADCP/REP/80/11:3-18, FAO, Rome www.fao.org/docrep/X5738E/x5738e00.htm
- [109] Soltub Bt. 2006. *A jó mezőgazdasági gyakorlat, a növénytermesztés minőségbiztosítási rendszer*. www.gabonatermesztok.hu/documents/Temesvar_2006.11.24.pps
- [110] Sturgeon-web 2022. *Water quality*. Sturgeon Web: www.sturgeon-web.co.uk/
- [111] Sulinet 2018. *Nukleinsavak*. <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szerves-kemia/termeszetes-es-mesterseges-makromolekulak-es-epitokoveik/nukleinsavak>
- [112] Szabó P. 1994. *Quality of effluent water from earthen fish pond in Hungary*. *J. Appl. Ichtyol.* 10. 326-334.
- [113] Szeitzné Szabó M.; Kárpáti I.; Kertai P. 2010. *A melamin-botrány és annak következményei*. *Egészségtudomány*, 54 (3) 7-16. http://egeszsegtudomany.higienikus.hu/cikk/2010_3/Kertai.pdf
- [114] Székely P. 1982. *Halélettan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 224 p.
- [115] Tacon A.G.J. 1992. *Nutritional fish pathology. Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish*. Technical Paper. No. 330. FAO, Rome, 75 p. www.fao.org/3/T0700E/T0700E00.htm

- [116] Tamás G; Horváth L. 1972. A növényevő halivadék indító természetes táplálékának előállítása üzemi méretekben. *Halászat* 18, 56-58.
- [117] Tasnádi R. 1983. *Haltakarmányozás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 306. p.
- [118] ThoughtCo. 2018. *Can You Smell Rain? - Geosmin and Petrichor, The chemicals responsible for the odor of rain and lightning*. <https://www.thoughtco.com/can-you-smell-rain-geosmin-and-petrichor-607587>
- [119] Timmons M.B., Ebeling J.M. 2007. *Recirculating aquaculture*. 3rd Edition, Cayuga Aqua Ventures, NRAC Publication No.01-007, Ithaca, NY. 975 p.
- [120] Urbányi B., Szabó T., Horváth Á. 2021. *Horgászati szempontból jelentős pontyfélék biológiája és tenyésztése*. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Gödöllő, 262 p.
- [121] Westerhoff P. 2002. Guidance manual for reducing 2-methylisoborneol (MIB) and geosmin in the Metropolitan-Phoenix area water supply. Department of Civil and Environmental Engineering Arizona State University, Tempe, AZ
<http://faculty.engineering.asu.edu/pwesterhoff/wp-content/uploads/2012/10/Guidance-document-August-2002.pdf>
- [122] Wetzel R. G. 1983. *Limnology*. 2nd Ed., CBS College Publishing, New Delhi, 767 p.
- [123] WHO 2017. *Persistent organic pollutants (POPs)*. WHO, Geneva
http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/pops/en/
- [124] WMO 2012. *Guide to agricultural meteorological practices (Weather-Climate-Water)*. WMO-No. 134, Chapter 13 Application of Agrometeorology to Aquaculture and Fisheries.
- [125] Woynárovich A.; Bueno, P.B.; Altan, Ö.; Jeney, Zs.; Reantaso, M.; Xinhua, Y.; Van Anrooy, R. 2011. *Better management practices for carp production in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No 566. FAO, Ankara. 153 p.
www.fao.org/FI/DOCUMENT/t566_advanced/CACFish_I_2011_Ref5.pdf
- [126] Woynárovich A.; Kovács É.; Nagy S.A. 2018. *A vízminőség állapotának felmérése és értékelése – Gyakorlati útmutató természetesvízi halgazdálkodóknak és haltermelőknek*. Agrárminisztérium, Budapest halaszat.kormany.hu
- [127] Woynárovich A.; Kovács É.; Péteri A.; Mézes M. 2023. *Field guide to feeding fish in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*. Aller Aqua, Christiansfeld, 154 pp. 1709802378-field-guide-to-feeding-fish-final-230821.pdf
- [128] Woynárovich E. 1956. *A halastavi szerves trágyázás jelentősége*. *A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Közleményei*, 10 (1-4) 305-309.
- [129] Woynárovich E. 2005. *Halastavak szerves trágyázása, a szén-trágyázási módszer*. *Halászat*, 98 (3. melléklet), 1-12.
- [130] Wurts W.A. 2004. *Understanding water hardness*. Kentucky State University Cooperative Extension Program, Frankfort, KY
- [131] Zeigler T.R. 2015. *The bottom line: Feeds and water quality revised*. Global Aquaculture Advocate, <https://www.globalseafood.org/advocate/the-bottom-line-feeds-and-water-quality-revisited/>

A HALTERMELÉST MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK A RÉGIÓBAN

A hazai természetesvízi halgazdálkodás és a haltenyésztés lehetőségeinek felismerése és kihasználása sokkal eredményesebben történhet, ha a szűkebb és tágabb régió hasonló adottságokkal és termelési tradíciókkal rendelkező országainak gyakorlatát is megismerjük és azokból a számunkra megfelelő elemeket átvesszük, illetve integráljuk.

A fentiek értelmében ez a melléklet azokat az információkat foglalja össze, amelyek leginkább meghatározzák a régiókban széleskörben alkalmazott haltermelési rendszerek és módszerek jellemzőit.

Tartalom

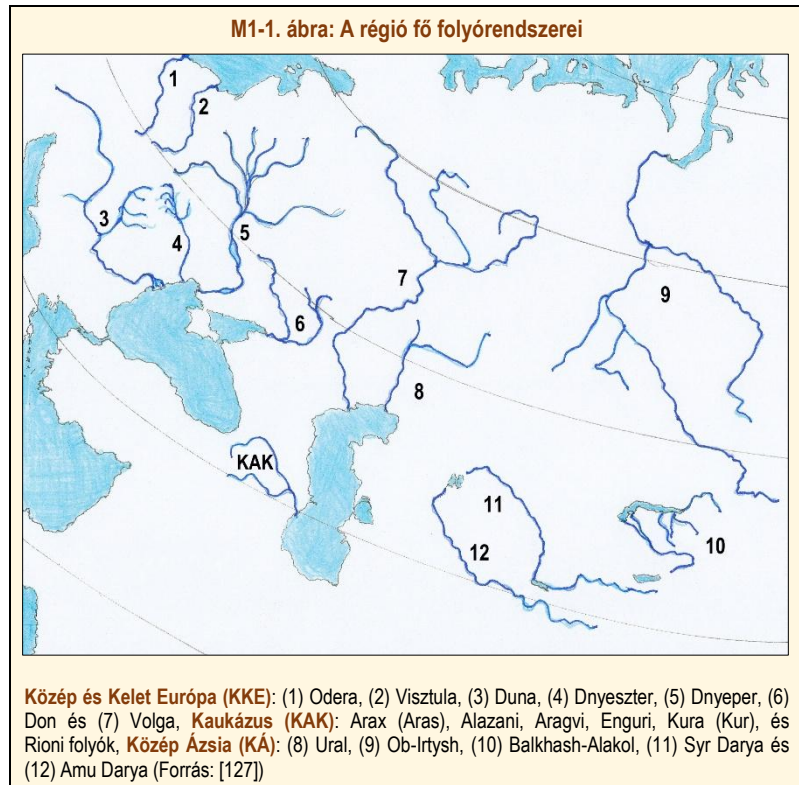
1. Földrajz, klíma és vízkészletek	44
2. Halfauna	45
3. A haltermelés sajátosságai	47
3.1. Természetesvízi halgazdálkodás	47
3.2. Tógazdasági haltermelés	48
3.3. Intenzív haltermelési rendszerek	50

1. FÖLDRAJZ ÉS KLÍMA

Hazánk természetesvízi halgazdálkodása és haltenyésztése sok hasonlóságot, egyes esetekben azonosságot mutat a szűkebb és tágabb értelemben vett régióban folytatott gazdálkodással. A régió magába foglalja Európát, ezen belül is Közép- és Kelet-Európát (KKE), a Kaukázust (KaK) és Közép-Ázsiát (KÁ).

Ezekre a területekre a négyévszakos mérsékelt éghajlat a jellemző. A halgazdálkodást és haltenyésztést alapvetően befolyásoló évszakok hosszát és intenzitását azonban a tényleges földrajzi elhelyezkedés határozza meg: a tértől és a tengerektől való távolság, a tengerszint feletti magasság és az éves csapadékmennyiség.

Következésképpen, ennek a négy meghatározó tényezőnek számtalan kombinációja létezik.



(Forrás: [28])

A kontinentális édesvizek eredetük és elhelyezkedésük alapján három csoportba sorolhatók: csapadékvizek, felszíni vizek és felszín alatti vizek. Ebből a három csoportból a csapadék biztosítja a felszíni és felszín alatti vízkészletek utánpótlását és feltöltését. Bár a hideg-, meleg- és trópusi halfajok intenzív tenyésztési rendszereiben fontosak a felszín alatti hideg- és termálvízkészletek, a felszíni vizek mennyisége és minősége továbbra is domináns a térség természetesvízi halgazdálkodásában és haltenyésztésében. Ezt szem előtt tartva a felszíni vizeket jellemző hőmérsékletük és a bennük élő halak hőigénye alapján célszerű csoportosítani (M1-2. ábra).

2. HALFAUNA

A régió tizenhárom eurázsiai folyó vízgyűjtő területén belül helyezkedik el (M1-1. ábra). Ezekben a folyórendszerekben a gazdaságilag fontosabb halfajaink nagy része őshonos, bár vannak fontos, betelepített fajok is, mint a növényevők és néhány Salmonidae.

Következésképpen a térség hatalmas mérete ellenére az éghajlati és hidrológiai viszonyok hasonlósága mellett, e folyók őshonos halfaunája is nagymértékben hasonló.

A FishBase adatai szerint [48] a régióban 486 édesvízi halfajt tartanak számon. Ezeknek a halaknak a területi eloszlását, az egyes fajok származása szerinti bontásban az M1-1. táblázat foglalja össze, míg az M1-2. táblázat a régió folyórendszereiben élő halak kifejtett példányainak méretét mutatja be.

Az elmúlt évszázad során elsősorban őshonos fajokat neveltek a halgazdaságokban és telepítettek vissza a természetes vizekbe. Az 1950-es és 1960-as években, a kínai növényevők kivételével, főleg a régióban őshonos gazdaságilag értékes hideg- és melegvízi halakat honosították meg olyan vizekben és tógazdaságokban, ahol ezek a fajok előzőleg nem voltak megtalálhatók.

A régióban élő nagyszámú halfaj közül jelenleg csak viszonylag keveset tenyésztnek. Nagy valószínűséggel ez a jövőben változni fog, mivel a nemzetközi és hazai trendek szerint a természetes vizek fajösszetételének fenntartása fontos céljá vált.

A régió északi területein és a hegyek között őshonos és idegenhonos pisztrángféléket már évszázadok óta tenyésztik. A pisztrángfélék közül az őshonos sebespisztráng (*Salmo trutta m. fario*) és a két idegenhonos faj, a szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) és a sarkvidéki szajbling (*Salvelinus alpinus*) a legelterjedtebben tenyésztett fajok a régióban.

Napjainkban az eddig tenyésztett pisztrángfélékhez több új, a régióban őshonos és endemikus faj újratelepítési céllal történő tenyésztését, ivadéktermelését kezdték meg. Ezek közé tartozik az Ohrid pisztráng (*Salmo letnica*), a Szeván pisztráng (*Salmo ischchan*), az Amu Darya pisztráng (*Salmo trutta oxianus*) és hópisztráng (*Schizothorax spp.*) is. A halgazdálkodási célkitűzéseken túlmenően a haltermelők ezeknek a régióban őshonos halaknak nemcsak az ivadékteljesítésével, de piaci hal nevelésével is próbálkoznak, illetve foglalkoznak olyan fajok, mint az Ázsia mérsékelt égövén őshonos kígyó fejű hal (*Channa argus*) termelésével is.

A pisztrángfélék Coregoninae alcsaládjába tartozó maréna fajok széles skáláját is tenyésztik. A marénafélék közül a nagy maréna (*Coregonus lavaretus*), a peled (*Coregonus peled*) és a törpe maréna (*Coregonus albula*) a leggyakrabban tenyésztett fajok, melyeknek fontos szerepe van a régió kevésbé felmelegedő tavainak és víztározóinak halgazdálkodásában.

A régió mérsékelt kontinentális éghajlati sávjában a síkvidékeken átfolyó folyószakaszok és az itt található természetes és épített vízterületek halfaunája a hazaiéhoz hasonló. Ernst & Young [35] megfogalmazása szerint a „síkvidéki tavak” halait a pontyfélék; többek között a ponty (*Cyprinus carpio*) és az idegenhonos kínai növényevők, valamint a compó (*Tinca tinca*), a kárász (*Carassius spp.*), a bodorka (*Rutilus rutilus*), és a velük együtt élő ragadozók (főleg csuka, süllő és szürkeharcsa) alkotják.

M1-3. ábra: A halpiacok elsődleges kínálata a régióban



Az egymástól több ezer kilométerre lévő halpiacok kínálata gyakorlatilag azonos.



M1-1. táblázat: A régióban található endemikus, őshonos és idegenhonos édesvízi halfajok mennyisége								
Rend	Család	Összes faj	KKE folyórendszerei		KaK folyórendszerei		KÁ folyórendszerei	
			Őshonos	Idegenho- nos	Őshonos	Idegenho- nos	Őshonos	Idegenho- nos
Petromyzontiformes	Petromyzontidae	12	9		3		2	
Acipenseriformes	Acipenseridae	12	7	4	7		10	1
	Polyodontidae	1		1				
Anguilliformes	Anguillidae	1	1		1			
Clupeiformes	Clupeidae	8	5		7		5	
Cypriniformes	Balitoridae	32	6		4		22	2
	Catostomidae	3		3				3
	Cobitidae	33	26	1	9		4	1
	Cyprinidae	183	126	13	40	5	53	16
	Gobionidae	27	20	1	4	1	3	2
Characiformes	Serrasalminidae	1	1					
Siluriformes	Clariidae	1		1				1
	Ictaluridae	3		3		1		1
	Siluridae	2	1	1	2		1	
	Sisoridae	1					1	
Esociformes	Esocidae	1	1		1		1	
	Umbridae	2	1	2				
Osmeriformes	Osmeridae	1	1					
Salmoniformes	Salmonidae	52	30	20	6	2	4	9
Gadiformes	Gadidae	1	1					
Mugiliformes	Mugilidae	6	5	1	1	3	1	2
Atheriniformes	Atherinidae	1	1		1			
Beloniformes	Adrianichthyidae	2		1				2
Cyprinodontiformes	Aphaniidae	1	1					
	Poeciliidae	5		5		2		2
	Valenciidae	1	1					
Gasterosteiformes	Gasterosteidae	3	3	1	1		1	
Scorpeniformes	Cottidae	10	8				3	
Perciformes	Centrarchidae	3		3				
	Cichlidae	2		2				1
	Gobiidae	46	28	7	21		20	6
	Moronidae	3	2	1	1			
	Odontobutidae	3		1			1	2
	Percidae	15	14	1	2		6	2
Anabantiformes	Channidae	1						1
Blenniiformes	Blenniidae	1	1					
Gonorynchiformes	Chanidae	1					1	
Pleuronectiformes	Citharidae	1	1					
	Pleuronectidae	1	1					
Syngnathiformes	Syngnathidae	3	3	1	3			
Összesen		486	305	74	114	14	139	54

(Forrás: [48])

A FishBase folyórendszerek és a halfajok mérete szerinti összesítését az M1-2. táblázat tartalmazza, ami demonstrálni kívánja a régió halainak méretszerinti változatosságát.

M1-2. táblázat: A régió folyórendszereiben élő halfajok kifejlett példányainak hozzávetőleges mérete												
A régió vízrendszerei	Méret csoportok (cm)											
	≤ 10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	60-70	61-70	71-80	81-90	91-100	≥ 101
Odera	4	10	6	2	9	6	3			3	1	11
Visztula	5	12	7	5	9	7	3			3	1	10
Duna	13	33	17	14	10	5	4		2	2	2	19
Balkán folyói és tavai	3	7	7	6	6	5	3	1		2	2	9
Dnyeszter	7	15	12	6	7	6	3	1		2	2	10
Dnyeper	5	13	5	6	5					2		7
Kaukázus folyói	8	4	3	3	2	3						3
Don	13	18	10	11	7	5	4			2	1	18
Volga	19	19	9	12	12	8	4		1	3	3	28
Ural	4	6	6	6	4	6	3			2	1	15
Ob-Irtys		3		1	1		2				1	3
Syr/Amu Darya	7	10	5	3	5	3	1		1	2	3	10

(Forrás: [48])

3. A HALTERMELÉS SAJÁTOSSÁGAI

Az édesvízi halak termelésének mindhárom alapváltozatát; a természetesvízi halgazdálkodást, a tógazdasági haltermelést és az intenzív haltermelési rendszereket (azaz medencés és ketreces termelést), valamint ezek különböző kombinációit széles körben gyakorolják a régióban.

M1-3. táblázat: Felszíni édesvizek területe a régióban				
Ország-csoportok	Felszíni édesvizek területe (ha)			
	Összesen ¹	Folyók és csatornák ²	Nagy tavak és víztározók ²	Kis tavak és víztározók ²
KKE	4 183 000	693 000	1 262 000	577 000
KAK	593 000	216 000	511 000	7 000
KÁ	7 611 000	381 000	5 964 000	1 340 000
Összesen	12 387 000	1 290 000	7 737 000	1 924 000

(Forrás: ¹ [19], ² [82], [127])

3.1 Természetesvízi halgazdálkodás

A régióban rendelkezésre álló felszíni édesvizek összterülete 12 millió hektár felett van, amelyek trofikus állapota szerinti potenciális haltermelő képességét az M1-4. táblázat összesíti.

M1-4. táblázat: Mérsékeltéögvi állóvizek trofikus állapota és haltermelő képessége		
A vizek fő kategóriái	Leírás	Potenciális haltermelés ¹ (kg/ha/év)
Barna savas (disztróf vizek)	Haltáplálékban és oldott oxigénben szegény.	-
Alacsony termelékenységű vizek (oligotróf vizek)	Hídeg vizek, amelyek hőmérséklete nem emelkedik 14–15 °C fölé. Átlátszóság: 4–8 m felett.	1–15
Közepes termelékenységű vizek (mezotróf vizek)	Kevésbé felmelegedő vizek. Közepes haltáplálék ellátottság és magas oldott oxigéntartalom. Átlátszóság: 2 és 4 m között.	15–50
Magas termelékenységű vizek (eutróf vizek és extenzív halastavak ²)	Ezek a vizek nyáron felmelegednek. Szezonális és napi oxigénhiány előfordulhat. Átlátszóság: 0,5 – 2 m között	50–200
Nagyon magas termelékenységű vizek (hipertrof vizek és intenzív halastavak ³)	Ezek a vizek nyáron felmelegednek. Szezonális és napi oxigénhiány előfordulhat. Átlátszóság: csekély 0,25–0,5 m	200 felett

Megjegyzés: ¹ Kihelyezésen alapuló halgazdálkodás esetén. ² Nincs takarmányozás, csak extenzív trágyázás. ³ Nincs takarmányozás, csak intenzív trágyázás. (Forrás: [12], [127])

Ezeknek a különböző termelékenységű vizeknek a tényleges hasznosítását víztározók esetében annak elsődleges hasznosítása határozza meg. Ide tartozik többek között az öntözés, a közüzemi vízellátás, az árvízvédelem, a vízenergia, a hajózás, a rekreáció, a környezetszennyezés elleni védekezés, az állattenyésztés stb. Sok esetben a halgazdálkodás a víztározó elsődleges használatának van alárendelve. Ennek ellenére a ta-

pasztalatok azt mutatják, hogy a halgazdálkodás eredményesen megvalósítható ilyen vizekben is, ha azt arányosan és összhangba tervezik a víztározó elsődleges hasznosítási célkitűzéseivel.

A régió egyre több országában fokozott hangsúlyt helyeznek a horgász-célú halgazdálkodásra, valamint az őshonos halfauna helyreállítására és fenntartására, különösen a turisztikailag frekvenciált vizeken. Így az állománypótlási programok szerepe a halgazdálkodási intézkedéseken belül kiemelkedő.

A régió természetesvízi halgazdálkodására egységesen jellemző, hogy a halgazdálkodásért felelős személy, gazdasági vagy társadalmi szervezet törvényekkel előírt kötelessége a hatékony halgazdálkodás. Ennek a gazdálkodásnak szerves része a különböző halfajok állományainak fenntartásához szükséges tervek elkészítése és ezek végrehajtása. Bár minden természetes víz egyedi ökoszisztéma, a régióban a tervezéshez és gazdálkodáshoz szükséges szakmai szempontokat és tanácsokat a következő négy pontban lehet összefoglalni: (1) A korábbi kihelyezési és fogási adatok kiértékelése.

(2) A víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak meghatározása és szükség szerinti ellenőrzése. Különösen fontos a vízterület haltápláléktermelő-képességének minőségi és mennyiségi felmérése, ami magába foglalja a halak vízi és szárazföldi ragadozóinak (pl. madarak) állományfelmérését is. (3) A kihelyezendő halfajok kor- és méretcsoport szerinti mennyiségének meghatározása, amely arányban van a víztest haltermelő és -eltartó képességével. (4) A természetes vizek tényleges haltermő képességét legjobban a fogási adatok jelzik. Ezek nyilvántartása és folyamatos kiértékelése elsődleges eszköz a halgazdálkodásban.

A felszíni édesvizek nagy és még csak részben hasznosított erőforrásai arra engednek következtetni, hogy a jövő halgazdálkodásában óriási növekedési potenciál rejlik. Ennek kihasználásához ma már egy sor megbízható tógazdasági és intenzív haltermelési technológia áll rendelkezésre a régióban is. Emiatt a két alapvetően eltérő tenyésztési rendszernek és ezek kombinációinak elsődleges szerep juthat a különböző fajú és korú/méretű kihelyezési anyag előállításában, ami lehetővé teszi a természetes vizek hatékonyabb használatát és segíti a jó minőségű étkezési halellátást.

3.2 Tógazdasági haltermelés

A régió édesvízi haltermelésének legnagyobb hányada halastavakból kerül ki, melyek termelése éghajlat- és időjárásfüggő. Mivel az éghajlat alapvetően meghatározza a mezőgazdaság jellemzőit, a szakemberek agroklímikus övezeteket határoztak meg és jelöltek ki a kontinenseken. Az 1980-as években ezeket az agroklímikus alapelveket a tógazdasági haltenyésztésre is adaptálták.

A régióban akkor jellemző központi állami tervgazdálkodás idején az agroklímikus övezetekhez hasonlóan haltermelési zónákat határoztak meg. Ez gyakorlatilag a tógazdasági haltermelésben a klímikus adottságok szerint elvárható termelési normák megállapítását jelentette. A zónákat azoknak a napoknak a száma alapján határozták meg, amikor az évben a napi átlaghőmérséklet 15 °C felett van. Ezt a koncepciót Fedorov [40] vizsgálta és fejlesztette tovább a trágyázatlan, trágyázott, illetve trágyázott és kiegészítő takarmányozású ponty tavi polikultúrákra (M1-5., M1-6. és az M1-7. táblázatok).

M1-4. ábra: Régiós példák a kihelyezési anyag szaporítására és nevelésére



Az ivásra vonuló Szeván pisztráng-csapda célja az Issyk-Kul ivadék utánpótlásának biztosítása volt (baloldali kép). Tilalmi időszak alatt fogott és mesterségesen szaporított Ohrid pisztráng ivadék nevelése a tó mellé telepített intenzív halgazdaságban (jobboldali kép).

M1-5. ábra: Tógazdasági haltermelés



Tavaszi lehalászás és telelő bontás Üzbegisztán pontytermelő halgazdaságaiban a régió más országaiban követett gyakorlathoz hasonlóan történik.

Azt, hogy egy adott terület melyik haltermelési zónába esik a meteorológiai intézetek által összeállított táblázatok és ábrák alapján lehet megállapítani. A hazai ezirányú információt többek között a HungaroMet honlapján az ÉGHAJLAT > Magyarország éghajlata > Városok éghajlati jellemzői menüben lehet megtalálni. Itt található meg városaink az 1991-2020 időszakra vonatkozó havi minimális, maximális és középhőmérsékleteit. A levegő havi, heti vagy akár napi átlagos minimális és maximális hőmérsékletének ilyen és hasonló grafikus ábrázolása különösen akkor segít, amikor különböző évek vagy területek adatainak összehasonlítása válik szükségessé. A hazai meteorológiai adatokat szolgáltatók a halgazdálkodás és haltermelés számára oly fontos csapadékvizonyokról és vizeink aktuális hőmérsékletéről is folyamatosan publikálnak adatokat, de egyes globális szolgáltatók, mint például a Norvég Meteorológiai Intézet (<https://www.yr.no/en>) honlapján is sok használható napi adat található.

M1-5. táblázat: Termelési zónák és a ponty polikultúra piaci hal termelési irányaszamai trágyázatlan és etetés nélküli tavakban

Zóna	A napok száma, amikor a napi átlag levegő hőmérséklet 15 °C felett van			Várható piaci hal termelés (kg/ha)				
	Napok száma/év	Hetek száma/év	Hónapok száma/év	Ponty	Fehérbusa	Pettyes-busa	Amur	Összesen
I	60 – 75	9 – 11	2 – 2.5					
II	76 – 90	11 – 13	2.5 – 3	100	-	50	50	200
III	91 – 105	13 – 15	3 – 3.5	100	-	50	50	200
IV	106 – 120	15 – 17	3.5 – 4	120	200	100	50	470
V	121 – 135	17 – 19	4 – 4.5	120	250	100	50	520
VI	136 – 150	19 – 21	4.5 – 5	130	300	100	50	580
VII	151 – 165	21 – 23	5 – 5.5	130	350	150	50	680

(Forrás: [40], [127])

M1-6. táblázat: Termelési zónák és a ponty polikultúra piaci hal termelési irányaszamai trágyázott, de nem etetett tavakban

Zóna	A napok száma, amikor a napi átlag levegő hőmérséklet 15 °C felett van			Várható piaci hal termelés (kg/ha)				
	Napok száma/év	Hetek száma/év	Hónapok száma/év	Ponty	Fehérbusa	Pettyes-busa	Amur	Összesen
I	60 – 75	9 – 11	2 – 2.5					
II	76 – 90	11 – 13	2.5 – 3	500	-	100	50	650
III	91 – 105	13 – 15	3 – 3.5	600	-	150	50	800
IV	106 – 120	15 – 17	3.5 – 4	700	600	150	50	1500
V	121 – 135	17 – 19	4 – 4.5	700	600	200	50	1550
VI	136 – 150	19 – 21	4.5 – 5	800	600	200	50	1650
VII	151 – 165	21 – 23	5 – 5.5	800	600	250	50	1700

(Forrás: [40], [127])

M1-7. táblázat: Termelési zónák és a ponty polikultúra piaci hal termelési irányaszamai trágyázott és tradicionális kiegészítő takarmánnyal etetett tavakban

Zóna	A napok száma, amikor a napi átlag levegő hőmérséklet 15 °C felett van			1980-as évek tervszámai (kg/ha)	Várható piaci hal termelés - módosított (kg/ha)				
	Napok száma/év	Hetek száma/év	Hónapok száma/év		Ponty	Fehérbusa	Pettyes-busa	Amur	Összesen
I	60 – 75	9 – 11	2 – 2.5	800					
II	76 – 90	11 – 13	2.5 – 3	1 400	1 500	-	150	50	1 700
III	91 – 105	13 – 15	3 – 3.5	1 600	1 800	-	200	50	2 050
IV	106 – 120	15 – 17	3.5 – 4	1 900	2 000	600	200	50	2 850
V	121 – 135	17 – 19	4 – 4.5	2 200	2 000	600	300	50	2 850
VI	136 – 150	19 – 21	4.5 – 5	2 400	2 400	600	300	50	3 350
VII	151 – 165	21 – 23	5 – 5.5	2 600	2 400	600	400	50	3 450

(Forrás: [81], [40], [127])

3.3 Intenzív haltermelési rendszerek

A régióban leggyakrabban a pisztrángféléket, tokféléket és a különböző harcsaféléket nevelik intenzív haltermelési rendszerekben. A pisztrángféléket általában intenzív medencés rendszerekben (telelőkben, raktártavakban, beton és ponyvamedencékben) vagy ketrecekben nevelik. Az elmúlt másfél évtizedben különösen az épített természetes vizeken elhelyezett ketrecek száma növekedett. Mára azonban a ketrecek elhelyezése egyre szabályozottabbá válik, mivel a ketreces haltermelésnek meg kell felelnie az egyre szigorodó környezetvédelmi előírásoknak.

A ponty nagyméretű példányai különösen keresettek a piacon és kimondottan közkedveltek a horgászok körében. Ezért az elmúlt évtizedben a ponty teljesértékű ipari tápokra alapozott intenzív termelése több országban is elkezdődött.

A pontyot telelőkben, beton vagy ponyva medencékben, ketrecekben vagy halastóban elhelyezett könnyűszerkezetű medencékben (azaz tóban-recirk rendszerekben) egyaránt sikeresen nevelik, ha van megbízható minőségű, teljesértékű ipari pontytáp és szakértelem ennek használatához.

A ponty szabadtéri intenzív rendszerekben történő nevelése különösen terjed a régió azon területein, ahol a nyári vízhőmérséklet hosszán és tartósan a ponty táplálkozásához optimális 23-25 °C körül mozog.

Így például Szlovéniában és Szerbiában újragondolták és kidolgozták a ponty ipari haltápokra alapozott kétéves üzemben történő intenzív halastavi és tavi-recirk nevelésének technológiáját. Ez utóbbinak az a lényege, hogy a halastó mellett épített betonmedencékben nagy egyedsűrűségben, teljesértékű ipari tápon, intenzíven nevelik a pontyot, a medencéken folyamatosan átfolyatva az extenzív használatú tó vizét.

Tekintettel arra, hogy a klímaváltozás miatt a felszíni vizek a nyár folyamán egyre jobban és hosszabb ideig melegszenek, a nyári hónapokban trópusi halak, azaz tilápia és afrikai harcsa nyári intenzív szabadtéri nevelésével is próbálkoznak a régióban, különösen a VI és VII haltermelési zónákba eső területeken.

M1-6. ábra: Hidegvízi halak intenzív termelése a régióban



A pisztrángféléket földbe ásott kis tavakban, vagy különböző anyagból készült (képzünkön ponyvából) medencékben nevelik teljesértékű ipari tápokon.

M1-7. ábra: A ponty intenzív termelése a régióban



A ponty intenzív nevelése ketrecekben (fent) és tóba helyezett úszó, könnyűszerkezetű medencékben (lent) történik Üzbegisztánban, ahol a ponty ára a teljesértékű ipari tápok etetését is gazdaságossá teszi.



HALAINK TÁPLÁLKOZÁSA, TÁPLÁLÉK- ÉS TAKARMÁNYSPEKTRUMA

A melléklet első fejezete a halak táplálkozásának, emésztésének és a kiválasztásának a főbb folyamatait írja le. Ezeknek a folyamatoknak ismerete a gyakorlati haltenyésztésben elengedhetetlen, mert segít megérteni a halak táplálékfelvétellel és a takarmányozási technológia egyes elemeivel kapcsolatos viselkedését. A gazdaságilag fontos halfajok emésztőrendszerének ismerete lehetővé teszi a fajnak megfelelő takarmányozási technológia alkalmazását, a takarmányozás hatékonyságának előrejelzését, és a termelés várható környezeti hatásának becslését is.

A második fejezet a természetesvízi halgazdálkodás és a haltermelés számára legfontosabb haszon- és gyomhalaink fajra és korcsoportra jellemző táplálkozását és növekedését írja le. A nemzetközileg széles körben elfogadott és követett gyakorlat-hoz hasonlóan a fajokat, a takarmányozásukat alapvetően meghatározó hidegvízi, melegvízi és trópusi halak csoportosításában mutatjuk be.

Tartalom

1. A halak táplálékfelvétele, emésztése és kiválasztása	52
1.1. A látás, ízlelés, tapintás és ezek szerveinek szerepe a halak táplálkozásában	52
1.2. Az emésztőcsatorna részei	52
1.2.1. A táplálékfelvétel szervei	52
1.2.2. Az emésztés szervei	53
1.3. A kiválasztás szervei	54
2. Fontosabb halaink növekedése és táplálkozása¹	54
2.1. Hidegvízi halak	54
2.2. Melegvízi halak	55
2.2.1. Tokfélék	55
2.2.2. Angolnafélék	56
2.2.3. Pontyfélék	57
2.2.4. Harcsafélék	63
2.2.5. Csukafélék	65
2.2.6. Diszszüger- és sügérfélék	65
2.3. Trópusi halak	67

¹ A könyvben követett gyakorlattal ellentétben ebben a fejezetben, automatikus ismétlődésük miatt nem jelöltük a hivatkozásokat az egyes halfajoknál. Ennek értelmében a halfajoknál összefoglalt információkat a saját gyakorlati tapasztalatainkon túlmenően a következő forrásból merítettük: (1) Pintér Károly 1989-ben megjelent '*Magyarország halai, Biológiájuk és hasznosításuk*' [96], (2) Harka Ákos és Sallai Zoltán 2004-ben megjelent '*Magyarország halfaunája, képes határozó és elterjedési útmutató*' [55], (3) Urbányi Béla, Szabó Tamás és Horváth Ákos szerkesztésében 2021-ben megjelent '*Horgászati szempontból jelentős pontyfélék biológiája és tenyésztése*' [120], (4) Woynárovich András, Kovács Éva, Péteri András és Mézes Miklós 2023-ban megjelent '*Field guide to feeding fish in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia*' [127], (5) Ferincz Árpád, Staszny Ádám, Dérer István és Urbányi Béla szerkesztésében 2023-ban megjelent '*Magyar hal könyv*' [42], (6) Froese és Pauly által szerkesztett '*FishBase*' [48].

1. A HALAK TÁPLÁLÉKFELVÉTELE, EMÉSZTÉSE ÉS KIVÁLASZTÁSA

A táplálék felvételében, emésztésében és kiválasztásában halfajtól függően tizenegy vagy tizenkét szerv vesz részt. Ezek közül a látás, tapintás és ízlelés szerveinek a táplálék érzékelésében és megválasztásában van szerepük (M2-1. ábra).

1.1 A látás, ízlelés, tapintás és ezek szerveinek szerepe a halak táplálkozásában

A táplálék észrevétele fajtól függően nagyfokú diverzitást mutat. Vannak halfajok, mint például a pisztráng vagy a csuka, amelyeknél a látásnak elsőrendű szerepe van a táplálkozásban, míg a kevésbé átlátszó, zavaros vizek halainál a táplálék érzékelésében és kiválasztásában elsősorban a *kemorecepció** játszik szerepet. Az ízlelőbimbók, fajtól függő mennyiségben és sűrűségben, a halak teljes felületén megtalálhatók. Azon szervek felületén található a legtöbb, amelyek közvetlen kapcsolatban állnak a táplálkozással, így az ajkakon, a kopolyúíveken, a garatfogaknál és a bajszokon. A bajszok nemcsak a táplálék tapintására és érzékelésére, de ízlelésére is alkalmasak [114], [56].

Az ízlelőbimbók két eltérő ízlelési rendszerbe tartoznak. Az első a külső ízlelőbimbók csoportja, amelyek a test felületén, az ajkakon, a száj elülső részében és a bajszokon található. Az ezek által felvett kémiai ingerek a facialis idegen (arcidegen) keresztül jutnak az agyba. A másik ízlelési rendszer a száj hátsó felületén és a kopolyúíveken lévő ízlelőbimbókból áll. Innen az ingerületet a bolygó- és a nyelv-garat idegek továbbítják az agyba. A facialis ízlelő rendszer, a külső ízlelőbimbók által felvett ingerek révén, a táplálék megtalálásaért és a felszedési reflex beindításaért felelős, míg a bolygóidegi ízlelő rendszer a táplálék lenyelését koordinálja [56].

A halaknál az orr páros szerv, két különálló ornyílással és zsákszerű orrüreggel. Az ornyílásokban található kémia *receptorok** segítségével a halak a víz minőségének változását érzékelik. A hal úszás közben az ornyílások első és hátsó szaglóógodreinek keresztül átöblíti a vizet, és az itt lévő receptorok segítségével érzékeli a változásokat. Az adott faj szaglását ezért elsősorban az ornyílás mérete és annak vízáteresztő képessége határozza meg. Azoknak a halaknak, amelyeknek az ornyílása kicsi (pl. csuka) rossz a szaglásuk [114], [56], [94].

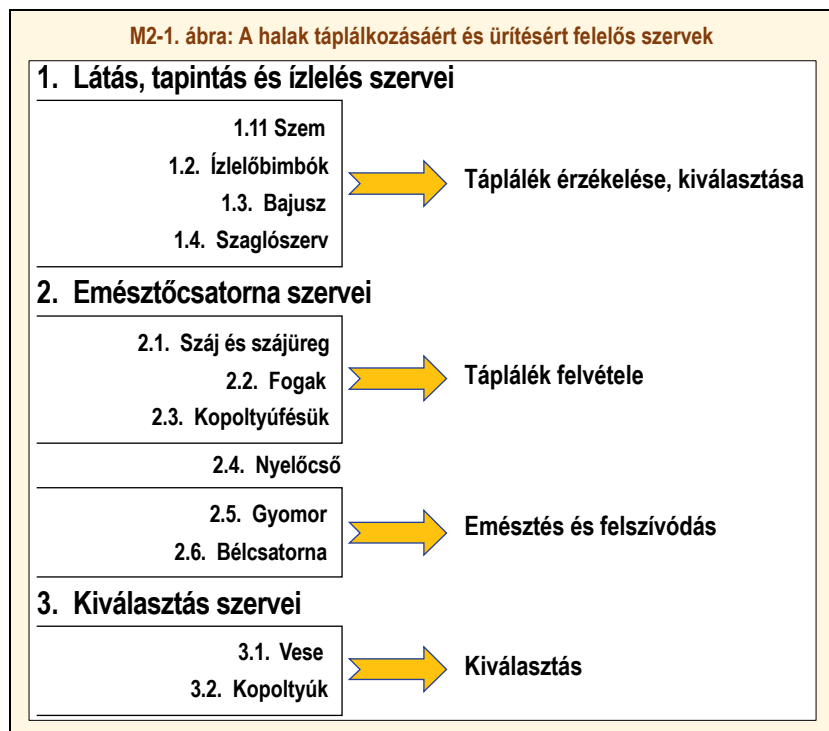
1.2 Az emésztőcsatorna részei

Hasonlóan a táplálék érzékelésében és annak kiválasztásában résztvevő szervekhez, a halak emésztőcsatornájának felépítése a tápláléktól és a táplálkozástól függően szintén nagyfokú diverzitást mutat.

1.2.1 A táplálékfelvétel szervei

A táplálék felvételének szervei a száj, a szájüreg, a fogak és a kopolyúíveken található kopolyúfésűk, mely utóbbiak a lebegő táplálék kiszűrésére alkalmasak.

A halak szájának mérete és állása jól tükrözi táplálkozásukat. Az obligát planktonszűrőknek és a ragadozóknak általában jól kitérhető nagy szájuk van, míg a békés halak szája kisebb. A száj állása a táplálkozás módját és a táplálékfelvétel irányát jelzi. Ennek értelmében azoknak a halaknak, amelyek a velük szemben lévő táplálékot kapják be (pl. ponty, csuka, süllő, bodorka) közép- vagy végállású szájuk van, míg azoknak a halaknak,



amelyek a fölöttük lévő vízfelszínről vagy vízoszlopból táplálkoznak vagy szűrnek (pl. kínai razbóra, fehér, pettyes és hibrid busa) a szája felső állású, míg a fenékről táplálkozók szája alsóállású (pl. kecsege). Néhány halfaj, így a ponty, ajkait harmonikaszerűen nyújtja. Ez azt teszi lehetővé, hogy a ponty több irányból is fel tudja venni a táplálékot, így egyaránt képes a vízoszlopban és a fenékről (azt túrva) is eredményesen táplálkozni.

A szárazföldi emlősökkel ellentétben a halak szájüregében nincs emésztés, csak minimális mértékű nyálkatermelés, ami sikamlósabbá teszi a felvett táplálékot. A halak a szájüregük izomzatának és csontozatának (nyelvcsont) segítségével vákuumot vagy túlnyomást képesek előállítani a szájüregben. Ennek eredményeképpen a hal gyorsan és erőteljesen beszippantja táplálékát. A szájüregbe bekerülő vizet a nagy szűrőfelületű kopolyúfésűkhöz, vagy a gázcserét lebonyolító kopolyúlemezekhez préseli.

A halaknak három eltérő típusú foga lehet; az állkapcsón, illetve a szájüregben elhelyezkedő fogak, valamint a garatfogak.

Az állkapcsokon elhelyezkedő fogak lehetnek fogszerűek (csuka, süllő) vagy kefeszerűen sűrűek (harcsa). A halak fogai rágásra nem alkalmasak, azok csak a táplálék megragadására, vagy a szilárd felületen található táplálék lekavarására szolgálnak.

A garatfogak a négy kopolyúív után az ötödiken találhatók. Ezek végzik a táplálék felaprítását és azt biztosítják, hogy a felaprított táplálék a nyelőcsőbe jusson és ne mosódjon ki a légzés során a kopolyúlemezeket keresztül. A garatfog lehet éles, mint pl. az amuré, ami alkalmas a növények erős, rostos szárának felaprítására is. A ponty garatfoga a táplálékot egy kemény, szaruszerű platformon összeroppantja és őrli, míg a busa garatfoga a kiszűrt planktont aprítja és pépesíti.

A módosult kopolyúfésűk szolgálnak az apró, esetenként mikroszkopikus méretű táplálék kiszűrésére. Ezek a kopolyúívek belső felén, a kopolyúlemezekkel ellentétes oldalon, két sorban találhatók. Sűrűségük a fajra jellemző, táplálékmérettől függő, faji bélyeg.

A nyelőcső a táplálékfelvétel utolsó szakasza. Ez halaknál rövid és izmos, nyálkát termelő szerv, amely a ragadozó halak esetében igen jól tágul. A nyelőcsőnek azonban nem csak a táplálék továbbításában van szerepe, de azt is megakadályozza, hogy a lenyelt táplálékkal víz kerüljön az emésztőrendszerbe.

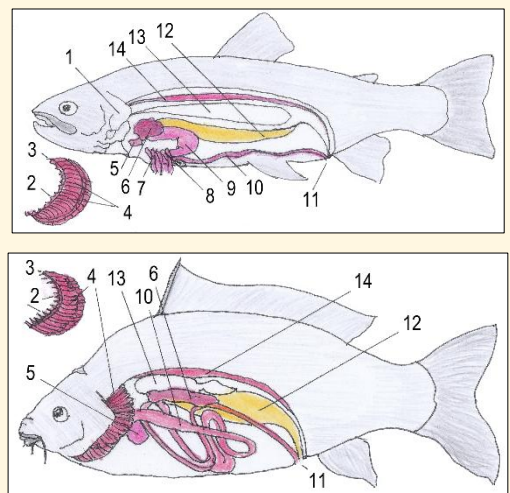
1.2.2 Az emésztés szervei

Az emésztés szervei, fajtól függően a gyomor és a bél, vagy csak a bél (lásd az M2-2. ábrát). Egyes halfajoknál (pl. ragadozók) mindkettő megtalálható, míg másoknak (pl. pontyfélék) nincs gyomruk csupán olyan bétágulatuk, amely csak szövet-tanilag tér el a bél további szakaszaitól.

Anatómiailag jól elkülönült gyomruk csak a ragadozóhalaknak van, amelyben a táplálék emésztése vagy forgatás nélkül (süllő) vagy forgatással (harcsa) kezdődik és halad keresztül. A gyomor alakja és mérete fajtól függő. A süllőnek csőszzerű, míg a harcsának öblös, zsákszerű gyomra van. A gyomrot pilorusz-függelékek (azaz gyomorvég függelékek) egészítik ki, amelyek száma, fajtól függően, akár több tíz is lehet. Ezeknek a függelékeknek az emésztésben és a táplálóanyagok raktározásában van szerepe. Hosszabb ideig, hozzávetőleg 3-4 hétig, éhező halnál a pilorusz függelékek degenerálódnak, aminek eredményeként a táplálóanyagok értékesülése akár 50%-kal is rosszabb lehet, annak ellenére, hogy a hal ismét megfelelő mennyiségű és minőségű táplálékhoz jut [56].

A pontynál hiányzik a gyomor, de ennek hiányát részben pótolja a folyamatos táplálékfelvétel. A halak bele egyszerű tekervényes cső, amelynek hossza fajtól és táplálkozástól függően eltérő. Ahogy azt az M2-2. ábra mutatja az előbél vastagabb, mint az utóbél és a végbél. Az egyes bélszakaszok morfológiailag alig különböznek egymástól, funkcionálisan viszont igen. Az előbélben és a középbél első szakaszában történik a fehérjék és zsírok emésztése és felszívódása. A szénhidrátok, így a keményítő emésztése és felszívódása a középbél

M2-2. ábra: Egy tipikus gyomorral rendelkező és gyomornélküli hal emésztőszerveinek sematikus képe



(1) Kopolyúívfedő, (2) Kopolyúív, (3) Kopolyúívfésű, (4) Kopolyúívfedő, (5) Szív, (6) Máj, (7) Vakbél és hasnyálmirigy, (8) Lép, (9) Gyomor, (10) Bél, (11) Pisztráng: Végbélnyílás és urogenitális papilla, (12) Pisztráng: Végbélnyílás, Ivarnyílás és Húgycső, (13) Ivarszervek, (14) Vese.

hátsó szakaszában megy végbe. Növényevő halaknál a rostalkotó anyagok feltárása, azaz fermentációs úton történő lebontása az utóbélben történik.

A bél relatív hossza, azaz, hogy a bél hányszor hosszabb, mint a hal teste, nagyon fontos, fajra és tartásra egyaránt jellemző, gyakorlati információ. Halaink célszerű etetésével biztosítani lehet, hogy a bél a fajra jellemző hosszúságot érjen el. Pontynál és az amurnál is megfigyelték [97], [53], hogy lédús természetes takarmány hiányában, azaz nagyobb rostalkotó anyag tartalmú takarmány etetésekor a bélcső rövidebb lesz, mint a fajra jellemző érték.

A bélsár a halakból a végbélnyíláson keresztül távozik. Állaga és beltartalma a felvett természetes és mesterséges táplálék minőségétől, mennyiségétől és számos, az emésztést meghatározó és befolyásoló tényezőtől függ.

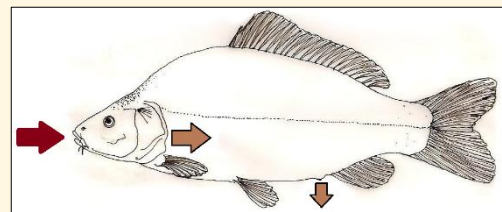
1.3 A kiválasztás szervei

A megemésztett táplálóanyagok egy része beépül a szervezetbe, más része az anyagcsere folyamatok során elég vagy kiürül [114]. Az anyagcsere melléktermékeit; azaz a szén-dioxidot (CO_2) és a vízben oldott ásványi anyagokat (Na, Cl, szulfátok, foszfátok), továbbá a fehérje anyagcseréből származó ammóniát és karbamidot, a vér, és kis mértékben a nyirok szállítja a kiválasztószervekhez, a veséhez és a kopolyúhoz.

A halak veséje az úszóhólyag felett, a gerincoszlop alatt található, ahhoz szorosan hozzátapad, és a hasüreg teljes hosszán végighúzódik. A vese feladata, hogy az előzőekben felsorolt, vízben oldott, de a szervezet számára felesleges, esetleg mérgező anyagokat a vérből kiszűrje és a halból eltávolítsa. Ez az édesvízi halak esetében a vizelettel történik.

A véráram a szén-dioxidot hidrogén-karbonát formájában közvetlenül a kopolyúhoz szállítja, ahol az nagyrészt széndioxidra és vízre bomlik, majd a külső légzés során kijut a szervezetből. A kopolyúlemezek azonban nemcsak a széndioxidot és a vizet juttatják ki a szervezetből, hanem a fehérje anyagcsere során termelődött ammónia 90%-a és a karbamid 70%-a, valamint a feleslegben lévő ásványi anyagok is itt távoznak el [114].

M2-3. ábra: A halak kiválasztásának sematikus képe



Az anyagcsere-termékek visszakérülnek abba a vízbe, ahonnan a táplálékot/takarmányt a hal felvette. A széklet a végbélnyíláson, míg a szén-dioxid, az ammónia és a karbamid a kopolyúkon keresztül távozik a hal szervezetéből.

2. FONTOSABB HALAINK NÖVEKEDÉSE ÉS TÁPLÁLKOZÁSA

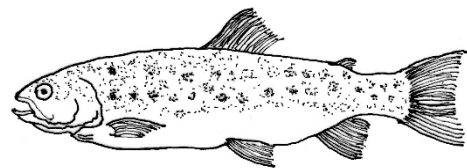
Ebben a fejezetben a hazai természetesvízi halgazdálkodás és a halgazdasági termelés számára legfontosabb halfajok szerepelnek hőmérsékleti igényeik szerint csoportosítva (hidegvízi, melegvízi és trópusi fajok).

2.1 Hidegvízi halak

Hazánkban a hidegvízi halak közül két pisztrángfélé, a sebespisztrángot és a szivárványos pisztrángot termelik üzemi méretekben.

Sebes pisztráng (*Salmo trutta m. fario*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: takarmányhasznosítása 16 °C körüli hőmérsékleten a legjobb. Az íváshoz és az ikrafejlődéshez ennél hidegebb víz szükséges. A természetes élőhelyén és a felszíni vizekkel táplált gazdaságokban a várható növekedést az M2-1. táblázat foglalja össze. **Ivarérettség hazánkban:** 3-4 év, az ivarérett példányok súlya 1-2 kg. **Világ- és országos horgászrekordok:** 20,1 kg és 3,68 kg.



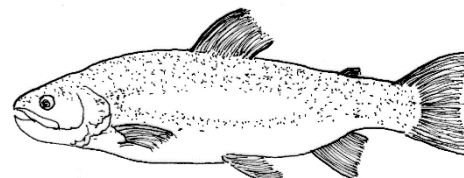
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó, (3) rowarevő. **Természetes táplálék:** a fogyasztott természetes táplálék a halak korától és méretétől, valamint a táplálék méretétől és az aktuális élőhelytől függ. Táplálkozása agresszív, falánk és opportunistá, mivel szinte bármit megragad és elfogyaszt. A víz közelében repülő és vízbe eső szárazföldi rovarokat is előszeretettel vadássza és fogyasztja. **Takarmányok:** tradicionálisan a nagy környezeti terheléssel járó vágóhídi és halfeldolgozási hulladékkal etették. Ma már a kis környezeti terheléssel járó, megbízható minőségű, teljesértékű ipari tápok etetésével érhető el kiváló növekedés és húsmínőség.

M2-1. táblázat: A sebespisztráng növekedése természetes vizekben és a halgazdaságokban				
Szükséges idő			Természetes vizekben	Intenzív termelési rendszerekben ¹
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)			
	Évente	Összesen		
1.	7-8	7-8	2-10	~ 80
2.	12	19-20	10-80	~ 1200
3.	12	31-32	20-300	

Megjegyzés: ¹ A vízhőmérséklet a természetes hidegvizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

Szivárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: takarmányhasznosítása 16 °C körüli hőmérsékleten a legjobb. Az íváshoz és ikrafejlődéshez hidegebb, 8-12 °C-os víz szükséges. A letális vízhőmérséklet tartósan 24 °C. A természetes élőhelyén és a felszíni vizekkel táplált gazdaságokban a várható növekedést az M2-2. táblázat mutatja. **Ivarérettség hazánkban:** 2-3 év, az ivarérett példányok súlya 2-3 kg. **Legnagyobb publikált méret:** 25,4 kg, **Világ- és országos horgászrekordok:** 21,77 kg és 6,14 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó, (3) rovarevő. **Természetes táplálék:** a természetes tápláléka a halak korától és méretétől, valamint a táplálék méretétől és az aktuális élőhelytől függ. Táplálkozása agresszív, nagyon falánk és opportunist, mivel szinte bármit megragad és elfogyaszt. A víz közelében repülő és vízbe eső szárazföldi rovarokat is elfogyasztja. **Takarmányok:** tradicionálisan a nagy környezeti terheléssel járó vágóhídi és halfeldolgozási hulladékkal etették. Ma már a kis környezeti terheléssel járó megbízható minőségű teljesértékű ipari tápok etetésével érhető el kiváló növekedés és húsmínőség.

M2-2. táblázat: A szivárványos pisztráng növekedése természetes vizekben és a halgazdaságokban				
Szükséges idő			Természetes vizekben	Intenzív termelési rendszerekben ¹
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)			
	Évente	Összesen	Egyedsúly (g)	
1.	7-8	7-8	≤ 100	~ 100
2.	12	19-20	≤ 350	~ 1500
3.	12	31-32	≤ 1000	

Megjegyzés: ¹ A vízhőmérséklet a természetes hidegvizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

2.2 Melegvízi halak

Legtöbb halfajunk ehhez a csoporthoz tartozik, amelyik magába foglalja a tokfélék, angolnafélék, pontyfélék, harcsafélék, törpeharcsafélék, csukafélék, díszsügérfélék és sügérfélék családjainak hazánkban őshonos, beletelepített vagy halgazdaságban termelt fajait.

A fenti családokhoz tartozó, a természetes vizekben gyakori melegvízi halak közül sok nemkívánatos gyomhálnak számít azokban a halastavakban, ahol ivadékot nevelnek vagy a nyújtás és piacihal mellett nem nevelnek ragadozó halakat. Ebben az esetben, annak érdekében, hogy a tavat ellátó víztestből ne kerüljön nemkívánatos hal a tóba javasolt a tó méretéhez és a vízellátás nagyságához méretezett vadhaltörőt használni.

2.2.1 Tokfélék

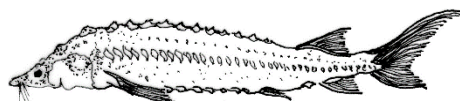
A tokok az Acipenseridae családjába tartoznak. Primitív fajok, mert testüket csontos lemezek fedik, vázrendszerük porcos. A tokfélék legtöbb faja *anadrom**, életük nagy részét tengerekben töltik és csak íváskor térnek vissza az édesvizekbe. Ebbe a családba 25 faj tartozik. A természetben nagyméretűre, de lassan nőnek, gyakran évtizedek szükségesek az ivarérettség eléréséhez. A legtöbb faj veszélyeztetett, mivel jó minőségű ikrájuk (kaviár) és húruk miatt túlhalásszák. A tokokat természetes vizekbe történő visszahelyezésre, vagy kaviár előállítás céljából nevelik. Leggyakrabban a következő öt fajt termelik a régióban: vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii*), sőregtok (*Acipenser stellatus*), viza (*Huso huso*), simatok (*Acipenser nudiiventris*), kecsge (*Acipenser ruthenus*) és lapátorrú tok (*Polyodon spatula*).

M2-3. táblázat: A leggyakoribb tokfélék kora és súlya ivaréreskor, valamint a peteérési ciklusok időtartama vadon élő és tenyésztett állományokban								
Fajok	A halak kora és súlya ivaréreskor						Peteérési ciklusok időtartama (év)	
	Tejesek kora (év)		Ikrások kora és súlya (év)					
	Vadon élő állomány	Tenyésztett állomány	Vadon élő állomány		Tenyésztett állomány		Vadon élő állomány	Tenyésztett állomány
			Kor (év)	Súly (kg)	Kor (év)	Súly (kg)		
Vágótok	8-10 (7-10)	3-4 [1,5-1,6]	10-14 (8-15)	9,9-18	6-8 [2,6-4,1]	7,4-14	3-5	1-3 [0,8-1,2]
Sőregtok	5-6 (3-8)	3-4 [1,5-1,6]	8-10 (6-13)	4,4-13,7	5-7 [2,6-3,5]	5,4-9	3-4	1-2 [0,8-1]
Viza	12-14 (9-14)	5-8 [2,6-3,8]	6-18 (11-19)	71-150	9-12 [4,3-5,5]	32-65	≥ 4-10	2-3 [0,9-1,9]
Kecsege	3-8	2-3 [0,9-1,4]	3-12	0,3-2,5	3-5 [1,9-2]	0,3-2,5	2-3	1-2 [0,4-0,6]

Megjegyzés: A kerek zárójelben szereplő adatok az azovi populációkra vonatkoznak. A szögletes zárójelben szereplő adatok a temperált vizű halgazdaságokban (kb. 18 °C) várható éveket jelzik. (Forrás: [18], [127])

Vágótok (*Acipenser gueldenstaedtii*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: a víz hőmérséklet széles skáláját tolerálja. Bár melegvízi hal, de a táplálkozás, táplálék értékesítés és a növekedés szempontjából az optimális víz hőmérséklet 18 °C környékén mozog. **Ivarérettség:** ♂ 8-10 év (15-18 kg), ♀ 10-15 év (22-24 kg). Lásd még az M2-3. táblázatot. **Legnagyobb publikált méret és horgász világrekord:** 115,0 kg és 40,85 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) gerinctelen fenéklakó állatok fogyasztója. **Természetes táplálék:** fenéklakó alacsonyabb rendű vízi állatok, puhatestűek, rákok, rovarok, rovar lárvák és halak. **Takarmányok:** a termelési rendszertől függően úgy a kiegészítő takarmányokat, mint a teljesértékű ipari tápok jól hasznosítja.

Kecsege (*Acipenser ruthenus*)

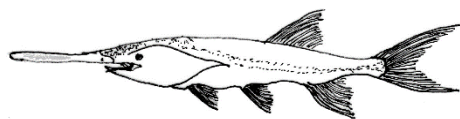
Hőmérsékleti igénye és növekedése: 10-15 °C-os vízben ívik, de a víz hőmérséklet széles skáláját tolerálja. Bár melegvízi hal, a táplálkozás, táplálék értékesítés és a növekedés szempontjából a faj számára optimális víz hőmérséklet 18 °C környékén mozog. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 3-8 év, ♀ 8-12 év. Lásd még az M2-3. táblázatot. **Legnagyobb publikált méret:** 16,0 kg. **Világ- és országos horgászrekordok:** 9,2 kg és 9,2 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) gerinctelen fenéklakó állati szervezetek fogyasztója. **Természetes táplálék:** fenéklakó alacsonyabb rendű állatok, puhatestűek, rákok, rovarok, rovar lárvák és halak. **Takarmányok:** a termelési rendszer függvényében úgy a kiegészítő takarmányokat, mint a teljesértékű ipari tápok jól hasznosítja.

Lapátorrú tok (*Polyodon spatula*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 10-16 °C-os vízben ívnak, de a táplálékfelvétel legkedvezőbb hőmérséklete 15 és 20 °C között mozog [107]. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 4-14 év, ♀ 6-14 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 65,32 kg és 34,45 kg.



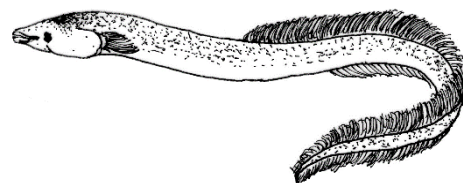
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) plankton szűrő, (2) gyakorlatilag minden megfelelő méretű táplálékot kiszűr, elfogyaszt. **Természetes táplálék:** Mérettől függően alga- és zooplankton. **Takarmányok:** Medencében nevelve az ivadék fogyasztja a kis adagokban beadott lebegő, vagy lassan süllyedő tápot. Takarmányozásra csak addig van szükség, amíg a hal át nem tér a fajra jellemző táplálkozásra és táplálékra. Tavi előnevelése során takarmányozása megegyezik a pontyével. Halastóban a ponty takarmányozása során keletkező megfelelő méretű lebegő takarmányrészeket kiszűri.

2.2.2 Angolnafélék

Természetes vizeinkben egyetlen faj él, amelynek egyedei vándorlásuk során kerültek be, vagy jelenlétük tudatos betelepítésüknek köszönhető. Gazdaságos halgazdasági termelése csak temperáltvízű intenzív rendszerekben javasolható.

Angolna (*Anguilla anguilla*)

Hőmérsékleti igénye, növekedése és ivarérettsége: jól táplálkozik 20 °C-nál magasabb hőmérsékletű vizekben. A felvándorolt vagy telepített angolnák 2-20 évet töltenek az édesvizekben. A hímek 6-12 év, míg a nőstények 9-20 év alatt lesznek ivarérettek. **Világ- és országos horgászrekordok:** 7,0 kg és 2,85 kg.



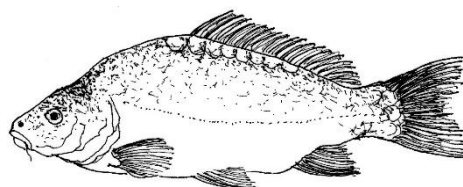
Táplálkozás szerinti besorolás és természetes táplálék: (1) ragadozó, (2) halragadozó, (3) fenéklakó gerinctelenek. Főleg élő állati szervezeteket fogyaszt, de alkalmakként dögevő. **Takarmányok:** temperáltvízi intenzív rendszerekben megbízható minőségű teljesértékű ipari tápok.

2.2.3 Pontyfélék

Ebben a fejezetben a hazai pontyfélék közül a halgazdálkodás és haltermelés számára tizenkilenc legfontosabb faj növekedése és táplálkozása került bemutatásra. Ezek a fajok a ponty, fehér busa, pettyes busa, busa fajhibrid, amur, compó, széles kárász, dévérkeszeg, jászkeszeg, paduc, bodorka, vörösszárnú keszeg, szilvaorrú keszeg, domolykó, karikakeszeg, márna, balin, ezüstkárász és a kínai razbóra.

Ponty (*Cyprinus carpio*)

A világon az egyik legváltozatosabb *fenotípussal** előforduló édesvízi hal. A tógazdaságban fő és mellékhalaként egyaránt termelhető, és kiválóan teljesít intenzív haltermelési rendszerekben is.



Hőmérsékleti igénye és növekedése: 18-20 °C-os vízben ívik. Táplálékfelvétele 22 és 26 °C között a legintenzívebb, és táplálékhasznosítása is ebben a hőmérsékleti tartományban a legjobb. A letális vízhőmérséklet 37,0 °C. A nemes ponty növekedési erélye olyan nagy, hogy megfelelő hőmérséklet és táplálékellátás mellett, már az első évben elérheti az 1 kg-os testtömeget. A ponty hazai éghajlat alatt állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-4. táblázat foglalja össze. **Ivárettség hazánkban:** ♂ 3-3,5 év; ♀ 3,5-4 év. **Legnagyobb publikált méret és élettartam:** 46,0 kg. A természetben 25-30 évig élhet. **Világ- és országos horgászrekordok:** 44,15 kg és 44,15 kg.

M2-4. táblázat: A ponty növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban						
Szükséges idő			Természetes vizekben ¹	Tógazdasági haltermelésben		Intenzív termelési rendszerekben ²
Év	Hasznos tenyésztési idő hossza (hónap)			Három éves (+1) üzemi formában	Kétéves üzemi formában	
	Évente	Összesen				
1.	~ 4	~ 4	55-60	20-30	200-250	~ 250
2.	~ 6	~ 10	320-325	200-300	1500-2000	~ 3000
3.	~ 6	~ 16	740-745	1500-2000	-	
4.	~ 6	~ 22	1150-1160	(2500-3000)	-	

Megjegyzés: ¹ Az adatok a Duna középső szakaszára érvényesek. Az első évek során elérhető nagy halméret a természetben a faj növekedési potenciálját bizonyítja, amelyet a jóval nagyobb állománysűrűség miatt nem teljes mértékben lehet kihasználni a hagyományos tógazdasági haltermelésben.

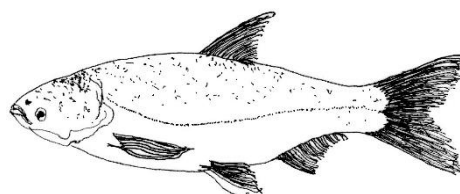
² A vízhőmérséklet a felmelegedő természetes vizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) bentoszevő, (3) zooplankton szűrő (legelő). **Természetes táplálék:** gyakorlatilag minden megfelelő méretű táplálékot elfogyaszt. (1) A lárvák első természetes tápláléka a zooplankton 40-80 µm méretű szervezetei (protozoák, kerekesszék, evezőlábú rákok *naupliusz** lárvái). (2) Az előnevelt- és kisivadék fő táplálékai a kerekesszék, ágascsapú és evezőlábú rákok. Hozzávetőlegesen 10 cm-es (10-15 g), amikor a fajra jellemző fő természetes táplálék (fenékfauna) fogyasztására rátér. (3) A növendék és piaci hal fő tápláléka a zooplankton szervezetek nagyobb, kiszűrhető egyedei, a szúnyog és árvaszúnyog lárvák, de minden fenéken és a vízi vegetáció között, illetve a vízfelszín alatt élő rovar, rovarlárva és puhatestű, továbbá a vízi növények ehető termését és magját is elfogyasztja. **Melléktaplálék, alkalmi és kényszerűségből fogyasztott táplálék** lehet számára a vízi növények fiatal hajtása, vízi állatok bomló teteme, de szerepelhet az étrendjén hallárva és szájánál jóval kisebb méretű hal és halivadék is. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú takarmányt szívesen fogyaszt, ha annak mérete megfelelő. A kiegészítő takarmányokat, és a teljesértékű ipari tápokát jól hasznosítja.

Fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*)

és busa fajhibrid

A tógazdaságban fő és mellékalként egyaránt termelik. Ivadékát táplálékalként is használják. Fajtiszta állományai ritkák, gyakoribb a fehér és pettyes busa fajhibrid. Ez utóbbi táplálkozása a két szülőtől ténylegesen örökített táplálkozási jellegzetességeket mutatja.

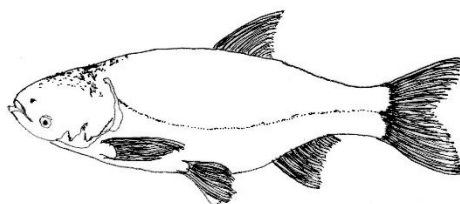


Hőmérsékleti igénye és növekedése: 18-20 °C-os víz hőmérsékleten ívásra felúszik a folyók felső szakaszához. A 22 °C-nál magasabb víz hőmérséklet felett kezd jelentős mértékben táplálkozni. Hazai éghajlati viszonyok között az állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-5. táblázat foglalja össze. Meleg nyári napokon egy 0,5-0,6 kg méretű hal képes akár 10 g/nap súlygyarapodást is elérni. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 4-6 év; ♀ 5-6 év. **Legnagyobb publikált méret (világrekord):** 48,5 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) plankton szűrő, (2) algaplankton szűrő. **Természetes táplálék:** gyakorlatilag minden megfelelő méretű táplálékot kiszűr, elfogyaszt. (1) A lárva első tápláléka a zooplankton 40-80 µm méretű szervezetei (protozoák, kerekesszék, evezőlábú rákok naupliusai). (2) Az előnevelt- és kisivadék továbbra is kerekesszék, ágascsapú és evezőlábú rákokat fogyaszt. (3) A növedék- és piaci hal fő- és melléktáplálékai között van minden 30-40 µm méretű lebegő plankton szervezet, azaz ebbe a mérettartományba eső alga- és zooplankton szervezetek és lebegő baktérium kolóniák. *Alkalmi és kényszerűségből fogyasztott táplálék* lehet továbbá a halastó fenekén található híg szervesanyag-üledék, amelyet az erre kényszerülő éhező halak felkavarnak, majd azt a vízoszlopából kiszűr. **Takarmányok:** Takarmányozásra csak addig van szükség, amíg a hal át nem tér a fajra jellemző táplálkozásra és táplálékra. Tavi előnevelése során takarmányozása megegyezik a pontyével. Halastóban a ponty takarmányozása során keletkező megfelelő méretű lebegő takarmányrészeket kiszűr.

Pettyes busa (*Aristichthys nobilis*)

A tógazdaságban mellékalként termelik. Fajtiszta állományai ritkák.



Hőmérsékleti igénye és növekedése: 18-20 °C-os víz hőmérsékleten ívásra úszik fel a folyók felső szakaszához. A 22 °C-nál magasabb víz hőmérséklet felett kezd nagyon intenzíven táplálkozni. Hazai éghajlati viszonyaink között az állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-5. táblázat foglalja össze. Nagy növekedési erélyű hal. Hosszú forró nyáron elérheti az 1 kg-os méretet, ha táplálkozásának feltételei adottak. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 6-7 év; ♀ 7-8 év. **Világ- és országos horgászrekord:** mindkettő 80,0 kg.

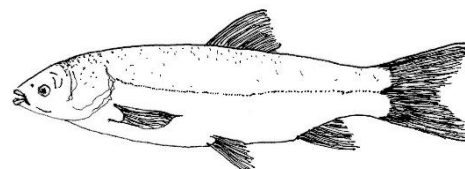
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) plankton szűrő, (2) zooplankton szűrő. **Természetes táplálék:** gyakorlatilag minden megfelelő méretű táplálékot kiszűr, (1) A lárva első tápláléka zooplankton 40-80 µm méretű szervezetei (protozoák, kerekesszék, evezőlábú rákok naupliusz lárvái). (2) Az előnevelt és kisivadék kerekesszék, ágascsapú és evezőlábú rákokat fogyaszt. (3) A növedék- és piaci méretű hal fő táplálékai a 60-300 µm méretű lebegő szervezetek, azaz a megfelelő méretű alga- és zooplankton, ebbe beleértve a moinát is. *Melléktáplálékai* lehetnek a megfelelő méretű lebegő egysejtű zöld algák. *Alkalmi és kényszerűségből fogyasztott táplálék* lehet továbbá a halastó fenekén található híg szervesanyag üledék, amelyet az erre kényszerülő éhező halak felkavarnak, majd ezt a vízoszlopából kiszűr. **Takarmányok:** takarmányozással csak addig kell számolni, míg a hal át nem tér a fajra jellemző táplálkozásra és táplálékra. Tavi előnevelése során takarmányozása hasonló a pontyével. Halastóban a ponty takarmányozása során keletkező megfelelő méretű lebegő takarmányrészeket kiszűr.

M2-5. táblázat: A fehérbusa, pettyesbusa és hibridjeiknek növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban						
Szükséges idő			Természetes vizekben ¹	Tógazdasági haltermelésben		Intenzív termelési rendszerekben ²
Év	Hasznos tenyésztési idő hossza (hónap)			Három éves üzemmódban	Kétéves üzemmódban	
	Évente	Összesen				
1.	~ 4	~ 4	≥ 20	20-30	200-250	Vannak országok, ahol ketrecben nevelik
2.	~ 6	~ 10	≥ 300	200-300	1000-3000	
3.	~ 6	~ 16	≥ 1000	1000-3000	-	

Megjegyzés: ¹ A természetes vizekben elérhető nagy egyedsúly a fajok növekedési potenciálját jelzi, amelyet a jóval nagyobb állománysűrűség miatt nem teljes mértékben lehet kihasználni a tógazdasági haltermelésben. ² A vízhőmérséklet a felmelegedő természetes vizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

Amur (*Ctenopharyngodon idella*)

A tógazdaságban fő- és mellékhal egyaránt lehet.



Hőmérsékleti igénye és növekedése: 20-22 °C-os vízhőmérsékletnél ivásra úszik fel a folyók felső szakaszához. A 22 °C-nál magasabb vízhőmérséklet felett kezd intenzíven táplálkozni. A 26-28

°C-os vízben olyan agresszíven táplálkozik, hogy a vízfőle hajló füvet, nádat is legeli. Jó növekedési erélyű hal. Ha megfelelően táplálkozik, nagyon gyorsan nő. Erre a legjobb példa, hogy a MOHOSZ horgászrekordlistái szerint a hazánkba való betelepítése után már három évvel fogtak 10 kg-nál nagyobb példányokat. Hepher és Pruginin [57] szerint a békalencsén nevelt 0,4 kg-os amur elérheti a napi 4,3 g súlygyarapodást, míg 25% fehérjetartalmú táppal ez az érték csak 2,4 g/nap. Hazai éghajlati viszonyok között az állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-7. táblázat mutatja. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 5-6 év; ♀ 6-8 év. **Legnagyobb publikált méret és világ/országos horgászrekord:** 45,0 kg és 40,5 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) növényevő, (2) makrofita. **Természetes táplálék:** Gyakorlatilag minden vízben található növényt (M2-6. táblázat) és más természetes táplálékot (magvakat, rovarokat, rovarlárvákat, szájjánál kisebb halat stb.) elfogyaszt. Az amur táplálkozó lárvája és előnevelt ivadékának természetes tápláléka nagyban megegyezik a ponty és a busák hasonló korú egyedeinek táplálékával. Hozzávetőleges 4-6 cm-es mérettől fokozatosan tér át a fajra jellemző növényevésre. Először fonalas algákat, zsege vízinövények hajtásait fogyasztja.

M2-6. táblázat: Amur preferenciája a különböző növényekkel szemben			
Növény neve	Étvág ¹	Növény neve	Étvág ¹
Érdes tócsagaz (<i>Ceratophyllum</i> sp.)	4	Üveglevelű békaszőlő (<i>Potamogeton lucens</i>)	4
Csillárkamoszat (<i>Chara</i> sp.)	4	Úszó békaszőlő (<i>Potamogeton natans</i>)	4
Fonalas zöldalga (<i>Cladophora</i> sp.)	4	Fésűs békaszőlő (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	3
Kanadai átokhínár (<i>Elodea</i> sp.)	4	Hínáros békaszőlő (<i>P. perfoliatus</i>)	4
Békatutaj (<i>Hydrocharis</i> sp.)	3	Hínáros vízboglárka (<i>Ranunculus</i> sp.)	1
Mocsári nőszirm (<i>Iris</i> sp.)	2A	Sziki káka (<i>Schoenoplectus</i> sp.)	3
Füzéres süllőhínár (<i>Myriophyllum</i> sp.)	4	Nagy békakorsó (<i>Sium latifolium</i>)	3
Nagy tüskeshínár (<i>Najas marina</i>)	4	Békanyál (<i>Spirogyra</i> sp.)	4
Közönséges nád (<i>Phragmites</i> sp.)	3A	Sulyom (<i>Trapa natans</i>)	3
Vidra keserűfű (<i>Polygonum</i> sp.)	2	Keskenylevelű gyékény (<i>Typha angustifolia</i>)	2A
Fodros békaszőlő (<i>Potamogeton crispus</i>)	3	Széles levelű gyékény (<i>Typha latifolia</i>)	3A

Megjegyzés: ¹ 4-es besorolás: 8 órán belül nagy étvággal. 3-as besorolás: 24 órán belül közepes étvággal (3A: kemény szárat meghagyták). 2-es besorolás: 48 órán belül fogyott el (2A: kemény szárat meghagyták). 1-es besorolás: csak 25-30%-ban fogyott [6].

Takarmányok: tavi előnevelése során takarmányozása hasonló a pontyéhoz. Csak addig célszerű etetni, míg a hal át nem tér a fajra jellemző táplálkozásra és táplálékra. Később gyakorlatilag minden típusú frissen vágott zöldtakarmányt szívesen elfogyaszt, amit naponta frissen ajánlott etetni. Mivel felveszi az abrak takarmányt is, ami májelfajulást okozhat, javasolt a napi etetést a halastóban az amurral kezdeni. Néhány országban már az amur számára is gyártanak teljesértékű ipari tápokot.

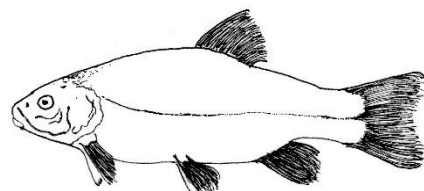
M2-7. táblázat: Az amur növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban						
Szükséges idő			Természetes vizekben ¹	Tógazdasági haltermelésben		Intenzív termelési rendszerekben ²
Év	Hasznos tenyésztési idő hosszát (hónap)			Három éves üzemi formában	Kétéves üzemi formában	
	Évente	Összesen				
1.	~ 4	~ 4	≥ 20	20-30	200-250	Üzemi kísérletek folynak.
2.	~ 6	~ 10	≥ 300	200-300	1000-3000	
3.	~ 6	~ 16	≥ 1000	1000-3000	-	

Megjegyzés: ¹ A természetes vizekben elérhető nagy egyedsúly a faj növekedési potenciálját jelzi, amelyet a jóval nagyobb állománysűrűség miatt nem teljes mértékben lehet kihasználni a tógazdasági haltermelésben. ² A vízhőmérséklet a felmelegedő természetes vizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

Compó (*Tinca tinca*)

A tógazdaságban járulékos halként termelik.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 20 °C hőmérséklet feletti vízben ívik. A hőmérsékleti igénye a pontyhoz hasonló. A letális vízhőmérséklet 35,2 °C. Lassú növekedésű hal. Hazai éghajlati viszonyok között az állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-8. táblázat foglalja össze. Ponty mellett a háromnyaras korosztály 0,15-0,3 kg-os méretűre nevelhető, de a compót és a pontyot csak a harmadik évben javasolt együtt nevelni. Ponty nélkül megfelelő etetéssel ennél nagyobbra nevelhető. A természetes vizekben 7-8 éves korára elérheti az 1,2-1,65 kg-os testtömeget, hazánkban főleg 0,5 kg-nál kisebb példányok fordulnak elő. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 2-3 év; ♀ 3-4 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 7,54 kg és 3,6 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) bentoszevő. **Természetes táplálék:** Lajkó [75] szerint élőhely és táplálkozás szempontjából egyik jelentősebb halunkkal sem konkurál, ha elenyésző mennyiségben van jelen a polikultúrában. (1) A lárva első tápláléka a zooplankton 40-60 µm méretű szervezetei, míg az előnevelt és kisivadék nagyobb kerekesszeme, ágascsapú és evezőlábú rákokat fogyasztanak. (2) A növekedés és piaci táplálékát kimondottan az iszából veszi fel. Emellett a növényzet között élő rovarok és azok lárvái, valamint a szerves törmelék, illetve a vízi növények zseme hajtásai és magjai is szerepelhetnek alkalmi táplálékként. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú takarmányt szívesen fogyaszt, ha annak mérete megfelelő. A termelési rendszer függvényében úgy a kiegészítő takarmányokat, mint a teljesértékű ipari tápok jól hasznosíthatók.

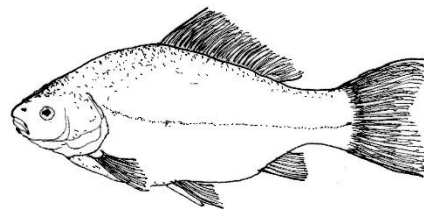
M2-8. táblázat: A compó növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban					
Szükséges idő			Természetes vizekben	Tógazdasági haltermelésben	Intenzív termelési rendszerekben ¹
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)				
	Évente	Összesen	Egyedsúly (g)		
1.	~ 4	~ 4	5-10	10-20	~ 100
2.	~ 6	~ 10	20-40	50-100	~ 500
3.	~ 6	~ 16	150-300	~ 500	

Megjegyzés: ¹ A vízhőmérséklet a felmelegedő természetes vizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

Széles kárász (*Carassius carassius*)

A tógazdaságban piaci halnak termelhetik.

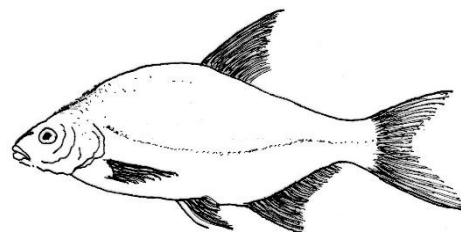
Hőmérsékleti igénye és növekedése: táplálkozásának hőmérsékleti igénye a pontyhoz hasonló. A letális vízhőmérséklet 39,0 °C. A szakirodalom szerint húsz évig is élhet és elérheti a 2 kg-os testtömeget, de 0,5 kg-nál nagyobb példányok hazánkban ritkák. **Ivarérettség hazánkban:** 2-3 év. **Legnagyobb publikált méret:** 3,0 kg. **Világ- és országos horgászrekordok:** 2,41 kg és 1,35 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás és természetes táplálék: (1) mindenevő, (2) bentoszevő. A fiatal egyedek zooplanktonot fogyasztanak, később áttérnek a bentosz, illetve a vízirovarok és lárváik fogyasztására. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú takarmányt szívesen fogyaszt, ha annak mérete megfelelő.

Dévéreszeg (*Abramis brama*)

A régióban régebben a pontyot helyettesítették ezzel a hallal a tógazdaságokban. A harcsa teletetésénél azokkal együtt takarmányhalként telepítik. Jelentős szerepe a természetesvízi halgazdálkodásban van.



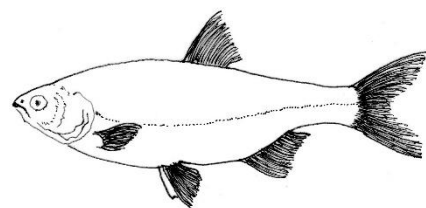
Hőmérsékleti igénye és növekedése: 18 °C hőmérséklet feletti vízben ívik. Az aktív táplálkozás hőmérsékleti igénye a pontyhoz képest 1-2 fokkal alacsonyabb. A letális vízhőmérséklet 31,8 °C. A Balatonban az első hét évben hozzávetőlegesen a következő egyedsúlyt érheti el: 7-8 g, 35-40 g, 85 g, 175 g, 285 g, 400 g és 550 g. Tavakban, ahol takarmányozás vagy intenzív pontyhorgászat folyik ennél gyorsabb növekedés várható el. **Ivarérettség hazánkban:** 3-4 év (♂ 15-22 cm), (♀ 15-25 cm). **Világ- és országos horgászrekordok:** 10,32 kg és 7,25 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) bentosz evő, (3) zooplankton evő. **Természetes táplálék:** életkortól és mérettől függően zooplankton, rovarok, rovar lárvák és puhatestűek. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú takarmányt szívesen fogyaszt, ha annak mérete megfelelő. A kiegészítő takarmányokat, és a teljesértékű ipari tápok is jól hasznosítja.

Jászkeszeg (*Leuciscus idus*)

A természetesvízi halgazdálkodásban van/lehet szerepe.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 12 °C-os vízben már ívni kezdhet. Életének első évében 4-5 g-os méretet, majd a rákövetkezőkben 50 g, 120 g, 190-200 g, 340 g, 480 g, 650 g, 720 g és 960 g egyedsúlyt érheti el. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 2-4 év és ♀ 3-5 év.



Világ- és országos horgászrekordok: 5,1 kg és 3,86 kg.

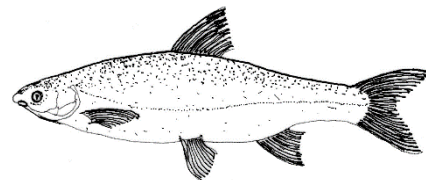
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) ragadozó. **Természetes táplálék:** a lárv és a kisivadék zooplanktonnal táplálkozik, majd ahogy nő minden megfelelő méretű ehető természetes táplálékot elfogyaszt. **Takarmányok:** Minden más halfaj etetésére használt, megfelelő állagú és méretű takarmányt elfogyaszt.

Paduc (*Chondrostoma nasus*)

A természetesvízi halgazdálkodásban van/lehet szerepe.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 9-11 °C-os vízben ívik.

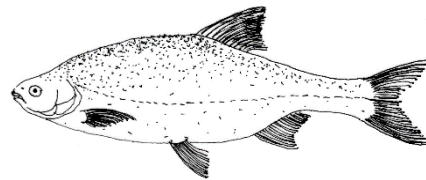
Ivarérettség hazánkban: 2-4 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 3,4 kg és 3,02 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) növényevő. **Természetes táplálék:** a lárv és a kisivadék zooplanktont fogyaszt, majd fokozatosan áttér a fajra jellemző algabevonat és fonalas alga fogyasztására. Ezek mellett alkalmilag makroszkopikus gerincteleneket és mérettől függően kisebb halakat is elfogyaszt. **Takarmányok:** a megfelelő méretű és állagú takarmányt is elfogyasztja.

Bodorka (*Rutilus rutilus*)

A természetesvízi halgazdálkodásban van/lehet szerepe. A tavak táplálóvizében tömegesen előforduló kisebb példányai a tógazdaságban gyomhálnak minősülnek, de a ragadozóhalak számára táplálék és csalihalként is hasznosítható.



Hőmérsékleti igénye és növekedése: 10-16 °C-os vízben ívik. A letális vízhőmérséklet 33,5 °C. Lassan növekszik, nagy számban maximum 0,2-0,3 kg-os testtömeget és 25 cm-es testhosszt érhet el. 1 kg-nál nagyobb példányai ritkák. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 2-4 év és ♀ 3-5 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 2,7 kg és 0,79 kg.

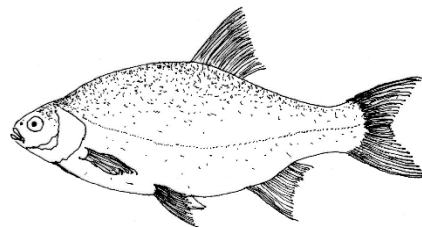
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) növényevő, (2) mindenevő. **Természetes táplálék:** az első évben zooplankton, később minden megfelelő méretű puhatestű, vízirovar és azok lárvái, de elfogyasztja a vízinövények zseme hajtásait is. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú, megfelelő méretű takarmányt elfogyaszt.

Vörösszárnyú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus*)

A természetesvízi halgazdálkodásban van/lehet szerepe.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 14-17 °C-os vízben ívik. A letális vízhőmérséklet 38,0 °C. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 2-4 év és ♀ 3-5 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 3,62 kg és 0,62 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) növényevő. **Természetes táplálék:** kezdeti zooplankton fogyasztás után áttér a fonalas algák majd a vízinövények hajtásainak fogyasztására, de emellett rovarokat és azok lárváit is fogyasztja. **Takarmányok:** a megfelelő méretű takarmányt felveszi.

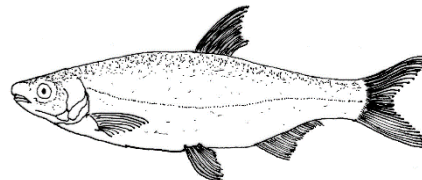


Szilvaorrú keszeg (*Vimba vimba*)

A természetesvízi halgazdálkodásban lehet szerepe.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 17-19 °C-os vízben ívik. 10-20 °C-os vizet preferálja. Az első hat évben a következő egyedsúlyokat érheti el: 8 g, 35 g, 80 g, 165 g, 245 g és 330-340 g. **Ivarérettség hazánkban:** 3-4 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 2,33 kg és 2,0 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) makroszkopikus gerinctelenek fogyasztója. **Természetes táplálék:** kezdeti zooplankton és algabevonat fogyasztás után makroszkopikus gerincteleneket fogyaszt (gyűrűsférgek, felemáslábú rákok és árvaszúnyog lárvák). **Takarmányok:** a megfelelő méretű és állagú takarmányt is felveszi.

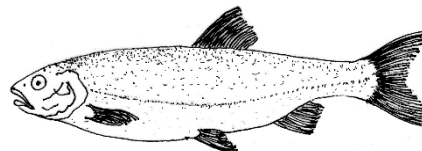


Domolykó (*Squalius cephalus*)

A természetesvízi halgazdálkodásban lehet szerepe.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: a kevésbé felmelegedő, leginkább 14 és 20 °C hőmérséklet közötti vizeket kedveli. Nálunk a 3 kg-os méretű egyedek már ritkák. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 3-4 év és ♀ 4-5 év. **Legnagyobb publikált méret:** 8,0 kg. **Világ- és országos horgászrekordok:** 5,72 kg és 3,15 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő. **Természetes táplálék:** az első életszakasz zooplankton tápláléka után minden megfelelő méretű puhatestűt, rovar, rovarlárvét elfogyaszt. A nagyobb testű példányok ragadozók is lehetnek. **Takarmányok:** minden megfelelő méretű és állagú takarmányt felvesz.

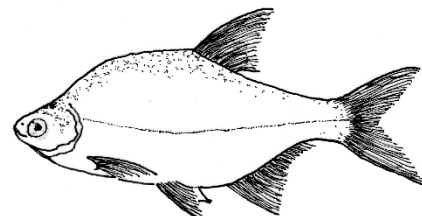


Karikakeszeg (*Blicca bjoerkna*)

A természetesvízi halgazdálkodásban lehet szerepe.

Hőmérsékleti igénye: 18-24 °C-os vízben ívik. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 3-4 év és ♀ 4-6 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 1,48 kg és 1,13 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő. **Természetes táplálék:** kezdeti zooplankton fogyasztás után a fenékről, a bentoszban található gerinctelenekkel táplálkozik. Növényi anyagokat is elfogyasztja, beleértve a növényi törmelékeket is, ha egyéb táplálék nem áll rendelkezésre. **Takarmányok:** minden megfelelő méretű és állagú takarmányt felvesz.

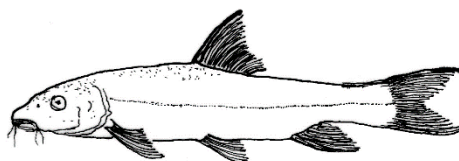


Márna (*Barbus barbus*)

A természetesvízi halgazdálkodás számára jelentős faj.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 16-18 °C-os vízben ívik. Leginkább a 10 és 24 °C közötti hőmérsékletű folyószakaszok vizeit kedveli. Vizeinkben leginkább 4-6 kg-os súlyt érhet el. **Ivarérettség hazánkban:** 3-5 év. **Legnagyobb publikált méret, világ- és országos horgászrekordok:** 12 kg, 9,58 kg és 7,87 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő. **Természetes táplálék:** az első életszakasz zooplankton tápláléka után a fenékről táplálkozik. Minden megfelelő méretű puhatestűt, rovar, rovarlárvét, de növényi törmelékeket és bomló szervezeteket is elfogyasztja. Nagyobb testű példányok kisebb halakat is elkapnak. **Takarmányok:** minden megfelelő méretű és állagú takarmányt felvesz.



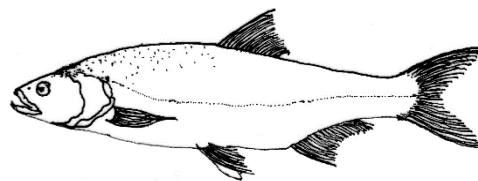
Balin (*Leuciscus aspius*)

A természetesvízi halgazdálkodás számára jelentős faj.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 10-12 °C-os vízben ívik. Leginkább a 20 °C-nál nem melegebb vizeket kedveli, bár a jobban felmelegedő vizekben is megél és intenzíven táplálkozik.

Ivarérettség hazánkban: 3-5 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 12,76 kg és 8,11 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó. **Természetes táplálék:** életük első szakaszában zooplankton, majd makroszkopikus gerincteleneket és vízre hulló rovarokat is fogyasztanak. A fajra jellemző halragadozó táplálkozásra az első év végén térnek át, amikor elérik a hozzávetőleg 15 cm-es testhosszt. **Takarmányok:** kisivadéka takarmányozható.

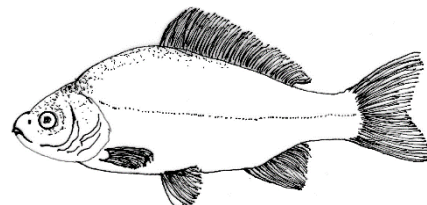


Ezüstkárász (*Carassius auratus gibelio*)

Hazánkban gyomhalnak számít. Környezetével szemben tág toleranciájú halfaj. A ponty erős táplálék konkurensa. Egyes vélemények szerint a ragadozók közül csak a csuka fogyasztja szívesen. A kárászt csalihalként lehet értékesíteni, de tenyérnyi példányai étkezési halként is értékesíthetők.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: a ponttyal hasonló vízhőmérsékletet preferál, de a felső letális vízhőmérséklet ennél magasabb, 41 °C. Az 1 kg-os méretű példányok már ritkák. **Ivarérettség hazánkban:** 2-3 év. *Ginogenetikus** úton is szaporodik. **Világ- és országos horgászrekordok:** 4,84 kg és 3,55 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) bentoszevő, (3) plankton evő. **Természetes táplálék:** kezdetben zooplankton, később bentosz, vízirovarok és lárváik, valamint *detritusz**. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú takarmányt szívesen elfogyaszt.



Kínai razbóra (*Pseudorasbora parva*)

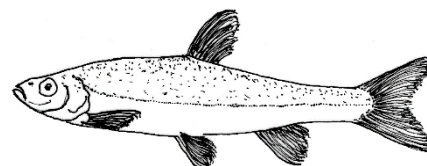
A tógazdaságban inváziós gyomhal, de a ragadozóhalak, elsősorban a süllő, táplálékhalaként jól hasznosítható.

Növekedése: az első évben növekedése gyors, akár 6,5-7,5 cm testhosszúságot is elérhet. Kifejlettkori testhossza ritkán nagyobb 10 cm-nél.

Ivarérettség hazánkban: az egyéves példányok már ivarérettek. Hosszan, évente többször és eredményesen szaporodik, ezért egy adott évben több, különböző méretű ivadék-csoportot is lehet találni ugyanabban a víztestben.

Legnagyobb publikált méret: 12,5 cm.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) planktonevő, (3) bentoszevő. **Természetes táplálék:** plankton, bentosz, illetve kisméretű rovarok és rovarlárvák. Horváth és munkatársai [60] szerint sokféle táplálékbaázist képes jól hasznosítani és jól alkalmazkodik a legextrémebb körülményekhez is. **Takarmányok:** Gyakorlatilag minden típusú takarmányt elfogyaszt.



2.2.4 Harcsafélék

Ebben a csoportban nálunk három jelentős faj van. A nagyon értékes hagyományosan az 1900-as évek elejétől tenyésztett szürkeharcsa (M2-4. ábra) és a két nem kívánatos idegenhonos törpeharcsa faj.

M2-4. ábra: A harcsa különböző korosztályainak nevelése az 1950-es évek elején



Szürkeharcsa (*Silurus glanis*)

A tógazdaságban mellékalként, ketreces v. medencés rendszerekben fő halként termelik.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 20 °C-os vízben már ívik. Hazai éghajlati viszonyok között állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-9. táblázat foglalja össze. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 2-3 év; ♀ 4-5 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 144,0 kg és 113,0 kg.



Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó. **Természetes táplálék:** minden élő vagy elhalt állati szervezet. (1) A lárva első és a kisivadék tápláléka a nagytestű zooplankton, majd vízi rovarok és lárváik, továbbá minden megfogható méretű kishal. (2) A növendék- és piaci hal fő tápláléka a hal (keszegfélék, kárász, törpeharcsa stb.) továbbá a béka, folyami és kecskerák. A melléktápláléka kérészlárvák, vízi rovarok és lárváik, vízimadarak csibéi és vízi-emplősök. Az *alkalmi és kényszerűségből fogyasztott tápláléka* bármi lehet. **Takarmányozás:** hagyományos ponty polikulturában nincs kiegészítő takarmányozás. Intenzív tavi nevelésének takarmányhalra alapozott technológiája jól kidolgozott. Ennek során különböző fajú és méretű táplálékhal kihelyezésével és párhuzamos nevelésével jó eredményeket lehet elérni. Erre a célra a fehér busa, amur vagy ponty ivadék a legmegfelelőbb. Intenzív rendszerekben teljesértékű ipari tápokra alapozott termelési technológiája már ismert, amit sok helyen sikeresen alkalmaznak.

M2-9. táblázat: A szürkeharcsa növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban					
Szükséges idő			Természetes vizekben ¹	Tógazdasági haltermelésben	Intenzív termelési rendszerekben ²
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)				
	Évente	Összesen	Egyedsúly (g)		
1.	~ 4	~ 4	~ 30 (10-50)	20-40	~ 200
2.	~ 6	~ 10	~ 150 (200-300)	200-300	~ 1000
3.	~ 6	~ 16	~ 500	~ 1000	~ 2500
4.	~ 6	~ 22	~ 1200	1600-1700	

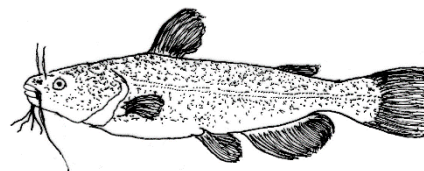
Megjegyzés: ¹ A zárójelben a Tiszában fogott halak adatait tüntettük fel. ² A vízhőmérséklet a felmelegedő természetes vizekhez hasonlóan az időjárás és az évszak szerint változik. (Forrás: [127])

Fekete törpeharcsa (*Ameiurus melas*)

Nemkívánatos inváziós gyomhal.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: Az íváshoz 20 °C-nál magasabb vízhőmérséklet szükséges. **Ivarérettség hazánkban:** 3 év. **Legnagyobb publikált méret:** 3,6 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) Mindenevő, (2) ragadozó, (3) halragadozó. **Természetes táplálék:** minden típusú táplálékot elfogyaszt, ha az befér a száján és le tud nyelni. A nagyobb méretű egyedek halragadozók. **Takarmányok:** gyakorlatilag minden típusú takarmányt elfogyaszt.

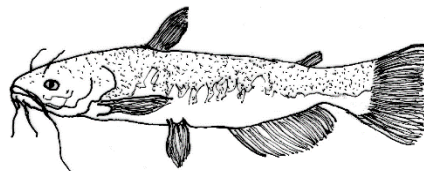


Törpeharcsa (*Ameiurus nebulosus*)

Nemkívánatos inváziós gyomhal.

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 21 °C-os vízben ívik. Jól tolerálja a 36 °C-os vízhőmérsékletet is. Az első évben 3-9 cm-es, a második évben 10-14 cm-es, a harmadik évben 14-19 cm-es, a negyedik évben 17-24 cm-es és az ötödik évben 19-27 cm méretű lehet, azaz 4-5 évre van szüksége, hogy a 0,3 kg-os méretet elérje. **Ivarérettség hazánkban:** 3 év. **Világ- és országos horgászrekordok:** 3,35 kg és 0,87 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) Mindenevő, (2) ragadozó, (3) halragadozó. **Természetes táplálék:** Lajkó [75] szerint táplálkozása rendkívül változatos. Egy adott élettérben jelenlevő minden táplálékot szinte válogatás nélkül felvesz. Télen nem táplálkozik. **Takarmányok:** minden haltakarmányt elfogyaszt.

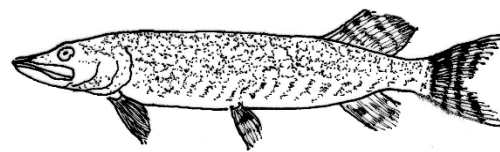


2.2.5 Csukafélék

Ebbe a csoportba hazai halaink közül csak egy gazdaságilag értékes halfajunk tartozik.

Csuka (*Esox lucius*)

A tógazdaságban mellékalként termelik. Jól ritkítja, kontrollálja a gyomhal állományt a halastóban, de nagy az esélye, hogy saját fajtársait is elfogyasztja. A természetes vizek fő ragadozója.



Hőmérsékleti igénye és növekedése: 5-10 °C-os vízben ívik. A letális vízhőmérséklet 30,6 °C. Hazai éghajlati körülmények között állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-10. táblázat foglalja össze.

Ivarérettség hazánkban: ♂ 2 év; ♀ 3 év. **Legnagyobb publikált méret:** 28,40 kg. **Világ- és országos:** 25,00 kg és 20,47 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó. (2) halragadozó. **Természetes táplálék:** kezdetben nagyobb méretű zooplankton szervezetek, majd táplálékhal, azaz minden megfogható és lenyelhető méretű élő hal. Télen is táplálkozik. **Takarmányok:** tógazdaságban különböző méretű keszegféléket helyeznek ki táplálékhal-ként, de haszonhalak ivadécai is megfelelhetnek erre a célra. A 2000-es években kezdődtek meg azok a biztató kísérletek, amelyek során intenzív medencés rendszerekben tápra szoktatják a csukát és így nevelnek nagyivadékokat.

M2-10. táblázat: A csuka növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban					
Szükséges idő			Természetes vizekben	Tógazdasági haltermelésben	Intenzív termelési rendszerekben ¹
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)				
	Évente	Összesen			
1.	~ 7	~ 7	≤ 180	≤ 250	Üzemi kísérletek folynak.
2.	~ 8	~ 15	≤ 540	≤ 800	
3.	~ 8	~ 23	≤ 1000	≥ 1000	

Megjegyzés: ¹ A vízhőmérséklet a természetes hidegvizekhez hasonlóan időjárás és évszak szerint változik. (Forrás: [127])

2.2.6 Díszsügér- és sügérfélék

A díszsügérfélékhez két idegenhonos faj, a naphal és pisztrángsügér tartozik, míg a sügérfélék csoportjából három őshonos halunk, a sügér, a kösüllő és a süllő táplálkozását foglalja össze ez a fejezet.

Naphal (*Lepomis gibbosus*)

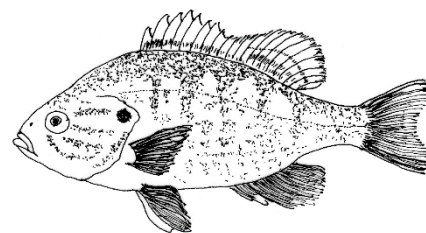
Inváziós gyomhal. A ragadozóhalak számára táplálékalként szolgálhat.

A süllő és harcsa kedvelt tápláléka. **Hőmérsékleti igénye és növekedése:** 20 °C feletti hőmérsékletű vízben ívik. A letális vízhőmérséklet 39,0 °C. Az első évben 1,5-3 cm, a második évben 3,5-6,5 cm-es, a harmadik évben 6,5-10,5 cm-es, a negyedik évben 9-16 cm-es és az ötödik évben 15-17 cm és a hatodik évben 17-18 cm méretű lehet. Antalfi és Tölg [5] szerint a leggyakoribb méret 6-8 cm, de hazánkban akár 15 cm-es méretet is elérhet.

Ivarérettség hazánkban: 2-3 év. **Legnagyobb publikált méret és országos horgászrekord:** 0,63 kg és 0,3 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) rovarevő. **Természetes táplálék:** vízi rovarok és lárvák.

Takarmányok: takarmányt nem fogyaszt.



Pisztrángsügér (*Micropterus salmoides*)

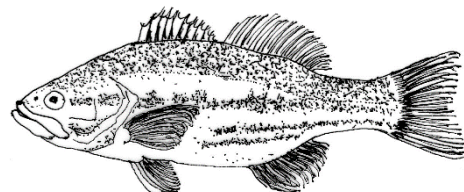
Tógazdaságban mellékalként tartják, intenzív termelési rendszerekben minden korosztályát nevelik.

Hőmérsékleti igénye: a felmelegedő álló vizeket kedveli. **Ivarérettség hazánkban:** 1-3 év.

Világ- és országos horgászrekordok: 10,12 kg és 3,7 kg.

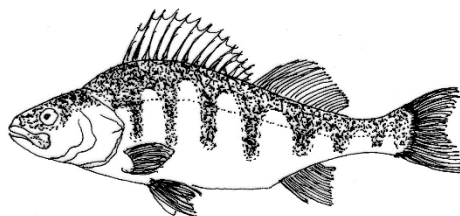
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó. **Természetes táplálék:** a lárv és ivadék zooplanktonon él. Mielőtt rátér a fajára jellemző táplálkozásra makroszkopikus vízi gerincteleneket fogyaszt.

Takarmányok: teljesértékű ipari tápokon jól növekszik.



Sügér (*Perca fluviatilis*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: 10-12 °C-os vízben ívik. A letális vízhőmérséklet 32,8 °C. Hazai éghajlati viszonyok között az állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-11. táblázat foglalja össze. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 1-2 év, ♀ 2-4 év. **Legnagyobb publikált méret:** 4,8 kg. **Világ- és országos horgászrekordok:** 3,75 kg és 1,55 kg.



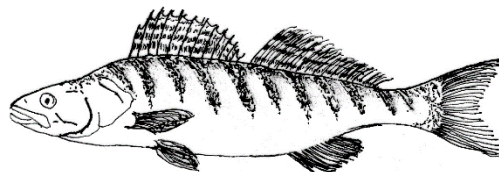
Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó. **Természetes táplálék:** a lárvá és az ivadékok zooplanktonon él. Mielőtt áttér a fajra jellemző táplálkozásra makroszkopikus vízi gerincteleneket fogyaszt. **Takarmányok:** temperáltvízű intenzív termelési rendszerekben teljesértékű ipari tápokon nevelhető.

M2-11. táblázat: A sügér növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban					
Szükséges idő			Természetes vizekben ¹	Tógazdasági haltermelésben	Intenzív termelési rendszerekben
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)				
	Évente	Összesen	Egyedsúly (g)		
1.	~ 5	~ 5	5 (10)	3-5	Ezt a halat rendszerint csak temperáltvízű intenzív rendszerekben termelik.
2.	~ 6	~ 11	10 (35)	15-30	
3.	~ 6	~ 17	35 (100)	Nincs információ	

Megjegyzés: ¹ A zárójelben szereplő magasabb értékek a faj gyorsan növekedő populációit, míg a zárójel nélküli értékek a lassan növekedő populáció értékeit jelzik. (Forrás: [127])

Süllő (*Sander lucioperca*)

A tógazdaságban mellékalként termelik, de iparszerű rendszerekben is nevelik. A természetes vizek fontos ragadozója.



Hőmérsékleti igénye és növekedése: 10-14 °C-os vízben ívik. Hazai éghajlati viszonyok között az állománysűrűségtől függően elvárható növekedését a M2-12. táblázat foglalja össze. **Ivarérettség hazánkban:** ♂ 3 év; ♀ 4 év. **Legnagyobb publikált méret:** 20,0 kg. **Világ- és országos horgászrekordok:** 18,7 kg és 14,96 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó. **Természetes táplálék:** kezdetben zooplankton, később vízirovarok és lárváik, majd élő hal. (1) A lárvá első tápláléka kisméretű zooplankton (40-60 µm). Az előnevelt- és kisivadékok a zooplankton minden méretét fogyasztja, majd a fokozatosan áttér a vízi gerinctelenek fogyasztására, utána pedig a halragadozásra. (2) A növendék- és piaci hal a számára még elkapható méretű halakon (kűsz, vágódurbincs, kárász, keszegfélék stb.) él. **Takarmányok:** napjainkban intenzív haltermelési rendszerekben teljesértékű tápon nevelik.

M2-12. táblázat: A süllő növekedése a természetes vizekben és a halgazdaságokban					
Szükséges idő			Természetes vizekben ¹	Tógazdasági haltermelésben	Intenzív termelési rendszerekben
Év	Hasznos tenyészidő hozzávetőleges hossza (hónap)				
	Évente	Összesen	Egyedsúly (g)		
1.	~ 5	~ 5	50-60	30-70	Ezt a halat rendszerint csak temperáltvízű intenzív rendszerekben termelik.
2.	~ 6	~ 11	190-200	200-400	
3.	~ 6	~ 17	390-400	~ 1000	

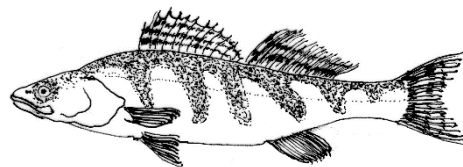
Megjegyzés: ¹ A Tiszában és a Balatonban. (Forrás: [127])

Kőszüllő (*Sander volgensis*)

Hőmérsékleti igénye: 12 °C-os vízben ívik. **Ivarérettség hazánkban:** 3-4 év. **Világ- és országos horgászrekord:** 2,2 kg.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) ragadozó, (2) halragadozó.

Természetes táplálék: a lárvá és ivadékok zooplanktonon él. Mielőtt áttér a fajra jellemző táplálkozásra makroszkopikus vízi gerincteleneket fogyaszt. **Takarmányok:** nevelése teljesértékű ipari táppal is megoldható.



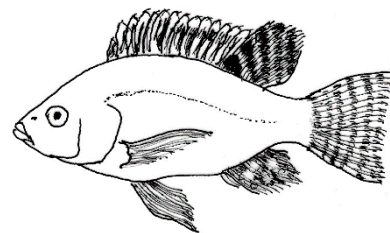
2.3 Trópusi halak

Az ebben a fejezetben bemutatott két trópusi halfaj mindegyikét termelik a régióban. Az afrikai harcsa egyik legnagyobb európai termelője Magyarország.

Nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: az aktív táplálkozáshoz 24-30 °C-os víz hőmérséklet szükséges. Intenzív rendszerekben várható növekedését a 9. melléklet M9-14. táblázata és M9-22. ábrája mutatja.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő. **Természetes táplálék:** mérettől és kortól függően zooplankton, algaplankton, vízirovarok különböző fejlődési állapotai és detritusz. **Takarmányok:** minden típusú halta-karmányt elfogyaszt és azokat jól értékesíti. Napjainkban intenzív haltermelési rendszerekben teljesértékű tápokon jó eredménnyel nevelik.



Afrikai harcsa (*Clarias gariepinus*)

Hőmérsékleti igénye és növekedése: az aktív táplálkozáshoz 24-30 °C-os víz hőmérséklet szükséges. Intenzív rendszerekben várható növekedését a 9. melléklet M9-15. táblázata és M9-23. ábrája mutatja.

Táplálkozás szerinti besorolás: (1) mindenevő, (2) opportunist ragadozó/halragadozó. **Takarmányok:** napjainkban intenzív haltermelési rendszerekben teljesértékű ipari tápokon nevelik.



ELVÁRÁSOK ÉS MINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEK A HALHÚSSAL ÉS A HALTAKARMÁNYOKKAL SZEMBEN

Ez a melléklet a halak húsának minőségi ismérveit és a minőséget meghatározó tényezőket tekinti át. A halhús érzékszervi vizsgálattal megállapítható tulajdonságai, mint a megjelenés, állag, íz, szag stb. mellett a hús kémiai összetételével, valamint a halhúsban esetlegesen előforduló szennyeződésekkel és maradék anyagokkal is foglalkozik. A melléklet emellett a halak takarmányozásának kulcsfontosságú élelmiszer-biztonsági szempontjait, valamint a haltakarmányok és összetevőiknek általános minőségi kritériumait szintén tárgyalja és összegezi.

A melléklet harmadik fejezete ismerteti a takarmányozási hibákra visszavezethető leggyakoribb halbetegségeket és mérgezéseket.

Tartalom

1. A halhús minősége	69
1.1. A halhús érzékszervi minősítése és kémiai összetétele	69
1.2. A tavi és tógazdasági halakban esetlegesen előforduló ízrontó anyagok	71
1.3. Szennyező- és maradványanyagok a halhúsban	71
2. Haltakarmányok minősége	71
2.1. Takarmányozás jogszabályi követelményei	72
2.2. Takarmányok, tápok és összetevők minősége	72
3. Takarmányozási hibákra visszavezethető halbetegségek	73
3.1. Takarmányozással összefüggő hiánybetegségek és rendellenességek	73
3.1.1. A halastavi termelés során táplálékhiány vagy takarmányozási hibák miatt kialakuló zavarok	73
3.1.2. Takarmányozási hibák miatt kialakuló zavarok az intenzív tenyésztési rendszerekben	74
3.2. Takarmányeredetű mérgezések	74

1. A HALHÚS MINŐSÉGE

1.1 A halhús érzékszervi minősítése és kémiai összetétele

A halak minden testrészén található izom, de ezek közül a fogyasztó szempontjából a törzsön és farkon lévő vázizomzatnak van jelentősége. A halak húsát az izomkötegek, az ezeket összefogó kötőszövet és az izomkötegek között beágyazódó zsírszövet együttese alkotja, melynek felépítését az M3-1. ábra mutatja be.

A halak többsége szálkás. Fajra jellemző számú Y szálkát tartalmaznak, amelyek az izmok közötti kötőszöveti hártya elporcosodásával vagy, elcsontosodásával keletkeznek. Ez támasztja azon izomrészeket, amelyek nagyobb terhelésnek vannak kitéve. A farok és úszók táján több, míg a testet alkotó izomban kevesebb száлка található. A nagyméretű halakban a szálkák nagyok és vastagok, ezért fogyasztás közben kevésbé zavaróak, mint a kisebb/fiatalabb halak kisebb szálkái.

A halak húsa fajukra és fajtájukra² jellemző felépítésű, konzisztenciájú, színű, szagú és ízű. Ezek a tulajdonságok együttesen határozzák meg a hús élvezeti és táplálkozás-élettani értékét. Ezt a kijelentést tovább lehet pontosítani Darázs és Aczél [27] összefoglalásával, mely szerint a ragadozó halak húsa ízletesebb, mint a békés halaké, a ponty húsa ízletesebb, mint a növényevőké, illetve a háromnyaras hal húsa a legjobb, mert az ennél idősebb tógazdaságban nevelt egyedek húsanak rostjai már erősebbek és szárazabbak, emiatt kevesebb zamatanyagot és több zsírt tartalmaznak.



A fentiek alapján megállapítható, hogy a halhús élvezeti és táplálkozás-élettani értéke nem állandó, azokat a faj, fajta, életkor és a hal általános táplálkozási szokásain túlmenően egy sor más tényező is befolyásolja. Ilyenek például a hal életterének, a víznek a minősége, a fellelhető természetes táplálék évszakos és havi változása, illetve az etetett halgazdasági halak esetében a takarmányozás.

M3-1. táblázat: Egyes halakban található Y szálkák száma (db)					
Ponty	Fehér busa	Pettyes busa	Amur	Compó	Keszeg
95-100	116	150	144	95-100	120-130
Káráász	Csuka	Sügérfélék	Süllő	Harcsa	Pisztráng
80	115	25	25	-	Néhány

(Forrás: [114], [27])

M3-2. táblázat: Tógazdasági haszonhalak húsanak kémiai összetétele				
Halfaj	Víz (%)	Fehérje (%)	Zsír (%)	Ásványi anyag (%)
Szivárványos pisztráng	67-78	17,7-21,9	2,7-10,6	NI
Sebes pisztráng	70-79	18,8-19,1	1,2-10,8	NI
Ponty	73,5-80	15,5-18,9	1,2-12,7	~ 1
Fehérbusa	74,5-77	~ 18	4-6	~ 1
Pettyes busa	72-75	17,5-18	6-9,5	~ 1
Amur	74,5-77	17-18,5	4,5-6,5	~ 1
Compó	77-78	14,5-15,5	5,7-5,9	~ 1
Csuka	79-80	18-19	0,5-1	1-1,5
Szürkeharcsa	76,5-80,5	17,5-18,5	1,5-4	~ 1

² Magyarországon számos pontyfajtát és -hibridet tenyésztnek. Ezek közül az itthon hivatalosan elismert pontyfajtákat a 32/2004. (IV. 19.) OGY határozat sorolja fel, melyek fajtaelismerését az állattenyésztésről szóló 1993. évi CXIV törvény és ennek végrehajtásáról kiadott 123/2005.(XII.27.) FVM rendelet szabályozza.

M3-2. táblázat: Tógazdasági haszonhalak húsának kémiai összetétele				
Halfaj	Víz (%)	Fehérje (%)	Zsír (%)	Ásványi anyag (%)
Sügér	79-80	17,6-19	0,8	NI
Süllő	78-79,5	19-20	0,5-1	~ 1
Tilápia	80	12-20	5,6	2,6
Angolna	60-71	14,2	8-31	NI
Afrikai harcra	71,3	19,3	8,1	1,5

(Forrás: [127])

A halak húsának minőségi jellemzésénél és értékelésénél legtöbbször az M3-2. táblázatban feltüntetett kémiai összetételt veszik tekintetbe. Ezek az adatok a halfeldolgozók, diabetikusok, szakácsok és fogyasztók számára ugyan fontos információkat hordoznak, de az Aberdeeni Torry Kísérleti Állomás egy árnyaltabb megközelítést alkalmaz a halhús jellemzésére, leírására. Ennek értelmében a halizom szerkezete és a benne kisebb-nagyobb mennyiségben előforduló tápanyagok (víz, fehérjék, zsírok, szénhidrátok, vitaminok, ásványi anyagok és a kivonatanyagok) azok, amelyek együttesen meghatározzák egy adott hal húsának minőségét, ízét, élvezhetőségét és feldolgozhatóságát [85].

A fehér halak húsának víztartalma hozzávetőlegesen 80%, míg az angol szakirodalom által „zsíros halaknak” nevezett csoportnál ez az érték 70% körül alakul. Ennek oka, hogy míg a hal húsának fehérjetartalma fajtól függően egy szűkebb intervallumban állandó, addig a halhús zsír és víztartalma között negatív korreláció van. Ennek értelmében a halak húsa víztartalmának kárára zsírosodnak el. A víz a halak izomzatában/húsában nagyrészt fehérjéhez kötött formában van jelen. A halhús fehérjetartalma általában 15-20%, de extrém esetekben ez az érték fajtól és egyedtől függően 10-28% között is változhat [85].

A zsír a halak húsában nem egyenletesen oszlik el. A jobban igénybevett izmokban és izmokon a zsír kevésbé rakódik le, mint azokon a testrészekben, amelyek kisebb mértékben vesznek ki részüket a mozgásban. Zsír nemcsak a halak húsában, de a bőr alatt, a fej mögött és a hasi tájékon, sőt egyes fajoknál a belső szervek körül a hasüregben is felhalmozódik.

A halak húsának zsírtartalma fajtól, fajtától, életkortól, szezontól és a takarmányozástól függően nagy eltérést mutathat. Ennek oka a felvett táplálék mennyiségére, minőségére és hasznosítására vezethető vissza. A pontyfajták hazai ivadékvizsgálati eredményeinek alapján megállapítható, hogy azonos tavi körülmények között nevelt, azonos módszerrel és abraktakarmánnyal (búzával) etetett hazai és külföldi, vad és nemesített pontyfajták és hibridek milyen mértékben zsírosodnak el (átlag: 13,9%, minimum: 7,2%, maximum: 18,2%), még abban az esetben is, ha természetes környezetükben kevés zsírt építenek be izomszövetükbe [10]. Mivel a ponty húsának magas zsírtartalma takarmányozásfüggő, Szabó József 2017-ben javasolta, hogy célszerű lenne a német és cseh gyakorlat szerinti 10%-os zsírtartalmat, mint maximumot, elfogadni és bevezetni, és ehhez alakítani a termelési technológiát. Ezzel egységesen, országos szinten jelentősen javítható lenne a pontyhús általános fogyasztói megítélése.

A halhúsban kisebb mennyiségben megtalálható anyagok a szénhidrátok, ásványi anyagok, vitaminok és a kivonatanyagok. Ezekből a szénhidrátok mennyisége a fehér húsban 1%-nál kisebb, de a zsíros halak vörös izomzatában elérheti a 2%-ot. Az ásványi anyagok mennyisége a halak izomzatában, húsában 1% körül alakul.

A kivonatanyagok (aromaanyagok) kis mennyiségben vannak jelen a hal húsában, de mégis alapvetően meghatározzák a halhús minőségét, érzékszervi tulajdonságait. Nevüket arról kapták, hogy azokat a hal izomzatából, húsából könnyen ki lehet vonni vízzel, vagy vizes oldatokkal. A legfontosabb kivonatanyagok a cukrok, a szabad aminosavak és a nitrogéntartalmú bázisok. Míg ezen anyagok közül sok az adott halhús ízvilágát gazdagítja, addig néhányuk, pl. az illóanyagok, közvetlenül járulnak hozzá az egyes halfajokra jellemző erős íz és szag kialakulásához [85].

M3-1. kiemelt magyarázat A PONTYHÚS ZSÍROSSÁGÁNAK EGYSZERŰ MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ VIZSGÁLATA

Egy modern zsírvizsgáló műszer, amellyel az élő ponty húsának zsírtartalmát gyorsan meg lehet állapítani rendkívül drága. Mégis van lehetőség arra, hogy a gazdaságokban, önellenőrzés céljából, a frissen vágott pontyhús zsírtartalmát vizuálisan megítéljék. Erre Janurik Endre 2017-ben a következő egyszerű módszert javasolta: A hal húsát kicsi, kb. egy köbcentiméteres darabokra kell felválni, és a kockákat egy tálba kell helyezni.

Abban az esetben, ha az így felkockázott halhús alatt, saját súlyánál fogva rövid időn belül zsír gyülemlik fel a tálban, a hal zsírosnak tekinthető. Igaz ez különösen akkor, ha az így felgyülemlett zsírmennyiség leönthető mennyiségű.

1.2 A tavi és tógazdasági halakban esetlegesen előforduló ízrontó anyagok

Még ma is széles körben elfogadott nézet, bár sokszor csak előítélet, hogy a halastavi halak, főleg a ponty „pocsolya ízű”. Ennek, az emberek által nem egyformán érzékelt „iszap” vagy „mocsár” mellékíznek az okozója a *geozmin* (GSM)* és a *2-methylisoborneol* (MIB)*. Ezek a vegyületek nagyon kis mennyiségben, de mindenütt megtalálhatók a természetben. A vizekben az *Oscillatoria* cianobaktériumokhoz tartozó lebegő és felülethez rögzülő fajok termelik [121]. Darázs és Aczél [27] szerint az iszapszag és iszapíz könnyen megszüntethető, ha az élő halat néhány napra friss átfolyó vízbe teszik.

Jüttner és Watson [70] az ivóvíz minőségével kapcsolatban kutatták annak lehetőségét, hogy miképp lehet megszüntetni a GSM és a MIB ivóvízbázisok minőségére gyakorolt negatív hatását. Arra a következtetésre jutottak, hogy oxigénben gazdag, ökológiailag egyensúlyban lévő vizekben az ezeket termelő cianobaktériumok (kéalgák) elszaporodását csökkenteni lehet, sőt az akár teljes mértékben megállítható. Tógazdaságokban is létezik hatékony megoldás arra, hogy az ilyen típusú cianobaktériumok elszaporodását megelőzzék, illetve meggátolják. Ezek közül legkézenfekvőbb a tófenék lehetőség szerint minél hosszabb ideig történő kiszáritása és az iszapréteg mennyiségének csökkentése, az okszerű trágyázás, és a már jelentkező vízvirágzás esetén klórmész és szalma használata, illetve a trágyázás csökkentése, ideiglenes beszüntetése. A termelés technológiai intézkedések közül a tóvíz oldott oxigéntartalmának megfelelően magas szinten tartása egészen a fenékig és az iszap szükség szerinti szellőztetése szintén része kell, hogy legyen az intézkedéseknek.

Darázs és Aczél szerint [27] a kukoricán túl hizlalt zsíros tógazdasági pontynak is kellemetlen lehet az íze. Ez a kukorica etetésének csökkentésével megszüntethető.

1.3 Szennyező- és maradványanyagok a halhúsban

A halhús higiéniés tulajdonságai közül a fogyasztók számára elsődlegesen fontos, hogy ne tartalmazzon szennyező anyagokat az EB 1881/2006/EK [37] rendelete szerint engedélyezettnél nagyobb mennyiségben (M3-2. kiemelt magyarázat). Az említett rendeleten túlmenően az EU ehhez a témához kapcsolódó honlapján (Food Safety - European Commission) részletes információ áll rendelkezésre azokról a szennyező anyagokról, amelyekre a rendelet kiterjed. A rendeletekben feltüntetett határértékeket a termelőknek be kell tartani. A határértékek betartását a NÉBIH ellenőrzi.

A szennyezőanyagok az alábbi csoportokba sorolhatók, amelyek közül nem mindegyik fordulhat elő hazai halban, halhúsban, de az importált táplálékban és takarmányban igen: (1) **Mikotoxinok** (aflatoxinok, ochratoxin-A, fusarium-toxinok, patulin és citrinin), (2) **Fémek és fémszennyeződések*** (ólom, kadmium, higany, *metilhi-gany**, szervesen oldható ólom), (3) **3-MCPD** (3-monoklór-propán-1,2-diol), (4) **PCB-k*** (dioxinok és dioxinszerű poliklórozott bifenilek), (5) **POP-k*** (tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok), (6) **PAH-k*** (policiklikus aromás szénhidrogének), (7) **Melamin***, (8) **Erukasav*** és (9) **Nitrátok***.

A forgalmazható minőségű hal és halhús nem tartalmazhat a megadott határértéknél nagyobb mértékben növényvédőszer-maradékokat, humán és állattenyésztési célra alkalmazott izomnövelő és növekedést serkentő hormonokat és hormonszerű anyagokat. Erről a 81/602/EEC, 96/22/EC és 2003/74/EC európai irányelvek részletesen rendelkeznek.

A hal és húsa nem tartalmazhat gyógyszer hatóanyagokat csak az EB 37/2010/EK rendelete által engedélyezett maximális maradékanyag-határérték alatti mennyiségben.

2. HALTAKARMÁNYOK MINŐSÉGE

A haltermelés intenzitásától és a termelt halfajtól függően különböző takarmányokat, takarmánykeverékeket és teljes értékű ipari haltápokat lehet használni. Ezek használatának egységes szempontjai és a velük szemben támasztott követelmények a következő fejezetekben kerülnek ismertetésre.

M3-2. kiemelt magyarázat AZ ÉLELMISZEREKBE ELŐFORDULÓ EGYES SZENNYEZŐ ANYAGOK FELSŐ HA- TÁRÉRTÉKEI

Az Európai Unió (EU) EB1881/2005/EK rendeletében meghatározta az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeit [37]. A jogszabály mellékletében meghatározott határértékeket meghaladó mennyiségű szennyező anyagot tartalmazó élelmiszereket tilos forgalomba hozni. A jogszabályokban szereplő felső határértékek az élelmiszerek ehető részére, illetve az összetett, feldolgozott, szárított vagy hígított élelmiszerekre is vonatkoznak.

2.1 Takarmányozás jogszabályi követelményei

A takarmányozással kapcsolatos hazai jogszabályi háttér a NÉBIH Jogszabály-gyűjteményében található meg, továbbá a NÉBIH honlapján az alábbi hasznos információk is hozzáférhetők:

- Takarmány-jogszabályok jegyzéke;
- Engedélyezett/nyilvántartott takarmány-előállító üzemek listája;
- Engedélyezett/nyilvántartott takarmány-közvetítők listája;
- Felelős képviselők és harmadik országbeli takarmánygyártók és takarmány import képviselők nyilvántartása;
- Takarmányipari létesítmények közösségi listája;
- GMO regiszter.

M3-3. kiemelt magyarázat TÖRÖTT GABONASZEMEK HALTAKARMÁNYKÉNT TÖRTÉNŐ HASZNOSÍTÁSA

A fizikailag sérült, törött gabona- és malomseprők alkalmasak halak etetésére az alábbi feltétellel, hogy azok nem romlottak, nedvesek és/vagy nem szennyezettek.

Abban az esetben, ha fennáll annak a veszélye, hogy a szemek között fém vagy műanyag részecskék, esetleg szilánkok vannak, akkor nem javasolt etetésük, mert előfordulhat, hogy sebet és/vagy gyulladást okoznak az emésztőrendszerben.

2.2 Takarmányok, tápok és összetevőik minősége

A régi szemlélet, hogy a halnak minden takarmány jó, beleértve az alacsonyabb minőségűt és a szennyezettet is, már régen megdőlt (M3-2. ábra). Ezt ma már másképpen értelmezzük, így csak olyan takarmányok, takarmány összetevők és adalékanyagok használhatók fel, amelyek az EU (1831/2003/EK) [36] és a hazai jogszabályok szerint forgalmazható minőségűek. Ezért különös figyelmet kell fordítani arra, hogy minden szempontból a halfajnak, a termelési módszernek és az intenzitásnak leginkább megfelelő, jó minőségű takarmányok és teljes értékű ipari tápok kerüljenek etetésre.

A takarmányok minősítéséhez támpontot nyújt Jávori és Szigeti [68] közleménye, ami a takarmány minőségét rontó okokat fizikai, kémiai és biológiai faktorok szerint csoportosítja.

M3-2. ábra: A múltban használt kérdéses minőségű takarmányok használata



Az ilyen és hasonló anyagok etetése azzal a veszéllyel jár, hogy a halak táplálékanyag szűksége kielégítetlen marad, emellett bélgyulladás is okozhat. (Forrás: [127])

Fizikai veszélyek

- Emésztési zavart okozó gyommagvak.
- Műanyag-, illetve fémszilánkok bekerülése a takarmányba betakarítás, szárítás és osztályozás során (M3-3. kiemelt magyarázat).

Kémiai veszélyek

- Nemkívánatos szennyező anyagok jelenléte a takarmányban a megengedettnél magasabb koncentrációban. Ide értendők például mikotoxinok. Ezek határértékeit az 1831/2003/EK és az 574/2011/EK (aflatoxinok) és a 32/2002/EK (anyarozs alkaloidok) rendeletek, valamint a 2006/576/EK (dezoxinivalenol, fumonizín B1 és B2, zearalenon) és a 2013/165/EU (T-2 és HT-2 toxin) ajánlások tartalmazzák.
- Növényvédőszer engedélyezettől nagyobb maradékanyag tartalma a szemestakarmányban.
- Egyéb tiltott anyagok jelenléte a takarmányban.
- Rágcsálóirtószer maradványanyag a takarmányban helytelen használat/kihelyezés miatt.
- Tárolás során a csomagolóanyagból kioldódó mérgező vegyi anyagok jelenléte.
- Egyes takarmányokban előforduló antinutritív hatású alkotók, pl. *proteáz inhibitorok**, *gosszipol**.

Biológiai veszélyek

- A rovarok, rágcsálók, madarak és emlősök különböző betegségei (salmonellosis, leptospirosis, toxoplasmosis, listeriosis stb.) kórokozóit terjeszthetik.
- Nem megfelelő rovar- és rágcsálóirtás, ezek elszaporodása.

Mikrobiológiai veszélyek

- Nedves gabonában mikotoxint termelő penészgombák jelenléte, túlélése, szaporodása.
- Hallisztben *Salmonella* jelenléte, túlélése, szaporodása.
- Vírusok, *prionok**, baktériumok, egysejtű és egyéb élősködők (paraziták) jelenléte a takarmányban.

Összefoglalva: a takarmányokkal szemben támasztott minőségi követelmények olyan szempontok, melyekben nem lehet kompromisszumot kötni. Ebben az esetben fokozottan kell annak az általános alapszemléletnek érvényesülni, hogy a halakat csak olyan kifogástalan takarmányokkal szabad etetni, amelyek a 81/602/EEC, 96/22/EC és 2003/74/EC irányelvek szerinti minőségi követelményeknek maradéktalanul megfelelnek.

3. TAKARMÁNYOZÁSI HIBÁKRA VISSZAVEZETHETŐ HALBETEGSÉGEK

A takarmányozásra visszavezethető és a takarmányozással összefüggő halbetegségekkel foglalkoznak Tacon 1992-ben [115], valamint Molnár és munkatársai 2019-ben [83] megjelent könyvei. Ezek a táplálkozás-patológia, a tápanyaghiány és toxicitás témakörében írt szakkönyvek, valamint a jelen könyv szerzőitől 2023-ban megjelent könyv [127] elsődleges forrásként szolgáltak a fejezet összeállításához.

M3-3. ábra: Anyarozzsal fertőzött gabona



3.1 Takarmányozással összefüggő hiánybetegségek és rendellenességek

A legradikálisabb táplálkozási hiányosság az, amikor a hal éhezik. Ez rendszer-független haltartói hiba következménye. Ha a hal táplálkozásából egyes összetevők, például fehérjék, lipidek vagy szénhidrátok hiányoznak, az lassú növekedést és magas takarmány-együtthatót (TE) eredményez. Ha a táplálék összetevőinek relatív és abszolút mennyisége egy bizonyos szint alatt marad, akkor hiánybetegségek alakulnak ki. Ezeket általában az étrendből hiányzó anyagok szerint csoportosítják. Ennek értelmében aminosav-, zsírsav-, vitamin- és ásványianyag-hiányok léphetnek fel.

Az okok és a tünetek az egyes halfajok és különböző tenyésztési rendszerek (tógazdaság, és intenzív rendszer) függvényében eltérően alakulhatnak ki és jelenhetnek meg.

3.1.1. A halastavi termelés során táplálékhiány vagy takarmányozási hibák miatt kialakuló zavarok

A kizárólag természetes táplálékon nevelt halakon nehéz észrevenni és diagnosztizálni a táplálkozási hiányosságokat. Ilyenkor az esetleges probléma egyetlen nyilvánvaló jele, hogy a halállomány növekedése elmarad a várttól. Ha a lassú növekedés mellett a halak testsúlya is csökken, akkor vagy a tó természetes táplálék-termelését kell jelentősen növelni okszerű trágyázással, vagy a halállományt kell ritkítani.

A halastavi ponty polikultúra egyik értékes hala az amur. Ez a hal alacsony népesítésben nem fogyaszt takarmányt, különösen akkor nem, ha elegendő vízinövény van a tóban. Abban az esetben, amikor a természetes táplálék, azaz a vízinövényzet elfogy az amurt friss szárazföldi növényekkel kell etetni. A krónikusan éhező vagy akár alultáplált amur nemcsak lassabban növekszik, hanem testsúlya is csökken és jól észrevehető betegség alakulhat ki.

Egy másik gyakran tapasztalt probléma, amikor az amur a ponty takarmányát fogyasztja, ami a máj kóros elzsírosodásához vezethet. A probléma nyilvánvaló jele a megnagyobbodott, sárga máj. A pontytakarmány fogyasztásának azzal lehet elejét venni, hogy elsőként az amurt etetik és a pontyot csak ezután.

A halastóban termelt ponty étrendje természetes táplálékból és kiegészítő takarmányokból tevődik össze. A tavi halnevelésnél olyan népesítési, trágyázási és takarmányozási technológiát kell alkalmazni, ami a termé-

M3-4. kiemelt magyarázat

A TELÍTETLEN ZSÍRSAVAK ÉS A PONTYTAKARMÁNYOZÁS KAPCSOLATA

A telítetlen zsírsavak nagyrészt a természetes táplálékszervezetekből kerülnek a halhúsba. A haltestben lévő telítetlen zsírsavak (és természetesen a fehérjék) miatt a halhús fontos humán táplálékforrás. A telítetlen zsírsavak élettani szempontból is fontosak, mert ezek a víz (haltest) lehűlésével nem dermednek meg, így fenntartják a sejtmembránok rugalmasságát, ezzel segítik az áttelelést [26].

Telített zsírsavak elsősorban a túlzott gabona (pl. búza) etetés következtében épülnek a haltestbe. Szoros összefüggés van a haltest szárazanyag-tartalma és zsírtartalma között. A zsírosabb halak fehérjetartalma mindig kisebb, mint a kevésbé zsírosaké. Az idősebb egyedek, a túletetett halak, a kevés természetes táplálékhoz jutó állományok mindig zsírosabbak, mint a fiatalabb, sok természetes táplálékot fogyasztók [101]. A természetes táplálék hiányát kompenzálni lehet a haltáp összetételének javításával, de ez elsősorban drága halliszt és halolaj (extrudált) tápba keverésével érhető el. A takarmányfejlesztéssel foglalkozó kutatások egyik célja, hogy olyan alternatív tápkomponenseket találjanak, amelyek alkalmasak az említett drága összetevők kiváltására anélkül, hogy a halhús humán táplálkozási értéke jelentősen csökkenne [25].

szetes haltáplálék produkciójának és hasznosításának optimalizálása mellett mindenkor kielégíti a fő hal, a ponty fehérje és energiaigényét (15 mg fehérje/kJ) és – részben ezzel – meggátolja a halak elzsírosodást.

Az 5. mellékletben leírtak szerint a kiegészítő takarmány tápláló értékét folyamatosan módosítani kell, hozzáigazítva azt a tóban található természetes táplálék mindenkor abszolút és relatív mennyiségéhez. Abban az esetben amikor ez nem történik meg, a ponty túlzott, esetenként egészségtelen elzsírosodása figyelhető meg, ami a hús minőségét rontja, és a teletetésnél is problémát okozhat a hideg vízben megszilárduló telített zsírsavak felhalmozódása miatt [25] (M3-4. kiemelt magyarázat).

Vitamin- és ásványianyaghiány alig tapasztalható a halastóban. Az ilyen problémák csak $\geq 2,4$ t/ha halbiomassza esetén alakulhatnak ki [57].

M3-5. kiemelt magyarázat

TELJES ÉRTÉKŰ IPARI TAKARMÁNYOK INTENZÍV HALTENYÉSZTÉSI RENDSZEREKHEZ

Az intenzív tenyésztési rendszerek számára előállított haltakarmányoknak biológiailag teljesértékűnek kell lennie. Mivel az ilyen takarmányok összeállítása és előállítása meghaladja a halgazdaságok lehetőségeit, ezért ma már a megbízható minőségű haltápokat erre szakosodott, professzionális cégek állítják elő. Ezeknek a professzionális takarmánygyártóknak a tápjai bizonyítottan jók. Következésképpen tápjaik etetése esetén a halak egészséges növekedése biztosított, táplálkozással kapcsolatos rendellenesség, vagy hiánybetegség nem alakulhat ki, ha az adott tápokot a gyártó specifikációja szerint használják.

3.1.2. Takarmányozási hibák miatt kialakuló zavarok az intenzív tenyésztési rendszerekben

Az intenzív tenyésztési rendszerekben a takarmány az egyetlen forrás, amelynek fedeznie kell a halak összes étrendi szükségletét, beleértve a vitaminokat és ásványi anyagokat is (M3-5. kiemelt magyarázat).

Ha a takarmány kevés, vagy a minőségével (beltartalmával) van probléma, a halak lassan nőnek és rossz a takarmányértékesítés. A táp fizikai tulajdonságai (konzisztenciája) is befolyásolják használhatóságát és hasznosulását. A nem megfelelő vízstabilitással rendelkező poros pellet nemcsak jelentősen befolyásolja a TE-t, hanem elhullást is okozhat, amint az az M3-4. ábrán látható.

A vitamin- és/vagy ásványianyag-hiánnyal összefüggő betegségek kialakulása a takarmánnyal és a takarmányozással kapcsolatos problémák nyilvánvaló jele (M3-5. ábra).

Pisztrángos és pontyos tavakban meglehetősen gyakori probléma a túletetés miatti elhízás, mert mindkét halfaj falánk és hajlamos a túlfogyasztásra, ezért a hal egészségtelen mértékben elzsírosodhat.

Az is okozhat elhullást, ha az alacsony (vagy gyorsan lecsökkent) víz hőmérsékleten az elfogyasztott takarmány emésztetlenül a tápcsatornában marad, és a tápcsatorna perisztaltikus mozgásának lassúsága miatt az emésztés elégtelen. Ehelyett rothadás indul be.

M3-4. ábra: Afrikai harcsa sérült járulékos légzőszerve



A poros takarmányrészecskék lerakódnak és eltömítik a légzőszervet (itt a jobb oldalon), amely begyullad, és végül elpusztítja a halat. (Forrás: [127])

3.2 Takarmányeredetű mérgezések

Takarmányozási hibák miatt akkor fordulhat elő mérgezés, amikor szennyezett takarmányt vagy takarmány-összetevőket használnak. Mérgezést okozhat, ha a toxin tartalmú takarmány-összetevőket (pl. szójabab, lenmag, gyapotmag) nem megfelelően készítik elő (hőkezelés, tósztolás, extrudálás stb.) a felhasználásuk előtt, vagy származhat a takarmány vagy a takarmány-komponensek tárolásának hibáiból is. Ebben az esetben a penészgombák által termelt mikotoxinok táplálkozási toxicitást okozhatnak.

A takarmány minősége közvetetten befolyásolja a vízminőséget, és így hat a halak egészségi állapotára. Ha a TE magas (mert a takarmány rossz minőségű, vagy túletetés történt) nagy mennyiségű ürülék keletkezik, és ennek nagy az ammónia kibocsátása. Ez rontja a vízminőséget, mert magas biológiai (BOI) és kémiai (KOI) oxigénigényt generál. A felhalmozódó és bomló szerves anyagok, állandó és/vagy akut oxigénhiányt, sőt a halak pusztulását is okozhatják. Ezzel kapcsolat további információkat a 7. melléklet tartalmaz.

M3-5. ábra: Afrikai harcsa törött koponyája



A súlyos C vitaminhiány egyik következménye. (Forrás: [127])

HALTÁPLÁLÉKSZERVEZETEK, TAKARMÁNYOK ÉS TAKARMÁNYÖSSZETEVŐK BELTARTALMA ÉS ENERGIÁJA

Ez a melléklet a gazdaságilag fontos halaink természetes táplálékainak és takarmányainak a haltermelők számára legfontosabb jellemzőit tekinti át. Ezzel segíti a megfelelő kiegészítő takarmányozást a tógazdaságban és a teljes értékű ipari tápok kiválasztását és helyes használatát az intenzív haltermelési rendszerekben.

Tartalom

1. A takarmányok kémiai összetétele	76
1.1. Víz és szárazanyag tartalom	76
1.2. Fehérjék	76
1.3. Lipidek	77
1.4. Nyersrost	77
1.5. Nitrogénmentes kivonható anyagok	78
1.6. Biológiaiilag aktív anyagok	78
1.7. Ásványi anyagok	80
2. A takarmányok energiája	81
3. A takarmányok csoportosítása	82
3.1. Tógazdaságban használt kiegészítő takarmányok	82
3.2. Intenzív termelési rendszerekben használt teljesértékű ipari tápok	84

1. A TAKARMÁNYOK KÉMIAI ÖSSZETÉTELE

A takarmányok tulajdonságait kémiai összetételük, elsősorban az azokat felépítő zsírok, szénhidrátok és fehérjék táplálóértéke határozza meg.

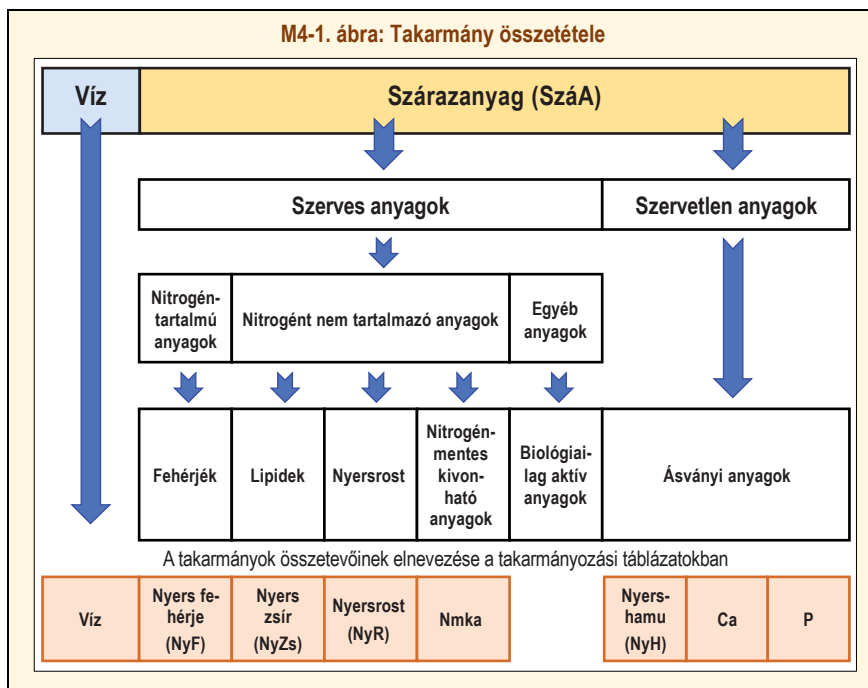
A takarmány összetételének szemantikus felépítését az M4-1. ábra mutatja, ahol a legelső sorba azok az elnevezések kerültek, melyeket többnyire a takarmányok kémiai összetételét bemutató táblázatok is tartalmaznak.

1.1 Víz és szárazanyag tartalom

A takarmányok tényleges konzisztenciáját és minőségét alapvetően víztartalmuk határozza meg. Víztartalom szerint megkülönböztetnek légszáraz takarmányokat (8–14% víztartalom), zöldtakarmányokat (35–85% víztartalom), illetve gyökérgumós takarmányokat (78–95% víztartalom). A légszáraz nedvességnél több vizet tartalmazó takarmányokat lédús takarmánynak is nevezik [104].

A takarmányokban a vízen kívül megtalálható összes többi alkotóanyag a szárazanyagok közé tartozik. A víz és a szárazanyag-tartalom összege minden esetben 100%.

A szárazanyag-tartalom többek között a takarmány energiatartalmát, az abból elfogyasztható mennyiséget, valamint a takarmány tartósíthatóságát, illetve tárolhatóságát határozza meg [104].



(Forrás: [104 nyomán])

1.2 Fehérjék

A takarmány N-tartalmú anyagait összefoglaló néven nyersfehérjének nevezik, aminek mennyisége (és bizonyos határokon belül) minősége takarmány-specifikus és annak jellemző értékmerő tulajdonsága. Napjainkban a gazdasági állatok, így a hal gyakorlati takarmányozása során is, nyersfehérjével számolnak. Emellett lényeges lehet még az emészthető nyersfehérje is, ami a nyersfehérje azon hányada, amit egy adott fajú és korú állat képes megemészteni, tehát állat-, faj- és életkor-specifikus.

A takarmány valódi vagy igazi fehérjetartalma az emészthető nyersfehérjének kémiai szempontból is fehérjének tekinthető része, míg az emészthető valódi fehérje az állat fajára és korára jellemző érték, amit az állat ténylegesen megemészti. A nyersfehérje és a valódi fehérje közötti különbséget főként az amidanyagok alkotják, amelyek a legtöbb halfaj számára nem hasznosulnak [104].

A takarmány szerves táplálóanyagai közül a fehérjék az élet hordozói, nélkülük nincs élet. Az állatok minden sejtje tartalmaz fehérjét. A takarmányok fehérjetartalma azért is elsődlegesen fontos, mert ellentétben a növényekkel, az állatok, beleértve a halakat is, csak fehérjéből képesek testfehérjéjüket felépíteni.

A fehérjék olyan hosszúláncú komplex szerves óriásmolekulák, amelyek az adott fehérjére jellemző 18-23 aminosavból állnak. Az aminosavak tényleges száma és tartománya fehérje-specifikus. Általában elmondható,



(Forrás: [127])

hogy az aminosavak közel fele olyan, amelyet az állatok, így a hal sem képes szintetizálni. Ezeket esszenciális (nélkülözhetetlen) aminosavaknak nevezik [104]. A halak esetében az esszenciális aminosavak New [89] nyomán a következők: (1) Arginin, (2) Hisztidin, (3) Izoleucin, (4) Leucin, (5) Lizin, (6) Metionin, (7) Fenilalanin, (8) Treonin, (9) Triptofán és (10) Valin.

A takarmányok esszenciális aminosav tartalmát általában a nyersfehérje-tartalom arányában adják meg. A különböző takarmányok esszenciális aminosav-tartalma a takarmányozási szakkönyvekben fellelhető. A ponty számára az esszenciális aminosavak ideális arányát és mennyiségét a Függelék ismerteti.

A fentieket összefoglalva nagyon fontos, hogy a halak takarmányozásánál ne csak a megfelelő mennyiségű esszenciális aminosav legyen a táplálékban, hanem azok aránya is megfelelő legyen. Ha ez nem így van, akkor a fehérje rosszul értékesül. A feleslegben lévő aminosavak ugyanis lebomlanak és kiürülnek, míg a hiányzó aminosavak hatására csökken a fehérjeszintézis intenzitása. A táplálékban és/vagy takarmányban a szükségesnél kisebb mennyiségben jelenlévő esszenciális aminosavak közül a legkisebb mennyiségben jelenlévő aminosavakat limitáló aminosavaknak nevezik. Ezeknek az intenzív haltermelési rendszerekben van szerepük, mert a tógazdasági haltermelésben a halak ezeket az aminosavakat többnyire a természetes táplálékból képesek fedezni.

M4-1. kiemelt magyarázat

TELÍTETLEN ZSÍRSAVAK

A telítetlen zsírsavak közül a több kettőskötést tartalmazók (PUFA: polyunsaturated fatty acids)¹ különösen fontosak. Ezek közé tartoznak a linolsav (C18:2), illetve a linolénsav (C18:3), valamint ezekből az állati szervezetben keletkező hosszú szénláncú többszörösen telítetlen zsírsavak. Mivel az állatok a kiindulási vegyületeket nem képesek szintetizálni, ezért a linolsav és a linolénsav esszenciális zsírsavaknak számítanak [117]. Az esszenciális zsírsavakhoz hasonlóan az esszenciális aminosavakhoz is az állati szervezetnek a takarmányból kell hozzájutnia [104].

Az esszenciális zsírsavak mellett egyéb, részben kedvezőtlen hatású telítetlen zsírsavak is előfordulnak. Így például az *erukasav** (C22:1) nagyobb mennyiségben a hagyományos repcefajtákban és a mustármag olajában található, de kis mennyiségben tartalmazza a halolaj is. Halolajra emlékeztető ízt és szagot kölcsönöz az étolajnak, de káros elváltozásokat is okozhat a szervezetben (pl. a szívizomzat rostos elfajulása, zsíros infiltráció). Az újonnan nemesített repcefajták (00 és 000) olaja minimális mennyiségű (1%-nál kevesebb) erukasavat tartalmaz [104].

Megjegyzés: ¹ Az egyszerűen telítetlen zsírsavak (MUFA: monosaturated fatty acids) csoportja is egészséges és kívánatos az étrendben, de ezek tárgyalása túlmutat ezen könyv keretein.

1.3 Lipidek

A takarmányban található zsírokat, olajokat, viaszokat és minden olyan vegyületet, amelyek zsírolódó szerekben oldódnak lipideknek nevezzük. A takarmányok kémiai összetételét bemutató táblázatokban, mint például a Függelék táblázataiban, a lipidek nyerszsír néven szerepelnek.

A lipidek közül a zsírok a legfontosabbak. Ezek közül az alacsony olvadáspontú, szobahőmérsékleten cseppfolyós halmazállapotúak az olajok, míg a magasabb olvadáspontú, szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotúak a zsírok.

A zsírokat és olajokat zsírsavak építik fel. Ezek lehetnek telítettek és telítetlenek. A telített zsírsavaknak főképp az állatok testének felépítésében és energiaszükségletük fedezésében van szerepük, míg a telítetlen zsírsavaknak emellett szerepe van a *közbűlső anyagcserében** is.

A takarmányok zsírsav-összetétele az állatok húsnak és zsírjának zsírsav-összetételét és végső soron táplálkozási értékét is meghatározza, amit a humán igények kielégítésére, funkcionális élelmiszerek előállítása céljából ma már tudatosan befolyásolnak, amire az M4-2. kiemelt magyarázat is rávilágít.

A fentiek értelmében a takarmányban található zsírok nem csak energiaforrást jelentenek, de elengedhetetlenek a halak túléléséhez, növekedéséhez és szaporodásához is.

M4-2. kiemelt magyarázat

FUNKCIONÁLIS ÉLELMISZEREK

Hagyományos értelemben minden élelmiszer funkcionálisnak számít, mivel ezek biztosítják a szervezet számára a szükséges tápanyagokat, azaz fehérjéket, zsírokat, szénhidrátokat stb. Napjainkban a funkcionális élelmiszerek olyan plusz komponenseket tartalmaznak, amelyeket az eredeti alapanyagban egyébként nem, vagy nem olyan mennyiségben, fordulnak elő. Ezek lehetnek fehérjék, lipidek, szénhidrátok, rostok, vitaminok és/vagy ásványi anyagok. Az ilyen élelmiszerek célja, hogy az eredeti alapvető táplálkozási előnyökön túl további egészségügyi előnyöket biztosítsanak [32]. A takarmányok ilyen „kiegészítését” a professzionális tápgyártók is alkalmazzák.

1.4 Nyersrost

A nyersrost takarmányozási szempontból a növények sejtfalát és támasztószövetét képező szerves anyagok összessége, amely kémiaiilag nem tekinthető egységes anyagnak. Mézes [78] összefoglalása alapján a nyersrostot alkotó legfontosabb anyagok a következők.

A **cellulóz** a nyersrostnak kb. 50 %-a. A gazdasági állatok közül a kérődzők bendőjében zajlik a cellulóz lebontása. Más szárazföldi állatok vastagbelében folyik cellulózbontás bakteriális eredetű enzimek segítségével.

A növényevő és mindenevő halfajok bélcsatornájában mérhető celluláz aktivitás szintén bizonyos baktérium-fajoknak köszönhető. A lebontás bakteriális fermentációval történik, amely során illó zsírsavak keletkeznek, így energiaforrásként szolgálhatnak.

A **hemicellulóz** a nyersrost kb. 10-30 %-át teszi ki. Főleg a fiatalabb növények sejtfalában található. Enzimes és kémiai hatásra is könnyen bomlik.

Növényi ragasztóanyagok, nyálkaanyagok, mézgák a sejtfal kötőanyagai, amelyek víz jelenlétében duzzadnak, kocsonyásodnak. Emészthetőségük közepes, vagy rossz. A pektin emészthetetlen, de jó diétás hatású, emésztőszervi problémák gyógyításában lehet szerepe.

Inkrusztáló anyagok azok, amelyek a növény öregedésekor épülnek be a sejtfalba. A táplálóanyagok emészthetőségét erőteljesen csökkentik, mert kémiai és enzimes hatásoknak egyaránt ellenállnak.

A nyersrost emészthetőségét a takarmány könnyen emészthető szénhidrát tartalma, az emésztőrendszerben élő baktériumok, a takarmánynövények faja és *fenofázisa** határozza meg. A nyersrost szerepe a halak takarmányozásában fajspecifikus, melyet a 2. melléklet tárgyal részletesebben.

1.5 Nitrogénmentes kivonható anyagok

A nitrogénmentes kivonható anyagok (Nmka) a szárazanyagnak a nyers hamu, nyersfehérje, nyerszsír és nyersrost eltávolítása után fennmaradó része.

Kémiailag nem egységes anyagcsoport, melynek legfontosabb alcsoportját a szénhidrátok alkotják. Az állati szövetek 0,5-1%-ban, míg a növények 50-80%-ban tartalmazznak szénhidrátokat. A növények a szénhidrátokat tartalék tápanyagként tárolják [104]. Az állati szervezet számára könnyen hozzáférhető energiaforrást jelentenek. A szénhidrátok szénből, hidrogénből és oxigénből épülnek fel és az alábbiakban csoportosíthatók.

Monoszacharidok: egyszerű szénhidrátok, ide tartoznak a pentózok (xilóz, ribóz) és a hexózok (glükóz, fruktóz, galaktóz). Vízben jól oldódnak és édes ízűek. Alapvető szerepük a sejtszintű anyagcserében van. Leginkább gyümölcsökben, fiatal növényi hajtásokban, valamint néhány gyök gumósban fordulnak elő.

Diszacharidok: a legegyszerűbb összetett cukrok, amelyek két monoszacharid egységből épülnek fel. Ide tartozik a szacharóz, a laktóz és a maltóz. Leginkább a csírázó növényekben vannak jelen.

Triszacharidok: három monoszacharid egységből állnak. Ilyen a raffinóz, ami főleg zöldségekben található.

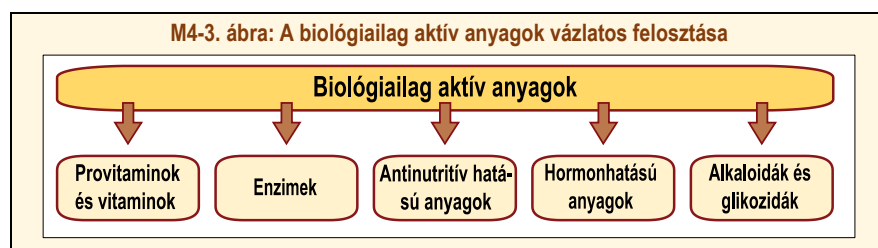
Poliszacharidok: (1) A keményítőnek táplálkozás-élettani szempontból van fontos szerepe. Magvakban és burgonyában fordul elő. (2) A glikogén állati eredetű tartalék tápanyag, emiatt takarmányozási szerepe nem jelentős. Állatokban, gombákban és algákban is megtalálható. (3) Az inulin könnyen emészthető édes vegyület, a csicsókában, vöröshagymában és cikóriában található. (4) A vegyes poliszacharidok növényi nyálkák és mézgák. Nem emészthetők és nem bonthatók, ezért a gyakorlati takarmányozásban nincs jelentőségük. (5) A szerves savak (almasav, citromsav, borkősav, oxálsav stb.) táplálkozás-élettanilag lehetnek fontosak. A tejsav és az illózsírsavak (pl. a szilázsban) hasznosak, míg a vajsav szerepe közömbös, az oxálsav pedig káros lehet.

Mézes [78] szerint a nitrogénmentes anyagok takarmányozási jelentősége abban áll, hogy: (1) Energiafedezetet biztosítanak. (2) A zsírtermelés alapanyagai. (3) Ízesítik a takarmányt. (4) Hazánkban a legolcsóbb táplálóanyagok. Ez utóbbi különösen fontos, mert az etetett tógazdasági halak leghatékonyabb energiaforrását adják.

1.6 Biológiaiilag aktív anyagok

Ebbe a csoportba tartoznak a vitaminok és a takarmányok egyéb biológiaiilag aktív anyagai (lásd az M4-3. ábrát).

A **vitaminok** olyan esszenciális szerves mikrotápanyagok, amelyeket a szervezet egyáltalán vagy nem elegendő mennyiségben képes szintetizálni. Ezért a táplálékkal akár aktív formában, akár *pro-vitaminok** (vitamin-prekurzorok) formájában kell bevinni az élettani funkciók fenntartásához. A vitaminok a szervezet minden anyagcsere folyamatában jelen vannak, azokban részt vesznek, illetve szabályozzák azokat. Mézes [78] szerint a takarmányok tényleges vitamintartalmát a növény faja, fajtája, fenofázisa, része, az éghajlat, a talaj, a begyűjtés, tárolás, előké-



(Forrás: [127])

szítés, gyártási eljárások (ipari takarmányoknál), illetve az addicionális vitaminkészítmények (vitamin panelek, vitamin premixek) hozzáadása határozza meg.

A vitaminokat két csoportra, zsírolékony és a vízoldékony vitaminokra osztják (M4-3. kiemelt magyarázat). A vízoldékony vitaminok anyagcsere által fel nem használt hányada a vizelettel különböző mértékben, de általában gyorsan kiürül a szervezetből, ezért ezeket folyamatosan pótolni kell. A zsírolékony vitaminok viszont a szervezet zsírszöveteiben és a májban hosszabb ideig tárolódnak.

Oldékonyságuk mellett a vitaminokat hatásuk szerint, induktív és enzimogén csoportokra osztják. Induktív vitaminok azok, amelyek bizonyíthatóan nélkülözhetetlenek az élő szervezet számára, de fiziológias szerepük még nem teljesen tisztázott. Az enzimogén vitaminok csoportja fehérjékhez, mint koenzim komponens, vagy mint enzimaktiváló vegyület kapcsolódik és működik. Schmidt [104] alapján a vitaminok élet-tani hatásai az M4-3. kiemelt magyarázat szerint foglalhatók össze.

Az **enzimek** a takarmánynövényekben is előfordulnak, de hatásukat csak vizes közegben, az állati szervezetben, fejtik ki. Ezek közül a szójában és a csillagfürtben jelenlévő peroxidáz enzimeknek van jelentősége, amelyek fokozzák a zsírok avasodását, de hőkezeléssel inaktíválhatók.

Az állatok takarmányában **antinutritív anyagok** is jelen vannak, amelyek csökkentik, vagy megakadályozzák egy, vagy több táplálóanyag hasznosulását, ami károsíthatja az állat egészségét. Az antinutritív anyagok gyakorlati csoportosítását és rövid jellemzését az M4-4. kiemelt magyarázat tartalmazza.

M4-3. kiemelt magyarázat

VITAMINOK CSOPORTOSÍTÁSA ÉS FŐBB ÉLETTANI HATÁSAIK

Zsírolékony vitaminok

1. **A-vitamin** (retinol) – látás, nyálkahártya védelem, immunválasz, szaporodás, növekedés, differenciálódás, *szteroid* szintézis, antioxidáns**.
2. **D₂-, D₃-vitaminok** – prohormon, kalcium- és foszfor anyagforgalom, csontozat kialakulása, inzulin forgalom, immunválasz.
3. **E-vitamin** – membrán- és májvédelem, immunválasz, antioxidáns hatás, szaporodás.
4. **K₁-, K₂-, K₃-vitaminok** – véralvadás.

Vízoldékony vitaminok

1. **B₁-vitamin** (tiamin) – szénhidrát- és fehérjeanyagcsere, idegrendszer védelme, enzimek prosztetikus csoportja.
2. **B₂-vitamin** (riboflavin) – hidrogénion átvívó, antioxidáns hatású, zsírsavszintézis, reprodukció.
3. **B₅-vitamin** (pantoténsav) – szénhidrát, fehérje és zsíryanycsere, enzimalizáló, bőrvédő.
4. **B₆-vitamin** – fehérje és zsíryanycsere, enzimalizáló, bőrvédelem, *immunglobulin** képzés.
5. **B₁₂-vitamin** (korábbi elnevezéssel APF – Állati Protein Faktor) – hemoglobin képződés, *kollagén* képződés, nukleinsav* képződés*.
6. **Niacin** (nikotinsav, B₃) – fehérje-, szénhidrát- és zsíryanycsere, enzimalizáló, hámvédelem, hidrogénion átvívó.
7. **Biotin** (korábbi elnevezéssel H- vagy B₇-vitamin) – széndioxid transzfer, enzimalizáló, szénhidrát-, fehérje- és zsíryanycsere, bőrvédelem.
8. **Folsav** (B₉ vitamin) – metionin- és kolinforgalom, immunvédelem, nukleinsav szintézis, hemoglobin szintézis.
9. **C-vitamin** (aszorbinsav) – antioxidáns, szteroid hormon szintézis, hidrogénátvívó, kollagén szintézis, csont és porc képzés, *endothel** védelem.

Vitaminszerű anyagok

1. **Kolin** (B₄-vitamin) – metil-donor, lipoprotein (lipid tartalmú fehérje) forgalom, *acetilkolin** képzés.
2. **Karnitin** – zsíryanycsere, antioxidáns hatás.

M4-4. kiemelt magyarázat

ANTINUTRITÍV ANYAGOK GYAKORLATI CSOPORTOSÍTÁSA

Proteáz inhibitorok, azaz fehérjebontást gátló anyagok (pl. tripszin* inhibitor). A hüvelyesek, főleg a nyers szójabab és a hőkezelés nélküli extrahált szójadara tartalmazzák. A tripszin inhibitorok hőérzékeny, 10-20 percig tartó 110 °C-os nedves kezeléssel (tősztolással, extrudálással) inaktíválhatók.

Lektinek vagy **hemagglutininek*** a babban találhatók, nyersen etetve problémát, esetleg elhullást is okozhatnak halaknál. Más hüvelyesekben is előfordulnak, de olyan kis mértékben, hogy problémát nem okozhatnak.

Szaponinok *hemolizist** okozhatnak. Nyers répaszeletben, leveles répafélében, melaszban és kevésbé nemesített lucernafajtákban található.

Polifenol típusú vegyületek, azaz a tanninok, a fehérjét kicsapják, ezért fehérjeemésztési zavarokat okoznak. Cirokban, repcében és lóbabban fordulnak elő. Ehhez a csoporthoz tartozik a gosszipol is, ami a gyapotmagban található.

Fotoszenzibilizáló anyagoknak és **növényi ösztrogéneknek** nincs szerepük a halak takarmányozásban.

Az **antivitaminokat** hatásmechanizmusuk alapján három csoportba lehet sorolni: (1) *Kompetitív (versenyző) gátló*. Ezek a vitaminok helyett, de azok hatása nélkül vesznek részt a fiziológias folyamatokban, ahol kiszorítják a vitaminokat. (2) *Vitaminokat elbontó antivitaminok*. Nevükből adódóan az eredetüket hatástalanítják. Ezek néhány tengeri hal húzában, egyes keresztesvirágú növényben, cirokban, lenmagdarában és részben kukoricában fordulnak elő és hatásukra egyes vitaminok elbomlanak. (3) Takarmányokban lévő biotint (H- és B₇-vitamin) megkötő avidin, amely a nyers tojáshéjfehérjében van jelen.

Egyéb antinutritív hatású vegyületek közé tartoznak a zöld növényekben található oxalátok, amelyek a vérben megkötik a kalciumot. Ezeknek a halakban nincs negatív hatásuk.

A nitrát és nitrit tartalom a takarmányokban mérgezést okozhat. A nitrát kevésbé, míg a nitrit annál tízszer toxikusabb. Toxikózt okozhat a takarmányban lévő, a húskok pácolására használt nátrium nitrit (E250), a baktériumölő hatású kálium nitrit (E249), de a szárazföldi állatoknál a keresztesvirágúak, pillangósok és a zabnövény hirtelen etetése nagy adagban okozhat mérgezést. Halaknál ezzel nem kell számolnunk [79].

A **hormonhatású anyagok azok** az endokrin rendszert károsító, természetes vagy szintetikus hormonhatású anyagok, amelyek megzavarhatják a szervezet hormonjainak, az úgynevezett endokrin rendszernek a működését. Jelenlétük számos egészségügyi, elsősorban szaporodásbiológiai problémához vezetnek.

A növényekben lévő gyógyhatású és mérgező anyagok egy része az **alkaloidák** csoportjához tartozik³. A burgonya héj alatti zöld részében és csírájában (szolanin), a fehér, sárga és kék virágú csillagfűrt magjában (lupinin), a szeges borsóban és szegletes lednekben (béta-amino propionitril), illetve a legelők gyomnövényeiben (bürök, őszi kikerics, csattanó maszlag, bolondító beléndek és nadragulya) fordulnak elő.

Glikozidok a mandula és barack magjában, illetve a keresztesvirágú olajos növények, repce, olajretek, mustár és káposztafélék szemtermésében találhatók. Cianidot tartalmaznak ezért ciánmérgezést okozhatnak. A glikozidok másik csoportja a glükozinolátok, amelyek a pajzsmirigy működését gátolják. Ennek maximális koncentrációja a repcemagban az EU szabályok szerint nem lehet több mint 25 µmol/g.

1.7 Ásványi anyagok

A takarmányok ásványianyag-tartalma adja a nyershamu legnagyobb részét. Ez a megállapítás abban az esetben helytálló, amennyiben a takarmány nem tartalmaz nagyobb mennyiségű szennyeződést (pl. föld). Az ásványi anyagoknak az állatok növekedésében, fejlődésében és szaporodásában egyaránt szerepe van. Minél távolabb áll az állat tartása a természetestől, annál fontosabb számára az ásványianyag-kiegészítés. Ennek oka, hogy az ásványi anyagok a *membrán transzport**, az enzimatis és egyes *elektrokémiai folyamatokban** vesznek részt, továbbá strukturális (pl. csontépítés) és aminosav alkotó (pl. kén) hatásuk is van [78]. Az ásványi anyagok kihasználását elsődlegesen a takarmányok abszolút és relatív ásványi anyag tartalma és oldhatóságuk határozza meg. Kihasználásukat befolyásolják állati szervezettől függő tényezők is, mint a termelés szintje, az emésztőszervek élettani állapota, a béltartalom pH értéke és az állat életkora [78].

Az ásványi anyagokat makroelemekre, mezoelemekre, mikroelemekre és toxikus elemekre osztják, melyeket Mézes [78] a következők szerint jellemzett:

Makroelemek – A kalcium (Ca) és a foszfor (P) együtt tárgyalandók, mert felszívódásuk, értékesülésük, kiürülésük, valamint a csontképződésre kifejtett hatásuk szoros összefüggésben van. A kalcium 99%-ka csontokban, 1% pedig a sejtekben/szövetekben van jelen, míg a foszfor ugyanezekben 80-85% illetve 15-20%-ban található meg. Magnézium (Mg) 70%-ban a csontokban és 30%-ban a májban van jelen. Nátrium (Na) és klór (Cl) a szervezet puffer rendszerének részei. Nem raktározódnak, gyorsan kiürülnek. Hiányuk esetén romlik az étvágy és a fehérje értékesülése. Kálium (K) a szervezetben az intracelluláris térben található és a fiatal szervezetek növekedésében van szerepe. A szervezet csak kismértékben tartalmazza, lassan ürül.

Mezoelemek – Kén (S) szerepe a kén tartalmú aminosavak szintézisében, valamint az ínák és porcok kialakításában van. Vas (Fe) elsősorban a *hemoglobin** és *mioglobin** felépítésében és működésében van szerepe. Rézre (Cu) a vas 1/50 részében van szükség a szervezetben. A vas beépülését katalizálja, de számos más élettani folyamathoz is szükséges. Hiánya növekedési zavart, másodlagos vashiányt, emésztési zavarokat és szívizom elfajulást okozhat. Cink (Zn) minden szövetben előfordul. Biokémiai szerepe jelentős, mert sok enzim alkotórésze. Szerepe van továbbá az A-vitamin transzportfehérje szintézisében is. Mangán (Mn) nélkülözhetetlen elem, ami a májban, csontokban és a vesékben található, enzimalkotórész. Hiánya szaporodásbiológiai problémát okozhat.

Mikroelemek – Jód (I) a halaknál nincs jelentősége. Molibdén (Mo) a halaknál nincs jelentősége. Szelén (Se) a biológiai antioxidáns védőrendszer tagja, az E-vitamin szerepét átveheti, az immunválasz kialakításában is szerepet játszik és membránstabilizáló funkciója van. Kobalt (Co) a B₁₂ vitamin szintéziséhez szükséges, de kismértékben szívódik fel (10-20%). Halaknál jelentősége elhanyagolható.

Egyéb ásványi anyagok – Fluor (F) a csontosodási folyamatokhoz nélkülözhetetlen, de halaknál jelentősége kicsi. Alumínium (Al) szerepe halaknál nem ismert. Szilícium (Si) kovássav formájában fordul elő a takarmányokban, de jelentősége halaknál elhanyagolható.

Toxikus anyagok – Nikkel (Ni) igen gyenge a felszívódása (1-1,5%), halaknál nincs jelentősége. Kadmium (Cd) irreverzibilis vesekárosodást és a here károsodását idézi elő. Ólom (Pb) a zsírszövetben akkumulálódik,

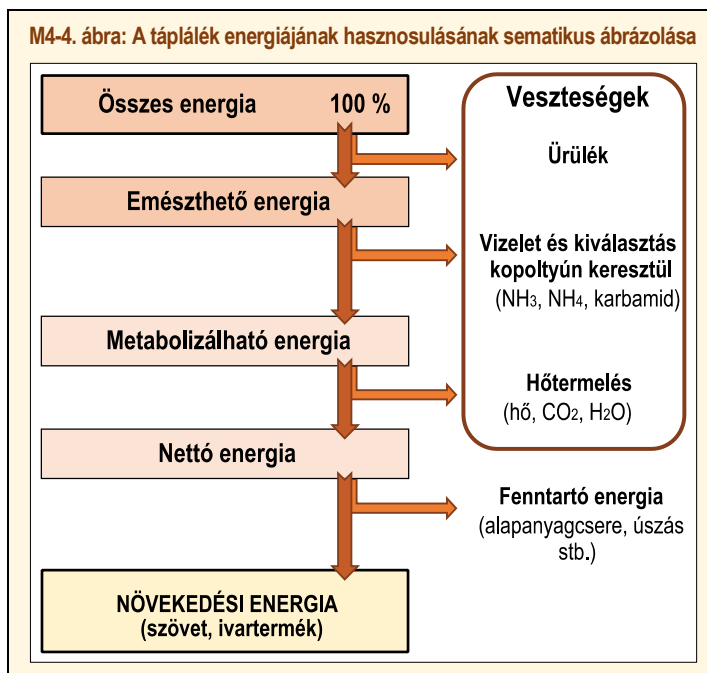
³ A legismertebb emberek által használt/fogyasztott alkaloidák a mákban található ópium, egyes trópusi fák kérgében található, a malária ellen használt kinin, a kávéban található koffein, a teában található teobromin és dohányban található nikotin.

majd onnan felszabadulva máj és az ivarszervek károsodását idézi elő. Arzén (As) mérgező hatása mellett pozitív hatással is rendelkezik. Ennek ellenére adalékanyagként Európában 1998-ban, majd az Egyesült Államokban 2012-ben betiltották. Néhány ázsiai országban azonban a mai napig használják a Roxarsone nevű adalékanyagot, amely gyorsabb növekedést és jobb táplálóanyag kihasználást idéz elő brojlercsirkékben [58]. Higany (Hg) a szervezetben akkumulálódik. Kizárólag toxikus hatása ismert. Nitrát és nitrit toxikus hatása a hemoglobin *methemoglobinná** történő átalakulása során jelentkezik, amikor gátolja az oxigén szállítást. A nitrát kevésbé, a nitrit erősebben toxikus.

2. A TAKARMÁNYOK ENERGIÁJA

Az élet fenntartásához minden élő szervezetnek szüksége van energiára. A zöld növények a Nap fényenergiájának felhasználásával szerves anyagokból építik fel komplex szerves anyagokból álló szöveteiket, amelyben az energia tárolódik.

Az állatok nem képesek a napsugárzás energiáját hasznosítani, ezért energiájukat a táplálékból származó szerves molekulák oxidációjából fedezik. A táplálékban található energia addig nem hasznosítható, míg a táplálékkal felvett komplex molekulákat az állati szervezet az emésztés során le nem bontja egyszerű molekulákká. Az emésztés során létrejövő, felszívódásra alkalmas molekulák a bélcsatornából felszívódnak, majd a szövetekben az oxidációs folyamatok révén az energia felszabadul.



(Forrás: [127])

Az energia mobilizálása halakban ugyanúgy megy végbe, mint az emlősökben, azzal a különbséggel, hogy a halak nem igényelnek energiát testhőmérsékletük fenntartására. A legtöbb szárazföldi állattól eltérően a halak a nitrogén tartalmú bomlástermékek eltávolításához is kevesebb energiát igényelnek [108], mert elsősorban ammóniát, és nem karbamidot választanak ki. Az M4-4. ábra mutatja az energia felhasználását halakban.

A takarmányok összes (bruttó) energiája annak égéshője. Az emészthető energia aránya az egyes takarmányokban mind állat, mind pedig fajspecifikus.

A takarmányok összes emészthető energiáját az azokat alkotó egyes kémiai komponensek emészthető energiájának összege adja, amit az M4-5. kiemelt magyarázat szerint lehet kiszámítani.

A halak a szükséges energiát lipidekből, szénhidrátokból és fehérjéből nyerhetik, de ezt a leggazdaságosabban a lipidekből és szénhidrátokból tehetik meg. A lipidek energia tartalma a szénhidrátok 2,3, a fehérjék 2,5 szerese. Az energia fedezésére fehérjét, pontosabban aminosavakat felhasználni a szervezet számára nem gazdaságos. Ez csak akkor történik, ha más forrás nem áll rendelkezésre ahhoz, hogy a szükséges energiát (ebben az esetben már csak az életfenntartó energiát) más forrásból fedezze. Emiatt a táplálékszervezetek fehérjetartalmának a haltest felépítésére történő minél kedvezőbb hasznosítása érdekében a természetes táplálék mellett energiadús anyagokkal kell takarmányozni a halat.

M4-5. kiemelt magyarázat

TAKARMÁNYOK EGYES ALKOTÓRÉSZEINEK ÉS ÖSSZES ENERGIÁJÁNAK KISZÁMÍTÁSA

ÖE – Összes energia (MJ/kg takarmány):

$$(\text{NyF} \times 23,01) + (\text{NyZs} \times 38) + (\text{Nmka} \times 17,15) + (\text{NyR} \times 20,05)$$

EE – Emészthető energia (MJ/kg takarmány):

$$(\text{Állati NyF} \times 17,18) + (\text{NyZs} \times 33,47) + (\text{Nmka} \times 12,55)$$

$$(\text{Növényi NyF} \times 15,90) + (\text{NyZs} \times 33,47) + (\text{Pillangósok Nmka} \times 8,37)$$

$$(\text{Növényi NyF} \times 15,90) + (\text{NyZs} \times 33,47) + (\text{Nem pillangósok Nmka} \times 12,55)$$

(Forrás: [89])

3. A TAKARMÁNYOK CSOPORTOSÍTÁSA

Az állati takarmány-alapanyagok jegyzékét és azok összetételéről kötelezően feltüntetendő információkat az Európai Bizottság 68/2013/EU rendelete tartalmazza.

A rendelet a takarmányokat és takarmány-alapanyagokat egy részletes, gyakorlati szempontoknak is jól megfelelő rendszer szerint csoportosítja az M4-1. táblázat szerint. A kiegészítő takarmányokról és takarmányösszetevőkről további információt a Függelék F-7. és F-8. táblázatai tartalmaznak.

M4-1. táblázat: Takarmányok és takarmányalapanyagok Európai Bizottság szerinti csoportosítása	
1. Gabonamagvak és azokból nyert termékek	7. Egyéb növények, algák és azokból nyert termékek
2. Olajos magvak, olajtartalmú gyümölcsök és azokból nyert termékek	8. Tejtermékek és azokból nyert termékek
3. Hüvelyesek magjai és azokból nyert termékek	9. Szárazföldi állatokból nyert termékek és azokból származó termékek
4. Gumók, gyökerek és azokból nyert termékek	10. Halak, egyéb vízi állatok és azokból nyert termékek
5. Egyéb magvak és gyümölcsök, azokból nyert termékek	11. Ásványi anyagok és azokból nyert termékek
6. Zöldtakarmány, szálastakarmány és azokból nyert termékek	12. Mikroorganizmusok fermentációs (mellék) termékei
	13. Egyebek

3.1 Tógazdaságban használt kiegészítő takarmányok

Tasnádi 1983-ban a haltakarmányok ismertetésénél fontosnak tartotta, hogy azok olyan tulajdonságait is megemlítsse, amelyek korlátozhatják használatukat a halastóban. Az alábbi felsorolás ezeket, a ma még mindig aktuális sajátosságokat foglalja össze [117]. Bár az általa felsorolt és jellemzett takarmányok némelyike ma már kevésbé jelentős, de ezek ismerete is segíthet a múltban alkalmazott takarmányozási technológia megértésében.

Növényi eredetű lédús takarmányok: ide tartoznak a fűfélék, illetve a pillangós virágú növények, amelyek közül a lucerna a legfontosabb. Főleg az amur, de olykor a ponty takarmányozására is használják. A frissen kaszált zöldfű vagy lucerna az amur alapvető takarmánya, míg azok szárított lisztjei a házilag készített kevértakarmányok összetevőiként lehetnek fontosak.

Gyökér és gumós takarmányok: napjainkban hazánkban már nincs jelentőségük, de előfordulhatnak olyan esetek, amikor annyi és olyan minőségű burgonya áll rendelkezésre, amely főzés után ponttyal etethető. A főzésre azért van szükség, hogy a burgonya héjában lévő mérgező szolanin kioldódjon.

Ipari melléktermékek és hulladékok: ide tartozik a zöldborsó vagy annak héja, a paradicsomtörköly, a melasz és a takarmányélesztő. Ezeknek akkor lehet jelentőségük, ha megfelelő mennyiségben és minőségben, illetve elfogadható távolságban állnak rendelkezésre. Utóbbinak azért van jelentősége, mert csak rövid ideig tárolhatók. A zöldborsó vagy annak héja nagy szénhidrát tartalma miatt jól kiegészíti az abraktakarmányt. A ponty kedveli, de csak frissen szabad etetni.

Természetes állati eredetű takarmányok: ide tartozhat a harcsa ivadék számára a tubifex, a lisztukac (napjainkban emellett néhány más rovar lárvája) és az árvaszúnyog lárvá.

Energiahordozó takarmányok: ezek a természetes haltáplálék leggyakoribb kiegészítő takarmányai, de mivel szénhidrátban dúsak növelhetik a halhús zsírtartalmát.

Kukorica és búza: a takarmánybúzának a halzsírra szilárdító hatása van, ez pedig nehezíti a teletetés során a zsír mobilizálását. A kukorica viszont lágyítja a zsírt, továbbá jó hatással van a zsírképző és zsírmozgósítási folyamatokra [14]. A kukorica gyakran lehet mikotoxinokkal szennyezett, aminek oka a magvak *fuzáriummal** vagy más penészekkel való fertőzöttsége.

Tritikálé: búza és rozs hibridje. Táplálóértéke az árpához hasonló. Anyarozs fertőződés veszélye miatt csak szítálás után szemesen javasolt etetni. Tógazdaságban csak anyahalak takarmányozására használják.

Cirok és köles: hazánkban tógazdasági felhasználása nagyon ritka. Mindkét magot csak darálva érdemes etetni, mert a ponty nem képes megroppantani, ezért emésztetlenül/érintetlenül kiürül.

Rozs: napjainkban tógazdasági etetése ritka, leginkább azért, mert a rozs táplálóértéke a többi gabonafélékhez képest rosszabb. Frissen nem, csak az utóérésen (azaz a biológiai folyamatok végleges befejeződésén) már átesett rozst szabad ponttyal etetni. Tárolás közben biológiai folyamatok zajlanak az „élő” szemekben

(utóérés, légzés). A csíráztatott rozs az anyahalak számára jó E-vitamin forrás. Gyakran fertőzött anyarozssal, ami súlyos mérgezést okozhat.

Őszi árpa: csak ezt az árpát használják takarmányozásra, de tógazdaságokban ez sem gyakori. Fehérjében gazdagabb, mint a búza, de a zsírt keményíti. Jól hasznosul, de nagy rosttartalma miatt bélgyulladást okozhat.

Gabonamagvak feldolgozásának melléktermékei: ide tartoznak a korpák és egyes lisztek.

A korpák minősége a gabonamag fajtától/fajtájától függ. Nagy rosttartalmuk miatt önmagukban nem etethetők. A takarmány 5-10%-ának megfelelő mennyiségben jó étrendi hatása van, mert javítja a bélsár konzisztenciáját. Relatív magas vitamin- és ásványianyag tartalmuk (főképp foszfor) további ok tógazdasági etetésükre.

Lisztek (8-as liszt, takarmányliszt, lábliszt): minőségük szennyezettségüktől függ. Az előnevelés kivételével nedvesítve, más takarmányokkal keverve, javasolt használni.

Magtisztítási hulladékot, konkolyos búzát vagy ocsút nem javasolt etetni. Amennyiben erre mégis sor kerül, akkor darálás nélkül történjen, hogy a ponty ki tudja válogatni a számára megfelelő, veszélytelen részeket.

Növényi eredetű fehérje takarmányok: ide tartoznak a hüvelyes magvak.

Csillagfűrt: két változata ismert, az édes és a keserű csillagfűrt. Az édes változatban 0,1%, a keserű változatban pedig 2-3% a *lupinin-lupanin** tartalom. A lupinózisnak nevezett toxikus tüneteket a ponty nem mutatja, de ennek előfeltétele a megfelelő előkészítés, azaz áztatás, csíráztatás vagy hőkezelés. A csillagfűrt alapú tápok etetésének hatására a halhús többszörösen telítetlen zsírsav tartalma és zsírsav összetétele nagymértékben különbözik a csak búzával etetett halakétól [14].

Szójabab: fontos alapanyaga a pontytakarmányozásnak, de csak nedves hőkezelés (tósztolás) után használható tripszin inhibitor tartalma miatt.

Borsó: minden szempontból jó pontytakarmány.

Bab: az 1950-es évekig széles körben etették. Ma már csak az emberi fogyasztásra alkalmatlan, zsizsikes, babot etetik, amennyiben ez gazdaságosan rendelkezésre áll. Antinutritív anyag tartalma miatt csak főzés után etethető.

Olajos magvak: ide tartozik a napraforgó, a lenmag, a repce, a földidió, a gyapotmag, az olajpogácsák és az extrahált olajmagdarák.

A napraforgó csak extrahált magdara formájában etethető, de csak darálás követően, mert a héj szúrós, ezért sértheti a bél falát.

A lenmag alkalmi haltakarmány, de csak hőkezelés (főzés) után használható.

A földidió hazánkban nem haltakarmány. Importból származó, emberi fogyasztásra nem alkalmas, tételei általában már halakkal sem etethetők. Ha rendelkezésre áll haletetésre még alkalmas tétel, akkor sem lehet nagyobb arányban etetni, mint a napi takarmányadag 10%-a.

Az olajpogácsák és extrahált olajmagdarák nagy fehérjetartalmúak. Az olajpogácsák jelentős olajtartalommal is rendelkeznek. Áruk miatt haltakarmányozásra csak a rosszabb minőségű, kevésbé megfelelő tételeket lehet beszerezni, de ezeket nem javasolt használni. Amennyiben a minőség megfelelő, a napi abrak mennyiségének csak mintegy 10-20%-ában lehet jelen a takarmánykeverékben.

Állati eredetű fehérjetakarmányok: a gazdaságban készített takarmánykeverékek és tápok, valamint egyes ipari takarmányok alkotórészei. Ide tartozik a húsliszt, a vérliszt, a halliszt és a tejfeldolgozás melléktermékei, amelyek közül az utóbbiból a tejpórá és a savópor vehető számításba, mint takarmánykeverékek és tápok alkotórésze.

Takarmánykeverékek: jellemzően több alkotórészt tartalmaznak. A halgazdaságok saját igényük szerint maguk állítják elő ezeket a Függelékben található szempontok szerint.

Tógazdasági tápok: ezeket a közel teljes értékű kiegészítő takarmányként etetett tápok vagy a halgazdaságokban, vagy tápkészítésre specializált gyártók állítják elő (M4-2. táblázat).

Ipari haltápok: amennyiben megbízható gyártótól származnak a minőségük, vízállóságuk és takarmány-értéke nagyságrenddel jobb lehet, mint amit a halgazdaságban készíthetnek. A döntést, hogy gazdaságban készített vagy gyári tápot érdemes-e etetni, azok mindenkorai ára határozza meg.

M4-2. táblázat: Halastavakban kiegészítő takarmányként etethető ipari ponty tápok							
Gyártók	Táp név	Fő takarmány-összetevők (%)					DE (MJ/kg)
		NyF	NyZs	NyR	Ca	P	
Aller Aqua	ALLER TOP	25	7,0	5	NI	0,9	12,5
Haltáp kft.	Ponty ivadéknevelő táp	24	2,6	2,5	0,29	0,62	NI
Haltáp kft.	Ponty utónevelő táp	17	2,2	2,5	NI	NI	NI
Agrofortel	Ponty anyatáp	15,5	3,7	6	1,8	1,3	NI

(Forrás: [2], [1], [51])

3.2 Intenzív termelési rendszerekben használt teljesértékű ipari tápok

Általában a halak, és különösen az intenzív haltermelési rendszerekben nevelt lazacfélék megfelelő takarmányozásának szükségessége indította el a teljesértékű ipari tápok kidolgozását. A haltakarmányozás a múlt század közepétől napjainkig óriásit fejlődött. Eleinte a pisztrángot és a lazacot nyers darált hallal és nyers vágóhídi hulladékkal etették, majd ezeknek az anyagoknak a felhasználásával készítettek takarmánykeverékeket. Gazdaságosági, egészségügyi és környezetvédelmi megfontolások készítették a termelőket ipari tápok használatára, ami mára általánossá vált.

Az M4-6. kiemelt magyarázatban összefoglalt erőfeszítéseknek köszönhetően a ÖE/EE aránya a teljesértékű ipari tápok esetén a kezdeti évek 75%-ról, 85-93%-ra nőtt, és a TE a legtöbb halfaj esetében már 1 körül van, vagy ennél is kedvezőbb.

A napjainkban használt ipari haltápoikat először a lazacfélék számára készítették, de párhuzamosan megindult a tápkészítés más, gazdaságilag értékes halcsaládok és halfajok számára is. Ma már a tokfélék, harcsafélék, tilápia, pontyfélék, sügérfélék és számos más édesvízi halfaj számára is megbízhatóan jó minőségű haltápoikat gyártanak (M4-3. táblázat).

A teljesértékű ipari tápok lehetővé teszik nemcsak a haltermelés intenzifikációját, de azt is, hogy az eddig csak mellékalként szereplő békés és ragadozó halak minden korosztályát lehet intenzív rendszerekben, mesterséges tápokkal is nevelni.

A teljesértékű ipari tápok közös ismérve, ami különösen alkalmassá teszi ezeket az intenzív haltermelési rendszerekben történő használatukra, többek között az alacsony TE és a kisebb környezeti terhelés. Ez utóbbi nemcsak a természetes vizekben és a recirkulációs rendszerekben lényeges szempont, de minden más haltermelési rendszerben is, mert ez teszi lehetővé a nagyobb halsűrűséget és/vagy a csökkentett vízcserét.

Sok esetben a teljesértékű ipari tápok nemcsak egy, hanem több, különösen az egy halcsaládba tartozó, hasonló táplálékigényű faj és korosztály etetésére alkalmasak, amit az M4-3. és M4-4. táblázatok összesítései is alátámasztanak.

Az, hogy az indító és ivadéknevelő tápok között sok a hasonlóság, több faj etetésére is alkalmazható termék azzal magyarázható, hogy a táplálkozó lárvák és korai ivadékok táplálékspektruma és táplálékanyag igénye hasonló, ahogy viszont a hal nő, jobban igényli a fajnak és életkornak megfelelő specifikusabb táplálékot.

M4-3. táblázat: Példák halfajspecifikus vagy több halfaj etetésére ajánlott teljesértékű ipari haltápra – indító és ivadék tápok		
Gyártó	Táp név és (NyF és NyZs)	Etethető halak csoportjai
Indító tápok – etetett halméret: 0,05 g és 2 g között		
Aller Aqua	ALLER INFA EX GR (64 és 8)	Pisztráng, tok, ponty, angolna, harcsafélék, sügérfélék, tilápia
Aller Aqua	ALLER FUTURA EX GR (60-58 és 15-17)	Pisztrángfélék, tok, afrikai harcsa
Alltech Coppens	ADVANCE (56 és 15)	Pisztráng, tok, ponty, harcsa
Alltech Coppens	ESSENCE (50 és 10)	Ponty, harcsa

M4-6. kiemelt magyarázat

KULCSFONTOSÁGÚ ERŐFESZÍTÉSEK, AMELYEK HOZZÁJÁRULTAK A TELJESÉRTÉKŰ IPARI HALTÁPOK KIFEJLESZÉSÉHEZ

A haltakarmányok fejlesztése során tanulmányozták és kutatták:

- A halak természetes táplálékspektrumát, az egyes táplálékszervezetek kémiai összetételét és tápláléértékét.
- Az aktuális és potenciális alapanyagként használható takarmány-összetevők táplálékanyag- és energiatartalmát.
- A halak táplálékanyagigényét és a táplálkozásukat alapvetően befolyásoló környezeti feltételeket.

Ez a három fő kutatási terület szorosan együttműködve a gyakorlattal, az onnan érkező visszajelzéseket felhasználva alakult ki az intenzív halgazdaságokban ma használatos kiváló minőségű ipari haltápok széles skálája [127].

M4-3. táblázat: Példák halfajspecifikus vagy több halfaj etetésére ajánlott teljesértékű ipari haltápra – indító és ivadék tápok		
Gyártó	Táp név és (NyF és NyZs)	Etethető halak csoportjai
Aqua Garant	AQUA START (57-52 és 17-20)	Pisztráng, ponty
Ivadektápok – etetett halméret: 1 g és 10 g között		
Aller Aqua	ALLER FUTURA EX (58 és 17)	Pisztrángfélék, compó, afrikai harcsa
Aller Aqua	ALLER PERFORMA (48 és 21)	Pisztrángfélék, pontyfélék, afrikai harcsa
Aller Aqua	ALLER THALASSA EX GR (60 és 14)	Tok, pontyfélék, angolna, harcsafélék, sügérfélék
Aqua Garant	AQUA START (57-52 és 17-20)	Pisztrángfélék, pontyfélék
Alltech Coppens	ADVANCE (56 és 15)	Pisztráng, tok, ponty, harcsa
Haltáp kft.	Ponty előnevelő táp (40 és 6,8)	Ponty

(Forrás: [2], [3], [8], [51])

M4-4. táblázat: Példák halfajspecifikus vagy több halfaj etetésére ajánlott teljesértékű ipari haltárokra – nevelő, hizlalo és anyahal tápok		
Gyártó	Táp név és (NyF és NyZs)	Etethető halak csoportjai
Nevelő tápok – az etetett halméret: 10 g és 50 g között		
Aller Aqua	ALLER IVORY EX (56 és 18)	Angolna, szürkeharcsa, sügérfélék
Aller Aqua	ALLER PERFORMA (48 és 21)	Pisztrángfélék, tok, tilápia, afrikai harcsa
Aller Aqua	ALLER BRONZE (45 és 15)	Pisztrángfélék, tok, szürkeharcsa
Aller Aqua	ALLER THALASSA EX (48 és 15)	Tok, harcsafélék
Alltech Coppens	PREGROWER-18 (45 és 18)	Pisztráng, tok
Aqua Garant	AQUA UNI (47-45 és 16)	Tok, szürkeharcsa
Alltech Coppens	PREGROWER-15 EF (50 és 15)	Ponty, szürkeharcsa
Aller Aqua	ALLER CLASSIC (30 és 7)	Ponty
Aqua Garant	AQUA CLASSIC (34-30 és 12-9)	Ponty
Aqua Garant	AQUA OMEGA (34 és 2)	Ponty
Hizlalo tápok – az etetett halméret: általában 50 g feletti halaknak		
Aller Aqua	ALLER BRONZE (45 és 15)	Pisztrángfélék, tok, harcsafélék
Alltech Coppens	SUPRIM-21 (39-41 és 19-22), SUPRIM-22 (43-45 és 20-23)	Pisztráng, tok
Haltáp kft.	Tilápia-Ponty nevelőtáp (35 és 6)	Pontyfélék, tilápia
Haltáp kft.	Harcsa nevelőtáp (42 és 11)	Tok, harcsafélék
Aqua Garant	AQUA UNI (47-45 és 16)	Tok, szürkeharcsa
Aller Aqua	ALLER BONA FLOAT 42 és 12)	Szürkeharcsa, tilápia
Alltech Coppens	GROWER-13 EF (42 és 13)	Ponty, szürkeharcsa
Anyatápok		
Alltech Coppens	REPRO (48 és 15)	Pisztráng, tok, ponty, harcsa
Aller Aqua	ALLER CLARIA FLOAT (45-38 és 12-10)	Afrikai harcsa

Forrás: [2], [3], [8], [51])

TAKARMÁNYOZÁS A TÓGAZDASÁGI HALTERMELÉSBEN

A tógazdasági haltermelés eredménye részben a trágyázással kialakítható természetes táplálék termelésétől, részben a kiegészítő takarmányok sikeres kiválasztásától és felhasználásától függ. Ez a melléklet tömör áttekintést ad a lehetséges takarmányok kiválasztásáról és ezek használatáról.

Halastavakban a szezon előrehaladtával növekszik a halbiomassza és változik a természetes táplálékkészlet. Ezzel párhuzamosan nem csak a takarmányadagok növelése, hanem a kiegészítő takarmányok minőségének módosítása is szükséges ahhoz, hogy a halállomány megfelelő fehérje- és energiatartalmú táplálékhoz jusson. A melléklet ehhez kíván gyakorlati eligazodási pontokat nyújtani.

Tartalom

1. A tógazdaságban használt takarmányok	87
2. A mennyiségi és minőségi takarmányozás szempontjai a tógazdaságban	87
3. Takarmányozás a tógazdaságban	88
3.1. A gazdaságban előkészített és összeállított takarmányok használata	88
3.2. Ipari tápok használata kiegészítő takarmányként	89
3.3. Teljesértékű ipari tápok használata a tógazdaságban	89

1. A TÓGAZDASÁGBAN HASZNÁLT TAKARMÁNYOK

A ponty étrendjét két alapforrásból fedezi. A halastóban az ott található (termelődött) természetes táplálékból és az ezt kiegészítő takarmányból. A kiegészítő takarmányoknak négy csoportja különböztethető meg: (1) abraktakarmányok, (2) egyszerű takarmánykeverékek, (3) gazdaságban készített tápok és (4) ipari tápok.

Ezeknek a takarmányoknak a leglényegesebb közös tulajdonsága, hogy csak természetes táplálékkal együtt tekinthetők igazán hatásosnak.

A négy kiegészítő takarmánycsoport jellemzői a következők.

Abraktakarmányok: ebbe a csoportba azok a szénhidrátban gazdag, de fehérjékben viszonylag szegény takarmányok tartoznak, amelyeket közvetlenül kiegészítő takarmányként használnak. A korábban kizárólag kiegészítő takarmányként használt hagyományos abraktakarmányoknak a szerepe mára megváltozott. Főleg extenzív tavi haltermelés esetén használják ezeket, míg a fél-intenzív és intenzív halastavi termelés esetén csak a szezon elején, kis halbiomassza és gazdag planktonállomány mellett etethetők önmagukban. Értékes alkotórészei lehetnek viszont az egyszerű takarmánykeverékeknek és a tápoknak.

Egyszerű takarmánykeverékek: csak néhány összetevőből állnak (M5-1. kiemelt magyarázat). Ezeket a takarmányokat a gazdaságban készítik azzal a céllal, hogy az abraktakarmánynál magasabb fehérje-, lipid- és szénhidrátkoncentrációjú tápot etethessenek. Az egyszerű takarmánykeverékek minden (nem extenzív termelésre beállított) tóban használhatók.

Halgazdaságban készített tápok: ezt a takarmánycsoportot a gazdaságban készítik, és kiegészítő takarmányként szolgálhatnak a tógazdaságban nevelt ponty minden korcsoportjának.

Ipari haltápok: ezeket a takarmányokat a ponty minden korosztályának félintenzív, és intenzív termeléséhez, valamint kétéves tógazdasági üzemben nevelt ponty etetéséhez használják.

M5-1. táblázat: A ponty különböző méretcsoportjainak halastavi takarmányozására ajánlott kiegészítő takarmányok köre				
Méretcsoport (g)	Gazdaságban előkészített/összeállított takarmányok			Közel teljesértékű ipari tápok
	Abraktakarmány	Egyszerű tak. keverékek	Gazdaságban készített tápok	
Lárva – 0.5	-	✓	✓	✓
Hároméves üzem (1., 2. és 3. év)				
0.5 – 25	-	✓	✓	✓
25 – 250	-	✓	✓	✓
250 – 2000	✓	✓	✓	✓
Kétéves üzem (1. és 2. év)				
0.5 – 250	-	-	✓	✓
250 – 2000	✓	✓	✓	✓

(Forrás: [127])

M5-1. kiemelt magyarázat

EGYSZERŰ TAKARMÁNYKEVERÉK PONTYFÉLÉK IVADÉKAINAK TÓGAZDASÁGI ELŐNEVELÉSÉHEZ

A pontyfélék 0,2-0,5 g egyedsúlyú ivadékának tavi előnevelésénél sikeresen lehet használni azt az egyszerű takarmánykeveréket, amely mindössze négy összetevőből áll; szójabab (25%), búzadara (25%), halliszt (25%) és vér- vagy húsliszt (25%). Ezt a keveréket az első héten nagyon finomra ($\leq 0,1$ mm) kell darálni és vízzel összekeverve adagolni, ami elősegíti, hogy a takarmányrészemcsék a planktonhoz hasonlóan lebegjenek a tóvízben. Később, amikor már a növekedő ivadék olyan erős, hogy a víz felszínéről és a lassan süllyedő nagyobb szemcsméretűre (0,2-0,3 mm) darált táplálékot is fel tudja venni, a keveréket lehet szárazon is etetni.

Az első héten a keveréknek a napi adagja százezer kihelyezett táplálkozó lárvaára számítva 1 liter száraz takarmány, amelyet fokozatosan, 6-7 napos lépésekben napi 5 literre kell növelni [62].

2. MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI TAKARMÁNYOZÁS SZEMPONTJAI A TÓGAZDASÁGBAN

A természetes táplálék mennyisége és összetétele a szezon folyamán a halak növekvő biomasszájának, és az ebből következő kifalásnak, valamint az eleinte emelkedő, majd a szezon vége felé csökkenő hőmérsékletnek a hatására változik. Emiatt nem csak a ponty számára szükséges takarmány mennyiségét kell növelni/változtatni, de annak minőségét is módosítani kell, az aktuális halbiomassza méretének megfelelően. Ennek magyarázatát a M5-2. kiemelt magyarázat adja meg.

M5-2. kiemelt magyarázat

AKTUÁLIS (AHB) ÉS KRITIKUS HALBIOMASSZA (KHB) A HALASTÓBAN

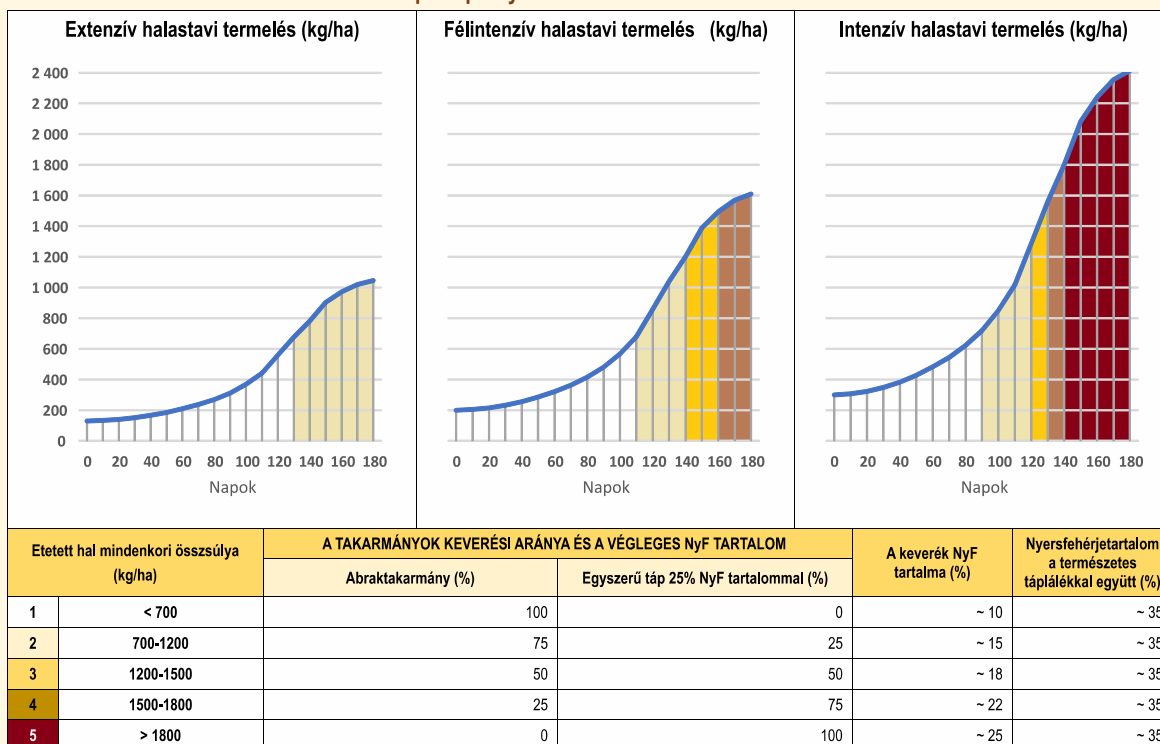
Az AHB a halak aktuális élő súlyát jelzi egy adott időpontban a halastóban (kg/ha). Ugyanezen logika szerint az intenzív termelési rendszerekben nevelt halak tényleges élő súlyát is AHB-ben (kg/m³ vagy kg/m²) fejezzük ki. (Az aktuális biomassza kifejezést használják a természetes táplálék pillanatnyi össz mennyiségének leírásakor is.)

A hal (azaz halállomány) növekedése miatt nem csak a kiegészítő takarmány mennyiségét, hanem minőségét is módosítani kell. Ezt akkor kell megtenni, amikor a természetes táplálékot és a kiegészítő takarmányt egyaránt tartalmazó étrend nem fedezi a halak növekedési igényét. Ennek az a jele, ha a növekedés lelassul, majd le is áll(hat). Ez az a pont, amelyet Hephert és Pruginin „kritikus halbiomasszaként” (KHB) jellemez [57].

Más szóval a halak biomasszájának növekedésével a természetes táplálék relatív mennyisége csökken, ami lelassítja vagy akár le is állítja a halak növekedését, hacsak a kiegészítő takarmány minőségét nem módosítják, és mennyiségét nem növelik [57].

A különböző intenzitású rendszerekben szükséges takarmány-módosítás folyamatát az M5-1. ábra demonstrálja. Az ábrán látható, hogy az intenzív tavi termelés korai fázisaiban a takarmány minősége megegyezik az extenzív és a félintenzív rendszerekben használható takarmányokéval, csak a nevelés utolsó fázisában kell a korábbiakban alkalmazottnál értékeesebb (magasabb fehérjetartalmú) tápot etetni.

M5-1. ábra: Összefüggés a halbiomassza és a kiegészítő takarmány szükséges fehérjetartalma között különböző intenzitású piaci ponty halastavi nevelése esetén



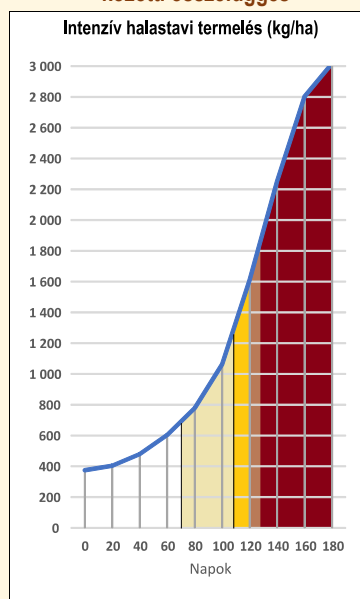
(Forrás: [127])

3. TAKARMÁNYOZÁS A TÓGAZDASÁGBAN

3.1 Gazdaságban előkészített és összeállított takarmányok használata

Az M5-1. ábra bemutatja a halbiomassza és a kiegészítő takarmány mindenkorai minősége közötti összefüggést Hephher és Pruginin [57] alapján. A minőségi változtatás egyszerű technikáját is javasolják a szerzők. Ennek értelmében a termelési szezon kezdetén csak 10% körüli nyersfehérje tartalommal rendelkező abrak takarmányokat kell etetni, amíg az aktuális hal biomassza a halastóban el nem éri a 700 kg/ha értéket. Ezen a ponton a takarmány nyersfehérje tartalmát növelni kell. Amint az M5-1. ábrán látható a kiegészítő takarmány NyF tartalmát lépcsőzetesen kell 25%-ra emelni. Ennek értelmében a ponty takarmányában az abrak takarmány és a fehérjében gazdagabb, 25 % nyers fehérje tartalmú táp 75%-25%, 50%-50% és 25%-75%-ban szerepel, addig az állapotig míg az AHB nem haladja meg az 1800 kg/ha értéket. Ezt követően csak a 25% NyF tartalmú tápot javasolt etetni. Ennek az összetett takarmánynak az egyik lehetséges receptje a Függelék F-3. ábráján látható, míg a Függelék F-8. táblázata az összes szóba jöhető kiegészítő takarmányféleség kémiai összetételét és számított emészthető energiáját tartalmazza.

M5-2. ábra: A jó minőségű kiegészítő takarmány és a kimagasló eredmények közötti összefüggés



A termelési szezon második felében különösen szükséges a jó minőségű takarmány [127].

3.2 Közel teljesértékű haltápok használata

A közel teljesértékű ipari tápok (NyF ~25%) kifejezetten tógazdasági használatra állítják elő. Ezeket különösen az intenzív tógazdaságokban használják, ahol rövid idő alatt gyors és nagy növekedést akarnak elérni. Ezeknek a tápoknak az előnye a gazdaságban előállítottakkal szemben a következőkben foglalható össze:

- Összetételük, minőségük és vízállóságuk megbízható és állandó.
- Olyan hasznos összetevőket tartalmazhatnak, amelyek a gazdaságban előállított tápokban nincs.
- Gyorsabb növekedést eredményeznek.
- Területegységre vetítve több halat lehet nevelni.
- A végső halastavi takarmányegyüttható (HTE) alacsony marad.

Ivadékevelés közel teljesértékű ipari tápokkal

A kihelyezési anyag (0,5-1 g, 20-30 g és 200-300 g méretű ponty) nevelése során elsődleges a megfelelő takarmányozás. Mivel ezeknek a korosztályoknak az ára magas, a nagyobb és egészségesebb hal nevelése érdekében mindenképpen szükségessé válik az ilyen tápok használata, különösen nagy népesítésnél. A várható előny kettős:

- A jó minőségű kihelyezési anyag ára magasabb, tehát a drága táp vásárlásának költsége megtérül.
- Jobb a megmaradás, gyorsabb a növekedés és jó a hal fizikai és egészségi állapota.

Piaci hal nevelése közel teljesértékű ipari tápokkal

A piaci hal nevelése az extenzívtől a félintenzíven át az intenzívig széles skálán mozog (M5-1. és M5-2. ábrák), beleértve azt is, amikor a termelési eredmények megközelítik vagy elérik a halastavi termelés felső határát (M5-3. ábra).

A termelési szezon előrehaladtával, az intenzitástól függően, számos választási lehetőség van a kiegészítő takarmányok felhasználására. Ekkor a közel teljesértékű ipari tápok szerepe felértékelődik, mert a nagyobb hozamok elérése érdekében a gazdaságban összeállított tápok ipari tápokra célszerű cserélni. Ez különösen indokolt lehet, amikor a természetes táplálék drasztikusan csökken a halastóban, illetve amikor a halakat felkészítik a telelésre.

Amikor a termelési célkitűzés a minél nagyobb egyedsúlyú piaci hal előállítása, illetve hároméves üzemről kétéves üzemre való áttérés, a gyors növekedést lehetővé tevő közel teljesértékű ipari tápok használata még inkább indokolt.

3.3 Teljesértékű ipari tápok használata a tógazdaságban

Ruttkay [102] kísérletei az intenzív halastavi ponty polikultúra területén bebizonyították, hogy a kiegészítő takarmányozással elérhető termelési eredmények növelésének korlátjai vannak. Amikor a becsült AHB eléri, majd meghaladja a 3000 kg/ha értéket, általában a termelési szezon utolsó hónapjaira, akkor (1) le kell állítani a trágyázást, és (2) el kell kezdeni a teljes értékű ipari tápok használatát az M5-3. ábrán illusztrált módon.

A teljesértékű ipari tápok használata a ponty kétéves üzemben történő előállításának első évében indokolt lehet, különösen a szezon második felében vagy akkor, amikor a ponty nevelése intenzív haltermelési technológiával történik. Erre a következő összefoglaló jó példa lehet.

Egyed és munkatársai 2012-ben [31], olyan telelőkben megvalósítható, teljesértékű ipari tápokra alapozott termelési és takarmányozási technológiát dolgoztak ki, amely a 3 éves üzemformában történő pontynevelést 2 évre rövidíti le. A tavasszal kihelyezett 0,5-0,6 kg-os halból néhány hónap alatt, piaci méretű halat neveltek teljesértékű ipari tápon. A népesítéstől, a lehalászás idejétől, a technikai feltételektől függően ezzel a módszerrel 0,85-2,58 kg/m² eredményt értek el, 1,62 - 2,08 takarmány-együttható (TE) mellett. A telelőket szükség esetén levegőztették, de nem

M5-3. Kiemelt magyarázat

A PONTY INTENZÍV MEDENCÉS TERMELÉSE TELELŐKBEN

A jól előkészített telelőkben és az erre alkalmas kis tavakban az elárasztás idején kiemelkedően nagy lehet a természetes táplálék mennyisége. Ez különösen akkor hasznos a halak növekedésének gyors beindításához, ha a természetes táplálék mellett minőségileg és mennyiségileg megfelelő takarmány is rendelkezésre áll.

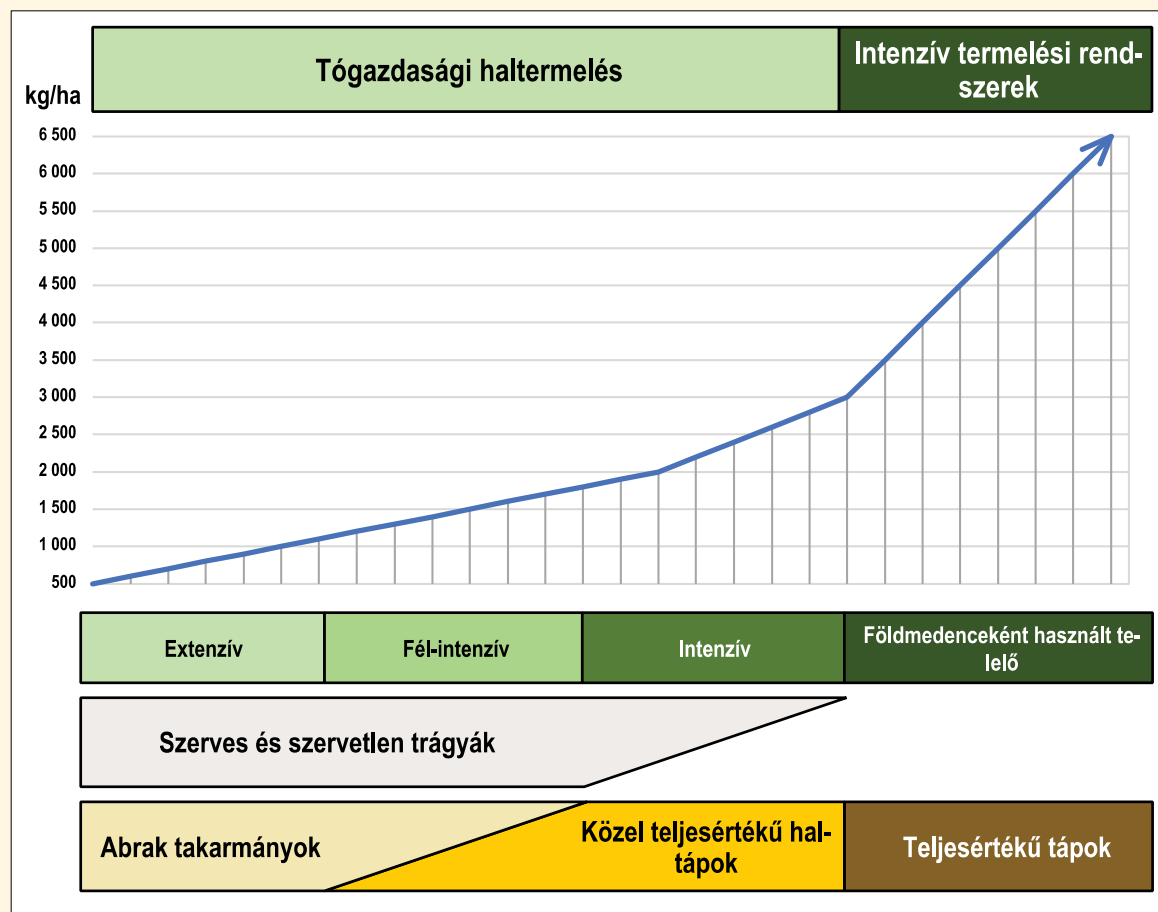
Az tófenékben felhalmozódott növényi tápanyagok jelenléte miatt hasonló folyamat (plankton boom) játszódik le, ha egy régóta rendszeresen trágyázott tavat trágyázás nélkül töltünk fel.

Ameddig a kezdetben meglévő nagy mennyiségű természetes táplálék elfogy a ponty kihelyezése után, az első rövid időszakban a közel teljesértékű táp etetése még megfelelő. Később, amikor a kezdeti gazdag természetes táplálékot a ponty teljesen feléli, váltani kell a teljes értékű táp etetésére, ahogyan ezt az M5-3. ábra mutatja [127].

volt folyamatos vízátfolyás, csupán a párolgási és szivárgási veszteségeket pótolták friss vízzel. Azokban a telelőkben, ahol magasabb volt a termelés a TE is jobb volt. A technológia alkalmazásával lehetőség nyílt arra, hogy a halat a nagyobb nyári haláron adhassák el. A magasabb takarmányköltséget kompenzálta a nyári piaci hal nagyobb eladási ára. A technológia egyik előnye, hogy alkalmazásával folyamatossá tehető az árbevétel.

A szerzők egyik nagyon lényeges következtetése az volt, hogy a tápetetés csak 20 °C vízhőmérséklet felett volt igazán hatékony. Abban az esetben tehát, amikor a vízhőmérséklet nem érte el ezt a szükségesnek ítélt értéket a ponty növekedése lassabb volt.

M5-3. ábra: A trágyázás szükségességének és a takarmányozás minőségének változása a tógazdasági haltermelés intenzitásának és a haltermelési rendszerek közötti alapvető különbségek tükrében



(Forrás: [102], [127])

TAKARMÁNYOZÁS AZ INTENZÍV HALTERMELÉSI RENDSZEREKBEN

Ahhoz, hogy az intenzív termelési rendszerekben eredményesen lehessen gazdálkodni, a takarmánynak nem csak az ott nevelt halfaj és korosztály igényét kell kielégíteni, hanem a takarmány kiválasztásakor figyelembe kell venni azt is, hogy az hatékonyan alkalmazható legyen az adott technológiai feltételek között. Ez a melléklet a megfelelő takarmány megválasztásához és használatához ad támpontokat.

TARTALOM

1. A takarmányozás jellegzetességei	92
2. Élő táplálék	92
3. Teljesértékű ipari tápok	93
3.1. Starter és ivadéknevelő tápok	94
3.2. Nevelő és hizlaló tápok	94
3.3. Speciális haltermelési célra készített haltápok	95

1. A TAKARMÁNYOZÁS JELLEGZETESSÉGEI

Az intenzív haltermelési rendszerekben, tekintet nélkül arra, hogy medencés vagy ketreces, a megfelelő vízminőség biztosítása mellett, olyan takarmányt kell használni, amely kielégíti a növekedő halállomány fehérje- és energiaigényét, és biológiailag teljesértékű az adott faj/korosztály számára. A halak növekedése és a takarmányegyűthető alakulása minősíti a takarmányt, és a takarmányozás technikáját.

A nevelt fajtól és korosztálytól függően, az intenzív haltermelési rendszerekben a természetes tápláléknak és a biológiailag teljesértékű tápoknak egyaránt szerepe lehet. Ellentétben a tógazdasági haltermeléssel, itt a természetes táplálékot és a teljesértékű hal-tápokot nem egymás kiegészítésére használják, hanem alkalmanként a természetes táplálékszervezetek helyettesíthetik a tápokot.

2. ÉLŐ TÁPLÁLÉK

Az élő táplálék szerepe a múltban különösen fontos volt, amikor még nem álltak rendelkezésre teljes értékű starter haltápok.

Elsősorban a ragadozó halak és a tokfélék ivadékát nevelték gyűjtött természetes táplálékon, zooplanktonon, tubifexen, vagy/és szúnyoglárván.

A nevelés egyik módszere az volt, hogy a táplálkozó lárvát természetes vizekben vagy halastavakban elhelyezett tüllháló ketrecekben 1-2 hétig nevelték mielőtt szétengedték őket. A másik, ma is használatos eljárást a TEHAG-ban az 1970-es években dolgozták ki, amikor átfolyóvízes borjútató vájukban halastóban gyűjtött zooplanktonnal, vágott tubifexszel és gyűjtött szúnyoglárvával nevelték a ragadozóhalak ivadékait.

Ma az előnevelt ivadék intenzív (medencés rendszerben) történő neveléséhez egyes fajoknál a természetes táplálékot, mint indító takarmányt használják. A megfelelően megválasztott táplálékszervezetek mérete és kémiai összetétele, általában megfelel a larva igényének. A természetes táplálékszervezetek használata néhány fajnál elkerülhetetlen, ha nem áll rendelkezésre a faj igényeinek megfelelő minőségű starter táp, vagy célszerű abban az esetben, ha a táp nagyon drága.

A természetes táplálék két legelterjedtebb változata (1) a gyűjtött és szükség szerint nagyságra szűrt zooplankton, vagy (2) a frissen keltetett Artémia nauplius, amely fajtól és fajtától függően keléskor 0,4-0,5 mm hosszú és 0,14-0,18 mm széles.

A két opció közül a gyűjtött zooplankton előnye faj- és méretgazdasága. Az egysejtűeket (~ 0,05-0,15 mm), kerekesszemeiket (~ 0,05-0,15 mm) különböző méretű aszexuálisan szaporodott ágascsapú rákokat (~ 0,1-0,3 mm) és az evezőlábú rákok eltérő fejlődési fázisaiban lévő naupliusait tartalmazó természetes táplálék könnyen felvehető, változatos étrendet biztosíthat a táplálkozni kezdő lávák számára (M6-2. kiemelt magyarázat). A gyűjtött zooplanktonnal azonban különféle vírusokat és baktériumokat, valamint parazitákat lehet bevinni, és ezek - különösen a zárt recirkulációs rendszerek vizéből - nehezen írhatók ki.

M6-1. kiemelt magyarázat ARTÉMIA KELTETÉSE

A szükséges mennyiségtől függően az Artémia keltetéséhez 10, 20 vagy 50 literes átlátszó edények használhatók. 1 liter keltetővízben, aminek a sóconcentrációja 3,2‰ 6-7 g/l petét lehet keltetni. Fontos, hogy az alsó levegőztetéssel állandó mozgásban lévő peték megfelelő mennyiségű fényt kapjanak. Az edényeket alulról és felülről egyaránt meg kell világítani. A jó eredményhez a keltetővíz felszínén 2000 lux fényerősségre van szükség.

Az Artémia keltetéséhez 27-30 °C az optimális víz hőmérséklet. Ennek eléréséhez és fenntartásához fűtőberendezést kell használni.

A kikelt Artémiát csak egy kismennyiségű sós vízzel együtt lehet leszívni a keltetőedényből. Mivel a só nagy része kimosódik a naupliusokból, a keltetett Artémiát közvetlenül, átöblítés nélkül lehet etetni a hallárvákkal. Mindig annyit kell bevetni, hogy a halak előtt megfelelő sűrűségben legyenek.

Ha a kikelt Artémiát nem azonnal etetjük fel, a keltetővízből egy 100-150 µm-es szűrővel kiszűrt naupliusokat frissen készített sóoldatban kell tartani, intenzív levegőztetés mellett a keltetővíz hőmérsékleténél alacsonyabb hőfokon (kb. 20 °C) és nem szükséges a megvilágítás csak a levegőztetés. Így az állomány 1-2 napig károsodás nélkül tárolható.



(Forrás: [95])

M6-2. kiemelt magyarázat

NÉHÁNY TENYÉSZTETT HALFAJUNK ELSŐ TÁPLÁLÉKÁNAK MÉRETE

Horváth és Tamás az 1970-es évek elején [116] megvizsgálták néhány halfaj első táplálékának méretét. Ez a pontylárvá estében 0,1-0,3 mm, a compónál 0,05-0,10 mm, a süllőnél 0,05-0,15 mm, a szürkeharcsa lárvánál 0,2-0,5 mm. Ha az indító szervezetek mérete ennél nagyobb, a lárvák azt nem tudják megenni. (Forrás: [127])

3.1 Starter és ivadéknevelő tápok

A vezető gyártók starter és ivadék tápjainak közös tulajdonsága, hogy azok vagy granulátum, vagy mikro pellet formában, 0,1 és 2 mm között méretben készülnek, ahogy ezt az M6-1. ábra illusztrálja.

A starter és előnevelő tápok, vagy ahogy a gyártók gyakran nevezik a „korai ivadék számára készített tápok” esetében nincs a gyakorlat számára egységesen értelmezhető ajánlás (az Alltech Coppens afrikai harcsa takarmányozási programját kivéve), ami segítene azt eldönteni, hogy ténylegesen melyik az a legkisebb halméret, amelyiknek már ajánlott az adott starter táp (M6-1. táblázat). Az általánosan megadott <0,05 vagy különösen a <2,0 g mérettartomány igen tág határokat jelent, mert a pisztráng táplálkozó lárvá kivételével a legtöbb halunk lárvája 0,0025 és 0,005 g súlytartományba van, amikor táplálkozni kezd és ennek megfelelően különböző szemcseméretű tápot igényelnek. Néhány faj első táplálékának méretét a M6-1. kiemelt magyarázat tartalmazza.

Bonyolítja a helyzetet, hogy egy márkanév alatt több egymást követő halméretnek különböző beltartalommal készítenek tápok, ahogy azt az M6-2. táblázat illusztrálja. Az azonos márkanévvel forgalmazott tápok közül méretük alapján lehet kiválasztani a halméretnek/halsúlynak megfelelőt.

M6-1. táblázat: Példa néhány starter táp összehasonlítására a szemcseméret és az etetett hal ajánlott mérete alapján						
Halfaj	Aller Aqua (ALLER INFA EX GR)		Alltech Coppens (TOP és ADVANCE)		Aqua Garant (AQUA START)	
	Hal súlya (g)	Táp mérete (mm)	Hal súlya (g)	Táp mérete (mm)	Hal súlya (g)	Táp mérete (mm)
Pisztráng	0,1-0,25	0,2	0,1-0,15	0,2-0,3	< 0,3	0,4
Tok	0,03-0,5	0,2	< 0,2	0,2-0,3	NI	NI
Ponty	≥ 0,05	0,1	< 0,2	0,2-0,3	< 0,3	0,4
Compó	≥ 0,05	0,1	NI	NI	NI	NI
Szürkeharcsa	0,05-0,1	0,2	NI	NI	NI	NI
Afrikai harcsa	< 0,05	0,1	0,009	0,2-0,3	NI	NI
Angolna	0,2-0,5	0,2	NI	1,2	NI	NI
Sügér	0,05-0,2	0,1	NI	NI	NI	NI
Süllő	0,05-0,2	0,1	NI	NI	NI	NI
Tilápia	< 0,1	0,1	NI	NI	NI	NI

(Forrás: [2], [3], [8])

M6-2. táblázat: Példa néhány előnevelő és ivadéktáp összehasonlítására azok legfontosabb jellemzői alapján										
Táp neve	Halfaj	A hal mérete (g)	Táp mérete (mm)	Beltartalom						TE
				NyF	NyZs	NyR	Nmka	P	DE	
AQUA START (AG)	Pisztráng	0,3-2,5	0,6 és 1	60	15	1,5	NI	2,3	19	NI
		2,5-15	1,2 és 1,5	52	20	0,5	NI	1,2	20	NI
ADVANCE (AC)	Afrikai harcsa	0,1-1,8	0,3-0,8	56	15	0,3	NI	1,8	19,2	0,5-0,8
		2-10	1-1,5	54	15	0,4	NI	1,7	19,3	0,5-0,8
AQUA START (AG)	Ponty	0,3-2	0,6 és 1	60	15	1,5	NI	2,3	19	NI
		2,5-15	1,2 és 1,5	52	20	0,5	NI	1,2	20	NI
ADVANCE (AC)	Ponty	0,2-5	0,3-0,8	56	15	0,3	NI	1,8	19,2	0,5-0,8
		5-15	1-1,5	54	15	0,4	NI	1,7	19,3	0,5-0,8
ALLER PERFORMA	Ponty	5-10	1,3-1,5	48	21	1,1	13,2	1,2	20	0,5-0,8
ALLER PARVO EX GR		0,5-10	0,5-2	44	9	2,3	29,4	1,1	14,4	0,5-1

Megjegyzés: (AG) Aqua Garant, (AC) Alltech Coppens. Forrás: [2], [3], [8])

3.2 Nevelő és hizláló tápok

A nevelő tápok minden gyártó esetében 2 mm átmérőűek, míg a hizláló és anyatápok 3 és 22 mm között, de tipikusan 3 és 8 mm közötti pelletméretben készülnek. Annak ellenére, hogy a halak egészséges növekedésének táplálóanyagszükséglete életkoruk előrehaladtával változik, a különböző halfajok és korosztályaik számára készített nevelő és hizláló tápok között vannak olyanok, amelyek beltartalma minden méretben azonos, és vannak olyanok, amelyek beltartalma méretükkel együtt változik, ahogy ezt az M6-3. táblázat bemutatja.

A látszólagos ellentmondás ellenére mindkét tápkészítési koncepcióra van magyarázat, ami akkor érthető meg, ha a beltartalom mellett a takarmányértékesülést is figyelembe vesszük. Szűk határokon belül a TE minden tápméret esetében azonos, ha a mérettel a beltartalom is változik. Olyan tápok esetében viszont, ha minden méretnek azonos a beltartalma a TE változni fog. Attól függően pedig, hogy melyik korcsoportnak készültek az ennél kisebb vagy nagyobb méretű hallal történt etetéskor a TE is változni fog.

M6-3. kiemelt magyarázat										
A HALAK TAKARMÁNYOZÁSÁNAK FŐBB SZEMPONTJAI INTENZÍV RENDSZEREKBE										
Ipari tápok esetén a gyártók a tápok mellé etetési táblázatot is mellékelnek, ahol a különböző hőmérsékleten javasolt napi takarmányadagokat is megadják, általában a halak testsúlyának százalékában kifejezve. Ha a környezeti feltételek eltérnek az optimális körülményektől (pl. a hőmérséklet, vagy/és az oxigéntartalom változása egy ketreces rendszerben) a javasolt adagokat ennek megfelelően módosítani kell. Erre a takarmányfogyasztás intenzitásának változása hívja fel a figyelmet. A módosítás szükséges mértékét próba-etetésekkel lehet meghatározni. Törekedni kell arra, hogy a tápot a halak néhány percen belül elfogyasszák. Ha a fogyasztás több időt igényel, célszerű az adag csökkentése. A kis mértékben túletetett halak ugyan felveszik a tápot, de romlik a takarmány értékesítése, és a halak elzsírosodhatnak. Emiatt pl. ponty esetében Hancz [52] azt javasolja, hogy a maximálisan beethető napi adagnak csak 85-90 %-át célszerű feletetni, a haltest kedvező összetételének fenntartása miatt, és azért, hogy a takarmányértékesítés ne romoljon.										

M6-3. táblázat: Példa néhány nevelő- és hizlaltáp összehasonlítására azok legfontosabb jellemzői alapján										
Táp neve	Táp típusa	A hal mérete (g)	Táp mérete (mm)	Beltartalom						TE
				NyF	NyZs	NyR	Nmka	P	DE	
Pisztráng										
AQUA UNI (AG)	Nevelő	15-50	2	47	15	1,5	NI	1,15	18	NI
	Hizlalt	50-150	3	47	16	2	NI	1,1	18	NI
		150->600	4-6	45	16	2	NI	1	18	NI
CRYSTAL (AC)	Nevelő	10-35	2	46	24	1,3	NI	1,15	20,3	0,75-1,1
	Hizlalt	35-100	3	41-44	28-31	1-2	NI	0,93	16,8	0,75-1,1
		100-400	4,5	41-43	30-33	1-2	NI	0,91	17,1	0,75-1,1
		400-3000	6	40-43	31-34	1-2	NI	0,85	17,1	0,75-1,1
Ponty										
ALLER PRIMO	Nevelő	10-50	2	37	12	3,5	32,5	1	15,7	1-1,2
	Hizlalt	50->1500	3-8	37	12	3,5	32,5	1	15,7	1-1,5
ALLER MASTER	Nevelő	10-50	2	35	9	4,7	36,3	1,1	14,9	1,1-1,3
AQUA CLASSIC (AG)	Nevelő	8-100	2	34	12	3,5	NI	1,3	16	NI
	Hizlalt	100->1000	4-10	30	9	3,5	NI	1,2	14,5	NI
ALLER CLASSIC	Nevelő	10-50	2	30	7	5	43,5	1	12,6	1,2-1,4
	Hizlalt	50-4000	3-8	30	7	5,5	43,5	1	12,6	1,2-1,7
Szürkeharcsa										
AQUA UNI (AG)	Nevelő	15-50	2	47	15	1,5	NI	1,15	18	NI
	Hizlalt	50-150	3	47	16	2	NI	1,1	18	NI
		150->600	4-6	45	16	2	NI	1	18	NI

Megjegyzés: (AG) Aqua Garant, (AC) Alltech Coppens. Forrás: [2], [3], [8])

A tápgyártók az „erősebb”, tehát jobb TE-jű hizlaltápjai esetén kisebb napi takarmányadagokat, míg szegényebb beltartalmú tápjai esetén nagyobb napi adagok etetését javasolják, ugyanazon vízhőmérséklet esetén. Egy táp kiválasztásakor mérlegelni kell azt is, hogy a nevelés elsődleges célja az optimális növekedés, vagy a lehető legjobb TE elérése. Nagyobb takarmány-adagok etetésével ugyan gyorsabb a növekedés, de rosszabb a takarmány értékesülése és az adagok csökkentésével javul a hasznosítás. Egyes takarmánygyártók ennek megfelelően kétféle adatot adnak meg a napi takarmány mennyiségére [3]. Ez az etetés mennyiségét meghatározó alapkonceptió egybecseng az M6-3. kiemelt magyarázatban összefoglaltakkal.

3.3 Speciális haltermelési célra készített haltápok

A vezető tápgyártók terméklistáin néhány halfaj anyaállományának etetésére összeállított, továbbá a maximális kaviártermelést biztosító tápok is szerepelnek. Gyártanak a halak általános és évszaktól függő kondícióját fenntartó vagy erősítő tápok, hogy a télen lehűlő és tavasszal felmelegedő vízben a halak szervezete zökkenőmentesen álljon át, illetve, hogy a telelésre megfelelő egészségi állapottal és kondícióval készüljenek fel. Vannak olyan tápok is, amelyek a halhús minőségét (színét, ízét, konzisztenciáját stb.) javítják. Az ilyen tápok tipikusan a hizlálás végén, a halak értékesítése/feldolgozása előtt etetik.

A HALTERMELÉSI RENDSZEREKBE KÍVÁNATOS VÍZMINŐSÉG FENNTARTÁSÁNAK ÉS ELLENŐRZÉSÉNEK SZEMPONTJAI

Minden haltenyésztési rendszer, különösen a természetes víz és a halastó, törekény és kiegyensúlyozott ökoszisztéma, ami a hal számára olyan élettér, ami forrása a tápláléknak, az oxigénnek és befogadója az anyagcseretermékeknek.

Ennek a mellékletnek az a célja, hogy a haltenyésztők számára összefoglalja a haltermelés eredményét befolyásoló vízminőséggel kapcsolatos ismereteket. A melléklet áttekintést nyújt a vizeknek azokról a legfontosabb fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságairól, amelyek alapvetően meghatározzák az adott víztest vízminőségét és alkalmasságát a különböző típusú haltenyésztési rendszerekre. Ugyanez az információkészlet segít megérteni, nyomon követni és fenntartani a jó eredmények eléréséhez szükséges vízminőséget is [127].

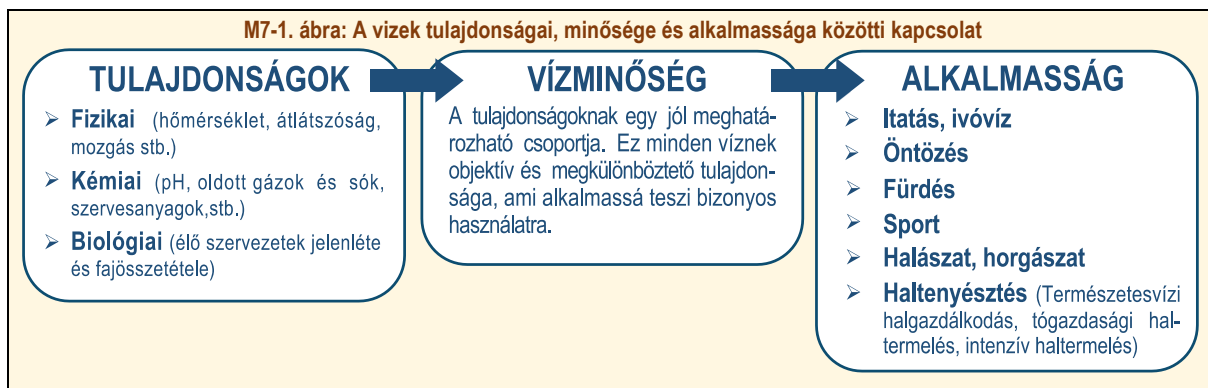
Tekintettel a tárgyalt téma összetettségére és kiterjedtségére, az érdeklődő olvasók további részleteket, magyarázatokat és problémamegoldó javaslatokat találhatnak az Agrárminisztérium honlapjáról letölthető, „A vízminőség állapotának felmérése és értékelése – Gyakorlati útmutató természetesvízi halgazdálkodóknak és tógazdasági haltermelőknak” című szakkönyvben [126]. Ugyanez a publikáció szolgált iránymutatásul ennek a mellékletnek az elkészítéséhez is.

Tartalom

1. A víz haltermelés számára legfontosabb tulajdonságai és minőségi mutatói	97
1.1. A víz fizikai tulajdonságai	97
1.2. A víz kémiai tulajdonságai	98
1.3. A víz biológiai tulajdonságai	102
2. A különböző termelési rendszerekben nevelt halfajok számára megfelelő vízminőség	103
2.1. A tógazdasági haltermeléshez szükséges vízminőség	103
2.2. Az intenzív termelési rendszerekben szükséges vízminőség	104

1. A VÍZ HALTERMELÉS SZÁMÁRA LEGFONTOSABB TULAJDONSÁGAI ÉS MINŐSÉGI MUTATÓI

Egy adott víztest fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai meghatározzák a víz minőségét és alkalmasságát különböző célokra történő felhasználáshoz (M7- 1 ábra).



(Forrás: [87], [126])

Nagy és munkatársai [87] meghatározták azokat a tényezőket, amelyek a vizek eltérő fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait létrehozzák és fenntartják. Ezeket az M7-2. ábra mutatja.



(Forrás: [87], [126])

1.1 A víz fizikai tulajdonságai

A víz számos fizikai tulajdonságai közül a halmazállapota, hőmérséklete, mozgása, rétegződése és *fajhője** a legfontosabb a halak számára.

A víz halmazállapota

A víz az egyetlen olyan anyag, amely a természetben három különböző halmazállapotban: jég, folyadék és gáz formában egyaránt jelen lehet. A 0 °C alatti víz a jég (és ennek finom kristályformája a hó). A tó felszínén képződő jég, ha hóval borított, veszélyes a halállományra, mert elsötétíti a vizet, ahol oxigénhiány és *anaerob**, mérgező gázokat is koncentrálnak körülmények alakulhatnak ki. Ez ellen a lékekkel lehet védekezni. A jégképződés nemkívánatos következménye annak térfogatnövekedésével magyarázható. Emiatt mindent tárgyat, ebbe beleértve a beton műtárgyakat is, megrongálhatja. Ennek elkerülésére ezek körül is léket kell vágni.

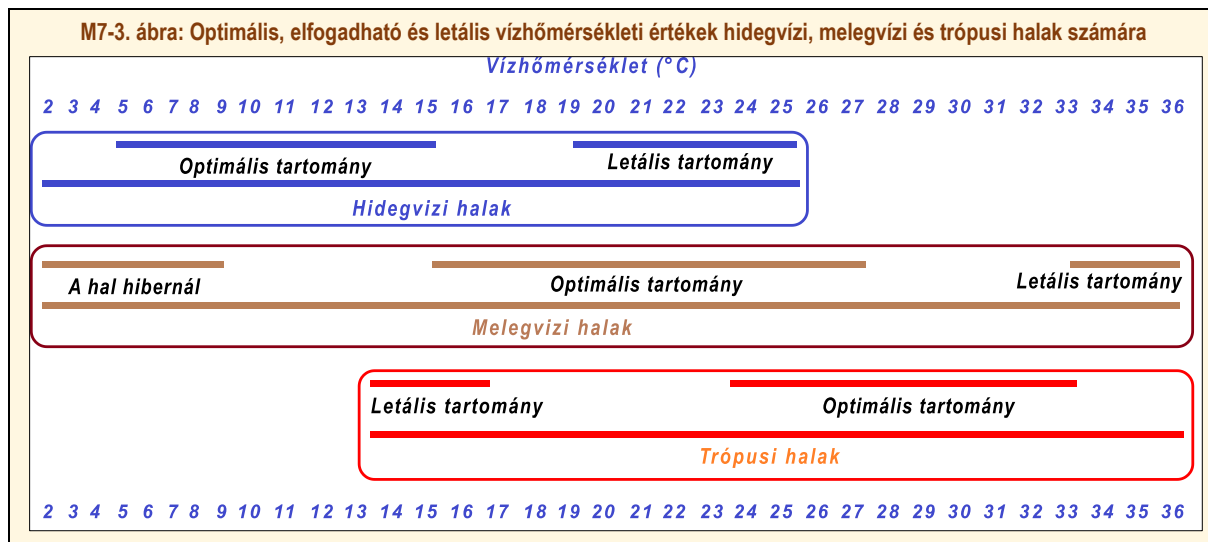
A víz 0 és 100 °C között folyékony halmazállapotú. A víz gáznemű formája a pára (forró formája a gőz). Párolgás minden hőmérsékleten megtörténik, mindaddig, amíg a víz fölötti levegő páratartalma el nem éri az adott hőmérsékletnek megfelelő telítettséget. A párolgás jelentős vízvesztéssel jár, így a halastavak vízgazdálkodását meghatározó egyik legfontosabb tényező. A levegő hőmérséklete és a szél növelheti a párolgás intenzitását.

A víz hőmérséklete

A vízhőmérséklet meghatározza a poikilotherm vízi szervezetek, így a halak és táplálékszervezeteik hőmérsékletét, és ezzel anyagcseréjük intenzitását és aktivitásukat. Az élőhely vízhőmérsékletétől függően vannak

hidegvízi, melegvízi és trópusi halfajok. Azt a víz hőmérsékleti tartományt, ahol a halak a legjobban nőnek és táplálkoznak optimális tartománynak, míg a víz hőmérséklet azon minimális és maximális tartományát, ahol a halak elpusztulnak, letális tartománynak nevezzük (M7-3. ábra).

Igen lényeges halgazdálkodást és haltermelést befolyásoló tény, hogy a felszíni vizek túlzottan felmelegedhetnek, de csak az átlátszóság határáig. Az ezalatti vízrétegekben a hőmérséklet több fokkal is alacsonyabb lehet.



(Forrás: [126])

A víz mozgása és hőmérsékleti rétegződése

Hacsak nem drasztikus, a víz mozgása pozitív és sokszor kívánatos folyamat. A mozgás leggyakoribb oka a vízszintkülönbség, a szelek, és a hőmérsékleti különbség az egyes vízterületek és -rétegek között. Ez utóbbi, azaz a hőmérséklet különbség okozza a *konvekciós áramlást**. Ezek következményei a vízszintes és függőleges áramlások, amelyek oxigént és tápanyagokat szállítanak. Még a viszonylag sekély halastavakban is a hőrétegződés miatt konvekciós áramlás alakulhat ki, amely a víz és a benne lévő oldott és lebegő anyagok napi függőleges irányú keringését okozza, és ezzel segíti, hogy az oxigénben gazdagabb víz lejusson a tőfenékhez (M7-4. ábra).

A víz fajsúlya

A víz fajsúlya a hőmérséklet csökkenésével 4 °C-ig növekszik, majd ez alatt hirtelen csökken. A 0 °C-os víz (és a jég) fajsúlya kisebb, mint a 4 °C-os vízé. Emiatt a 4 °C-os víz a tőfenékre süllyed, míg az ennél hidegebb víz a felszínen marad és megfagy. A jég így elszigeteli a víz alsóbb rétegeit, ezért a tavak nem fagynak be fenékig.

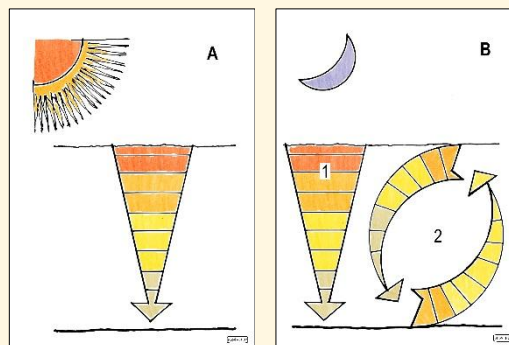
A víz fajhője

A víznek nagy a fajhője, ezért lassabban melegszik és hűl, mint a környező levegő. Emiatt a poikilotherm vízi szervezetek nincsenek kitéve olyan gyors hőmérsékletváltozásoknak, melyek károsítanak vagy elpusztítanak.

1.2 A víz kémiai tulajdonságai

Természetes körülmények között a vízben található anyagok köre és azok tulajdonságai határozzák meg a vizek kémiai sajátosságait. A vizet kémiai felépítése és fizikai tulajdonságai teszik kitűnő oldószerré. A víz nemcsak valódi oldatokat képes alkotni, hanem *kolloidokat**, *szuszpenziót** és *emulziót** is (M7-1. táblázat). A víz polaritása lehetővé teszi, hogy a vízmolekula a különböző elemek, molekulák és vegyületek széles köréhez vonzódjon, beleértve a gázokat, a sókat, illetve a szervetlen és szerves vegyületeket is.

M7-4. ábra: Hőmérsékleti rétegződés és napi vertikális forgás a vizekben nyáron



A: A felszínen keresztül nappal kapott hő, ahogy az felülről lefelé felmelegíti a vizet. B: (1) Éjszaka a levegő lehűlése miatt a víz a felszíntől kezdődően kezd lehűlni, és ezért lesüllyed, (2) helyet cserélve a relatíve melegebb alsó rétegekkel, melyek az éjszaka folyamán a felszínre emelkedve lehűlnek, ahogy a levegővel érintkeznek. (Forrás: [126])

M7-1. táblázat: A vizekben található anyagok és azok különböző formáinak áttekintése				
Szempontok	Emulziók és szuszpenziók		Kolloidok	Oldatok
Részecskék mérete	1000 mμ ¹ – 500 mμ		500 – 1 mμ	1 – 0,1 mμ
Részecskék ülepedése	Gyors	Lassú	Nem ülepszik	
Szűrés papírral	Részecskék szűrhetők		Részecskék nem szűrhetők	
Brown-féle mozgás*	Nem lehet megfigyelni		Intenzív	Nagyon intenzív
Példa	Olaj	Agyagszemcsék	Szerves molekulák	Oldott gázok és sók

Megjegyzés: ¹ mikron (μ) = 1000 millimikron (mμ) = 0,001 milliméter (mm) (Forrás: [29])

Alapvetően a vízzel érintkező kőzetek és talajok szervesetlen vegyület- és sótartalma határozza meg a víz szervesetlen kémiai tulajdonságait.

A víz sótartalma – halobitás

A halak és táplálékszervezeteik számára a halobitás rendkívül fontos szervesetlen kémiai tulajdonsága a vizeknek. Ezt a következőkkel lehet jellemezni:

- Az oldott összesó tartalom (TDS „total dissolved salt”) alapján (M7-2. táblázat).
- Az oldott só típusa szerint, melyet a nyolc makroion (négy makro-kation és négy makro-anion) arányával mérnek és fejeznek ki. Hasonlóan a TDS-hez, a domináns makroionok mennyisége szerint a M7-3. táblázatban bemutatott osztályozás a víz haltermelésre való alkalmasságáról ad eligazítást.

M7-2. táblázat: A vizek osztályozása összesó tartalmuk szerint				
Csoportok	Összesó tartalom (TDS)			Hozzávetőleges vezetőképesség (μS/cm)
	mg/l vagy ppm	‰ vagy ppt	%	
Desztillált víz	0	0	0	0
Hígított édesvíz	< 150	< 0,150	< 0,015	< 240
Édesvizek	< 500	< 0,50	< 0,050	< 780
Koncentrált édesvizek	500-1 000	0,5-1,0	0,05-0,10	780-1 560
Hígított sós vizek	1 000-5 000	1,0-5,0	0,10-0,50	1 560-7 800
Mérsékelt sós vizek	5 000-18 000	5,0-18,0	0,50-1,80	7 800-28 080
Koncentrált sós vizek	18 000-30 000	18,0-30,0	1,80-3,00	28 080-46 800
Nagyon koncentrált sós vizek	30 000-40 000	30,0-40,0	3,00-4,00	46 800-62 400
Hiper sós vizek	> 40 000	> 40,0	> 4,00	> 62 400

(Forrás: [41])

M7-3. táblázat: Makroionok kombinációja a vizekben és ezek alkalmassága haltermelésre				
Kationok	Anionok			
	Karbonát (CO ₃ ²⁻)	Hidrokarbonát (HCO ₃ ⁻)	Szulfát (SO ₄ ²⁻)	Klór (Cl ⁻)
Kálium (K ⁺)	Ritka kombináció	Ritka kombináció	Ritka kombináció	Ritka kombináció
Nátrium (Na ⁺)	Szódás vizek (nem alkalmas)	Szikes vizek (alkalmas)	Glaubersós vizek (kevésbé alkalmas)	Konyhasós és tengervíz (alkalmas)
Kalcium (Ca ²⁺)	-	Meszes vizek (alkalmas)	-	Ritka kombináció
Magnézium (Mg ²⁺)	-	Magnéziás vizek (alkalmas)	Keserűsós vizek (kevésbé alkalmas)	Ritka kombináció

(Forrás: [97])

Keménység

A keménység meghatározza, hogy egy víz mennyire alkalmas haltenyésztésre. A víz keménységéért a kalcium- (Ca⁺⁺) és magnéziumionok (Mg⁺⁺) jelenléte a felelős. Koncentrációjuk széles skálán mozoghat a nagyon lágytól, azaz ≤40 mg CaCO₃/l (≤4 német keménység – odH) a nagyon kemény fosszilis vizekig (≥300 mg CaCO₃/l azaz ≥30 odH)).

A vizek pH-ja

A talaj, amelyen a víz átszűrődik, vagy amely egy víztest körül van, meghatározza, hogy a víztest savas, semleges vagy lúgos. A víz pH-értéke a savasság vagy lúgosság intenzitását fejezi ki, amint azt az M7-5. ábra mutatja. A halak általában érzékenyek a pH-változásokra, de az algaplankton intenzív *asszimilációja** által okozott átmeneti napi pH-ingadozásokat a halfajok többsége, így hazai halaink is jól tolerálják.

A lúgosság

Ez a tulajdonság a víztest *pufferkapacitását** méri, amely a víz pH-változásokkal szembeni ellenállását fejezi ki.

A víz oldott oxigéntartalma (DO)

Az összes vízi *aerob szervezet** létezése a vízben oldott oxigén jelenlététől függ. A víz DO tartalma emiatt elsősorban a halak és természetes táplálékszervezeteik számára fontos. A vizek fő oxigénforrásai a következők.

- **Abiotikus forrás:** az oxigén *diffúzióval** hatol be a légkörből a vízbe. Folyók felső zuhatagos szakaszainál fordul elő, de erős szél és eső is növelheti a víz oxigéntartalmát. A halgazdaságokban a levegőztetők tekinthetők abiotikus oxigénforrásnak.
- **Biotikus forrás:** a növények *fotoszintézise** nappal oxigént termel.

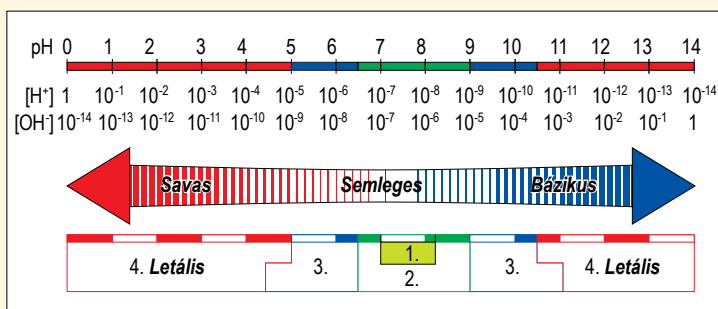
A víz maximális DO tartalma hőmérséklet-függő. A hidegebb víz több, a melegebb víz kevesebb oxigént tart oldatban (0 °C 15 mg/l, 30 °C 7,7 mg/l). Minden hőmérsékleti értékhez tartozik egy maximálisan oldódó oxigénérték, ami oxigénre nézve telíti a vizet (100 %-os telítettség). Ilyenkor a vízben és a levegőben lévő oxigénmennyiség egyensúlyban van. Az M7-6. ábrán látható DO-tartalom maximális értékeinél a telítési szint 100%.

Amint azt az M7-7. ábra mutatja, a fotoszintézis következtében a víz átmenetileg túltelített lehet, de a felesleges oxigén a légkörbe diffundál, amint annak termelése megszűnik.

A víz oxigéntartalmának csökkenésének elsődleges okai:

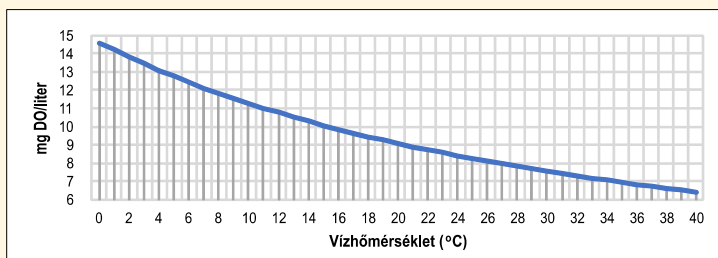
- **Abiotikus:** a megnövekedett víz hőmérséklet és kémiai folyamatok, mint például a *mineralizáció** és az *oxigénfogyasztó gázok**.
- **Biotikus:** vízi növények és állatok *bioszintézise** és légzése. A mikrobiológiai folyamatok is jelentős mennyiségű DO-t fogyasztanak, különösen a víz szerves tápanyag-tartalmának növekedése esetén (M7-2. kiemelt ma-

M7-5. ábra: pH-skála és a vizek haltermelő képességének kapcsolata



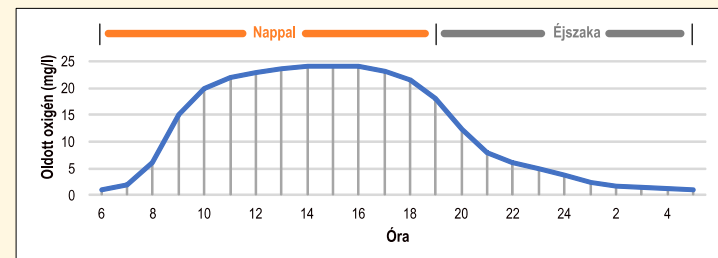
(1) A halgazdálkodás és haltermelés számára optimális pH-tartomány: 7,0 – 8,3. (2) Elfogadható pH-tartomány: 6,5 – 7 és 8,3 – 9. (3) Legtöbb halfaj ika- és lárvafejlődésére ártalmas lehet: pH 4 – 4,5 – 6,5 és 9 – 10 – 10,5. (4) Toxikus pH-tartomány a legtöbb halfaj számára: ≤4 – 4,5 és ≥10 – 10,5 [57].

M7-6. ábra: A víz maximális oldott oxigéntartalma a hőmérséklet függvényében



A bemutatott értékek kissé változhatnak az egyéb oldott anyagok mennyiségétől és minőségétől, illetve a tengerszint feletti magasságtól (légnyomástól) függően is.

M7-7. ábra: Az oldott oxigéntartalom napi változása magas *trofitású** vizekben



Nappal, amikor fotoszintézis történik, döntően az algaplankton állítja elő az oldott oxigén legnagyobb részét. Éjjel, a sötétben nincs oxigéntermelés. Minden vízi élőlény, beleértve az algákat és a növényeket is, egész nap folyamatosan lélegzik, azaz oxigént fogyaszt. Ennek a két folyamatnak az eredménye a vízben oldott oxigén mennyiségének napi változása. A vizek oldott oxigéntartalma gyorsan lecsökken, amikor az oxigéntermelés megszűnik, mivel a teljes telítettség feletti mennyiség a levegőbe diffundál. Ettől a ponttól kezdve a megmaradt oxigént az alga- és növénybiomassza is fogyasztani fogja. Ha ez a biomassa elég nagy, akkor a következő hajnalra részleges vagy teljes oxigénhiányt is okozhat [127].

gyarázat). Itt azonban meg kell jegyezni, hogy a halak és halpopulációk általában nem a legnagyobb oxigénfogyasztók, ami különösen igaz az eutróf vizekre és a halastavi haltermelési rendszerekre.

A víz szerves tápanyagtartalma és a trofitás

A vizek termékenységét (trofitását) szervesen tápanyagtartalmuk, elsősorban a nitrogén és a foszfor és azok különböző formái határozzák meg (M7-8. ábra és M7-9. ábra). Ezek különböző mennyiségére alapuló biológiai termelés intenzitása szerint egy víztest lehet oligotróf, mezotróf, eutróf vagy hipertróf. Ezek a trofikus szintek egyebek mellett egy víztest haltermelési potenciálját is jelzik, ahogy ezt az 1. melléklet M1-4. táblázata is mutatja.

A vízben lévő **nitrogén** különböző formái felelősek a növények vegetatív növekedéséért*, beleértve az algákat is. A nitrogén a vízben elemi, molekuláris nitrogén, nitrit, nitrát és ammóniumion vagy szerves vegyületek formájában van jelen (M7-8. ábra). Ezek a formák a vizekben főleg bakteriális tevékenység hatására alakulnak át egymásba.

A **foszfor** elengedhetetlen a növények generatív növekedéséhez*, így jelenléte a természetes vizek eutrofizációjának fő oka.

Gyakran korlátozó tényező a halastavak természetes tápláléktermelésében.

A szervesen foszfor-formák közül az oldható ortofoszfát formák ($\text{H}_2\text{PO}_4^{3-}$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , FeHPO_4^+ , $\text{CaH}_2\text{PO}_4^+$) hozzáférhetőek a növények számára (M7-9. ábra). A természetes vizekben a foszforforrások lehetnek kommunális (tisztítószer), mezőgazdasági (műtrágyák) vagy geológiai szennyezők.

A nitrogén- és foszfortartalom laboratóriumi elemzése azok elemi vagy molekuláris formái alapján történhet. Az elemi és molekuláris formák közötti konverziós arányokat az M7-1. kiemelt magyarázat mutatja be.

A vizek szerves tápanyagtartalma és a szaprobitás

A szaprobitás a vizekben élő szervezetek szervesanyag-lebontó képességét, de egyúttal a vizek szervesanyag tartalmát is mutatja. Ezek a szerves részecskék kiemelkedő szerepet töltenek be a vízi ökoszisztémában, mert számos vízi szervezetnek, így a zooplanktonnak is tápanyagként szolgálnak. Többek között a szerves tápanyag-szemcsék mennyiségének növelésére használnak friss szerves trágyát a tógazdaságban.

A víz magas szervesanyag-tartalma az intenzív tenyésztési rendszerekben hátrányos, mert növeli a heterotróf baktériumok aktivitását. A szaprobitás mérése BOI-vel és KOI-vel történik, az M7-2. kiemelt magyarázatban leírtak szerint. A mértékegysége g vagy kg.

Mérgező anyagok a vizekben – toxicitás

A mérgező anyagok forrása lehet külső (kommunális, mezőgazdasági és ipari) vagy belső. A külső mérgező anyagok széles skálája létezik; lehetséges számuk és lehetséges forrásuk gyakorlatilag korlátlan.

M7-8. ábra: A vízben előforduló legfontosabb szervesen nitrogénformák

Elemi nitrogén	Kombinált szervesen nitrogénformák		
	Szabad ammónia és ammónium	Nitrit	Nitrát
N = N	$\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$	NO_2^-	NO_3^-

Előfordulás gyakorisága a vízben (növekvő sorrend)

NO_2^- NH_3 NO_3^- NH_4^+

(Forrás: [29])

M7-9. ábra: A vízben előforduló legfontosabb foszfor formák

Trifoszfát, ortofoszfát	Hidrogénfoszfát	Dihidrogénfoszfát	Pirofoszfát
PO_4^{3-}	HPO_4^{2-}	$\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$	$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}^+ - \text{P} - \text{O}^+ \\ \\ \text{O}^+ \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}^+ - \text{P} - \text{O}^+ \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}^+ - \text{P} - \text{OH}^+ \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{O}^+ - \text{P} - \text{O} - \text{P} - \text{O}^+ \\ \quad \\ \text{O}^+ \quad \text{O}^+ \end{array}$

(Forrás: [34])

M7-1. kiemelt magyarázat A VÍZ NITRÓGEN- ÉS FOSZFORTARTALMÁNAK KONVERZIÓS ARÁNYAI

Molekuláris forma – Elemi forma

4,43 egység NO_3^- = 1 egység $\text{NO}_3\text{-N}$

1,22 egység NH_3 = 1 egység $\text{NH}_3\text{-N}$

1,29 egység NH_4^+ = 1 egység $\text{NH}_4\text{-N}$

2,29 egység P_2O_5 = 1 egység P

3,07 egység PO_4 = 1 egység P

M7-2. kiemelt magyarázat

BIOKÉMIAI ÉS KÉMIAI OXIGÉNIGÉNY A VIZEKBEN

A biokémiai oxigénigény (BOI) az aerob baktériumok által a szerves anyagok lebontásához szükséges oxigén mennyiségét jelenti. A BOI a víz szerves szennyezettségi fokának indexeként szolgál.

A kémiai oxigénigény (KOI) a vizek szerves tápanyagtartalmát vagy szaprobitását méri. Egy adott víztest szerves tápanyagellátottságát fejezi ki.

A vizekben leggyakrabban termelődő (belső eredetű) mérgező anyagok a következők:

- A **hidrogén-szulfid** (H_2S) anaerob körülmények között termelődik az iszapban lévő fehérjék (kéntartalmú aminosavak), lebomlott szerves anyagok és szulfátok bakteriális lebontása során. Nagyon jól oldódik vízben és erősen mérgező, különösen, ha a víz pH-ja savas.
- A **metán** szerves anyagok anaerob körülmények közötti bomlásának az eredménye. Az iszapban felhalmozódik, de a légköri nyomás változásával elhagyja az iszapot és elvonja (elhasználja) a vízből az oxigént, miközben CO_2 -dá oxidálódik.
- Az **ammóniát** (NH_3) az élőlények különböző csoportjai termelik az anyagcsere végtermékeként. Az elfogyasztott nitrogén egyharmadát a halak a kopolyájukon keresztül választják ki ammónia formájában. A szabad ammónia (NH_3) és az ammóniumion (NH_4^+) együttesen jelenti a tóvíz teljes ammónia ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) tartalmát. Az ammónia toxicitása pH-függő. A mérgező ammónia mennyisége a lúgosság (pH-érték) növekedésével nő (M7-3. táblázat).
- **Algatoxinok:** az algák nem kifejezetten veszélyes vízi szervezetek. Ennek ellenére bizonyos körülmények között tömeges halpusztulást okozhatnak, mert egyes fajok mérgező anyagokat termelhetnek (pl. cianobaktériumok, régebben kéalgák), vagy túlburjánzásuk következtében veszélyesen csökkenthetik a víz oxigéntartalmát [83].

M7-3. táblázat: Az ammónia, illetve a mérgező szabadammónia a pH érték függvényében					
pH	6	7	8	9	10
Az összamónia toxikus koncentrációja (mg/l) ¹	-	100	33,3	5,55	1,54
A szabad ammónia aránya az összamóniában (%) ²	0,1	0,6	5,4	36	85
Szabad ammóniatartalom 5 mg/l összamóniában ²	0,005	0,03	0,27	1,8	4,25

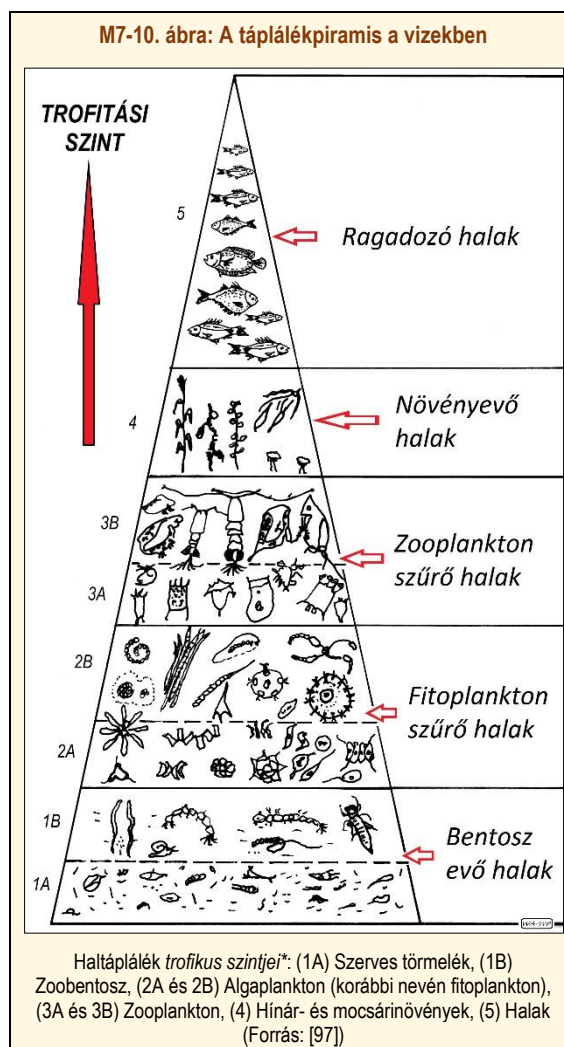
(Forrás: ¹[29], ²[119])

1.3 A víz biológiai tulajdonságai

A vizek biológiai tulajdonságainak ismerete a halak természetes táplálékforrása miatt különösen fontos mind a természetesvízi halgazdálkodásban (TVH), mind a tógazdasági haltermelésben. Természetesvízi halgazdálkodásban és halastóban a hal a vízben végbemenő összetett biológiai ciklus végterméke. Ez a ciklus magában foglalja az elsődleges és másodlagos termelést, valamint az élő és holt anyagok lebontását.

Gyakorlati okokból és az egyszerűség kedvéért a táplálékhálót gyakran táplálékláncként vagy táplálékpiramisként említik. Ezek a kifejezések jól illusztrálják, hogy a különböző vízi élőlények élete hogyan épül egymásra, és hogyan függ az egyik túlélése mások lététől (M7-10. ábra). A táplálékpiramis az *autotróf szervezetek** elsődleges termelésén alapul. Ezek főleg zöld növények, amelyek szerves anyagokból (szén, hidrogén, oxigén, nitrogén, kén, foszfor és egyéb kisebb mennyiségben jelenlévő anyagok) szerves anyagokat állítanak elő.

A vízi élőlények második legnagyobb csoportjába a *heterotróf szervezetek** tartoznak. Lebontó típusú anyagcseréjük van. Másodlagos termelőknek is nevezik ezeket. Közös jellemzőjük, hogy szerves anyagokból nem képesek szerves anyagokat előállítani. Ehelyett szerves anyagokat alakítanak át és építenek be szervezetükbe. Ezek az organizmusok, beleértve a halakat is, különböző trofikus szinteken helyezkednek el, amint azt az M7-10. ábra mutatja.



Természetes vizekben és a halastavakban négy élőhely (habitat) fontos a haltermelés szempontjából; a vízfelszín, a nyíltvíz, a szilárd testek felszínei és a fenék, valamint a makrovegetációval borított víztér.

A **vízfelszín**, a felületi feszültségnek köszönhetően teret biztosít a növények és állatok számára. Itt élhetnek tartósan, vagy életciklusukon belül egy bizonyos ideig. A felületi hártya levegő és víz felőli oldalain számos szervezet él, de hatással lehet a kihelyezett hallárvák táplálkozására is. A felületi hártya feszültsége megakadályozza, hogy a zsenge ivadék a vízfelszínre szórt finom takarmányszemcséket elérje és felvegye.

A **nyíltvíz (vízoszlop)** az állóvizek, különösen a halastavak fontos élőhelye. Két fő organizmustípus lakja: a *plankton** (M7-3. kiegészítő magyarázat) és a nekton. A plankton első élőlénycsoportja a bakterioplankton, melynek szerepe a haltermelésben vitathatatlan. A különböző algaplankton szervezetek közül az egysejtű zöldalgák adják az alapját a tógazdasági haltermelésnek. A zooplankton heterotróf plankton organizmusokból (azaz állatokból) áll. A haltermelés szempontjából legfontosabb zooplankton szervezetek az egysejtűek, a kerekesszék, az ágascsapú rákok és az evezőlábú rákok.

A nekton olyan élőlényekből áll, amelyek képesek intenzíven úszni vagy mozogni a vízoszlopban az áramlatoktól függetlenül. Ezek többek között a gyűrűsféreg, a nagytestű rovarok és lárvák, valamint a különböző halfajok.

A szilárd testek **felületei** és a **vízfenék**, különösen a halastavakban, gazdag életközösségeknek ad teret. Ezek a biotekton, azaz élőbevonat és a bentosz, a vízfenék élővilága, mely utóbbi különösen fontos táplálékforrás legfontosabb pontyféléink számára. A bentosz a plankton után a második legfontosabb természetes haltáplálék.

A **makrovegetációval benépesülő, vagy azzal borított víztestet** a jellegzetes fajok alapján nevezik el. Ezek lehetnek vízben gyökerező és vízben lebegő, vagy vízfelszínen úszó növények. Az első csoport növényei az aljzatban gyökereznek és leveleik a vízben vagy a vízfelszínen úsznak. A második csoport növényei egész életükben a vízfelszínen úsznak. Vannak azután olyan csoportok, melyek az aljzatban gyökereznek, de száruk és levelük a vízfelszín fölé emelkedik.

M7-3. kiemelt magyarázat

A PLANKTONT ALKOTÓ SZERVEZETEK CSOPORTJAI

A plankton a következőkből áll:

1. Bakterioplankton

- 1.1. Cianobaktériumok (régábban kéalgák)

2. Algaplankton

- 2.1. Egysejtű zöldalgák
- 2.2. Fonális algák
- 2.3. Kovamoszatok
- 2.4. Ostoros moszatok

3. Zooplankton

- 3.1. (Egysejtűek (Protozoa))
- 3.2. Kerekesszék
- 3.3. Ágascsapú rákok
- 3.4. Evezőlábú rákok

2. A KÜLÖNBÖZŐ TERMELÉSI RENDSZEREKBE NEVELT HALFAJOK SZÁMÁRA MEGFELELŐ VÍZMINŐSÉG

Az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb igény mutatkozik az édesvízi halak életének védelme és életkörülményeinek javítása iránt. A 2006-ban kibocsátott 2006/44/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv vázlatosan meghatározza a fő halak számára fontos vízminőségi paraméterek irányadó és kötelező értékeit. Mivel a gyakorlati haltenyésztőknek és halgazdálkodóknak érdeke a megadott vízparamétereknek betartása, a következő alfejezetek táblázataiban olyan adatok láthatók, amelyek ismerete elengedhetetlen a kívánt vízminőség fenntartásához.

A termelés során a vízminőség romlását már a halak viselkedéséből meg lehet állapítani, mert a halak energiváltó válnak, tétován vagy rendellenesen úsznak, esetleg pipálnak. Ezek a jelek többnyire már drasztikus problémákról árulkodnak. Ahhoz, hogy az ilyen helyzeteket meg lehessen előzni, szükséges a víz legfontosabb minőségi mutatóinak figyelemmel kísérése, és a tenyésztő ismeretei alapján történő értékelése. Így lehetőség van a szükséges beavatkozás idejének, jellegének és mértékének meghatározására.

2.1 A tógazdasági haltermeléshez szükséges vízminőség

A termelés biztonsága érdekében a tavak vízminőségét rendszeresen ellenőrizni kell. Az M7-4. táblázat adatai alapján meg lehet határozni a szerves és szervetlen trágyázás idejét és mértékét, a műszerszert, vagy éppen az ilyen típusú beavatkozások mértékének csökkentését, esetlegesen elhagyását, vagy a vízminőség vízcserével, levegőztetéssel történő javításának szükségességét is.

M7-4. táblázat: A tógazdasági haltermelés vízminőségi igénye – ponty polikultúra

Vízminőségi mutatók	Minimum	Szükséges tartomány	Maximum	Letális
pH	6,5	6,5-8	8,5	< 4-4,5 – > 10-10,5
Oldott oxigén – O ₂ (mg/l)	4 ¹	5-12 ¹		Fajfüggetlen
Oxigén telítettség (%)	50	< 70 ¹		Fajfüggetlen
Vezetőképesség (μS/cm)	250 ¹	800 (1000-2700 ¹)	6000 ¹	Fajfüggetlen
Összsó (‰)		0,5 – 1,5	5,0	Fajfüggetlen
Keménység (ppm)	100	120 – 180	300	
Alkalinitás (mg CaCO ₃ /l)	20-30 ²	50-150 ³		
Ammónium ion – NH ₄ ⁺ (mg/l)		< 1,0	2,5	Lásd a M7-3. táblázatot.
Szabad ammónia – NH ₃ (mg/l)			0,02	
Nitrit ion (mg/l)		< 0,1 (0,0 ¹)	0,3 (0,2 ¹)	
Nitrát ion (mg/l)		< 20 (1,0-10 ¹)	40 (15 ¹)	
Összes nitrogén (mg/l)		2,5-10 ¹	15 ¹	
KOI (mg/l)		8 (18-22 ¹)	12 (30 ¹)	
Ortofoszfát ion (mg/l)		0,3 (0,6-1,8 ¹)	2,0	
Kénhidrogén – H ₂ S (mg/l)			0,002	pH függő
Összes vas (mg/l)		0,003	0,005	0,9
Arzén (mg/l)		0,05	0,1	
Cink (mg/l)		0,2	0,7	1,0
Higany (mg/l)		0,0005	0,001	
Kadmium (mg/l)		0,003	0,004	0,005
Klór (mg/l)		0,01	0,02	0,1
Nikkel (mg/l)		0,02	0,1	
Ólom (mg/l)		0,01	0,0	0,1
Réz (mg/l)		0,2	0,022	1,0
Cián (mg/l)		0,01	0,1	
Összes lebegőanyag (TSS) (mg/l)		1 000	1 500	

(Forrás: [93], ¹ [61], ² [130], ³ [77])

2.2 Az intenzív termelési rendszerekben szükséges vízminőség

Számos különböző halfaj nevelhető intenzív termelési rendszerekben. Az ilyen rendszerekben alapvető fontosságú a takarmányozási program pontos betartása és a megfelelő (kedvező) vízminőség fenntartása, amelyre a vízkémiai paraméterek változásának folyamatos megfigyelése ad lehetőséget. A fontosabb tenyésztett halfajok neveléséhez szükséges vízminőség főbb mutatói az alábbi táblázatokban találhatók:

- Hideg édesvízi fajok intenzív termeléséhez szükséges vízminőségi mutatók (M7-5. táblázat).
- Tok, sügér, süllő és angolna intenzív termeléséhez szükséges vízminőségi mutatók (M7-6. táblázat).
- Ponty, compó, európai harcsa, tilápia és afrikai harcsa intenzív termeléséhez szükséges vízminőségi mutatók (M7-7. táblázat).

M7-5. táblázat: Vízminőségi mutatók pisztrángfélék nevelésénél				
Vízminőségi mutatók	Optimális tartomány	Elfogadható tartomány	Tolerálható tartomány	Letális
Hőmérséklet (°C)	10-16	5-10 és 17-20	20-25	> 25
pH	7,0-8,0		6,0-7,0 és 8,0-9,0	
Oldott oxigén – O ₂ (mg/l)	≥ 7		5-7	
Széndioxid – CO ₂ (mg/l)		20-30		
Összsó (‰)			0-30	
Ca keménység (mg/l)	50-300		300-400	
Ammónium ion – NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 1			Lásd a M7-3. táblázatot,
Szabad ammónia – NH ₃ (mg/l)	< 0,0125	0,0125	< 0,18	
Nitrit-N (mg/l)	< 0,00012		< 0,1	
Nitrát-N (mg/l)	< 0,025		< 0,7	
Összes lebegőanyag (mg/l)	10-25	< 55	55-80	
Cink (mg/l)	< 3,01	0,1-10		
Alumínium (mg/l)		0-71		
Kadmium (µg/l)		0-5		
Vas (nmol/l)	< 1			2500
Réz (µg/l)		55		

(Forrás: [84], [119])

M7-6. táblázat: Vízminőségi mutatók tokfélék, sügér, süllő és angolna nevelésénél						
Vízminőségi mutatók	Tokfélék ¹		Sügér és süllő ²		Angolna ³	
	Optimális tartomány	Tolerálható tartomány	Optimális tartomány	Tolerálható tartomány	Optimális tartomány	Tolerálható tartomány
Hőmérséklet (°C)	9-21		10-27	0,1-10, 27-30	23-26	10-23
pH	6,5-7,5		≥ 6	3,9-6	7	6-6,5
Oldott oxigén – O ₂ (mg/l)	Szaturált	≥ 4	7-9	≥ 3-4	3-6	≥ 3
Összsó (‰)	Édes/back víz		≤ 10	10-16	0-36	
Ca keménység (mg CaCO ₃ /l)	50-400					
Ammónium ion – NH ₄ ⁺ _N (mg/l)	≤ 0,4	Lásd a M7-3. táblázatot.	≤ 0,2	≤ 1	≤ 8	
Szabad ammónia – NH-N ₃ (mg/l)	≤ 0,003		≤ 0,05	≤ 1	≤ 0,05	
Nitrit-N (mg/l)	≤ 0,08	0,08-0,15	≤ 3	≤ 15		
Nitrát-N (mg/l)	≤ 26		≤ 350	≤ 100		
Összes lebegőanyag (mg/l)	10		≤ 25			
Vas (mg/l)	≤ 0,01					
Kénhidrogén (µg/l)	≤ 0,002 pH függő					

(Forrás: ¹ [18], [110], ² [47] és [16], ³ [11])

M7-7. táblázat: Vízminőségi mutatók a ponty, compó, szürkeharcsa, tilapia és afrikai harcsa intenzív termelési rendszerben történő nevelésekor						
Vízminőségi mutatók	Ponty, compó, és szürkeharcsa ¹		Tilapia ²		Afrikai harcsa ³	
	Optimális tartomány	Tolerálható tartomány	Optimális tartomány	Tolerálható tartomány	Optimális tartomány	Tolerálható tartomány
Hőmérséklet (°C)	20-28	0,5-20, 28-30	25-30	10-25, 30-35	25-30	10-25, 30-40
pH	7-9	5,5-7, 9-10,5		5-11	3-8	
Oldott oxigén – O ₂ (mg/l)	8	3,5-8 és > 8	4-6			≥ 0,5
Összsó (‰)	0,5-1,5	≤ 5	0-29			4-10
Ca keménység (mg CaCO ₃ /l)	50-300					
Ammónium ion – NH ₄ ⁺ _N (mg/l)	≤ 1,5	Lásd a M7-3. táblázatot.	≤ 3	Lásd a M7-3. táblázatot.	≤ 10	10-80
Szabad ammónia – NH-N ₃ (mg/l)	0,04-0,2		≤ 0,1-0,17		≤ 0,34	
Nitrit-N (mg/l)	≤ 0,08	≤ 0,28	≤ 0,08		≤ 0,1	
Nitrát-N (mg/l)	≤ 70	< 250	40-60		≤ 140	
Összes lebegőanyag (mg/l)	≤ 100	≤ 370	≤ 100	100-200		
Cink (mg/l)		≤ 2,0				
Kénhidrogén (µg/l)	≤ 0,002 (pH függő)					

(Forrás: ¹ [50], ² [33], [66], [73] ³ [119], [105])

A TRÁGYA ÉS A TAKARMÁNY MENNYISÉGE, MINŐSÉGE ÉS HATÁSA A VÍZ MINŐSÉGÉRE

Ez a melléklet a víz trágyázásának és a halak takarmányozásának kulcsfontosságú szempontjait és hatásait tárgyalja annak érdekében, hogy az összes rendelkezésre álló erőforrást, azaz termelési infrastruktúrát (halastó, telelő, medence, ketrec stb.) és a vízkészleteket a lehető legjobban ki lehessen használni. Ebben, termelési rendszertől függően, a felhasznált trágya és a takarmány mennyiségének és minőségének kulcsszerepe van.

Tartalom

1. A trágyázás és takarmányozás hatása a vízminőségre a tógazdasági haltermelésben	107
1.1. A trágyázás minősége, mennyisége és hatásuk a vízminőségre	107
1.2. A kiegészítő takarmányok mennyisége, minősége és hatásuk a vízminőségre	111
1.3. A trágyázás és a takarmányozás együttes hatásai a vízminőségre	112
2. A takarmányozás hatása a vízminőségre intenzív haltermelési rendszerekben	112
3. Halgazdaságok tápláló- és elfolyóvizének minőségi követelményei a rendeletek tükrében	113
4. Legfontosabb vízminőségi paraméterek üzemi monitorozása	114

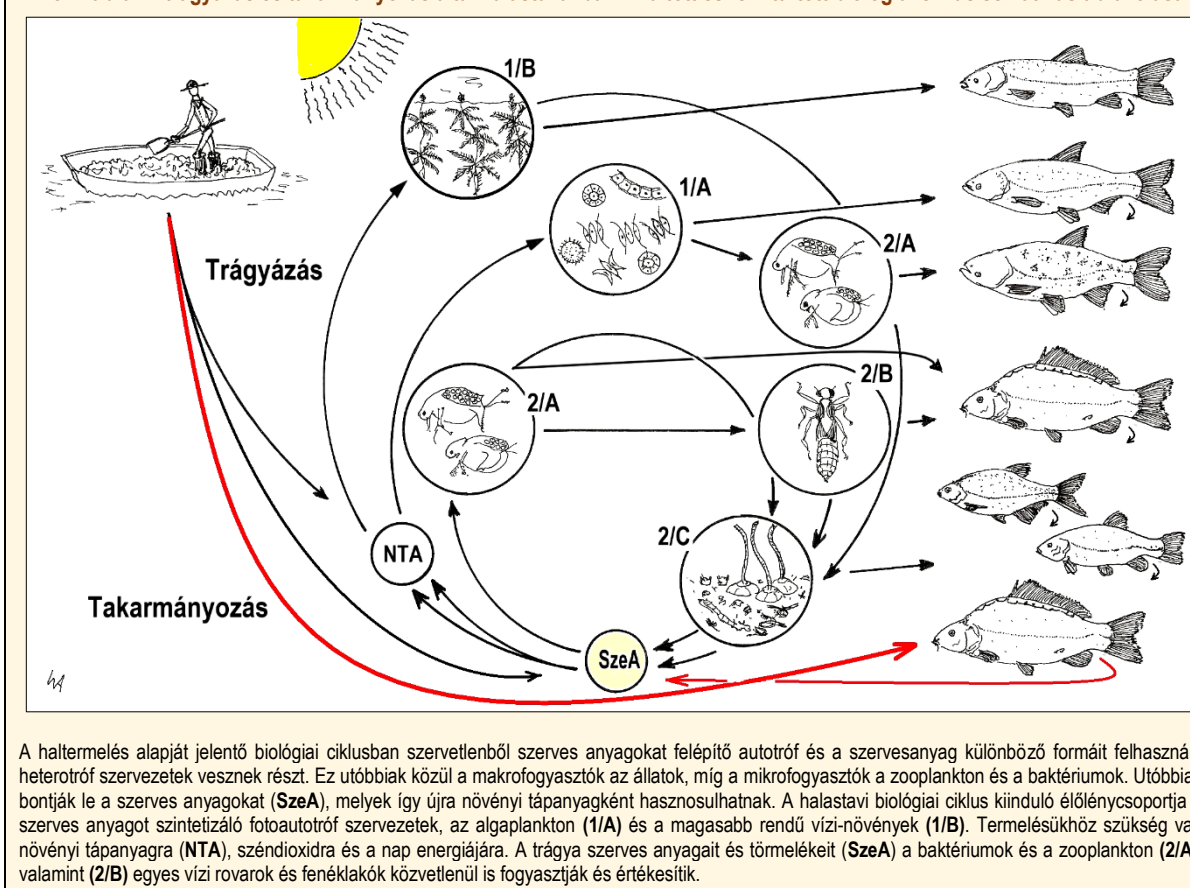
1. A TRÁGYÁZÁS ÉS TAKARMÁNYOZÁS HATÁSA A VÍZMINŐSÉGRE A TÓGAZDASÁGI HALTERMELÉSBEN

A tógazdaságban a ponty étrendjének két fő összetevője van: a trágyázással „termelt” természetes táplálék és a kiegészítő takarmány, amit az M8-1. ábra illusztrál.

1.1 A trágyázás minősége, mennyisége és hatásuk a vízminőségre

Minden halastónak megvan a maga természetes haltáplálék-termelő kapacitása, amelyet szerves és szervesetlen trágyák kijuttatásával lehet növelni és fenntartani.

M8-1. ábra: A trágyázás és takarmányozás által halastavakban kiváltott és fenntartott biológiai ciklus sematikus ábrázolása



A trágyázás nagymértékben befolyásolja a halastavi hozamokat, mert beindítja, felgyorsítja, megnöveli és fenntartja a természetes táplálék termelését. Szerves és szervesetlen trágyák is használhatók a halastó vizében a természetes haltáplálék-termelés növelése érdekében.

A tógazdasági haltermelésben az elsődleges tápanyagok, amelyeket pótolni kell a szén [128], a szervesetlen növényi tápanyagok, mint például a nitrogén, foszfor és sok más mikrotápanyag.

M8-2. kiemelt magyarázat

A SZERVESTRÁGYA HATÁSMECHANIZMUSA

A szervestrágya hatásmechanizmusa eltér a műtrágyákétól. Ahogy ezt az M8-1. ábra illusztrálja, míg a műtrágyák közvetlenül az algaplankton fejlődését segítik, addig a friss szervestrágya amellett, hogy a vizekben limitáló tényezőnek számító szénrel látja el a rendszert, lebegő részecskéi zooplankton táplálékként hasznosulnak, és a *bakterioplankton** produkcióját is növeli. A bakterioplankton viszont széndioxid termelésével közvetlenül, a szerves anyagok mineralizációjával, közvetetten támogatja az algaplankton fejlődését [129].

Éppen ezért a friss szervestrágya alkalmazásakor különösen fontos, hogy a tavakban ne alakulhasson ki a bakteriális tevékenység eredményeképpen oxigénhiány. Ezt úgy lehet elérni, hogy a trágyát rendszeresen kell adagolni, mert ebben az esetben a teljes táplálékláncnak egy viszonylag állandó populációja alakul ki. A baktériumpopuláció a rendszeresen trágyázott tavakban sokkal alacsonyabb, mint a rendszertelenül végzett trágyázás után, mert a rendszeres trágyázás esetén a már jelen lévő protozoák és más szervezetek intenzíven fogyasztják a baktériumokat, és gátolják populációjuk növekedését.

Ugyanakkor a plankton egysejtű állománya sem tud túlszaporodni, mert a zooplankton és más szervezetek folyamatosan fogyasztják ezeket. Ilyen módon nagy mennyiségű szerves anyagot tud feldolgozni a rendszer anélkül, hogy az károsan befolyásolná az oxigénszintet. Itt tehát a szerves szén folyamatosan áramlik a táplálékláncan keresztül a halakig [57].

A szántóföldi növénytermesztéssel ellentétben a szerves trágya felhasználás előtti érlelése nem szükséges, mert a friss trágyával lehet a leghatékonyabban indítani és fenntartani a zooplankton termelést (M8-1. kiemelt magyarázat).

A szerves trágyák hatékonysága kémiai összetételüktől függ, amelyet az M8-1. táblázat mutat be. A szerves trágyák mindenkor kémiai összetétele az állatok által elfogyasztott takarmány minőségétől és a trágya kezelésétől (száraz vagy nedves trágyakezelés) egyaránt függ.

Következésképpen vannak „erősebb” és „gyengébb” szerves trágyák. A szerves trágyák mellett a műtrágyák használata is gyakori a tógazdaságokban. A ténylegesen beszerezhető műtrágyák köre ország- és régióspecifikus lehet. Az M8-2. táblázat bemutatja a régióban általában beszerezhető műtrágyákat.

A különböző szerves trágyák minőségével kapcsolatban szükséges még megemlíteni, hogy lehetnek esetek, amikor tisztítószerekkel, egyéb vegyszerekkel, gyógyszermaradványokkal, vagy mérgező anyagokkal szennyeződnek a gazdaságban, ahonnan származnak. Az ilyen szennyezett szerves trágya súlyos egészségügyi problémákat, sőt tömeges elhullást is okozhat. Emiatt ajánlott információt szerezni arról, vagy esetleg teszteléssel ellenőrizni, hogy a felhasználásra kerülő szerves trágya nem tartalmaz-e olyan anyagokat, amelyek potenciálisan károsak lehetnek a halak számára.

M8-1. kiemelt magyarázat

A ZOOPLANKTON MINTA VÉTELE ÉS KIÉRTÉKELÉSE

A tenyésztődőszak során legalább kéthetente, de inkább tíznaponta, a tó méretével arányos mennyiségű mintavételi helyről célszerű mintát venni, 60 µm lyukméretű planktonhálózattal. Abban a halastóban, amelyben gazdag a zooplankton állomány, elég 20-50 liter vizet átszűrni. A mikroszkópos vizsgálathoz és összmennyiség méréséhez a plankton kiüleltetéséhez néhány csepp abszolút alkoholt vagy formalint kell adni a mintához.

A gyakorlott szakember megfelelő rutin birtokában a pontos vízmennyiség átszűrése nélkül „szemre” is meg tudja állapítani a zooplankton pillanatnyi mennyiségét [126], [127].



M8-1. táblázat: Leggyakoribb szerves trágyák hozzávetőleges kémiai összetétele							
Összetevő	Tejelő tehén	Hízóbika	Sertés	Kacsa	Tojóttyúk	Brojler csirke	Ló
Friss trágya szárazanyag tartalma (%)	12,7	11,6	9,2	43,0	25,2	25,2	20,9
A szárazanyag százalékában (%)							
Szervesanyag	82,5	85,0	80,0	60,5	70,0	70,0	80,0
Összes szén (a szervesanyag 50%-a)	41,3	42,5	40,0	30,3	35,0	35,0	40,0
Összes nitrogén	3,9	4,9	7,5	4,5	5,4	6,8	2,9
Összes foszfor	0,7	1,6	2,5	1,8	2,1	1,5	0,5
Összes kálium	2,6	3,6	4,9		2,3	2,1	1,8
BOI ₅	16,5	23,0	33,0		27,0		
KOI	88,0	95,0	95,0		90,0		
1 tonna friss trágyában							
Szárazanyag (kg/t)	127,0	116,0	92,0	430,0	252,0	252,0	209,0
Szervesanyag (kg/t)	104,8	98,6	73,6	260,2	176,4	176,4	167,2
Összes szén (kg/t)	52,4	49,3	36,8	130,1	88,2	88,2	83,6
Összes nitrogén (kg/t)	5,0	5,7	6,9	19,4	13,6	17,1	6,1
Összes foszfor (kg/t)	0,9	1,9	2,3	7,7	5,3	3,8	1,0
Összes kálium (kg/t)	3,3	4,2	4,5		5,8	5,3	3,8
BOI ₅ (kg/t)	21,0	26,7	30,4	155,0 ¹	68,0	105,0 ¹	100,0 ¹
KOI (kg/t)	111,8	110,2	87,4	390,0 ¹	226,8	265,0 ¹	250,0 ¹

Megjegyzés: ¹ Ezeket az értékeket a forrás nem adta meg. A BOI becslése a tárgya C tartalma x 1,2 képlettel, míg a KOI becslése a BOI x 2,5 képlettel történt. (Forrás: [80], [67])

Ribiánszky és Woynárovich [97] szerint a mész halastóra gyakorolt hatása kiemelkedő: (1) A mész pozitív hatással van a tavak általános termékenységre, mert növeli a tóvíz és a fenékszap pufferkapacitását (azaz lúgosságát). (2) A mész pozitív hatással van a nitrogén körforgásra. (3) A meszezés felgyorsítja a szerves anyagok bomlását és segíti annak mineralizálódását.

A foszforműtrágya akkor hatékony, ha a tótálaj gyengén lúgos pH-jú, mert ez laza kötésben tartja a foszfort. Savas iszapból sokkal nehezebb a foszfort mobilizálni. Ez indokolja a foszfor és mészhöz egyaránt utáni kijuttatását azzal a feltétellel, hogy a mészhöz és a foszfor adagolása között körülbelül 10-14 nap legyen.

Fontos azonban megjegyezni, hogy az automatikus meszezés nem javasolt, és nem egyformán alkalmazható minden tótipusnál. Ha nincs korábbi tapasztalat a mészhöz kijuttatásával kapcsolatban, érdemes hidrobiológussal konzultálni.

A tógazdaságokban leggyakrabban mészkövet (CaCO_3), égetett meszet (CaO), oltott meszet (Ca(OH)_2) és klórmeszet (Ca(OCI)_2) használnak a tófenék fertőtlenítésére, a tóvíz pufferkapacitásának növelésére és a biológiai körforgás elősegítésére. A felsoroltak közül a klórmeszet elsősorban fertőtlenítőszerként használják, mert ellentétben a többivel, nem emeli a víz lúgosságát (azaz pH-ját) [83].

M8-2. táblázat: A régióban széles körben használt nitrogén- és foszfortartalmú műtrágyák				
A műtrágya neve	Aktív hatóanyag mennyisége			
	Kémia képlete	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	CaO (%)
Ammónium-nitrát	NH ₄ NH ₃	33,5-34	-	-
Kalcium-ammónium-nitrát	NH ₄ NO ₃ + CaMg(CO ₃) ₂	27	-	7
Ammónium-szulfát (S: 14%)	(NH ₄) ₂ SO ₄	21	-	-
Monoammónium-szulfát	NH ₄ H ₂ PO ₄	11-12	52	-
Diammónium szulfát	(NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄	18-22	46	-
Kalcium-nitrát	Ca(NO ₃) ₂	16	-	-
Folyékony ammónia	NH ₃ , NH ₄ OH, NH ₃ + H ₂ O	4-12	-	-
Karbamid ammónia-nitrát – folyékony	NH ₃ , NH ₄ OH	30	-	-
Karbamid	CO(NH ₂) ₂	44-46	-	-
Szuperfoszfát (egyszerű szuperfoszfát)	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	-	16-20	-
Dúsított szuperfoszfát (Kettős szuperfoszfát)	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	-	32-48	-
Tripla szuperfoszfát	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	-	44-53	-
Ammonizált szuperfoszfát	NH ₃ +Ca(H ₂ PO ₄) ₂	3-5	14-28	-

(Forrás: [103])

A halastavak előkészítéséhez szerves és szervetlen trágyát egyaránt használnak. A természetes táplálék fenntartásának érdekében később is rendszeresen trágyázni kell, de kisebb adagokat használva. Az M8-3. táblázatban szereplő trágyázási irányszámokat körültekintően kell alkalmazni, figyelve a víz minőségének és planktonállományának alakulását. Amint a táblázatban is szerepel, az előnevelés kivételével a tó előkészítése során a teljes mennyiségek 25%-át kell kijuttatni (M8-3. táblázat). A fennmaradó 75%-ot több egyenlő részletben kell kiszórni a szezon során, különösen a csúcs-hónapokban, májustól augusztusig.

A kijuttatható napi maximális szervestrágya adagokról jó tájékoztatást nyújt az M8-3. *kiemelt magyarázat*, ami nemcsak intenzív halastavi termelés esetén hasznos, de a tóban recirkulációs rendszerek sikeres üzemeltetéséhez is támpontot nyújthat.

M8-3. táblázat: Szerves és szervetlen trágyák hozzávetőleges mennyisége különböző korosztályok halastavi nevelése esetén				
Név	Összes mennyiség (kg/ha)		Az összmennyiség arányában (%)	
	Hatóanyag tartalom	Teljes súly	Tőelőkészítés	Későbbi adagok
Előnevelés				
Mész (92-95%)	235-330	250-350	100	-
Csirketrágya (SzeA ¹)	45-55 (65-85)	400-500 (600-800) ²	100	-
Karbamid	46-92	100-200	100	-
Szuperfoszfát	14-23	75-125	100	-
Egynyaras nevelés				
Mész (92-95%)	280-375	300-400	25	75
Csirketrágya (SzeA)	125-160	1200-1500	25	75
Karbamid	138-276	300-600	25	75
Szuperfoszfát	41-68	225-375	25	75
Kétnyaras és piaci hal nevelés				
Mész (92-95%)	185-375	200-400	25	75
Csirketrágya (SzeA)	315-525	3000-5000	25	75
Karbamid	184-230	400-500	25	75
Szuperfoszfát	54-72	300-400	25	75

Megjegyzés: ¹ SzeA – Szervesanyag, ² A szervestrágya mennyisége, ha nem használnak mellette műtrágyát. (Forrás: [61], [62])

A fenntartó trágyázás során 12-14 kg/ha nitrogént és 4-5 kg/ha foszfort kell kéthetenként bejuttatni a tóba, amikor a vízhőmérséklet elérte a 18-20 °C-t [57]. Műtrágyával végzett fenntartó trágyázás esetén Ruttkay egy szezonban hatóanyagra számítva összesen 200-250 kg/ha N-t és 50-60 kg/ha P-t juttatott ki hozzávetőlegesen 20 alkalomra felosztva ezt a mennyiséget májustól július végéig (10-12 kg/ha N és 2-2,5 kg/ha P) úgy, hogy hetente két alkalommal trágyázott [102].

M8-3. kiemelt magyarázat

A HALASTÓ NAPI MAXIMÁLIS TÁPANYAG TERHELHETŐSÉGÉNEK IRÁNYSZÁMAI

A halastó napi maximális tápanyag-terhelhetőségének ismerete azért fontos, mert ez mutatja meg, hogy milyen intenzív lehet a haltermelés.

A tápanyag terhelhetőség számos tényezőtől függ, például a napos órák számától, a napsugárzás intenzitásától, a víz hőmérsékletétől, a növényi tápanyagok és szervesanyagok mennyiségétől és minőségétől, azaz a víz trofitásától és szaprobitásától.

Schroeder [106] szerint a napi maximális szervestrágya mennyiség, amit egy halastó nyáron még fel tud dolgozni szárazanyagra és szervesanyagra vetítve 100-200 kg/ha és 70-140 kg/ha. Ezek az értékek egybevágóak Coche jelentésével [20]. Eszerint nyáron a napi 50 kg C/ha nagyságrendű szervesanyag bevitel maximális termelést biztosíthat anélkül, hogy vízminőségi problémák adódnának. Ez az érték természetesen a vízhőmérséklet drasztikus csökkenésével kevesebb is lehet.

Ugyanebben a FAO EIFAC jelentésben [20] Coche arra a következtetésre jutott, hogy a halastavak trópusi, szubtrópusi és mérsékelt éghajlaton 450 kg, 116 kg és 65 kg BOI/ha/nap (1125 kg, 290 kg, 162,5 kg KOI/ha/nap) mennyiséget képesek feldolgozni.

M8-4. táblázat: Szerves és szervetlen trágyák és takarmányok kijuttatásának éves programozása két- és hároméves üzemben

Tétel	Takarmányozási hónapok							
	Összesen	Március	Április	Május	Június	Július	Aug. ¹	Szept. ¹
Hároméves üzemforma								
Egynyaras hal nevelése ²								
A trágya mennyisége (%)	100%			25%	25%	25%	20%	5%
A takarmány mennyisége (%)	100%			2%	3%	15%	40%	40%
Kétnyaras hal nevelése ²								
A trágya mennyisége (%)	100%	0%	25%	25%	25%	10%	10%	5%
A takarmány mennyisége (%)	100%	2%	5%	12%	20%	25%	25%	13%
Piaci hal nevelése ²								
A trágya mennyisége (%)	100%	0%	25%	25%	25%	10%	10%	5%
A takarmány mennyisége (%)	100%	2%	5%	12%	20%	25%	28%	10%
Kétéves üzemforma								
200-250 g súlyú hal nevelése								
A trágya mennyisége (%)	100%	-	-	25%	25%	25%	20%	5%
A takarmány mennyisége (%)	100%	-	-	-	15%	30%	40%	15%
Piaci hal nevelése								
A trágya mennyisége (%)	100%	0%	25%	25%	25%	10%	10%	5%
A takarmány mennyisége (%)	100%	2%	5%	12%	20%	25%	28%	10%

Megjegyzés: ¹ A termelési szezon utolsó hónapjaiban a szerves és szervetlen trágyázás nem lehet automatikus, sok esetben a nagy takarmányadagok miatt már felesleges, akár káros is lehet. (Forrás: ²[61])

Augusztustól a trágyát csak feltételesen és nagyon óvatosan szabad használni. Ennek oka, hogy a megnövekedett takarmánymennyiséggel és a trágyával túl lehet terhelni a halastó ökoszisztémáját, ami reggeli oxigénhiányt okozhat. Az éves trágya- és takarmányszükséglet tervezéséhez az M8-4. táblázat, míg a napi takarmányadagok mennyiségéről a 4-1. táblázat ad iránymutatást.

A tófenék iszapjában található foszfor az iszap felkeverésével (szellőztetésével) visszajuttatható a biológiai körforgásba. A kénhidrogén és a metán nagy mennyiségének hirtelen felszabadítását el kell kerülni, ezért az iszap szellőztetését, „boronálását” célszerű rendszeresen elvégezni. Annak érdekében, hogy a trágyázás a tölőkészítés során hatékony legyen, a trágyát nem a száraz tófenéken, hanem a már feltöltött tóban kell egyenletesen szétoszorni. Bár ez az eljárás munkaigényesebb, de csökkenti a tápanyagok túlzott felhalmozódását a tófenéken, és csökkenti az anaerob szerves iszap túlzott mértékű kialakulását. Emellett a tótálajra szétosztott trágya nem a vízoszlopban tenyésző plankton, hanem a makrovegetáció kialakulását segíti, különösen akkor, ha a tó feltöltése lassan történik.

1.2 A kiegészítő takarmányok mennyisége, minősége és hatása a vízminőségre

A takarmánnyal bejuttatott táplálóanyagok mennyisége a halastóban számottevő lehet. McClarney [77] szerint „a leghatékonyabb ismert tótrágya maga a halak takarmánya”. Ez a megállapítás természetesen nem minden esetben és nem minden intenzitású halastavi termelés esetében érvényes, de mindenképpen figyelembe kell venni a tavi haltermelésben azt az anyagmennyiséget is, amit a vízbe jutó anyagcsere-termékek jelentenek. A feletetett takarmány egy jól meghatározható hányada ugyanis a halak emésztésének végtermékeként vissza-kerül a tó anyag- és energiaforgalmába és ott hasznosul, de a vízminőség romlását is okozhatja, ahogy ezt a halastavi termelési szezon utolsó harmadában gyakran lehet tapasztalni.

A takarmányok okozta környezetterhelést a vezető takarmánygyártók a vízbe jutó nitrogén (kg N/kg táp), foszfor (kg P/kg táp) mennyiségével jellemzik, amit ennek a mellékletnek a 2. fejezetében részlete-zünk.

Kiegészítő takarmányok használata és olyan takarmánygyártók esetén, amelyek nem adják meg tápjaik várható környezeti terhelését, egy egyszerű gondolatmenet segíthet az 1 kg feletetett takarmány után keletkező kg N- és kg P-terhelés becsült mennyiségeinek kiszámításához, amit az M8-4. kiemelt magyarázat tartalmaz. Timmons és Ebeling [119] sze-rint az összes kiválasztott N-mennyiség 90%-a TAN (összes ammónia nitrogén) és 10%-a karbamid, míg az elfogyasztott összes P 50%-a beépül, míg 30%-a oldott formában a kopoltyún keresztül, míg 20%-a trágyával ürül.

A takarmányozás környezeti terhelése során nem-csak a vízbe ürített nitrogénnel és foszforral kell számolni, hanem az anyagcsere három össze-tevőből álló környezeti terhelésével is [127]:

- **A halak oxigénfogyasztása** nagy bizton-sággal számolva nem több 400 mg O₂/kg hal/óra értéknél. Erről további adatokat a 9. melléklet M9-4. ábrája tartalmaz. A halak oxigénfogyasztása 1 kg elfogyasztott takar-mány után 250 g O₂, amihez 1,38 szoros CO₂ kibocsátás is párosul [119].
- **A halak ürüléktermelése** a feletetett takar-mány mennyiségétől és minőségétől függ. A termelődő ürülék mennyiségének és minősé-gének becsléséhez az M8-5. és az M8-6. táblázatok adatai adnak iránymutatást.
- **A haltrágya BOI és KOI értékei** annak szervesanyag tartalmától függenek, aminek a haltrágya össztömegéhez viszonyított aránya közel állandó. A szervesanyag és azon belül is a szén mennyiségének függvényé-ben lehet a gyakorlat számára a g BOI/kg feletetett takarmány értékét megbecsülni (M8-6. táblázat).

M8-4. kiemelt magyarázat

A TAKARMÁNYOZÁS KÖRNYEZETI TERHELÉSÉNEK BECSLÉSE A TAKAR-MÁNNYAL BEJUTTATOTT ÉS A HALAK TESTÉBE BEÉPÜLT N ÉS P KÜLÖN-BÖZETE ALAPJÁN

A környezet N terhelésének számítása (kg N/kg takarmány):

$$((1 \text{ kg takarmányban található NyF}) \times 16\%) - ((1 \text{ kg}) \times (1/TE) \times 25\% \times 9\%)$$

Ahol: 16% a NyF becsült összes nitrogéntartalma, 25% a halak nettó súlynövekedés becsült SzA tartalma és 9% a hal becsült nitrogéntartalma.

A környezet P terhelésének számítása (kg P/kg takarmány):

$$(1 \text{ kg takarmányban specifikáció szerinti P}) - ((1 \text{ kg}) \times (1/TE) \times (25\% \times 2,7\%))$$

Ahol: 25% a halak nettó súlynövekedésének hozzávetőleges SzA tartalma és 2,7% a hal becsült foszfortartalma.

(Forrás: [15])

M8-5. táblázat: A takarmánygyűthető és a szilárd halürülék mennyi-sége közötti kapcsolat becsült értékének meghatározása

TE	Takarmányo-zás hatékon-y-sága (%)	Szilárd ürülék g/kg takarmány	TE	Takarmányo-zás hatékon-y-sága (%)	Szilárd ürülék g/kg takar-mány
1	100.0	140	2.1	47.6	290
1.1	90.9	150	2.2	45.5	300
1.2	83.3	160	2.3	43.5	310
1.3	76.9	180	2.4	41.7	330
1.4	71.4	190	2.5	40.0	340
1.5	66.7	200	2.6	38.5	350
1.6	62.5	220	2.7	37.0	370
1.7	58.8	230	2.8	35.7	380
1.8	55.6	240	2.9	34.5	390
1.9	52.6	260	3	33.3	410
2	50.0	270	≥ 3		430-500

(Forrás: [131])

M8-6. táblázat: A halürülék hozzávetőleges környezeti terhelésének kiszámításához használható szorzók

Összetevők	Használt szorzó
Ürülék – Összes lebegő szilárd anyag (g/kg feletetett takarmány)	# ¹
BOI ² – Ürülék C tartalma (ami kb. 50%-az ürüléknek) x 1.2	(#/2) x 1.2
KOI ²	BOI x 2,5

Megjegyzés: ¹ Ez 1 kg feletetett takarmány után számítható mennyiség, amit az M8-5. táblázatban található TE alapján becsült értékkel kell behelyettesíteni. ² KOI és BOI számítására vonatkozó szorzók Dr. Janurik Endre szóbeli közlése.

1.3 A trágyázás és a takarmányozás együttes hatásai a vízminőségre

Ahogy azt az előző fejezetek tárgyalták, a trágyázás és a takarmányozás együttes hatása a halastó vizének szervesanyag, szén, nitrogén és foszfor terhelésére a szezon második felében (augusztusi csúccsal) már akkora lehet, hogy az nem kívánatos vízvirágzást okozhat. Ilyenkor tehát különösen javasolt megbecsülni a tóvíz várható összes terhelését, mielőtt sor kerülne a trágyázási terv szerinti trágyaadagok kiszórására. A számításokhoz jó útmutatást nyújtanak az előző fejezetek táblázatai.

Intenzív trágyázás esetén a termelési szezon második felében a halastavakban a N és P mellett a takarmányozás következtében megnő a BOI és KOI értéke. Ezek értékeit a feletett takarmány mennyisége és minősége alapján meg lehet becsülni. (M8-5. és M8-6. táblázatok) és az M8-3. kiemelt magyarázatban megadott határértékekkel célszerű összevetni.

M8-2. ábra: Egyszerű programozással elkészített Excel táblázat a különböző trágyaféleségek és haltakarmányok külön vagy együttes környezeti hatásának kiszámításához

Szervetlen és szerves tápanyagok	Trágyák (kg)				Takarmányok (kg)				Mind-összesen (kg)
	Szerves trágyák	Szervetlen trágyák		Összesen (kg)	1. takarmány	2. takarmány	3. takarmány	Összesen (kg)	
		(N)	(P)						
Kijuttatott mennyiség =>	450	150	100		350	0	0		
Ürülék (TSS)					105,0			105,0	105,0
N az ürülékben (kg)									
P az ürülékben (kg)									
N a vízben (kg)									
P a vízben (kg)									
Összes szárazanyag	113,4			113,4				0,0	113,4
Összes szervesanyag	79,4			79,4				0,0	79,4
Összes szén	39,7			39,7	52,5			52,5	92,2
BOI	30,6			30,6	63,0			63,0	93,6
KOI	102,1			102,1	157,5			157,5	259,6
TAN				0,0	19			19,3	19,3
Összes nitrit				0,0				0,0	0,0
Összes nitrát				0,0				0,0	0,0
Összes nitrogén	2,3	67,5		69,8	21,4			21,4	91,2
Összes foszfor	0,4		18,0	18,4	3,0			3,0	21,4

(Forrás: [127])

Egy adott időpontban elvégzett trágyázás és takarmányozás tételenkénti vagy együttes, a halastó vizére gyakorolt környezeti terhelését az M8-2. ábrán bemutatott Excel táblázattal lehet kiszámítani. Ugyanez az Excel táblázat alkalmas az intenzív haltermelési rendszerek környezeti terhelének becsléséhez is.

2. A TAKARMÁNYOZÁS HATÁSA A VÍZMINŐSÉGRE INTENZÍV HALTERMELÉSI RENDSZEREKBE

Az intenzív tenyésztési rendszerekben a felvett takarmány minősége és a hal anyagcseréje befolyásolja a vízminőséget, így az elfolyó víz minőségét is. Ezért ma már a professzionális haltápkészítők nem csak arra töreksenek, hogy tápjaik jól értékesüljenek, hanem arra is figyelmet fordítanak, hogy az anyagcseretermékek minél kisebb környezetterhelést okozzanak, bármilyen termelési rendszerben (ketrec, RAS, tavi recirk, átfolyóvizes) etetik a tápot. Ez részben azért fontos, mert a szabályozás szankcionálja a környezetterhelést, de azért is, mert a takarmány okozta környezeti terhelés és egy adott nevelési rendszer haleltartó képessége között negatív korreláció van.

Következésképpen fokozottan fontossá vált az intenzív tenyésztési rendszerekben használt takarmányok környezeti hatásainak ismerete. Enélkül ugyanis ma már nehéz tervezni és megfelelni a környezetvédelmi előírásoknak. Számos országban, így hazánkban is szigorú környezetvédelmi korlátozások vonatkoznak a halgazdaságok elfolyó vizének szennyezőanyag koncentrációjára, amit a következő, 3. fejezetben tárgyalunk. Mindezek miatt a vezető haltápgyártók megadják a takarmányaik után számítható N- és P-terhelést. Ez kétféle képen történhet: Az Alltech Coppens az 1000 kg felettetett takarmány után számítható környezeti terhelést adja meg kg N és kg P formában. Az Aller Aqua tápjaik 100 kg nettó testsúlynövekedésre számítható környe-

zeti terhelését az ürülékben és a vízben oldott állapotban található kg N és kg P formában adja meg. Az Aller Aqua által megadott értékeket egy egyszerű egyenlettel át lehet számítani 1000 kg feletett takarmány után várható környezeti terhelésre. A számítás menete a következő: az egyedi tápismertetőben 100 kg súlygyarapodásra megadott kg N és kg P értékeket el kell osztani a takarmány-együttható százszorosával és ezt meg kell szorozni ezerrel.

Olyan takarmánygyártók esetén, amelyek nem adják meg tápjaik várható környezeti terhelését a következő egyszerű gondolatmenet segíthet az 1 kg feletett takarmány után keletkező kg N és kg P terhelés hozzávetőleges mennyiségeinek kiszámításához. Ennek értelmében a táp becsült N és P tartalmából kivonják a halba beépült N és P mennyiségét ahogy ezt az M8-4. kiemelt magyarázat tartalmazza.

Előfordulhat, hogy az el nem fogyasztott takarmány környezeti terhelésével is számolni kell, amihez támpontot az M8-5. kiemelt magyarázat adhat. Ennek értelmében az el nem fogyasztott, ezért lebomló takarmány környezeti terhelésének nagyságát a makrokomponenseinek (NyF, NyZs és Nmka) a mennyisége alapján lehet megbecsülni.

M8-5. kiemelt magyarázat AZ EL NEM FOGYASZTOTT TAKARMÁNY KÖRNYEZETI TERHELÉSÉNEK EGYSZERŰSÍTETT BECSLÉSE Összes N (g/kg takarmány): 1 kg takarmányban található NyF x 16% Összes P (g/kg takarmány): 1 kg takarmányban specifikáció szerinti P KOI (g/kg takarmány): (g NyF x 1,25) + (g NyZs x 2,9) + (g Nmka x 1,07) Ahol: 16% a NyF becsült összesnitrogén tartalma és specifikáció szerinti P az az érték, amit a gyártók megadnak, vagy az F-8. táblázatban leolvasható. (Forrás: [119], [67])
--

3. HALGAZDASÁGOK TÁPLÁLÓ- ÉS ELFOLYÓVIZÉNEK MINŐSÉGI KÖVETELMÉNYEI A RENDELETEK TÜKRÉBEN

A halgazdaságok tápláló- és elfolyóvizének minőségi követelményeit rendeletekben határozzák meg. A táplálóvíznek szennyezőanyagoktól mentesnek kell lennie. Nem tartalmazhat a megengedett értékeknél magasabb koncentrációban növényi tápanyagokat, illetve szerves anyagot. A halgazdaságokban használt víz azonban az ország különböző területein a vízforrástól függően eltérő minőségű. A táplálóvízről az EU Víz Keretirányelv honlapján lehet általános információhoz jutni, ahol az országjelentések között a felszíni víztestek és a felszín alatti vizek adatait, a mellékletekben pedig az egyes vízforrások szervesanyag, tápanyag és veszélyes anyag terhelésének mértékét közlik, feltüntetve a kockázati tényezőket is.

Az Energiaügyi Minisztérium Vízügyi honlapján található Magyarország 2015-ben elkészült Országos Vízyűjtő-gazdálkodási Terve, melynek része néhány olyan melléklet is, mely részletesen foglalkozik a hazai vizek minőségével:

- Szennyvíz-terhelés jellemzői: kommunális és ipari szennyvíz-kibocsátások adatai (Link: 3_1_melleklet_szennyvizterheles.xls)
- Települési Szennyvízelvezetési Információs Rendszer (Link: 3_2_melleklet_TESZIR_2012.xls)
- PRTR azaz Európai Szennyezőanyag-kibocsátási és szállítási Nyilvántartás (E-PRTR) köteles telephelyek és tevékenységek (Link: 3_3_melleklet_E-PRTR_telephelyek.xls)
- Vizek tápanyagterhelése (Link: 3_4_melleklet_Tapanyag_terheles.xls)
- Veszélyes anyagokkal összefüggő emberi tevékenységek (Link: 3_5_melleklet_Veszelyesanyagok_tevékenységek.xlsx) és
- Veszélyes anyagokkal foglalkozó küszöbérték feletti üzemek (Link: 3_6_melleklet_Seveso_es_karelharitas_mentesites.xlsx)

A halgazdaságból elfolyó vizek szükséges minőségét is rendeletek szabályozzák. Ennek értelmében a BOI, KOI, a nitrogén és foszfor koncentrációnak meghatározott határértéken belül kell maradniuk, amihez a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékek a Nemzeti Jogtár 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendeletében megtalálhatók (Link: 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet - Nemzeti Jogszabálytár).

M8-6. kiemelt magyarázat A HALASTÓ VÍZÉNEK TÁPANYAGTARTALMA ANNAK SZÉZONVÉGI LECSAPOLÁSÁKOR A halba be nem épült, ezért kiválasztott tápanyagok az ürítés pillanatában környezeti terhelést jelentenek, de mégsem eredményezik a halastó vízében a N, P és C tartalom folyamatos növekedését. Ezeket a primer produkció dolgozza fel, valamint a bakteriális tevékenység mineralizálja, illetve egy részük felhalmozódhat az üledékben is [9], [112], [49]. Az így deponált N és P a tó lecsapolásakor csak kis mértékben távozik, ezért mennyiségük nem éri el a feltöltéskor bevitt N és P mennyiségét [49].

4. LEGFONTOSABB VÍZMINŐSÉGI PARAMÉTEREK ÜZEMI MONITOROZÁSA

A halastavak vizének és a halállomány viselkedésének rendszeres megfigyelése olyan jelek alapján, mint pl. a víz színének hirtelen változása, algahab megjelenése, a halak pipálása és a befolyó közelébe történő csoportosulása, étvágytalanság, takarmánymaradványok megléte órákkal az etetés után, a haltenyésztő napi rutinjának része kell, hogy legyen. Emellett, különösen akkor, ha a megfigyelés során rendellenesség tapasztalható, célszerű a víz minőségének vizsgálata. Ilyenkor első lépésként a víz hőmérsékletet, a pH-t és az oxigénszintet kell megmérni, de hasznos információt adhat az **összes ammónia-nitrogén (TAN)**, **nitrit nitrogén (Nitrit-N)**, **nitrát nitrogén (Nitrát-N)** és **foszfor (Összes-P)** értékeinek ismerete is.

A 7. mellékletben található táblázatok tenyésztési rendszerenként és halfajonként mutatják be a kulcsfontosságú vízminőségi paraméterek szükséges és elfogadható értékeit. A táblázatokban megadott adatok alapján a legfontosabb vízminőségi paraméterek kiértékelhetők.

A vízminőség ellenőrzésére szolgáló eszközök beszerzésének tág lehetőségei vannak. Az akvaristák számára kifejlesztett tesztkészletek és hőmérők olcsók. Kevésbé pontosak ugyan, mint a kifejezetten terepmunkára kifejlesztett analitikai műszerek, de pontosságuk a rutin tógazdasági munkához legtöbbször elegendő. Az analitikai terep-műszerek használata könnyen elsajátítható, de hátrányuk, hogy rendszeres karbantartást igényelnek és viszonylag drágák (M8-7. kiemelt magyarázat). Ezek a műszerek speciális karbantartást is igényelnek, ami a gazdaságokban nem mindig egyszerű.

A fentiek miatt javasolt átgondolni néhány kulcsfontosságú szempontot:

- Pénzügyi és emberi erőforrások.
- A beszerzendő eszközök megbízhatósága és ára.

Halgazdasági tapasztalatok alapján összegezhető, hogy az alapvető cél a vizek pH-értékének és oldott oxigéntartalmának ellenőrzése, aminek kiegészítése nitrátot, nitritet és ortofoszfátot mérő eszközzel majdnem teljessé teheti az analitikai eszköztárat.

Ha ezt a szettet kiegészítik ammónium/ammónia mérésére alkalmas eszközzel is, különösen ott, ahol ezek veszélyt jelenthetnek, a terepen dolgozó haltermelési és halgazdálkodási szakemberek felszereltsége teljessé válik [127].

M8-3. ábra: Akvaristák számára kifejlesztett tesztkitek



A halgazdaságoknak készített, könnyen kezelhető tesztkitek magas ára miatt az akvaristák számára kifejlesztett jó minőségű, de olcsóbb tesztkészletek is alkalmazhatók a rutinvizsgálatok elvégzéséhez [126].

M8-7. kiemelt magyarázat

VÍZMINŐSÉGI MUTATÓK MÉRÉSÉHEZ HASZNÁLT ESZKÖZÖK PONTOSÁGÁNAK SZÜKSÉGESSÉGE

Az intenzív ipari haltermelési rendszerekben, mint például a RAS, a vízminőség rendszeres, nagy pontossággal mérő eszközökkel történő ellenőrzése fontos a rendszer állapotára vonatkozó adatok gyűjtéséhez és a szükséges kölcsönhatások meghatározásához. Tulajdonképpen csak itt igazán indokolt beruházni a nagy pontossággal működő eszközökbe. Emellett azt is szükséges figyelembe venni, hogy ilyen műszerek használatához és karbantartásához jól képzett, gyakorlattal rendelkező szakemberre van szükség.

ELÉRHETŐ TERMELÉSI EREDMÉNYEK

A haltermelés hatékonyságát és eredményét befolyásoló tényezők ismerete elsődleges fontosságú a legcélravezetőbb haltermelési technika megválasztásához. Ennek a mellékletnek az első fejezete ezeket tárgyalja.

Egy halgazdaság fizikai adottságainak és a termelési feltételeknek az ismerete szükséges ahhoz, hogy reálisan lehessen becsülni az elvárható eredményt és pontosan meg lehessen tervezni a termelést. A mellékelt második fejezete a tógazdaságban és a különböző intenzív haltermelési rendszerekben elérhető eredményeket összegezi.

Tartalom

1. Az eredményt meghatározó és befolyásoló főbb tényezők	116
1.1. A haltermelés időtartama	116
1.2. Haltermelési infrastruktúra minősége	116
1.3. A víz mennyisége és minősége	117
1.3.1. Vízellátás, vízutánpótlás és vízcseré	118
1.3.2. A víz oldott oxigén tartalma, annak fenntartása és növe- lése	118
1.4. Halfajok, korcsoportok és a termelt halt mennyisége	120
2. Az elérhető hozamok	122
2.1. Hozamok a tógazdasági haltermelésben	122
2.1.1. Ivadék tavi előnevelése	122
2.1.2. Haltermelés hároméves termelési ciklusban	123
2.1.3. Haltermelés kétéves termelési ciklusban	124
2.2. Hozamok az intenzív haltermelési rendszerekben	125
2.2.1. Sebes és szivárványos pisztráng	125
2.2.2. Vágotok	127
2.2.3. Ponty és compó	127
2.2.4. Szürkeharcsa	129
2.2.5. Angolna	129
2.2.6. Sügér és süllő	130
2.2.7. Tilápia	131
2.2.8. Afrikai harcsa	132

1. AZ EREDMÉNYT MEGHATÁROZÓ ÉS BEFOLYÁSOLÓ FŐBB TÉNYEZŐK

A haltermelés eredményességét, a gazdasági környezet sok tényezőjén kívül, az elsősorban meghatározó és befolyásoló tényezők (1) a haltermelés időtartama, (2) a haltermelési infrastruktúra, (3) a rendelkezésre álló víz mennyisége és minősége, valamint (4) a halfaj vagy halfajok tervezett mérete és mennyisége.

1.1 A haltermelés időtartama

A termelésre rendelkezésre álló idő szerint a halgazdaságok két nagy csoportba sorolhatók.

Az első csoportba az egész évben azonos, vagy közel azonos vízhőmérsékletű gazdaságok vagy a szezonban temperált vízű termelési egységek (keltető és előnevelő) tartoznak. A tipikusan hidegvízű forrásokra és karsztvízre telepített pisztrángosok, a termálvizet hasznosító intenzív afrikai harcsa vagy más melegvizet igénylő halakat termelő telepek is ebbe a csoportba tartoznak. Ezekben a gazdaságokban egész évben lehet termelni.

A második csoportba azok a gazdaságok tartoznak, amelyek termelése szезontól függően változik vagy kimondottan szezonális. (Ide sorolható a pisztrángosok egy része is, mert a felszíni vízellátású pisztrángtelepek téli és nyári vízhőmérséklete között az eltérés akár 10-15 °C is lehet. Ez ugyan nem zárja ki, de télen lassítja a halak növekedését.)

A tógazdasági haltermelés tipikusan szezonális, ahol a termelési szezon tényleges hossza és hőmérséklete az éghajlattól és időjárástól függ.

Annak ellenére, hogy hazánkban nem lehet olyan markánsan eltérő, éghajlat alapján megállapított haltermelési övezeteket meghatározni, mint amilyeneket a régió pontytermelésére az 1. mellékletben összefoglaltak szerint 1980-as években kidolgoztak, néhány hetes eltérések a termelési szezon hosszában mutatkozhatnak (M9-1. ábra).

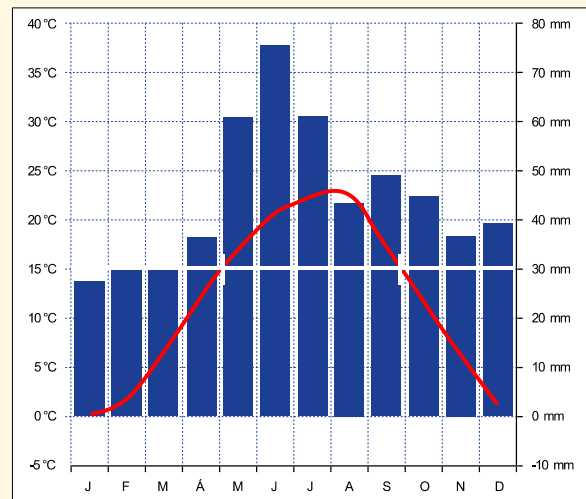
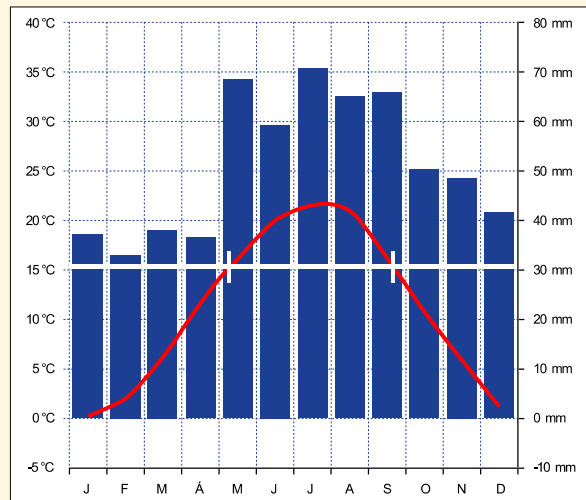
A fő haltermelési szezon (április/május – szeptember/október) hosszán kívül a levegő, következésképpen a víz hőmérsékletében is lehetnek különbségek egyes területek között. Az intenzívebb, napi és havi magasabb hőmérsékleti értékek közötti eltéréseket az M9-1. ábra győri és szegedi adatai jól illusztrálják.

A klímaváltozás egyre nyilvánvalóbb hatásait az M9-1. *kiemelt magyarázat* foglalja össze. A változások megismerésének érdekében fontos a hazai meteorológiai és agrometeorológiai szolgálatok napi rendszerességgel közzétett adatainak és információinak figyelemmel kísérése.

1.2 Haltermelési infrastruktúra minősége

A termelési létesítmények, azaz a halastavak, haltermelésre használt telelők, a szabadban vagy fedett térben elhelyezett medencék és a különböző korosztályú hal nevelésére használt ketrecek fizikai állapota és használhatósága alapvetően meghatározza az elérhető eredményeket.

M9-1. ábra: A levegő havi átlaghőmérsékletének éves görbéje



Átlagos havi középhőmérsékletek és csapadékösszegek 1991-2020 Győrben (felső ábra) és Szegeden (alsó ábra) [64].

M9-1. kiemelt magyarázat

A KLÍMÁVÁLTOZÁS VÁRHATÓ HATÁSA A TERMÉSZETESVÍZI HALGAZDÁLKODÁSRA ÉS A HALGAZDASÁGI TERMELÉSRE

Az Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége (EPA) klímaváltozási mutatói a hazai természetesvízi halgazdálkodás és haltenyésztés számára is jó eligazodást adnak:

- A változások szélsőségeiben jelentkeznek: extrém hőmérsékleti értékek, esőzések vagy/és szárazságok.
- A változó hó- és jégviszonyok miatt a vízforrások átalakulnak: a jég és hó hiánya vagy szokatlanul vastag jég a tavakon, valamint szokatlanul nagy havazások.
- A mezőgazdasághoz közvetlenül kapcsolódó mutatók: (1) a vízfolyások megváltozása, (2) a tenyészidőszak hosszának változása, (3) a rügyfakadás és virágzás idejének megváltozása a mezőgazdaságban, a halak és táplálékszervezőik *fenológiai válasza** és a (4) madarak telelési időszakának változása.

A **halastavak** és egyéb kültéri egységek minőségének és használhatóságának értékelésekor a következőket kell figyelembe venni:

- A **vízellátás** az első és legfontosabb minőségi szempont, olyannyira, hogy a következő fejezet ezzel foglalkozik.
- A szántóföldekhez hasonlóan a halastó **talajadottságai** alapvetően meghatározzák a haltermőképességét (M9-1. táblázat).
- A halastó **elhelyezkedése** meghatározza vízellátását, valamint kitettségét a napsugárzásnak, szélnek, esőzéseknek, áradásoknak stb., továbbá befolyásolja annak megközelíthetőségét és kezelhetőségét is.
- A halastavak kívánatos **vízmélysége** átlagosan 1,2 és 1,5 m között mozoghat. A klímaváltozás miatt az új halastavak építésekor a legalább 1,5 m átlagos vízmélységet ajánlják. Vannak olyan haltermelési modellek is, amelyek az éghajlatváltozás és a termelés intenzívebbé válása miatt a 2 m átlagos vízmélységű tavakat tartják ideálisnak.
- A halastó **fenéknek** lehetővé kell tennie nemcsak a teljes lecsapolást, de a halak biztonságos halászatát és esetleges telelését egy, a tó méretével arányos, belső halágyban. Különösen az öreg halastavak egyes területein az **iszap** vastagsága 0,4-0,6 m is lehet. Ezeken a területeken nemcsak a halászat és az elmaradt hal összeszedése válik nehézzé, de anaerob környezet is kialakulhat, ami mérgező gázok termeléséhez vezethet.
- A halastó **fizikai állapota**, azaz vízellátó/lecsapoló zsilipjeinek állapota, használhatósága, valamint gátjainak megközelíthetősége és járművel való bejárhatósága, különösen nagy tavak esetében, alapvetően befolyásolja a termelést.
- A **méret** nagyon relatív értékmérője a halastavaknak, melynek elbírálásához szükséges figyelembe venni a nevelt hal korosztályát, fajösszetételét és a termelés intenzitását. Ennek értelmében a halastó mérete és a termelés intenzitása között fordított arány állítható fel.

A **telelők** a tógazdaságok alapvető részét képezik, amelyek használata nyári haltermelésre abban az esetben lehetséges, ha azok fizikai állapota és nyári vízellátása ezt lehetővé teszi.

Beton, üvegszálas, műanyag (polietilén, polipropilén) vagy PVC ponyvából készült **medencék** méretük és elhelyezésük (kültéri, beltéri) alapján tág határokon belül használhatók minden korosztály intenzív nevelésére.

Ketrecek használata egy-egy vízterület kihelyezési anyagának megerősítésére vagy nevelésére a legkisebb beruházást igénylő megoldás. A ketrecek elhelyezésére szolgáló víztesttől és a benne tenyésztett halak fajtától és méretétől függően a ketrecek mérete, alakja és anyaga eltérő lehet.

Ezek lehetnek a hallárva és az előnevelt ivadék megerősítésére és/vagy nevelésére alkalmas, szitaszövetből, szúnyoghálóból vagy tüllhálóból készült kisméretű ketrecek, de lehetnek erős hálóanyagból összeállított nagyobb méretű ketrecek vagy úszó medencék is. Ezek elhelyezésekor ügyelni kell arra, hogy azokat minden oldalról meg lehessen közelíteni tisztításuk, vagy egyéb kezelésük érdekében.

1.3 A víz mennyisége és minősége

A különböző haltermelési rendszereknek és a bennük nevelt halaknak faj és korosztály/méret szerinti vízigénye eltérő. A rendelkezésre álló víz mennyisége és minősége alapvetően befolyásolja a termelési technikát és az elérhető haltermelési eredményeket. vízminőség szempontból mindkét fő tenyésztési rendszernél, azaz a halastavi és intenzív haltermelési rendszereknél egyaránt az elsődleges cél, hogy rendszer a hal által kibo-

M9-1. táblázat: A halastavak termőképességük alapján történő besorolása		
Termékenység	Elérhető természetes hozam (kg/ha)	
	Ponty monokultúra	Ponty polikultúra
Nagyon jó	180-200	450-500
Jó	120-180	300-450
Közepes	80-120	200-300
Gyenge	< 80	< 200

(Forrás: [54], [61], [127])

M9-2. ábra: Előnevelésre használt vajúk és medencék



csájtott anyagcseretermékeket feldolgozza/semlegesítse, vagy távolítsa el, és biztosítson kellő mennyiségű oldott oxigént. Ezért a vízellátás, a vízutánpótlás vagy a vízcsera alapján is lehet minősíteni a rendszereket, minden esetben figyelembe véve, hogy a bejuttatott víz oxigéntartalma elégséges-e.

1.3.1 Vízellátás, vízutánpótlás és vízcsera

Halastavakban a feltöltés után legtöbb esetben csupán az időjárástól függő párolgási, és a talajadottságoktól függő szivárgási veszteségeket kell pótolni:

- A halastavi haltermelés alapkonceptiója, hogy a halak által kibocsátott anyagcseretermékek visszakerülnek a tó anyag- és energiakörforgásába, ahol az építés és lebontás egyensúlyban van. Félintenzív és intenzív egynyaras, kétnyaras és piaci hal nevelés esetén a tenyésztő negyedik negyedére, de sokszor már a nevelési idő harmadik harmadától egyre rendszeresebben fordulhatnak elő olyan esetek, amikor a halastó már nem képes egyensúlyban tartani az anyag és energiaáramlás folyamatait. Ennek első jelei a különböző mértékű és intenzitású oxigénhiányos periódusok. Ezek leginkább hajnalban, elsősorban a borús napokon később is, és *légköri frontok** alkalmával jelentkezhetnek. Gyakoriságuk nő, ha a rendszer instabil marad.
- A párolgási és szivárgási veszteségeket általában rendszeres vízutánpótlással pótolni lehet. A halastóba így bejuttatott friss víz jóhatással lehet a vízminőségre is. Halastavi haltermelésnél extra vízutánpótlásra (vízcserére) általában nincs szükség, vagy csak akkor, ha tó adottságaival nincs arányban a népesítés, vagy túl nagy mennyiségű trágyát használtak, vagy a halállományt túletették.

Intenzív haltermelési rendszerek vízellátását, vízutánpótlását és vízcseréjét a következők szerint lehet összefoglalni:

- A **ketreces haltermelés** esetén a ketrecekben mozgó hal és a ketrec körüli természetes okokra visszavezethető vízmozgás biztosítja a vízcserét.
- A **medencés haltermelés** esetében a rendszer feltöltése után a víz folyamatos cseréjére is szükség van annak érdekében, hogy a halak friss, oxigéndús vizet kapjanak, továbbá azért, hogy a vízcsera eltávolítsa a folyamatosan termelődő anyagcseretermékeket. Kerülni kell azonban túl intenzív átfolyást az ilyen egységekben, mert ekkor a hal túl sok energiát fordít az úszásra, ill. csoportosulni kényszerül a medencék falánál. Általános szabály, hogy az áramlás sebessége ne legyen nagyobb, mint a testhossz kétszerese másodpercenként (természetesen lehet ennél kisebb is). A halak viselkedése, az oxigénszint mérése, az ammónia-szint alakulása és az ürülék kisodródásának mértéke alapján lehet beállítani a vízcsera intenzitását.

M9-2. kiemelt magyarázat

OXIGÉN HASZNÁLATÁNAK SZEMPONTJAI

A modern, csúcstechnológiát alkalmazó intenzív haltermelési rendszerekben már nem lehetséges a kiemelkedően nagy egyedsűrűségű halállomány megnövekedett oxigénigényét vízcserével vagy levegőztetéssel kielégíteni.

A recirkulációs rendszerekben kb. 35 kg/m³ halsűrűség felett tiszta oxigén használata szükséges [119].

1.3.2 A víz oldott oxigén tartalma, annak fenntartása és növelése

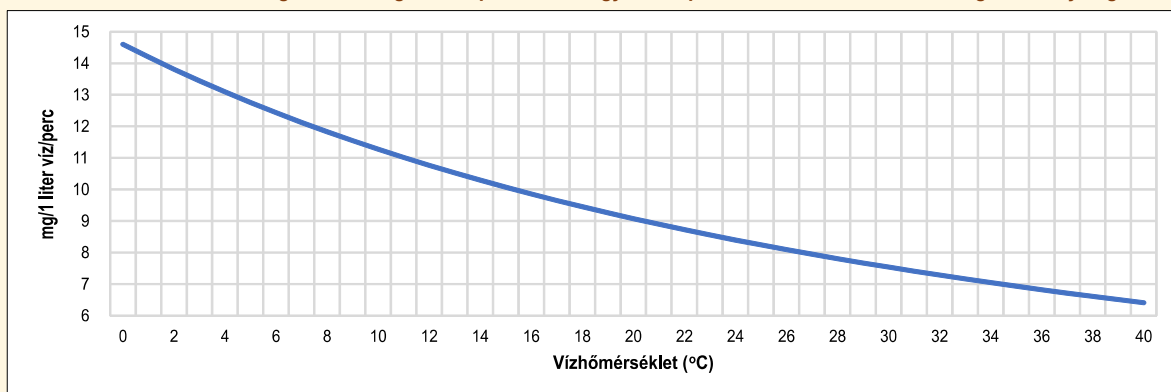
A káros anyagcseretermékek eltávolítása mellett a halastavakban kémiai és biológiai folyamatok biztosítják a megfelelő oxigénellátást is, míg az intenzív termelési rendszerekben a vízcsera nemcsak az anyagcseretermékeket távolítja el, de biztosítja a megfelelő oldott oxigénben gazdag friss vizet is.

A megfelelő, okszerű vízellátás/vízcsera mellett a víz oldott oxigéntartalmát levegőztetéssel lehet a legegyszerűbben szinten tartani vagy/és megemelni.

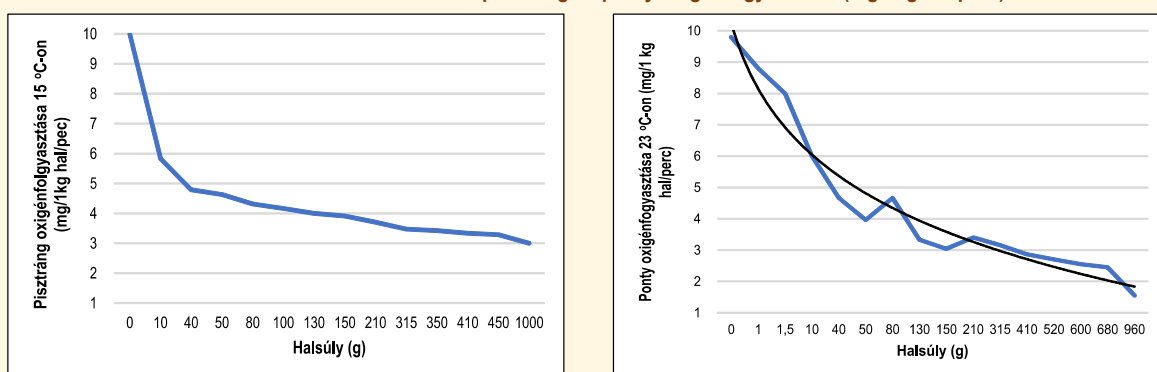
Intenzív rendszerekben a legtradicionálisabb módja az oldott oxigén magas szinten tartásának a vízcsera. A tápláló víz DO tartalma, annak hőmérsékletétől függően változhat, ahogy azt az M9-3. ábra demonstrálja.

Ha a nevelt hal oxigénfogyasztását meg tudjuk becsülni, akkor a táplálóvíz oldott oxigéntartalmának ismeretében be lehet állítani a szükséges vízellátást. Ennek megkönnyítése érdekében a két leggyakrabban tenyésztett halfaj, a ponty és pisztráng oxigén fogyasztását az M9-4. ábra mutatja.

M9-3. ábra: 100%-os oxigéntelítettség esetén percenként egy liter táplálóvízben szállított oldott oxigén mennyisége



M9-4. ábra: A különböző méretű pisztráng és ponty oxigénfogyasztása (mg/1kg hal/perc)



(Forrás: [77], [63])

M9-2. táblázat: A víz várható oldott oxigén koncentrációjának növekedése különböző esési magasságok esetében

Kezdeti DO telítettség (%)	A víz esési magassága (m)							
	0.15	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9	1.05	1.2
	A megváltozott (feldúsult) oldott oxigénkoncentráció víz esési magasságának függvényében (%)							
35 – 40	47,9 – 51,9	52,2 – 56,2	55,7 – 59,2	58,3 – 61,5	60,4 – 63,5	62,2 – 65,2	63,8 – 66,7	64,0 – 68,0
45 – 50	56,0 – 60,0	59,9 – 63,5	62,6 – 66,0	64,7 – 67,9	66,5 – 68,9	68,1 – 71,0	69,4 – 72,2	70,7 – 73,3
55 – 60	64,0 – 68,0	67,1 – 70,7	69,4 – 72,8	71,1 – 74,4	72,6 – 75,7	73,9 – 76,8	75,0 – 77,8	76,0 – 78,7
65 – 70	72,0 – 76,0	74,4 – 79,1	76,2 – 79,6	77,6 – 80,8	78,7 – 81,7	79,7 – 82,6	80,6 – 83,3	81,3 – 83,0
75 – 80	80,0 – 83,9	81,7 – 85,9	83,0 – 86,4	84,0 – 87,2	84,8 – 87,8	85,5 – 88,4	86,1 – 88,9	86,7 – 89,3
85 – 90	88,0 – 92,0	89,0 – 92,7	89,8 – 93,2	90,4 – 93,2	90,9 – 93,9	91,3 – 94,2	91,7 – 94,4	92,0 – 94,7
95 – 98	96,0 – 98,4	96,3 – 98,5	96,6 – 98,6	96,8 – 98,7	97,0 – 98,8	97,1 – 98,8	97,2 – 98,9	97,3 – 98,9

(Forrás: [29])

Elterjedt gyakorlat, hogy kaszkád rendszerű medencés haltermelési rendszerekben, ahol a vizet több medencén keresztül vezetik át, szükség van az elfolyó víz oldott oxigén tartalmának növelésére mielőtt a következő medencébe kerül a víz. Ennek egyik kézenfekvő módja, hogy a medencéket nem egy szinten, hanem lépcsőzetes elrendezésben helyezik el. Így az egyik medencéből elfolyó víz bizonyos magasságról csobog a következő medencébe. Ilyenkor a víz esésének magasságától függően elvárható oldott oxigéndúsulást az M9-2. táblázat tartalmazza. Ez a táblázat azt a gyakorlat számára nagyon fontos tény is demonstrálja, hogy sokkal nagyobb hatásokkal lehet levegőztetni azokat a vizeket, amelyek oldott oxigén tartalma alacsonyabb.

A levegőztetésnek a tógazdaságban két fő célja lehet. Az első az oldott oxigén koncentrációjának emelése és/vagy fenntartása, valamint a tóvíz sztratifikációjának megszüntetése (M9-6. ábra), mert a szélcsendes és meleg éjszakákon a víz átmozgatásának köszönhetően nem alakul ki oxigénhiány a halastó fenékéhez közeli vízrétegében. Ez –többek között- azért is lényeges, mert a ponty leginkább a fenéken és a fenékről táplálkozik.

A levegőztetés az intenzív rendszerekben megnöveli a haleltartó képességet, illetve biztonságosabbá teszi a haltartást.

Állóvizekben elhelyezett ketrecek esetén levegőztetéssel előidézett vízmozgatással lehet friss vizet bejuttatni a ketrecekbe. Ez segíti a halak komfort-zónában történő tartását.

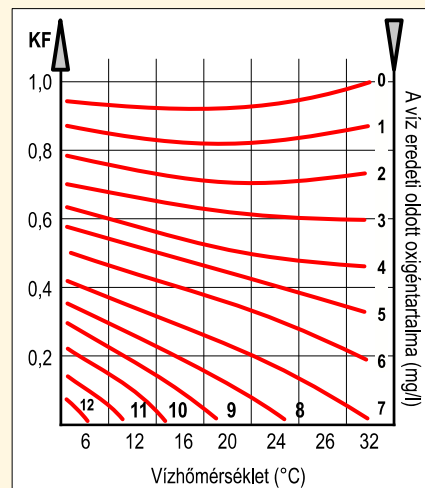
A medencés haltermelés esetén a levegőztetésnek köszönhetően csökkenteni lehet a vízcserét, anélkül, hogy ez befolyásolná a medencék haleltartó-képességét.

A tógazdaságok és az intenzív rendszerek számára fejlesztett levegőztetők kiválasztásánál a következőket kell figyelembe venni:

- A levegőztetők hatékonysága (függetlenül attól, hogy tóban vagy intenzív tenyésztési rendszerben használják) SOTR és SAE értékekkel írható le.
- A SOTR (Standard Oxygen Transfer Rate) a vízbe juttatott oxigén mennyiségét mutatja kg O₂/h (óra) egységben, abban az esetben, ha a kiinduló oxigéntartalom 0,0 mg/L.
- A SAE (Standard Aeration Efficiency) a levegőztető energiahatékonyságát mutatja kg O₂/kWh (kilowattóra) mértékegységben.

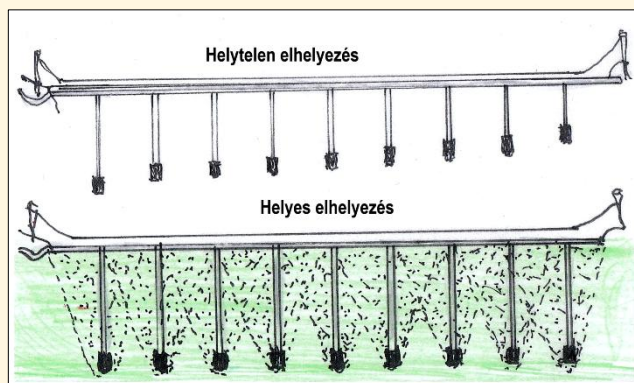
A tógazdaságokban legelterjedtebben használt levegőztetők a következők: (1) lapátkerékes levegőztetők, SAE: 1,2-2,9 kg O₂/kWh, (2) vertikális levegőztetők, SAE: 0,73-1,52 kgO₂/kWh, (3) levegő injektoros levegőztetők, SAE: 2,4 kgO₂/kWh, (4) ejektoros levegőztetők, SAE: 2,0-2,3 kg O₂/kWh, (5) esőztető levegőztetők, SAE: 0,06-0,17 kgO₂/kWh, (6) levegőporlasztó kő: 1,2 m³/óra levegő cc. 0,25 kg O₂/nap.

M9-5. ábra: Korrekciós tényezők a levegőztetők üzemi körülmények közötti oxigénbevitelének meghatározásában

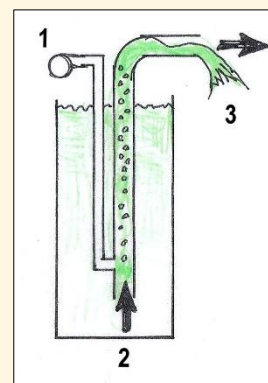


Az aktuális beviteli DO értékek (mg/l-ben) a levegőztetés megkezdésekor a diagram görbéin láthatók (Forrás: [72]).

M9-6. ábra: Speciális levegőztetési megoldások tógazdaságban és kombinált termelési rendszerekben



Baloldali kép: A sztratifikáció megszüntetése levegőztetéssel. Lényeges, hogy a porlasztók mindegyike a felszíntől azonos távolságon legyen, ui. csak ebben az esetben lehet elérni, hogy az összes porlasztó dolgozzon. Jobboldali kép: A levegőszivattyú működésének elve: 1. légfúvó, 2. vízbeszívó cső, ahol folyamatosan érkezik a víz, 3. Folyamatos vízellátás. (Forrás: [127])



Mind a SOTR mind a SAE a levegőztetés hatékonyságát standard környezetben adja meg ahol az eredeti (kiinduló) oxigénszint nulla. A levegőztetés tényleges hatékonysága azonban mindig alacsonyabb azokban a vizekben, ahol a DO tartalom nem nulla, hanem ennél magasabb érték. Itt egy korrekciós szorzót kell használni a levegőztetés tényleges hatékonyságának meghatározásához. A korrekciós szorzó a tényleges DO koncentrációtól és hőmérséklettől függ, ahogy ezt az M9-5. ábra bemutatja. Ezért a megadott SOTR és SAE értékeket meg kell szorozni a leolvasott korrekciós faktorról, hogy megkapjuk a valódi oxigénátvitelt.

1.4 Halfajok, korcsoportok és a termelt hal mennyisége

A hal/halak faja, kora/mérete és mennyisége különbözőképpen befolyásolja a termelési eredményeket a tógazdasági és az intenzív termelési rendszerekben. Az alapvetően eltérő nevelési technológia miatt mások a termelést behatároló főbb tényezők a két rendszerben. A tógazdasági haltermelésben, ahol a halat és természetes táplálékát együtt nevelik, a termelés szűk keresztmetszete a természetes táplálék mennyisége és faji összetétele, valamint a víz minősége. Az intenzív haltermelési rendszerekben a nagy egyedsűrűség miatt a víz-

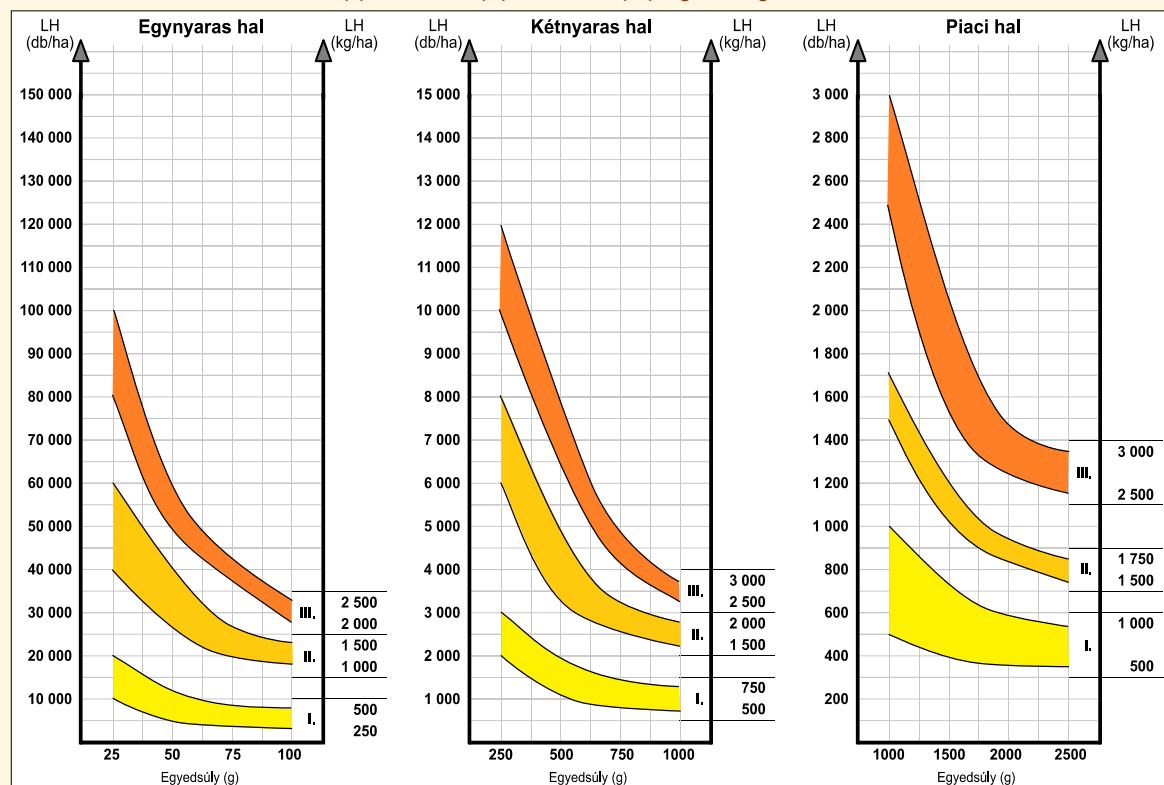
minőség (oxigénfogyasztás és a keletkező anyagcseretermékek együttesen) jelenti az elsődleges szűk keresztmetszetet, míg a másodlagos a fizikailag rendelkezésre álló hely (M9-7. ábra).

M9-7. ábra: A haltermelést elsődlegesen és másodlagosan befolyásoló tényezők a különböző haltermelési rendszerekben

	Tógazdasági haltermelés (TH)	Intenzív haltermelési rendszerek (IHR)
Elsődleges szűk keresztmetszet	Természetes táplálék	Vízminőség
Másodlagos szűk keresztmetszet	Vízminőség	Hely

(Forrás: [127])

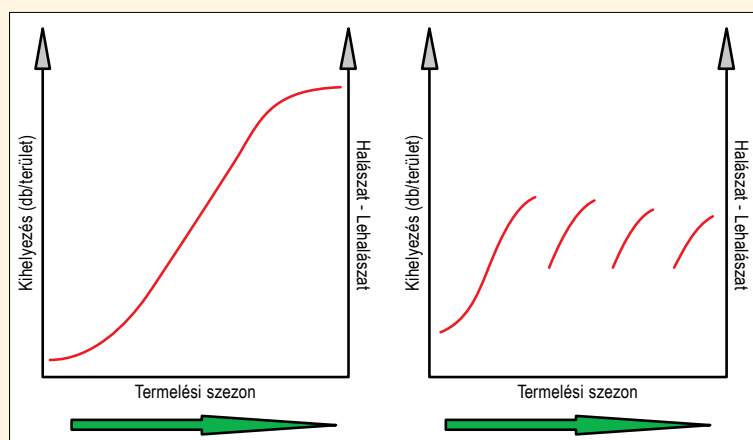
M9-8. ábra: A lehalászott hal darabszáma egyed- és összsúlya közötti összefüggés egynyaras, kétnyaras és étkezési hal extenzív (I.), félintenzív (II.) és intenzív (III.) tógazdasági termelés esetén



A **halastóban** minden olyan halfajt lehet nevelni, amelynek a szükséges természetes táplálékát a tóvízben tömegesen meg lehet termelni. A halastóban a természetes táplálék sokfélesége miatt a polikultúra, azaz több halfaj együttes nevelése a legcélszerűbb termelési módszer, ahol vannak etetett (ponty, compó, amur) és nem etetett (busák, ragadozók) fajok. Gyakorlatilag csak az előnevelés történik monokultúrában.

Ennek egyik oka, hogy az előnevelt halakat nehéz, majdnem lehetetlen szétválogatni. Két, vagy esetleg több pontyféle együttes előnevelése csak akkor célszerű, ha az előnevelendő fajok kihelyezési arányával közel megegyező mértékben

M9-9. ábra: Nyári és őszi halászat a tógazdaságokban

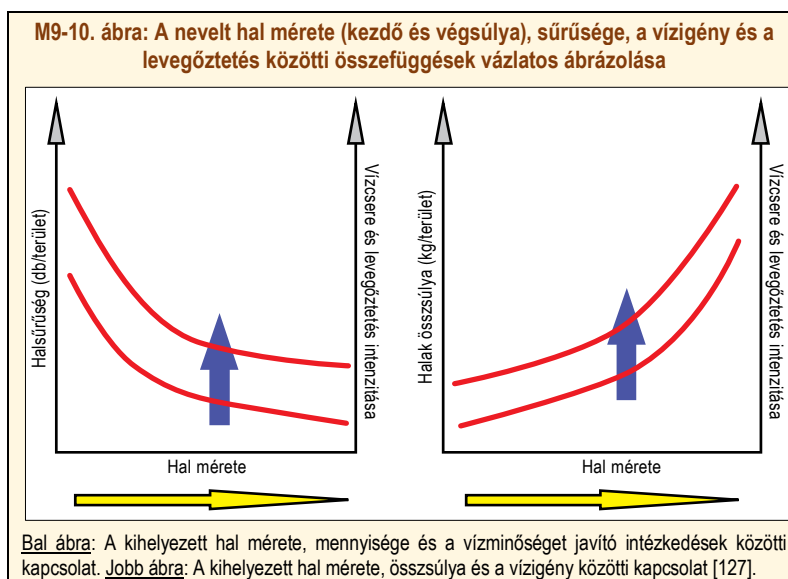


Bal ábra: Az azonos korosztályú (és méretű) hal relatív alacsonyabb kihelyezési sűrűségének célja, hogy a halállomány a tervezett maximális súlyt őszi el. **Jobb ábra:** A különböző méretű hal relatív magasabb kihelyezési sűrűségének célja a nyári hal nevelése, amikor ritkító halászatok segítségével helyet biztosítanak a maradék halállomány növekedésének [127].

tervezik az előnevelt ivadék tovább nevelését. Ebben az esetben több békés hal együttes előnevelése ajánlható, mert gyorsabb növekedést és nagyobb egyedsúlyt biztosít, mint ugyanezen halak előnevelése monokultúrában.

Hasonlóan az előneveléshez, az egy-nyaras, kétnyaras és piaci hal nevelésekor egyaránt a kihelyezett hal mennyisége és az elérhető súlygyarapodás/végsúly között negatív a korreláció (M9-8. ábra). A piaci hal halastavi termelése esetén kétféle gyakorlatot lehet követni (M9-9. ábra).

Az egyik szerint az a cél, hogy őszre a halak elérjék tervezett súlyukat. Ilyenkor közel azonos méretű állományokat helyeznek ki. A másik lehetőség, hogy különböző méretű halakat helyeznek ki nyári hal nevelésének céljából. Ebben az esetben a nagyobb, piacérett halat időről időre kifogják, ezzel helyet biztosítva a tóban maradó halak növekedésének.



Az **intenzív haltermelési rendszerek** esetében a nevelt hal faja, mérete, száma, a termelési rendszer vízigénye és annak levegőztetése közötti kapcsolat szoros, amit az M9-10. ábra illusztrál.

2. AZ ELÉRHETŐ HOZAMOK

2.1 Hozamok a tógazdasági haltermelésben

2.1.1 Ivadék tavi előnevelése

A pontyféléink és ragadozó halaink halastavi előnevelésének technológiáját több mint fél évszázada, az 1970-es években Horváth László és Tamás Gizella dolgozták ki. A technológia lényege, hogy az előnevelő tavat úgy kell előkészíteni, hogy abban a kihelyezett táplálkozó lárvák számára semmilyen veszélyt jelentő élőlény (rovarok, rovarlárvák, halak stb.) ne kerülhessen be a feltöltővízzel, de a felvehető méretű táplálékszervezetek populációi nagy tömegben tenyészzenek. Ezt az előnevelő tó gyors, szűrt vízzel történő feltöltésével (M9-11. ábra), megfelelő trágyázással, kétféleképpen lehet elérni.

Abban az esetben, amikor a tó feltöltéséhez használt vízben, vagy magában a tóvízben a ragadozó és/vagy nagytestű planktonrákok populációja él, korábban a növényvédelemben használatos szerves 0,5-1 mg/l koncentrációjú foszforsav-észter (Unifos, Dipterex, vagy Neguvon) segítségével ezeket ki lehetett irtani [62]. Ezek a vegyszerek nem gátolták a rotatoria fajok állományának kifejlődését. Rövid idő alatt lebomlottak, ezért később az ágascsapú rákok (Cladocera) és az evezőlábú rákok (Copepoda) állománya is kialakulhatott⁴.

A jelenlegi szabályozások miatt a vegyszermentes előkészítésre van szükség. Ennek során az előnevelő tavat olyan víztestből kell feltölteni, amelyben a planktonrákok populációja még nem alakult ki, mert a szakszerűen trágyázott előnevelő tóban a kerekférgek mellett a szűznemzéssel szaporodó kistestű ágascsapú rákok és az evezőlábú rákok különböző fejlődési stádiumában lévő naupliuszai fognak dominálni. Ezek ideális táplálékot biztosítanak a fejlődő hallárvának az első napokban [86].

A harcsa tavi előnevelésének tradicionális módja, hogy a lárvák kihelyezésével párhuzamosan táplálékhalként pontyfélék táplálkozó lárváit is kihelyezik, mely tápláléklul szolgál a növekedő ivadéknak.

M9-11. ábra: Vadhaltörő használatának szükségessége különösen az ivadéknevelő tavakon



⁴ A jelenlegi szabályozás szerint viszont szerves foszforsav észterek már nem használhatók a tó előkészítésénél.

A csuka előnevelésének első napjától kezdve a nagytestű planktonrákok jelenléte kifejezetten kedvező. Ezért a tó előkészítésének célja a minél nagyobb planktonrák-populáció kialakítása. Ezt a koratavasszal megfelelő trágyázással 10-14 nap alatt el lehet érni.

M9-3. táblázat: Pontyfélék, tokfélék és ragadozók halastavi előnevelésének irányaszamai							
Halfajok	Kihelyezés (ha)			Megma- radás (%)	Lehalászás (ha)		
	Táplálkozó lárvá (1000 db)	Méret (g/hal)	Összsúly (kg)		Előnevelt ivadék (1000 db)	Méret (g/hal)	Összsúly (kg)
Pontyfélék							
Ponty és növényevők	500 – 2 000	–	–	30 – 40	150 – 800	0,2 – 2	300 – 400
Keszeg	Fészkek ¹	–	–	5 – 20	150 – 400	0,2 – 1	150 – 200
	500 – 1 000	–	–	30 – 40			
Compó	500 – 1 000	–	–	30 – 40	150 – 400	0,2 – 0,5	75 – 100
Ragadozók							
Csuka	100 – 500	–	–	10 – 40	10 – 200	0,25 – 1,5	15 – 50
Süllő	Fészkek ²	–	–	5 – 20	50 – 400	0,25 – 1	50 – 100
	250 – 1 000	–	–	20 – 40			
Szürkeharcsa	50 – 250	–	–	20 – 40	10 – 100	0,5 – 2	20 – 50
Tokfélék ¹							
Vágótok	75 – 80	0,08 – 0,1	7,5 – 8	30 – 50	23 – 40	1,5 – 2	45 – 60
Sőretok	60 – 80	0,06 – 0,08	~ 5	30 – 50	21 – 35	1,5 – 2	40 – 50
Viza	90	0,1 – 0,12	~ 9	30 – 50	27 – 45	1,5 – 2	55 – 70
Kecsege	50 – 60	0,04 – 0,06	2,5 – 3	30 – 50	17 – 28	1,5 – 2	35 – 40
Lapátorrútok	60 – 65	0,04 – 0,06	3 – 3,5	30 – 50	20 – 30	1,5 – 2	40 – 45

Megjegyzés: ¹ Termékenyített ikrák. (Forrás: [125], ¹ [18])

Az pontyfélék halastavi előnevelése általában monokultúrában történik, de abban az esetben, amikor nem szükséges az előnevelt szétválogatása, lehet két vagy akár három pontyféléket is együttesen nevelni. A kihelyezett halfajok lárváinak összmennyisége ilyen esetekben sem haladhatja meg az M9-3. táblázatban található irányaszamokat. A pontyfélék előnevelése során a legcélszerűbb az 5. melléklet M5-1. kiemelt magyarázata szerint takarmányozni.

2.1.2 Haltermelés hároméves termelési ciklusban

Hazánkban a piaci hal nevelése általában hároméves üzemen történik. Az első évben történik az elő- és utónevelés (ivadékevelés), a második évben a nyújtás (tenyésztanyag nevelés), míg a harmadik évben a piaci hal nevelése. A hároméves termelési ciklusban elérhető eredményeket az M9-4. és az M9-5. táblázat tartalmazza. A táblázatokban szereplő fajok mennyisége és aránya a helyi feltételek és termelési célok szerint tág határok között változhat.

M9-4. táblázat: A félintenzív ponty polikultúra hároméves termelési ciklusának 1. és 2. évben elérhető eredményei							
Halfaj	Kihelyezés (ha)			Megmaradás (%)	Lehalászás (ha)		
	Halak száma (db)	Méret (g/hal)	Összsúly (kg)		Halak száma (db)	Méret (g/hal)	Összsúly (kg)
Egynyaras hal nevelése							
Ponty	45 000 – 60 000	0,5	20 – 30	60	27 000 – 36 000	25	680 – 900
Fehérbusa	15 000 – 20 000	0,5	10 – 10	60	9 000 – 12 000	25	230 – 300
Pettyesbusa	5 000 – 10 000	0,5	5 – 5	60	3 000 – 6 000	25	80 – 50
Amur	5 000 – 10 000	0,5	5 – 5	60	3 000 – 6 000	25	80 – 150
Ragadozók	Mérete sokkal kisebb legyen, mint a békés halaké. Hozzávetőlegesen a kihelyezett összes hal 5 – 10%-a.						
Összesen	70 000 – 100 000	–	40 – 50	–	42 000 – 60 000	–	1100 – 1500
Kétnyaras nevelése (tenyészhal nevelés)							
Ponty	6 000 – 8 000	25	150 – 200	70	4 200 – 5 600	250	1 050 – 1 400
Fehérbusa	1 500 – 2 500	25	40 – 60	70	1 050 – 1 750	250	260 – 440
Pettyesbusa	500 – 1 000	25	10 – 30	70	350 – 700	250	90 – 180
Amur	500 – 1 000	25	10 – 30	70	350 – 700	250	90 – 180
Ragadozók	Mérete sokkal kisebb legyen, mint a békés halaké. A táplálékhalak mennyiségétől függően a kihelyezett összes hal 5 – 10%-a.						
Összesen	8 500 – 12 500	–	210 - 320	–	5 950 – 8 750	–	1 500 – 2 200

(Forrás: [59])

M9-5. táblázat: A különböző intenzitású ponty polikultúra hároméves termelési ciklusának 3. évben elérhető eredménye															
Halfaj	Kihelyezés (ha)							MM (%)	Lehalászás (ha)						
	Halak száma (db)			Méret (g/hal)	Összsúly (kg)				Halak száma (db)			Méret (g/hal)	Összsúly (kg)		
	Ext.	Fél-int.	Int.		Ext.	Fél-int.	Int.		Ext.	Fél-int.	Int.		Ext.	Fél-int.	Int.
Piacihal extenzív, félintenzív és intenzív halastavi termelése ponty polikultúrában															
Ponty	500	700	1 000	250	130	180	250	80	400	560	800	2 000	800	1 120	1 600
Fehérbusa	100	200	400	250	30	50	100	80	80	160	320	2 000	160	320	640
P. busa	10	50	50	250	0	10	10	80	8	40	40	2 000	20	80	80
Amur	40	50	50	250	10	10	10	80	32	40	40	2 000	60	80	80
Ragadozók	Mérete sokkal kisebb legyen, mint a békés halaké. A táplálékhalak mennyiségétől függően a kihelyezett összes hal 5 – 10%-a.														
Összesen	650	1 000	1 500		170	250	370		520	800	1 200		1 040	1 600	2 400

(Forrás: [127], [59])

2.1.3 Haltermelés kétéves termelési ciklusban

A kétéves termelési ciklus előnye a hároméveshez viszonyítva, hogy a telelések száma egyel kevesebb (kisebb a telelési veszteség), felszabadul a növedéknevelésre használt terület, és az áruhal egy évvel korábban készül el, tehát az ivadékba és növedékbe fektetett termelési költség egy évvel hamarabb térül meg.

A kétéves piacihal- termelés esetén az első évben annyi megfelelő méretű tenyészhalat kell nevelni, ami biztosítja a piacihal termelést a második évben. Bár a kétéves üzemmód széleskörű bevezetésére többször tettek kísérletet a múlt században az csak napjainkban vált általánossá, nem kis részben a megfelelő minőségű professzionálisan összeállított pontytápok használatának köszönhetően. (A módszer alkalmazását az is segíti, hogy sok gazdaságban alacsony népesítéssel dolgoznak.)

A kétéves termelési ciklusban az első évben végzett halnevelés nagymértékben eltér a hároméves ciklus első évében végzettől. A különbségeket az M9-6. táblázat foglalja össze. A piacihal termelése a második évben hasonlóan történik, mint a hároméves üzemből a harmadik évben.

M9-6. táblázat: Ivadék és tenyészhal nevelés elérhető eredményei kétéves intenzív üzemi első évében							
Halfaj	Kihelyezés (ha)			Megmaradás (%)	Lehalászás (ha)		
	Halak száma (db)	Méret (g/hal)	Összsúly (kg)		Halak száma (db)	Méret (g/hal)	Összsúly (kg)
Kétéves üzemi 1. évi termelése egy lépésben (~4 hónap)							
Ponty	11 000	0,5	6	70	7 700	200 – 250	1 540 – 1 930
Fehér és pettyesbusa	3 000	0,5	2	70	2 100	200 – 250	420 – 530
Amur	1 000	0,5	0,5	70	700	200 – 250	140 – 180
Összesen	15 000		8 – 9	70	10 500		2 100 – 2 640
Kétéves üzemi 1. évi termelése két lépésben (~4 hónap)							
1. lépés (~1,5 hónap)							
Ponty	36 000	0,5	20	60	21 600	10 – 20	220 – 430
Fehér és pettyesbusa	11 500	0,5	10	60	6 900	10 – 20	70 – 140
Amur	2 500	0,5		60	1 500	10 – 20	20 – 30
Összesen	50 000		30	60	30 000		300 – 600
2. lépés (~2,5 hónap)							
Ponty	11 000	10 – 20	170	70	7 700	200 – 250	1 540 – 1 930
Fehér és pettyesbusa	3 000	10 – 20	50	70	2 100	200 – 250	420 – 530
Amur	1 000	10 – 20	20	70	700	200 – 250	140 – 180
Ragadozók	Mérete sokkal kisebb legyen, mint a békés halaké. A táplálékhalak mennyiségétől függően a kihelyezett összes hal 5-10%-a.						
Összesen	15 000		240		10 500		2 100-2 640

(Forrás: [127])

2.2 Hozamok az intenzív haltermelési rendszerekben

Az intenzív haltenyésztési rendszerek közül a ketreces rendszerekben fajtól és az alkalmazott technológiától függően általában 5-35 kg/m³, a földmedrű átfolyó vízzel ellátott tavakban 3-5 kg/m³, az átfolyóvízes medencékben 10-50 kg/m³, a recirkulációs rendszerekben levegővel 35 kg/m³, oxigén használata esetén 120-150 kg/m³ hozamokat lehet elérni. Az afrikai harcsa esetében ennél jóval nagyobb, néhány száz kg/m³ a hozam.

Bár az intenzív rendszerek között nagyok a technikai különbségek és a halhozamok is eltérőek, mindegyik rendszerre érvényes, hogy ezekben csak megbízható, teljes értékű tápokkal lehet a halakat eredményesen nevelni. A vezető haltápgyártók termékeivel potenciálisan elérhető termelési eredményeket a következő alfejezetekben mutatjuk be. Hangsúlyoznunk kell, hogy a bemutatott eredmények csak abban az esetben teszik lehetővé az elégséges pontosságú tervezést, ha a halak környezeti igényeit (oxigénszint, anyagcseretermékek eltávolítása, stresszfaktorok hiánya stb.) a rendszer kielégíti. Ehhez a tápgyártók által megadott, intenzív haltenyésztési rendszerekre jellemző, és az eredményességet leginkább meghatározó adatokat vettük figyelembe, mint a növekedés/végső méret, a nevelés időtartama, és az állománysűrűség [127].

Az elérhető egyedi növekedés és halméret: a tenyésztett halak egyes kor- és méretcsoportjainál a kezdeti és végső tömeg ismerete lehetővé teszi mind a növekedés/végsúly tervezését, mind a szükséges takarmány mennyiségének kiszámítását. Mivel az egyes méretcsoportok elkülönítése, és így a növekedésre vonatkozó adatok is különbözőek lehetnek egyes tápgyártóknál, a fent említett tervezéshez a használt tápok gyártói által megadott információkat kell figyelembe venni. A különböző gyártóktól származó tápok közötti teljesítmény-eltérést jól mutatják az M9-15. és M9-23. ábrák adatai.

A várt növekedés eléréséhez szükséges idő: az összehasonlíthatóság kedvéért a növekedési grafikonoknál a tápok elnevezése mellett a várható takarmányegyütthatókat (TE) is feltüntettük, és a gyártók által megjelölt optimális víz hőmérséklettel számoltunk, feltételezve, hogy a többi feltétel közel optimális.

A halak állománysűrűsége: az alábbi, egyes fajokra vonatkozó, táblázatokban bemutatott állománysűrűség-adatok azt mutatják, hogy a nevelt hal darabszáma hogyan változik fajtól és mérettől függően a különböző intenzív rendszerekben (telelő, medence, vályú, *hapa**, ketrec). A népesítés/halterhelés alapvetően az ellátó víz minőségétől és mennyiségétől, valamint a levegőellátás/oxigénellátás intenzitásától függ. (Erre vonatkozóan a M9-3. kiemelt magyarázatban található információ.) A fentiek miatt nincsenek egységes, a fajokra egyformán alkalmazható ökölszámok még abban az esetben sem, ha a takarmány minősége és mennyisége megegyezik.

A következő fejezetekben irányszámokként bemutatott, mérettől függő indító kihelyezési számok meghatározásakor (1) nem adtuk meg a várható megmaradást, mert ez a termelő gyakoriságától függően bizonyos határokon belül eltérő lehet. Ezért halmérettől függően, a táblázatokban feltüntetett kihelyezési számok 1,1-1,4-szeresét szükséges népesíteni. Ez az érték a táplálkozó lárvá és kisivadék esetében 1,3-1,4 (70-75%-os megmaradás), a növedék hal esetében 1,2-1,3 (75-85%-os megmaradás) és nagyobb halak esetében 1,1-1,2-szeres (85-95%-os megmaradás). (2) A telelőben vagy dán pisztrángos tavakhoz hasonló földművekben nevelhető halak számának meghatározásakor extenzív, azaz napi néhány, maximálisan 0,1-4-szeres vízcserével számoltunk. (3) Feltételeztük, hogy a kisebb-nagyobb bel- és kültéri medencékben a vízcserét és/vagy a levegőztetést a mindenkorli haltömeg szükségletéhez igazítják.

2.2.1 Sebes és szivárványos pisztráng

A sebes és szivárványos pisztráng intenzív termelési rendszerekben történő nevelésére vonatkozó irányszámokat az M9-12. és M9-13. ábrák és az M9-7. táblázat tartalmazza. A pisztráng intenzív rendszerekben történő nevelésének szabályai - a környezeti tényezők megközelítőleg azonosossága miatt (alacsony és stabil hőmérséklet, jó vízellátás) - hasonlóak a gazdaságok nagy részénél.

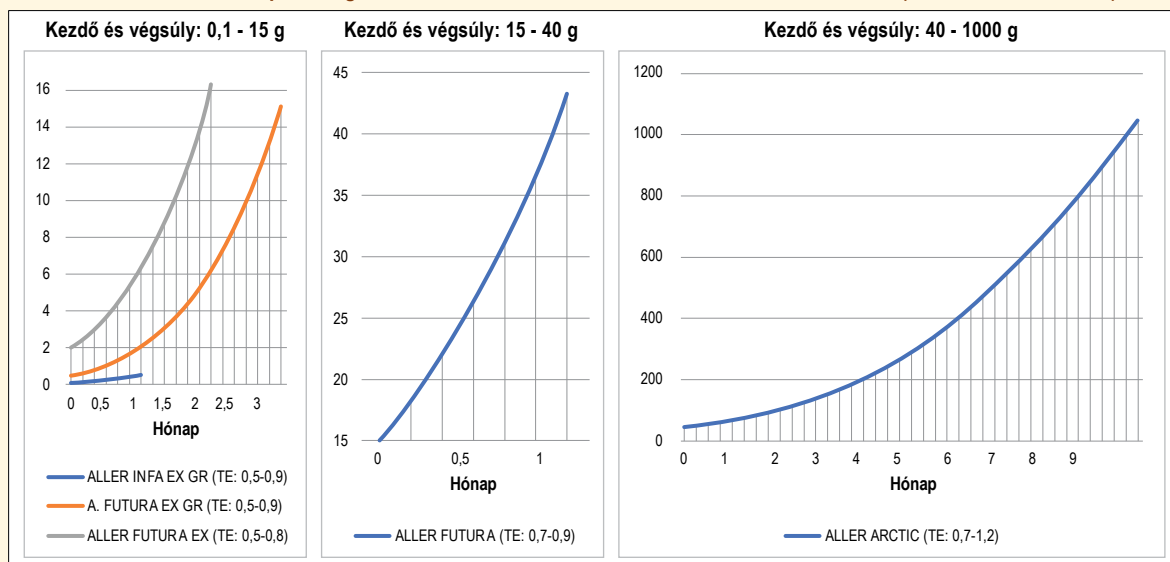
M9-3. kiemelt magyarázat

HELYTAKARÉKOSSÁG KONTRA VÍZTAKARÉKOSSÁG A MEDENCÉS HALTERMELÉSI RENDSZEREKBE

Ahogy az M9-10. ábra illusztrálja, az intenzív termelési rendszerek esetében a nevelt halak faja, száma, mérete és a nevelésükhöz szükséges vízmennyiség közötti kapcsolat szerint helytakarékos és víztakarékos megoldások léteznek:

- Az első, azaz helytakarékos esetben, amikor a szűk keresztmetszet a rendelkezésre álló nevelési hely, a cél a lehető legnagyobb egyedsűrűség elérése/fenntartása, amihez azonban nagyobb kezdő kihelyezési számok miatt nagyobb vízfolyást kell biztosítani már a termelési ciklus elején is, különösen akkor, ha nincs levegőztetés. A másik sajátossága ennek a módszernek, hogy a növekedő halak állományát gyakrabban kell ritkítani, mert a magas kezdeti egyedsűrűség miatt a halak gyorsan kinövik a rendelkezésre álló teret.
- A második, azaz víztakarékos esetben a kezdeti egyedsűrűség kisebb, így a halak lassabban nőnek ki a rendelkezésre álló teret. Emiatt kisebb mértékű vízcserre szükséges, különösen az első időszakban, ami tovább csökkenthető, ha a rendszert levegőztetik.

M9-12. ábra: A sebes pisztráng várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 16 °C)

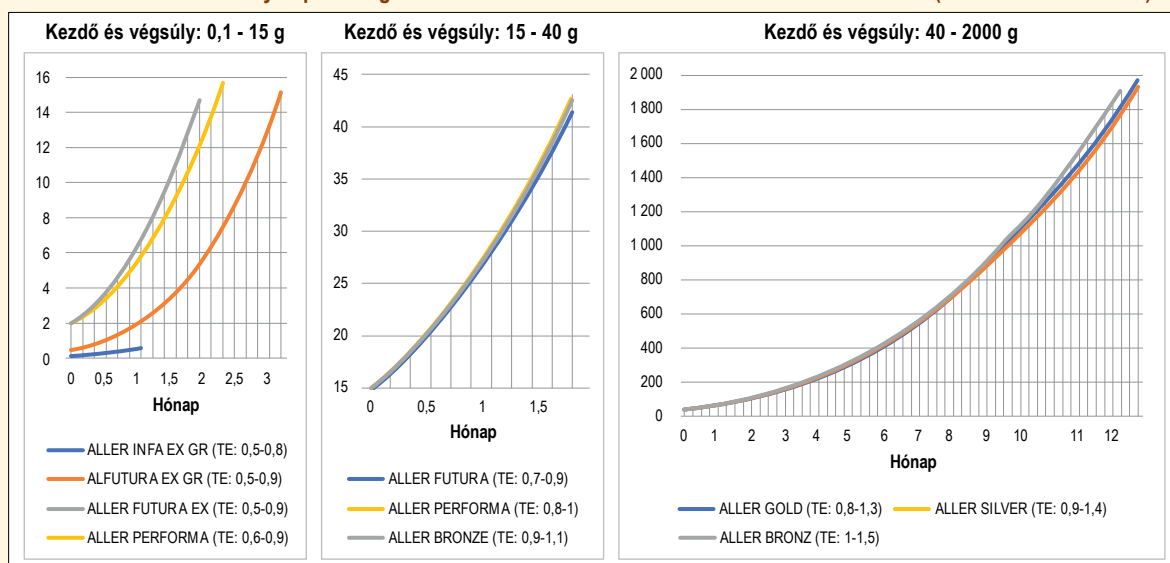


(Forrás: [2], [127])

M9-7. táblázat: Irányszámok a sebes és a szivárványos pisztráng intenzív termelési rendszerekben történő neveléséhez

Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)											
	0,05-1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,5	0,5-2	2-7	7-15	15-40	40-100	100-400	400-1000	1000-2000
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m³)												
Telelő (dán tő)								130	68	34	18	10
Vályú/medence	15 500	10 500	8 800	5 800	2 500	870	630	340	170	85	45	25
Hapa, ketrec					1 780	620	450	250	130	65	35	20
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m³)												
Telelő (dán tő)								5	7	15	18	20
Vályú/medence	1,5	2	2,5	3	4-5	5-6	9	13	17	35	45	50
Hapa, ketrec					3-4	4-5	6-7	9-10	12-13	25	35	35
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 16 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m³)												
Vályú/medence	1-2	2-3	3-4	3-4	3-7	3-7	4-8	4-9	5-11	5-17	9-17	9-17

M9-13. ábra: A szivárványos pisztráng várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 16 °C)



(Forrás: [2], [127])

2.2.2 Vágótok

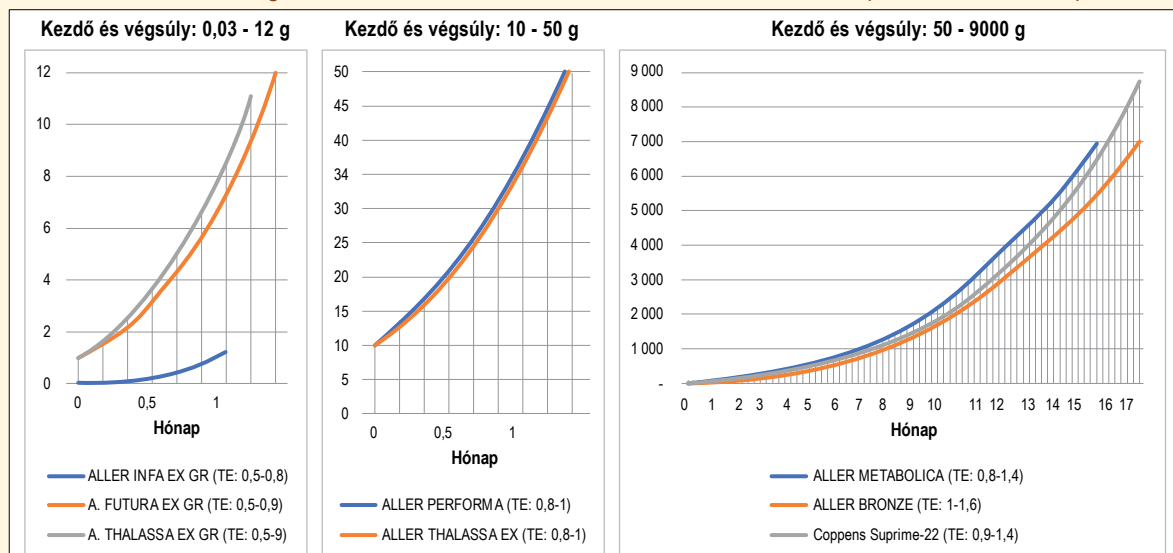
A tokfélék intenzív rendszerekben történő nevelésének technológiáját a fajok különleges természetvédelmi értéke és gazdasági fontossága miatt részletesen kidolgozták és teljesértékű tápokat fejlesztettek ki minden korosztály számára. Egyes tápgyártók 18 °C-ot, mások a 22 °C -ot tartják optimális hőmérsékletnek a fontosabb fajok neveléséhez.

M9-14. ábra: Tokok különböző korosztályainak intenzív nevelése



M9-8. táblázat: Irányszámok a vágótok intenzív termelési rendszerekben történő neveléséhez														
Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)													
	0,03-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-5	5-10	10-25	25-50	50-100	100-200	200-800	800-1500	1500-3000	3000-4000	4000-7000
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ²)														
Telelő				150	100	40	40	25	15-20	5	3	2	1	1
Vályú/medence	2 800	1 700	1 100	560	330	220	170	110	70	20	10	7	5	3
Hapa, ketrec		1 000	700	350	210	140	105	70	45	13	7	5	4	2
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m ²)														
Telelő				1	1	1	2	2-3	3-4	4	5	5	5	5
Vályú/medence	0.5	1	1	2-3	3	5	7-5	10	12-13	15	15	20	20	20
Hapa, ketrec		0.5	1	2	2	3-4	5-6	7	9	10	10	14	14	14
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 18 °C-os befolyóvíz esetén (l/perc/m ³)														
Vályú/medence	1-2	1-2	1-2	1-3	2-3	2-4	3-5	4-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7	5-7

M9-15. ábra: A vágótok várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 18 °C)



(Forrás: [2], [127])

2.2.3 Ponty és compó

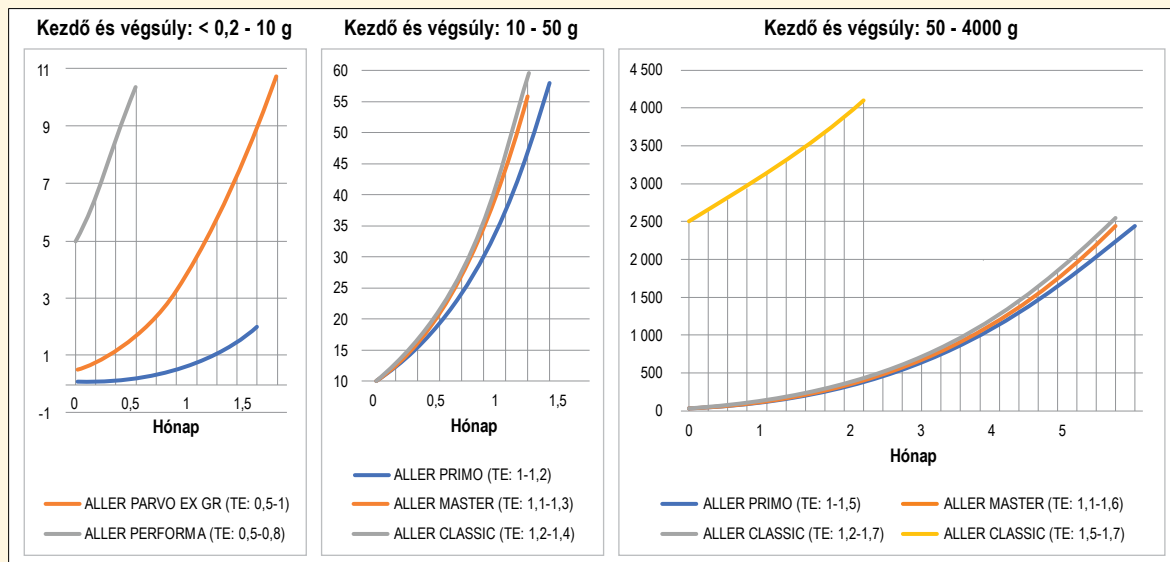
A két halfaj jól nevelhető intenzív rendszerekben. A népesítési és növekedési irányszámokat az M9-16. és M9-17. ábrák és az M9-9. táblázat tartalmazza.

M9-4. kiemelt magyarázat

A PONTY TÉLI ETETÉSE TELJESÉRTÉKŰ IPARI TÁPPAL

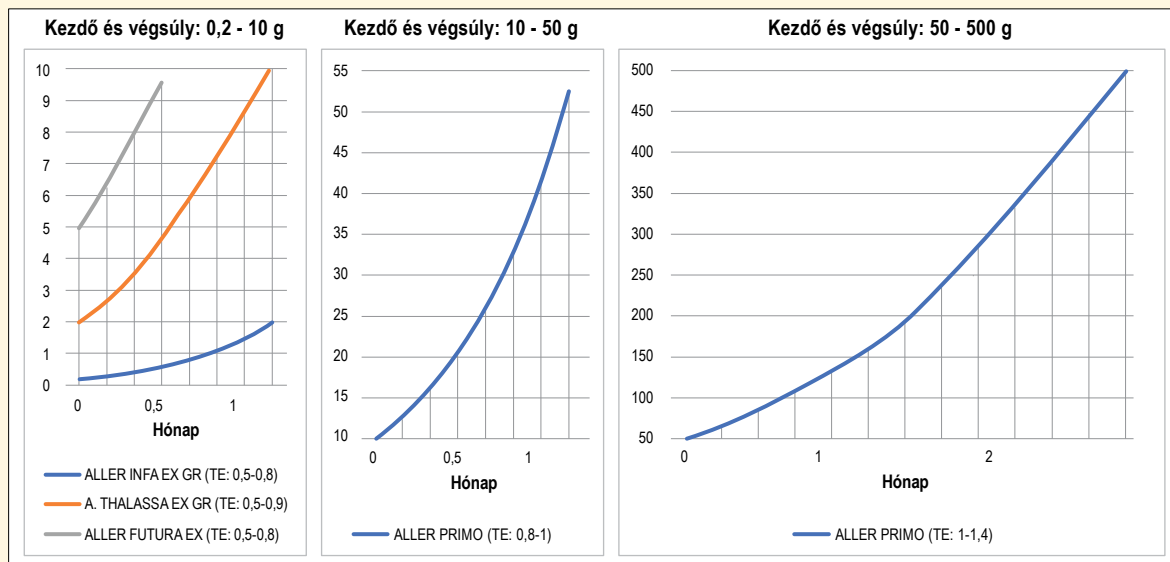
A ponty anyagcseréje a téli hónapokban lelassul, de a rendszeresen kínált, megfelelő (kis) mennyiségű, jó minőségű táp etetésével csökkenthetők, sőt megszüntethetők a téli veszteségek. A teleltetett ponty takarmányozását Kozák foglalta össze [74]. A takarmányt etetőtálcaon adta be, figyelve a fogyasztást. Aller Primo tápot használt. A szükséges takarmánymennyiséget a 4 °C-os víznél a testtömeg 0,05-0,1%-ára becsülte [127].

M9-16. ábra: A ponty várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 24 °C)



(Forrás: [2], [127])

M9-17. ábra: A compó várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 24 °C)



(Forrás: [2], [127])

M9-9. táblázat: Irányszámok a compó és ponty intenzív termelési rendszerekben történő neveléséhez

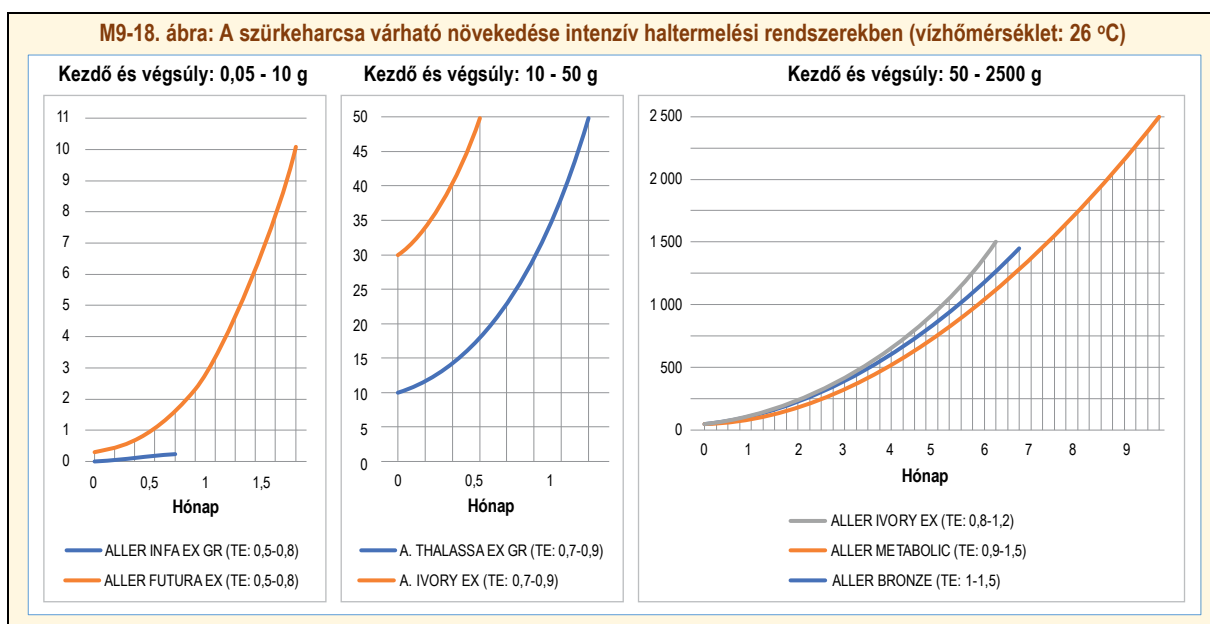
Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)											
	0,05-0,2	0,2-0,5	0,5-2	2-5	5-10	10-50	50-100	100-300	300-500	500-1500	1500-2500	2500-4000
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m³)												
Telelő				150	100	40	25	12	8	3	2	1
Vályú/medence	12 500	7 500	3 125	1 750	950	300	190	85	65	30	20	15
Hapa, ketrec	7 000	4 200	1 750	980	525	170	105	45	35	15	10	10
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m³)												
Telelő				1	1	2	3	4	4	5	5	5
Vályú/medence	2	3	5	7	8	12	15	20	25	35	40	50
Hapa, ketrec	1	2	4	5	5	8	11	14	18	25	28	35
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 24 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m³)												
Vályú/medence	1-4	3-5	3-8	6-8	6-9	6-10	8-11	8-12	10-14	10-14	11-14	13-17

2.2.4 Szürkeharcsa

A szürkeharcsa nagyüzemi mesterséges szaporítását és előnevelését a TEHAG-ban, míg az intenzív, tápra alapozott ketreces és medencés nevelési technológia alapjait a HAKI-ban dolgozták ki az 1970-es és 1980-as években.

Az intenzív termelési rendszerekben történő nevelés népesítési és növekedési irányzásait az M9-18. ábra és az M9-10. táblázat tartalmazza.

M9-10. táblázat: A szürkeharcsa intenzív termelési rendszerekre vonatkozó nevelési irányzásai											
Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)										
	0,05-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	1,5-4	4-10	10-50	50-150	150-500	500-1000	1000-1500	1500-2500
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ³)											
Telelő				125	100	40	20	8	4	3	2
Vályú/medence	17 000	9 600	4 200	1 600	780	220	110	50	30	20	15
Hapa, ketrec		5 500	2 500	950	500	150	70	30	20	15	12
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m ³)											
Telelő				0,5	1	2	3	4	4	5	5
Vályú/medence	1-1,5	2-2,5	5	5-6	7	10	15	25	25	30	40
Hapa, ketrec		1,5	3,5	4	5	7,5	10	15	18	20	30
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 26 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m ³)											
Vályú/medence	2-2	2-4	2-7	4-7	4-8	4-9	4-11	5-14	8-14	11-14	12-15



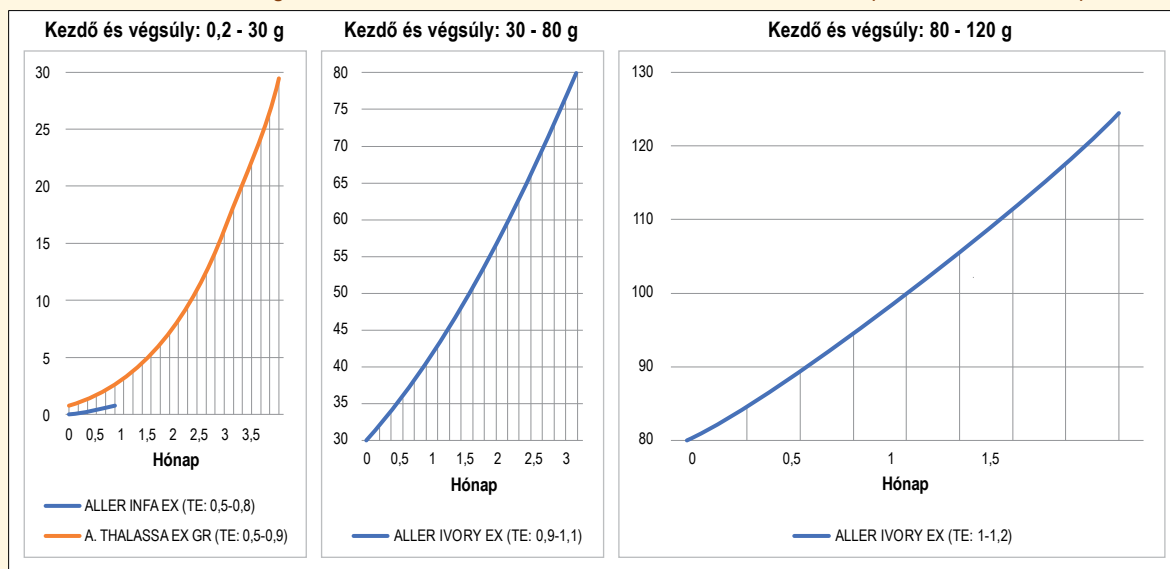
(Forrás: [2], [127])

2.2.5 Angolna

Az angolna intenzív termelési rendszerekre vonatkozó növekedési és nevelési irányzásait az M9-19. ábra és az M9-11. táblázat tartalmazza.

M9-11. táblázat: Irányszámok az angolna intenzív termelési rendszerekben történő neveléséhez								
Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)							
	0,2-0,5	0,5-1	1-5	5-15	15-30	30-80	80-120	120-250
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ³)								
Vályú/medence	6 000	4 000	1 400	600	370	170	150	80
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m ³)								
Vályú/medence	3	4	7	9	11	14	17	20
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 24 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m ³)								
Vályú/medence	1-5	1,7	1-8	1-9	1-10	1-10	1-12	3-13

M9-19. ábra: Az angolna várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 26 °C)



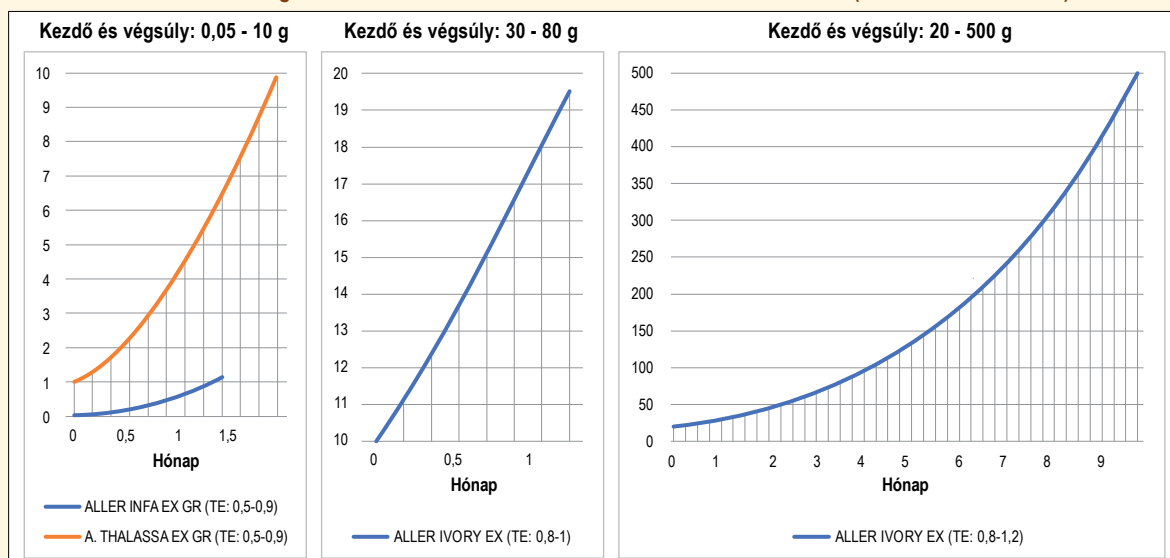
(Forrás: [2], [127])

2.2.6 Sügér és süllő

Az intenzív rendszerben történő sügér- és süllőnevelés irányzásait az M9-20. és M9-21. ábrák és az M9-12. és M9-13. táblázatok tartalmazzák.

Ezek a halfajokon kívül hasonló termelési technológia szerint a fekete- és pisztrángsügérnek és a 2020-as évek elején Dr. Szatmári László által adaptált intenzív technológia szerinti hibrid csíkos sügér nevelése is segítheti ezeknek a közkedvelt halaknak a széleskörű termelését.

M9-20. ábra: A sügér várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 26 °C)

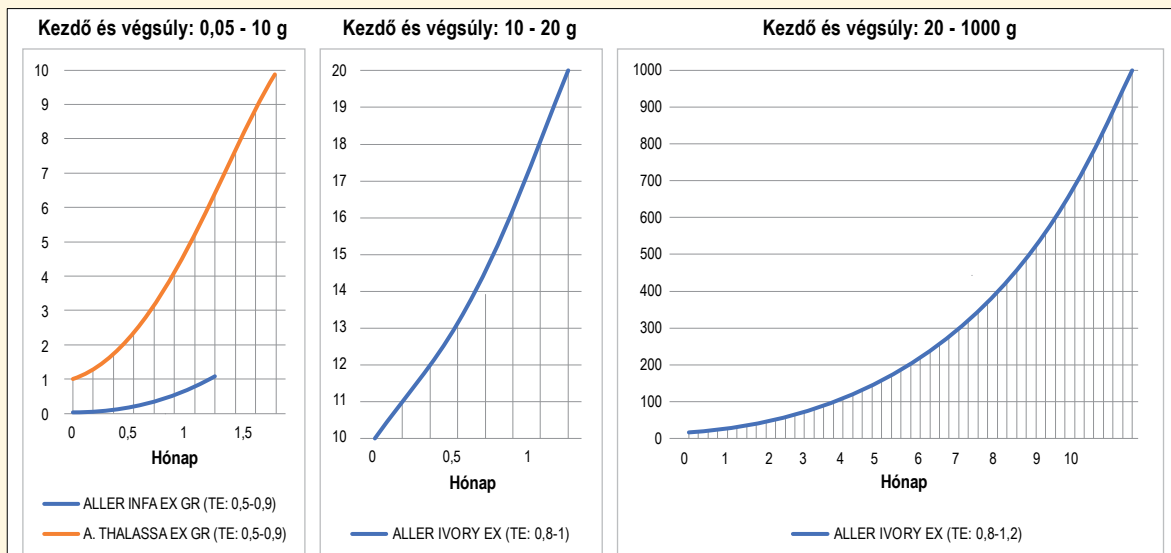


(Forrás: [2], [127])

M9-12. táblázat: A sügér intenzív medencés nevelésének irányzásai

Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)									
	0,05-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-4	4-7	7-10	10-20	20-50	50-150	150-500
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ³)										
Vályú/medence	10 300	6 350	4 250	1 650	1 050	750	470	220	110	45
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m ³)										
Vályú/medence	1,75	2,5-3	3,5	6	6,5	7	9	10	15	23
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 26 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m ³)										
Vályú/medence	1-3	2-5	4-5	4-8	7-8	7-8	5-9	5-9	5-11	5-14

M9-21. ábra: A süllő várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 26 °C)



(Forrás: [2], [127])

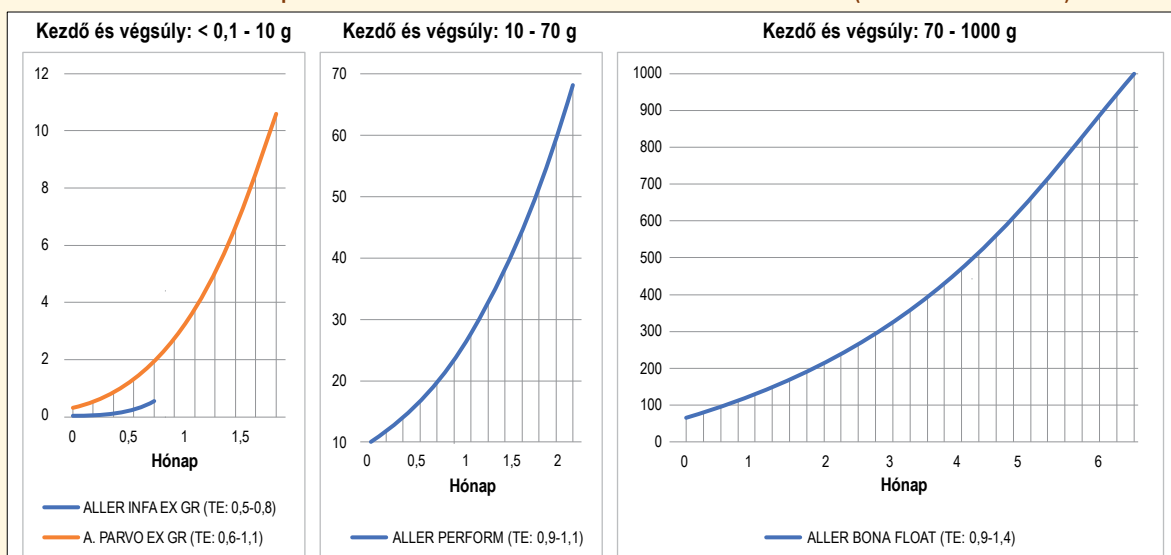
M9-13. táblázat: A süllő intenzív nevelésének irányszámai

Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)										
	0,05-0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-4	4-7	7-10	10-20	20-50	50-150	150-500	500-1000
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ³)											
Vájú, medence	10 300	6 350	4 250	1 650	1 050	750	470	220	110	45	25
A nevelt halak összszúlya a termelési periódus végén (kg hal/m ³)											
Vájú, medence	1,5-2	2,5-3	3,5	6	6,5	7	9	10	15	23	26
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 26 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m ³)											
Vájú, medence	1-3	2-5	4-5	4-8	7-8	7-8	5-9	5-9	5-11	5-14	8-14

2.2.7 Tilápia

A tilápia intenzív rendszerekben történő termelésére általában kiváló növekedésű tenyész-vonalakat, sok esetben szexált vagy szexfordított monoszex him állományokat használnak. Az ilyen ivadék gyorsan és nagyra nő, ahogy ezt az M9-22. ábra és M9-14. táblázat növekedési és nevelési irányszámai mutatják.

M9-22. ábra: A tilápia várható növekedése intenzív haltermelési rendszerekben (vízhőmérséklet: 26 °C)

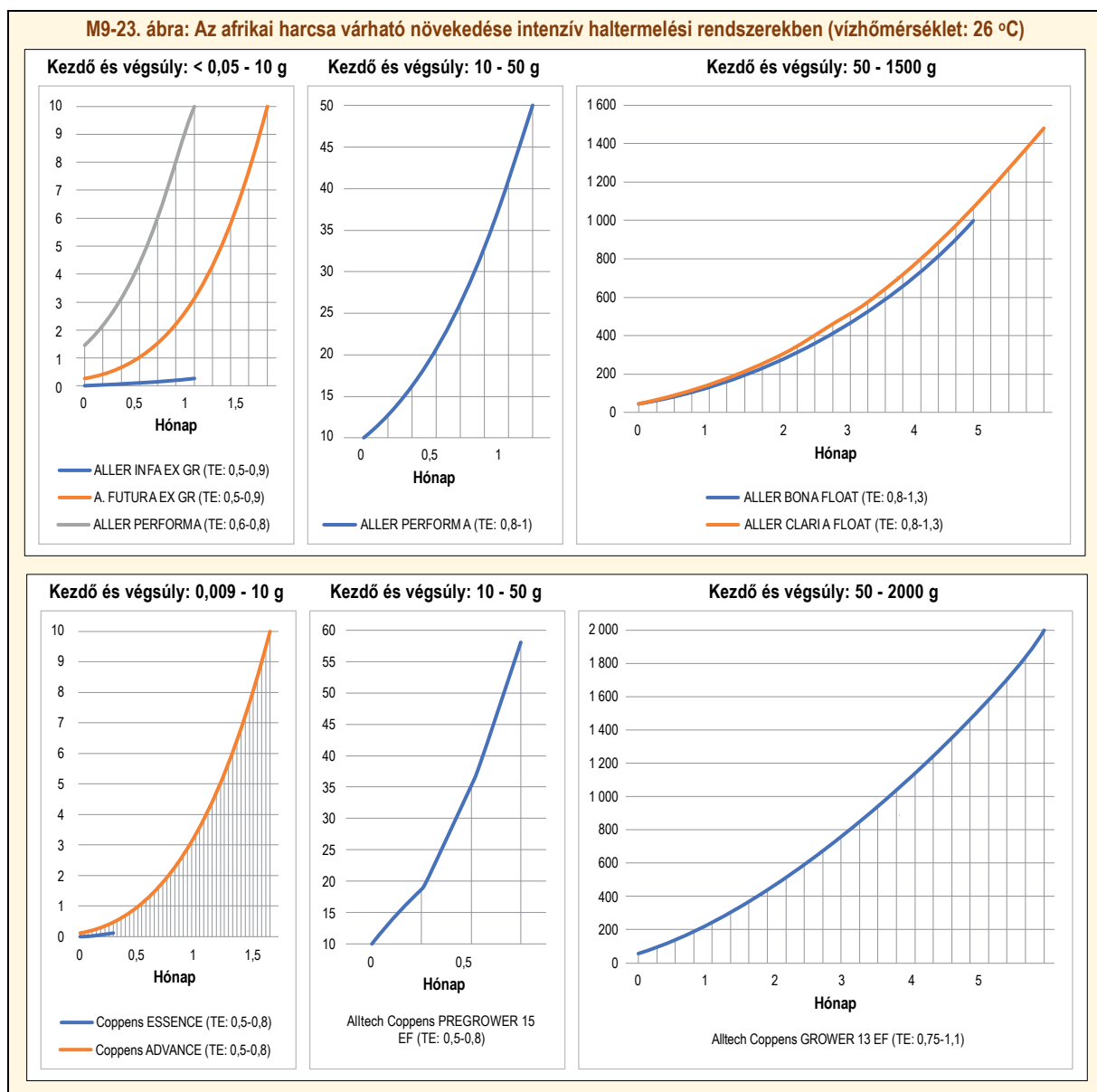


(Forrás: [2], [127])

M9-14. táblázat: Irányszámok a tilápia intenzív termelési rendszerekben történő neveléséhez											
Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)										
	0,05-0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-1	1-6	6-10	10-70	70-200	200-500	500-800	800-1000
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ³)											
Telelő				500	125	100	15	10	8	6	5
Vályú/medence	17 500	9 800	7 100	4 700	2 100	1 250	270	125	60	45	40
Hapa, ketrec		5 800	4 200	2 800	1 150	700	150	70	40	30	30
A nevelt halak össz súlya a termelési periódus végén (kg hal/m ³)											
Telelő				0,5	0,5-1	1	1	2	4	5	5
Vályú/medence	1,5	2,5	3	4	10	10	15	20	30	35	40
Hapa, ketrec		1,5-2	2	2,5-3	7	7	10	15	20	25	30
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 28 °C-os befolyóvíz és annak maximális DO koncentrációja esetén (l/perc/m ³)											
Vályú/medence	1-2	2-4	3-5	4-6	3-11	8-9	2-10	6-15	6-15	10-15	14-16

2.2.8 Afrikai harcsa

Az intenzív haltermelés számára nagy környezeti tűrőképessége, pl. a víz oldott oxigéntartalmával szembeni igénytelensége és gyors növekedése nagy egyedsűrűségben teszi különösen alkalmassá. Nevelésének irányszámait az M9-15. táblázat míg növekedésének irányszámait két vezető haltápgyártó ajánlásai alapján adtuk meg (M9-23. ábra).



(Forrás: [2], [3], [127])

M9-15. táblázat: Az afrikai harcsa intenzív nevelésének irányszámai (vízhőmérséklet: 26 °C)											
Haltermelési rendszer	Méretcsoportok - a nevelt halak kezdő és végsúlya (g/hal)										
	0,01-0,05	0,05-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	1,5-4	4-10	10-50	50-150	150-500	500-1000	1000-1500
A nevelt halak mennyisége a termelési periódus kezdetekor (db hal/m ³)											
Vályú/medence	150 000	100 000	80 000	40 000	15 000	10 000	3 500	2 000	400	350	300
A nevelt halak összsúlya a termelési periódus végén (kg hal/m ³)											
Vályú/medence	6	7,5	20	40	60	80	165	280	200	350	450
Szükséges vízmennyiség a nevelési szakasz elején és végén 26 °C-os befolyóvíz esetén (l/perc/m ³)											
Vályú/medence	5-6	6-10	7-13	8-25	20-30	25-35	15-50	20-30	20-25	20-25	20-25

Szükséges megjegyezni, hogy az itthoni, évi több ezer tonna afrikai harcsa termelés takarmányszükségletét első-sorban a szarvasi Haltáp Kft. és az Aqua Garant biztosítja. Mivel ezeknek a tápoknak a gyártók nem adják meg a várható TE-ját, így a várható növekedési eredmények előzetesen nem becsülhetőek meg, csak akkor, ha a termelő a saját gyakorlati tapasztalatai alapján kalkulál.

M9-24. ábra: Az afrikai harcsa intenzív ivadék és piacihal nevelése



A TÓGAZDASÁGI PONTYTAKARMÁNYOK ELŐKÉSZÍTÉSÉNEK, A TAKARMÁNYKEVERÉKEK ÉS TÁPOK KÉSZÍTÉSÉNEK SZEMPONTJAI

Az itt összeállított ismeretanyag, a kapcsolódó táblázatokkal, felhívja a figyelmet az abraktakarmányok magtári előkészítésének fontosságára és támpontot ad a ponty halastavi takarmányozásához szükséges egyszerű takarmánykeverékek és tápok összeállításához és elkészítéséhez.

Tartalom

1. Abraktakarmányok előkészítése a gazdaságban	135
2. Takarmánykeverékek és tápok összeállításának lépései	135
2.1. Egyszerű takarmánykeverékek	137
2.2. Halgazdaságban készített tápok	138
3. Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány- összetevők kémiai összetétele és emészthető energia tartalma	140

1. ABRAKTAKARMÁNYOK ELŐKÉSZÍTÉSE A GAZDASÁGBAN

A takarmányok, különösképpen az abraktakarmányok, etetés előtti magtári előkészítése, finomabb vagy durvább darálása, roppantása és keverése elengedhetetlen az ivadék számára, de az idősebb korosztályok, illetve nagyobb halak számára is javasolható előkészíteni a takarmányt.

A takarmány megfelelő előkészítésével jobb és alapsabb emésztést, tehát kedvezőbb halastavi takarmány-együtthatót (HTE-t) lehet elérni, amit kísérleti eredményekkel támasztottak alá. Az F-1. táblázat azt mutatja, hogy a darálás mértéke nagy mértékben hat az emészthetőségre: a finomabbra darált takarmány emészthetősége sokkal jobb, mint a durvára tört takarmányé.

F-1. táblázat: A takarmány darálásának hatása az emészthetőségre pontyoknál				
Darálás mértéke	Édes csillagfűrt		Rozs	
	Fehérje (%)	Szénhidrát (%)	Fehérje (%)	Szénhidrát (%)
Durva	84,0	50,0	84,4	33,0
Finom	93,1	71,0	88,0	60-75

(Forrás: [56])

Az ivadéknak szánt finomra darált takarmányt röviddel a kiszórás előtt javasolt megvizezni, decsíteni, mert a hosszabb idejű áztatás minőségromlást okoz, ahogy azt a F-2. táblázat mutatja.

F-2. táblázat: Az áztatás hatása a takarmány tömegére és összetételére								
Áztatási idő	Édes csillagfűrt				Rozs			
	Tömeg (%)		Fehérje (%)		Tömeg (%)		Keményítő (%)	
	Durvára darált	Finomra darált	Durvára darált	Finomra darált	Durvára darált	Finomra darált	Durvára darált	Finomra darált
10 perc	100	95	100	100	100	100	100	66
20 perc	95	83	93	90	92	86	88	58
2 óra	80	80	90	82	90	80	80	33

(Forrás: [56])

2. TAKARMÁNYKEVERÉKEK ÉS TÁPOK ÖSSZEÁLLÍTÁSÁNAK LÉPÉSEI

A takarmányok kiválasztásához és használatához szükséges ismerni azok összetételét, energia tartalmát, emészthetőségét, étrendi hatását továbbá a felhasználásukat korlátozó tényezőket. Az ezekre vonatkozó legfontosabb ismereteket és adatokat a 4. melléklet mellett az F-3., F-4., F-5. és F-8. táblázatok tartalmazzák.

Ahogy azt az F-3. táblázat mutatja, a ponty fehérjeigényét az életkor alapvetően befolyásolja. A fiatal hal több fehérjét igényel a táplálékában, mint az idősebb. A táplálék energia és fehérjetartalmának természetesen a halaknál is egyensúlyban kell lennie. A relatív energiahány, azaz a takarmány fehérje és energia arányának fehérjék felé tolódása a fehérjék energiacélú felhasználásához vezet. A fehérjékből történő energiatermelés viszont nagyon rossz hatásfokú, tehát gazdaságtalan. A relatív energiabőség (túl sok energiahordozó etetése) viszont nagy mennyiségű zsírdépő kialakulását eredményezi. A ponty korosztályától függően a szakirodalom az emészthető fehérje és az emészthető energia arányát 25,8 g/MJ-ban, míg a ponty növekedéséhez optimális takarmány fehérje/energia arányt Ruttkay [101] átlagosan 15 g fehérje/MJ teljes energiában jelölte meg.

A ponty kiegészítő takarmányozása esetén a halastavi termelésben a takarmányfehérje biológiai értékére, a takarmány szárazanyag tartalmának esszenciális amino- és zsírsav-tartalmára, ásványi anyag, valamint vitamin tartalmára nem szükséges olyan figyelmet fordítani, mint a teljesértékű tápok összeállításakor. Kiegészítő takarmányozás esetén emiatt nincs szükség az etetett takarmány minden összetevőjének pontos számbavételére, mert a szükséges táplálóanyagok nagy részét a ponty képes a természetes táplálékkal felvenni. A kiegészítő takarmányok fő paramétereit (fehérje, zsír, szénhidrát és energia tartalom) azonban mindenképpen figyelembe kell venni.

Ha az F-4. táblázat adatai alapján a természetes táplálék és a kiegészítő takarmány beltartalmát összevetjük, elfogadva, hogy ezek együttese egyfajta biológiailag komplett táplálékot alkot, akkor az F-3. és F-4. táblázatok segítségével pedig meg lehet állapítani, hogy egy adott takarmány milyen mértékben egészíti ki a természetes haltáplálékot.

F-3. táblázat: A ponty különböző korosztályainak táplálóanyag szükséglete					
Beltartalom	Egység	Ivadék	Nyújtás	Piaci hal	Anyahal
		Minimum szükséglet			
Szárazanyag	%	min. 88	88	88	88
Nyers fehérje	%	min. 39	36	30	32
Emészthető nyersfehérje	%	min. 37	33	27	29
Nyers zsír	%	min. 8	7	7	7
Nyersrost	%	max. 2	max. 4	max. 5	max. 5
Nyershamu	%	max. 10	max. 11	max. 12	max. 12
Keményítő	%	–	–	–	–
Metabolizálható energia	MJ/kg	min. 13	12	11	11,5
Lizin	%	min. 2,4	2,1	1,8	2
Metionin + cisztein	%	min. 1,5	1,3	1,1	1,2
– amiből metionin	%	min. 1,2	1	0,9	0,9
Ca	%	min. 0,5	0,5	0,5	0,5
P	%	min. 1,2	1,1	1	1,1
– amiből hasznosítható	%	min. 0,9	0,8	0,7	0,8
Na	%	–	–	–	–
Mg	%	min. 0,14	0,15	0,15	0,15
Összes Cl	%	max. 1,2	max. 1,2	max. 1,2	max. 1,2
Összes (n-3) zsírsav	%	1,1 – 2,5	1	1	1,1
Összes (n-6) zsírsav	%	1,1 – 3	1	1	1,1
n-3 zsírsav: EPA/20:5 (n-3)	%	min. 0,35	0,3	0,3	0,35
n-3 zsírsav DHA/22:6 (n-3)	%	min. 0,3	0,25	0,2	0,35
A-vitamin	NE/kg	3 000	2 500	2 500	2 500
D ₃ -vitamin	NE/kg	3 000	2 000	2 000	2 000
E-vitamin	mg/kg	90	60	60	60
K ₃ -vitamin	mg/kg	36	24	24	40
B ₁ -vitamin	mg/kg	2	2	2	2
B ₂ -vitamin	mg/kg	4,5	3	3	3
Ca-pantotenát	mg/kg	40	40	30	30
B ₆ -vitamin	mg/kg	5	5	5	5
B ₁₂ -vitamin	mg/kg	0,01	0,01	0,01	0,01
Biotin	mg/kg	0,2	0,2	0,2	0,2
Niacin	mg/kg	15	10	10	10
Kolin	mg/kg	1 200	1 000	750	750
Folsav	mg/kg	3	3	2	2
C-vitamin	mg/kg	100	80	50	50
Fe és I	mg/kg	15 és 0,9	10 és 0,6	5 és 0,3	15 és 1
Co és CU	mg/kg	0,45 és 4,5	0,35 és 3	0,15 és 1,5	0,3 és 4
Mn, Se és Zn	mg/kg	45, 0,45 és 24	30, 0,45 és 16	15, 0,15 és 8	45, 0,5 és 25

Megjegyzés: ¹ Eikozapentaénsav, ² Dokozahexaénsav (Forrás: [24])

A fentiek értelmében az F-3. és F-4. táblázatokban a ponty korosztályonkénti táplálóanyag szükségletének és a rendelkezésre álló természetes táplálék beltartalmának együttes számbavétele lehetővé teszi a leginkább megfelelő kiegészítő takarmányok kiválasztását és/vagy összeválogatását, de a kiegészítő takarmánykeverékek, és akár közel teljesértékű pontytápok tervezését és összeállítását is.

A fontosabb takarmány-alapanyagok pontytápba javasolt minimális és maximális arányait az F-5. táblázat, míg azok kívánatos szemcseméretét az F-6. táblázat tartalmazza.

F-4. táblázat: A ponty hozzávetőleges táplálékszükséglete és a korosztályai által jellemzően fogyasztott természetes táplálék összetétele								
Beltartalom	Táplálkozó lárvá és előnevelt ivadék		Ivadék		Növendék		Kifejlett hal	
	Szükséglet	Természetes táplálék	Szükséglet	Természetes táplálék	Szükséglet	Természetes táplálék	Szükséglet	Természetes táplálék
Fehérje (%)	40-45	55-60	38-40	55-60	32-38	50-55	32-30	50-55
Zsír (%) min.	12	~ 22	10-12	~ 22	6-10	9-10	6	9-10
Rost (%) max.	5	-	5	-	6	~ 0,5	8	~ 0,5
Szénhidrát (%)	25	-	25	-	45	~ 1,5	48	~ 1,5
Ca (%)	0,5	~ 7	0,5	~ 7	0,5	-	0,5	-
P (%)	1,2	-	1,1	-	1	-	1	-
ÖE (MJ/kg) min.	18-20	~ 2,7	17,5-18	~ 2,7	17,5-18	~ 2,5	~ 17,5	~ 2,5
EE (MJ/kg) min.	13	~ 2,7	12	~ 2,7	11	~ 2,5	10	~ 2,5
Negatív tényezők	Állott, romlott, mérgező összetevők és avas zsírok, valamint a rotszint 5-8% feletti értéke.							

(Forrás: [127])

2.1 Egyszerű takarmánykeverékek

A Függelék végén elhelyezett F-8. táblázat a leggyakrabban használt takarmányok és takarmány-alapanyagok összetételét és számított táplálóértékét két leggyakoribb formában mutatja be. Az első a takarmányok össztermégre számított alkotók aránya, míg a második adatsor a kémiai összetevőket a szárazanyag százalékában adja meg. Más szóval, ez utóbbinál a feltüntetett adatok, azaz arányok nem közvetlenül a takarmányra, hanem annak szárazanyag tartalmára vonatkoznak.

F-5. táblázat: Takarmány-alapanyagok javasolt minimális és maximális bekeverési aránya					
Alapanyag	Arány (%)		Alapanyag	Arány (%)	
	Min.	Max.		Min.	Max.
Halliszt	-	35	Kukorica	10	25
Tejpor	-	2	Árpa	-	40
Vérliszt	-	5	Zab	-	20
Takarmányélesztő I.	2	16	Rozs	-	20
Extrahált szója 46-48	5	25	Búzakorpa	-	15
Extrahált napraforgó I.	-	5	Búzacsíra	-	5
Extrahált napraforgó II.	Haltápba héjtartalma miatt nem ajánlott		Rizskorpa	-	10
Repcemag dara	-	3	Takarmány mész	-	1
Csillagfürt édes	-	20	Takarmány só	-	0,5
Csillagfürt keserű	-	10	Búzakeményítő	-	3
Lucernaliszt 19 %	-	10	Halolaj	1	5
Takarmányborsó	-	8	Napraforgóolaj	-	5
Fullfat szója	-	20	Szójaolaj	-	4
Búza	30	80			

(Forrás: (FM OMMI 1990))

A halak természetes táplálékát kiegészítő takarmányok az energiában gazdag, de fehérjében szegény abrak-takarmányok. Ezek közül a kukoricát és a takarmánybúzát használják a leggyakrabban. Abban az esetben, ha a takarmányok/takarmánykomponensek egyes előnyeit (étrendi hatás, nagyobb fehérje tartalom, energiatartalom stb.) ki akarják használni, szükségessé válik ezek keverése. A két eltérő beltartalmú takarmány keverésére a négyszög- vagy keresztmódszert használják (F-1. ábra).

F-6. táblázat: Pontytakarmányok és –tápok kívánatos szemcsemérete			
Nevelt korosztály	A hal mérete (g)	Darálásnál kívánatos szemcse-méret (mm)	Tápok pellet mérete (mm)
Előnevelt ivadék	1	≤0,1 – 0,2 – 0,5 – 1,2	≤0,5 – 1,2 – 2
Egynyaras ivadék	1 – 100	1,2 – 2 – 3 – 5	2 – 3 – 5
Kétnyaras ivadék	100 – 500	3 – 5	5 – 10
Étkezési hal	500 – 2 500	3 – 10	5 – 15
Anyahal	3 kg felett	3 – 10	10 – 15

A négyszög módszer lényege, hogy a két komponens keveréséből származó, elérni kívánt nyers fehérje koncentrációt úgy lehet megkapni, ha beírják a keverendő takarmányok nyersfehérje tartalmát (F-1. ábra).

Abban az esetben, ha nem két, hanem több takarmánykomponens keverése szükséges, akkor egy javított négyszög módszert lehet alkalmazni, ahogy ezt az F-2. ábra mutatja. Ennek lényege, hogy az energia és fehérjetakarmányok két csoportban kerülnek kiválasztásra. Az ábrán bemutatott módszer lehetővé teszi nemcsak a keverési arány, de az egyes csoportokon belüli arányok meghatározását is.

F-1. ábra: A kétkomponensű takarmánykeverékek előállításához használt négyszög módszer Microsoft Excel verziója

Adatbevitel				
Összekeverendő takarmányok			Kívánt NyF tartalom (%)	Az összekeverendő takarmányok aránya a keverékben (%)
Név	NyF (%)			
1. Takarmány alkotó - több NyF, mint kívánatos:				
Extrahált szójadara	47,1			6,0
			14,0	
2. Takarmány alkotó - kevesebb NyF, mint kívánatos:				
Takarmánybúza	11,9			94,0
				11,2
Összesen:				100,0
				14,0

F-2. ábra: A többkomponensű takarmánykeverékek előállításához használható javított négyszög módszer Microsoft Excel verziója

Adatbevitel				
Összekeverendő takarmányok			Kívánt NyF tartalom (%)	Az összekeverendő takarmányok aránya a keverékben (%)
Név	NyF (%)	Arány a csoportban (%)		
Az 1. csoport átlaga:			25,0	33,9
A 2. csoport átlaga:				66,1
1. csoport, melynek NyF tartalma magasabb, mint a kívánatos:				
1) Extrahált szója	47,1	75,0		25,4
2) Halliszt	64,2	25,0		8,5
3)				0,0
4)				0,0
5)				0,0
Összesen (%):				33,9
2. csoport, melynek NyF tartalma alacsonyabb, mint a kívánatos:				
1) Takarmánybúza	11,9	85,0		56,2
2) Kukorica	9,0	15,0		9,9
3)				0,0
4)				0,0
5)				0,0
6)				0,0
7)				0,0
8)				0,0
9)				0,0
10)				0,0
Összesen (%):				66,1
Mindösszesen (%):				100,0
				25,0

2.2 Halgazdaságban készített tápok

Bár a nemzetközi és hazai trendek, továbbá a gazdasági feltételek, ebbe beleértve a hal árát is, egyre inkább kedveznek az ipari haltápok használatának, mégsem kell elvetni annak lehetőségét, hogy a gazdaságokban takarmánykeverékeket és tápokot állítsanak össze és készítsenek el. Ez azért is fontos lehet, mert a halgazdaságban előállított takarmánykeverékek és egyszerű tápok elkészítésének múltja van a régióban és sok tógazdaság ma is készít ilyen takarmányokat. Ehhez jól felhasználható az a számtalan receptúra, ami az Inter-

neten elérhető. Az Interneten emellett több ingyenes vagy megvásárolható program is található, amelyek a lineáris programozás segítségével, hatékony tervezést és tápösszeállítást tesznek lehetővé.

F-3. ábra: Egyszerű és komplex tápok tervezéséhez és összeállításához használt munkalap Microsoft Excel verziója

Adatbevitel											
Alkotórészek		Tápérték "ahogy etett" formában (%)								AMEa (MJ/kg)	Ár (ft/kg)
Takarmány neve	%	Ny.F.	Ny.Zs.	Ny.R.	Nmka	Hamú	Ca	P			
1) Takarmánybúza	62,0	11,9	1,6	2,6	70,6	1,8	0,06	0,35		12,81	52
2) Halliszt (65%)	10,0	64,2	9,4	0,0	1,3	16,5	3,95	2,51		16,06	450
3) Extrahált szója	18,0	47,1	1,7	5,0	29,8	6,5				11,71	400
4) Olajpogácsa	8,0	38,6	1,5	14,0	30,2	5,70	0,27	0,77		11,58	400
5) Napraforgóolaj	2,0	0	98,7	0	0	0	0	0		32,93	150
6) -											
7) -											
8) -											
9) -											
10) -											
Eredmény összesen	100,0	25,4	4,3	3,6	51,7	4,4	0,5	0,5		13,2	184

Megjegyzés: NyF: nyersfehérje; NyZs: nyerszsír; NyR: nyersrost; Nmka: nitrogén mentes kivonható anyagok; NyH: nyers hamu; AMEa: látszólagos emészthető energia

Tekintet nélkül a receptúra eredetére a takarmánykeverékek és tápok összeállításánál szükség van arra a logikai megközelítésre és ismeretekre, amelyek elvei és kulcslépései a következők.

A halak táplálékszükségletének ismerete: a tenyésztett halak közül a pontytáp készítésnek van az egyik legnagyobb szakirodalma, melyek közül egy könnyen hozzáférhető anyagokból készült tápkeveréket az F-3. ábra mutat be. A táp összetevők kiválasztásához a ponty tápanyagszükségletének rendelkezésre álló nagyszámú paraméterei közül csak a tavi haltemelésben szükségeseket kell figyelembe venni. Ezek a makrotáplálóanyagok (NyF, NyZs, NyR és Nmka), továbbá a legfontosabb ásványi anyagok (Ca és P) (F-3. és F-4. táblázatok).

A takarmány szükséges beltartalmának ismerete: az elkészítendő takarmány tervezett minőségétől függően különböző összetételű lehet. A tógazdaságban előállított keverékek és tápok célja a természetes táplálék kiegészítése a hiányzó táplálóanyagokkal. Ezek főként a makrotáplálóanyagok és egyes ásványi anyagok. A ponty teljes éltrendjében található természetes táplálék körülbelül 2,4 t/ha hal biomasszáig fedezi a mikro-táplálóanyag szükségletet [57].

A takarmányösszetevők táplálóanyag tartalmának ismerete: a takarmányok hozzávetőleges összetételét az F-8. táblázat tartalmazza. Ha az egyes takarmány-összetevők pontos kémia összetételére van szükség, akkor az részben táblázati értékek alapján, vagy amennyiben ilyen nem áll rendelkezésre laboratóriumi vizsgálattal határozható meg.

Mennyiségi korlátozások ismerete: a takarmánykeverékekben található összetevők minimális és maximális meghatározása évtizedes megfigyeléseken és gyakorlatokon alapul, amihez támpontot nyújt az F-5. táblázat.

A takarmány-összetevők ára: könnyen beszerezhető szezontól/ helytől függő információ.

A tápok tervezéséhez olyan munkalapot javasolt használni, amelyen az egyes takarmány alapanyagok, azok kémiai összetétele és egységára is szerepel [89]. Ennek a munkalapnak egy elektronikus változatát mutatja be az F-3. ábra, amelynek kitöltése egyszerű és lehetőséget ad számtalan variáció elkészítéséhez.

A régi gyakorlat szerint nem volt feltétlenül szükséges a keveréktakarmányok pelletálása. A gyakorlati tapasztalatok szerint azonban kedvező, ha közel azonos összetételű, minden alkotórészt a kívánt arányban egyformán tartalmazó pelletben kapja meg a hal a takarmányt. Ezért fontos lehet mérlegelni a kalapácsos daráló mellett egy, a gazdaság szükségleteit kielégítő takarmánykeverő és pelletáló használatát is.

Hancz [52] nyomán a gazdaságban előállított száraz pelletált táppal szembeni fő elvárások a következők: (1) Úgy az egyszerű, mint a teljesértékű tápok összetevőinek aránya és minősége elégítse ki hal mindenkori táplálóanyag igényét. Ez a halastóban elsősorban a csökkenő természetes táplálék fehérjeszintjének kiegészítésére szolgál.

szítését jelenti, míg az intenzív rendszereknél a takarmánynak minden élettanilag fontos komponenst tartalmaznia kell. (2) A táp legyen vízálló, azaz a pellet legalább 10 percig ne essen szét a vízben. Ezt a minimális vízállóságot a pontytápra bedolgozott finom búzaliszt is biztosíthatja a búzakeményítő csirizedése révén, de a pelletáló gépek gyártói és forgalmazói gyakran javasolják a vízállóságot növelő egyéb anyagok használatát is. (3) A gazdaságban készített tápok az elkészítés után célszerű 1 hónapon belül feleltetni.

Az extrudálás a haltakarmány előállításának leghatékonyabb formája. Az extrudálás egyrészt a tápok fizikai jellemzőit kedvezően változtatja meg (nagy vízállóság, kis fajsúly) másrészt a tápanyagok emészthetőségét javítja. A folyamat során részben csökken az anyagcserét károsan befolyásoló anyagok mennyisége, illetve csökkenti a patogén baktériumok és egyes gombák számát. Előnyei ellenére az extrudálással részletesen nem foglalkozunk, mert az extrudáláshoz szükséges jó minőségű és megfelelő kapacitású berendezések beszerzése messze meghaladja egy halgazdaság pénzügyi lehetőségeit.

3. HALTÁPLÁLÉKSZERVEZETEK, KIEGÉSZÍTŐ TAKARMÁNYOK ÉS TAKARMÁNY-ÖSSZETEVŐK KÉMIAI ÖSSZETÉTELE ÉS EMÉSZTHETŐ ENERGIÁJA

Az F-7. táblázat a potenciális haltáplálékokat, a közvetlenül etethető és/vagy egyszerű és összetett takarmánykeverékekben és tápokban felhasználható takarmányfélések fő csoportjait, míg az F-8. táblázat az egyes tételek kémiai összetételét és halakra számított emészthető energia tartalmát tartalmazza.

A táblázatban használt csoportosítás a gyakorlati használat elvárásainak minden szempontból megfelel. Segítséget nyújthat az egyes takarmányfélések minőségi és mennyiségi megválasztásában, annak tükrében, hogy milyen mértékben szükséges a takarmányozott hal természetes táplálékát kiegészíteni.

Ahogy azt a 4. mellékletben már hangsúlyoztuk az F-8. táblázatban felsorolt egyes tételek összetétele tájékoztató jellegű. Ezt a tényt figyelembe kell venni, még akkor is, ha több évtizedes gyakorlati tapasztalatok világosra bizonyították, hogy a kiegészítő takarmányok összetételének ilyen pontossága elégséges a sikeres tógazdasági használatukhoz.

F-7. táblázat: Takarmányok és takarmányalapanyagok csoportosítása a többoldalas F-8. táblázat fő- és alcsoportjai szerinti sorrendben		
1. Természetes haltáplálékok 1.1. Bakterioplankton 1.2. Algaplankton 1.3. Vizinövények 1.4. Zooplankton 1.5. Rákok és rovarok 1.6. Féreg és puhatestűek 1.7. Halak	2. Zöld növények és takarmányok 2.1. Friss zöldnövények 2.2. Száritott zöldnövények 3. Gyökerek, gumók, gyümölcsök 4. Melléktermékek 4.1. Malomipari melléktermékek 4.2. Szeszipari melléktermékek 4.3. Egyéb melléktermékek	5. Abraktakarmányok 6. Fehérje-takarmányok 6.1. Növényi eredetű fehérjetakarmányok 6.2. Állati eredetű fehérjetakarmányok 7. Lipid takarmányok 7.1. Növényi eredetű lipid takarmányok 7.2. Állati eredetű lipid takarmányok 8. Ásványianyag kiegészítők

F-8. táblázat: Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány-összetevők, kémiai összetétele és emészthető energia tartalma																		
Haltáplálék szervezetek és takarmányok	A haltáplálékszervezetek és takarmányok összetömegre számított összetétele (%)									Energia (MJ/kg)		A haltáplálékszervezetek és takarmányok SzáA-ra számított összetétele (%)						
	Víz	SzáA	NyF	NyZs	NyR	Nmka	NyH	Ca	P	ÖE	EE	NyF	NyZs	NyR	Nmka	CA	Ca	P
1. TERMÉSZETES HALTÁPLÁLÉK																		
1.1 Baktérium-plankton																		
Baktérium	80,0	20,0	13,2	1,3	0,3	2,7	2,5			4,7	2,9	66,0	6,5	1,5	13,5	12,5		
1.2 Algaplankton																		
Alga (<i>Chlorella vulgaris</i>)	85,0	15,0	6,7	1,2	1,3	3,6	2,1			3,2	1,9	44,8	8,3	8,7	24,0	14,2		
Alga (<i>Spirulina maxima</i>)	85,0	15,0	10,4	1,0	0,1	2,3	1,2			3,7	2,3	69,3	6,7	0,5	15,3	8,1		
Alga (<i>Scenedesmus obliquus</i>)	85,0	15,0	8,4	2,1	1,0	2,2	1,3			3,7	2,3	56,0	13,8	6,9	14,4	8,5		
Alga – szennyvízen nőtt	85,0	15,0	8,0	1,0	0,7	3,2	2,1			3,3	2,0	53,1	6,8	4,7	21,2	14,2		
Csillárka moszat (<i>Chara vulgaris</i>)	91,6	8,4	1,1	0,1	1,6	4,0	1,6			1,4	0,7	13,2	1,2	19,0	48,1	18,5		
1.3 Vízi növények																		
Békalencse	95,8	4,2	1,0	0,2	0,6	1,4	0,9			0,7	0,4	22,8	5,1	13,5	33,6	21,2	2,8	1,0
Azolla	76,6	23,4	6,2	0,8	9,2	3,6	3,5			4,6	1,7	26,6	3,6	39,2	15,5	15,1		
Vízinövény (lágyszárú)	84,2	15,8	2,3	0,7	1,6	9,0	2,2			2,8	1,7	14,6	4,5	10,0	57,0	13,9		
Vízinövény (keményszárú)	75,0	25,0	3,8	0,9	5,0	6,6	8,8			3,5	1,7	15,0	3,5	20,0	26,5	35,0		
1.4 Zooplankton																		
Kerekesférgek	88,8	11,2	7,2	2,3		1,0	0,7			> 2,5	> 1,8	64,3	20,3		9,2	6,2		
Planktonrákok – Ágascsapú rákok	90,2	9,8	5,5	1,9		1,6	0,8			> 2,8	> 2,1	56,5	19,3		16,5	7,7		
Planktonrákok – Evezőlábú rákok	89,7	10,3	5,4	2,7		1,5	0,7			> 3,1	> 2,2	52,3	26,4		14,2	7,1		
1.5 Ízeltlábúak																		
Artemia – Kifejlett	65,0	35,0	19,7	4,1	1,0	4,2	6,1			8,0	5,4	56,4	11,8	2,9	12,1	17,4		
Artemia – nauplii	80,0	20,0	10,0	3,8	1,0	3,0	1,9			5,0	3,4	50,2	18,9	5,0	14,8	9,7		
Magasabb rendű rákok	75,4	24,6	12,3	5,0			4,8			> 5,3	> 3,9	49,9	20,3			19,6		
Rovarok (vegyes)	76,8	23,2	13,0	4,3			1,1			> 5,3	> 3,8	55,9	18,6			4,9		
Rovarok - (szúnyoglárva)	80,9	19,1	11,3	0,9			1,1			> 3,5	> 2,3	59,0	4,9			5,8		
1.6 Férgek és puhatestűek																		
Puhatestűek	67,8	32,2	12,7	2,5			10,6			> 4,5	> 3,1	39,5	7,8			32,9		
Oligochaetes	92,7	7,3	3,6	1,4			0,4			> 1,5	> 1,1	49,3	19,0			5,8		

F-8. táblázat: Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány-összetevők, kémiai összetétele és emészthető energia tartalma

Haltáplálék szervezetek és takarmányok	A haltáplálékszervezetek és takarmányok összetömegre számított összetétele (%)									Energia (MJ/kg)		A haltáplálékszervezetek és takarmányok SzáA-ra számított összetétele (%)							
	Víz	SzáA	NyF	NyZs	NyR	Nmka	NyH	Ca	P	ÖE	EE	NyF	NyZs	NyR	Nmka	CA	Ca	P	
1.7 Hal																			
Nyers hal (zsíros, édesvízi mindenevő)	65,0	35,0	13,0	20,0	1,0	1,0	1,0			11,6	9,1	37,1	57,1	2,9	2,9	2,9			
Nyers hal (nem zsíros édesvízi)	75,0	25,0	17,0	9,0	0,1	0,1	1,0			8,2	6,0	68,0	36,0	0,4	0,4	4,0			
Nyers hal (alacsony olaj, alacsony fehérje)	83,0	17,0	13,3	1,3	0,0	0,0	1,9			4,2	2,8	78,2	7,6	0,0	0,0	11,0			
Nyers hal (alacsony olaj, magas fehérje)	81,5	18,5	16,3	0,6	0,0	0,0	1,6			4,8	3,1	88,2	3,2	0,0	0,0	8,6			
Nyers hal (közepes olaj, magas fehérje)	67,5	32,5	18,0	13,0	0,0	0,0	1,5			10,0	7,6	55,4	40,0	0,0	0,0	4,6			
Nyers hal (magas olaj, alacsony fehérje)	52,5	47,5	11,3	36,0	0,0	0,0	0,7			16,8	14,1	23,8	75,8	0,0	0,0	1,4			
2. ZÖLD NÖVÉNYEK, SZÉNAFÉLÉK																			
2.1 Friss zöld növények, szénafélék																			
Lóhere (virágzó)	80,3	19,7	3,7	0,7	4,4	9,0	1,9	0,32	0,06	3,7	1,6	18,8	3,6	22,3	45,7	9,6	1,6	0,3	
Lóhere (zsenge)	83,3	16,7	3,6	0,7	3,2	7,5	1,7	0,31	0,06	3,2	1,4	21,6	4,2	19,2	44,9	10,2	1,9	0,4	
Lucema (virágzó)	75,5	24,5	4,9	0,6	6,9	9,4	2,7	0,41	0,08	4,6	1,8	20,0	2,4	28,2	38,4	11,0	1,7	0,3	
Lucema (zsenge)	83,7	16,3	4,5	0,5	2,7	6,7	1,9	0,30	0,06	3,2	1,4	27,6	3,1	16,6	41,1	11,7	1,8	0,4	
Réti fű (friss)	80,2	19,8	3,5	0,2	4,0	9,8	1,9	0,12	0,05	3,6	1,9	17,6	1,2	20,1	49,3	9,8	0,6	0,3	
2.2 Száraz zöld növények, szénafélék																			
Lucema liszt (1. osztály)	8,9	91,2	21,6	2,7	20,0	36,6	10,3	1,66	0,26	17,5	7,4	23,7	2,9	21,9	40,2	11,3	1,8	0,3	
Lucema liszt (2. osztály)	8,6	91,5	19,1	2,5	23,8	36,8	9,3	1,56	0,25	17,5	7,0	20,9	2,7	26,0	40,2	10,2	1,7	0,3	
Lucema liszt (3. osztály)	6,5	93,5	17,8	2,4	28,4	36,1	8,8			17,9	6,7	19,0	2,6	30,4	38,6	9,4			
Lucema széna (száraz)	13,8	86,2	16,0	2,0	27,2	32,6	8,4			16,4	5,9	18,6	2,3	31,6	37,8	9,7			
Kukorica – teljes növény	8,1	91,9	6,5	3,5	18,6	59,5	3,9			17,2	9,7	7,1	3,8	20,2	64,7	4,2			
Réti széna	12,1	87,9	10,1	2,4	29,9	38,7	6,9			16,5	7,3	11,5	2,7	34,0	44,0	7,8			
3. GYÖKEREK ÉS GUMÓK																			
Sárgarépa	83,6	16,4	2,0	0,3	2,7	8,3	3,0			2,7	1,5	12,4	1,9	16,7	50,7	18,2			
Takarmányrépa	88,9	11,1	1,2	0,1	0,9	7,8	1,1	0,31	0,03	1,9	1,2	10,8	0,9	8,1	70,3	9,9	2,8	0,3	
Burgonya	76,4	23,6	2,0	0,1	0,7	19,7	1,1	0,30	0,05	4,1	2,8	8,5	0,4	3,0	83,5	4,7	1,3	0,2	
Burgonyaszélet (száraz)	10,0	90,0	4,5	0,5	12,2	69,6	3,2	0,26	0,06	15,9	9,6	5,0	0,6	13,6	77,3	3,6	0,3	0,1	
Cukorrépaszélet (száraz)	9,2	90,8	9,3	0,7	19,7	56,1	5,0	0,76	0,15	16,5	8,8	10,2	0,8	21,7	61,8	5,5	0,8	0,2	
Cukorrépa	76,7	23,3	1,2	0,1	1,2	19,7	1,1	0,41	0,03	4,0	2,7	5,2	0,4	5,2	84,5	4,7	1,8	0,1	

F-8. táblázat: Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány-összetevők, kémiai összetétele és emészthető energia tartalma

Haltáplálék szervezetek és takarmányok	A haltáplálékszervezetek és takarmányok összetömegre számított összetétele (%)									Energia (MJ/kg)		A haltáplálékszervezetek és takarmányok SzáA-ra számított összetétele (%)						
	Víz	SzáA	NyF	NyZs	NyR	Nmka	NyH	Ca	P	ÖE	EE	NyF	NyZs	NyR	Nmka	CA	Ca	P
4. MELLÉKTERMÉKEK																		
4.1 Malomipari melléktermékek																		
Árpagyöngy	10,8	89,2	12,4	2,0	1,2	71,8	1,8			16,8	11,7	13,9	2,2	1,3	80,5	2,0	0,0	0,0
Árpakorpa	12,1	87,9	11,6	3,1	11,4	56,7	5,1	0,14	0,37	16,5	10,0	13,2	3,5	13,0	64,5	5,8	0,2	0,4
Árpa takarmányliszt	12,7	87,3	11,7	2,9	6,4	63,0	3,3	0,09	0,22	16,5	10,7	13,4	3,3	7,3	72,2	3,8	0,1	0,3
Lencsekorpa	12,4	87,6	23,1	1,0	7,4	53,7	2,5			17,6	10,7	26,4	1,1	8,4	61,3	2,8	0,0	0,0
Kukoricakorpa	10,0	90,0	9,0	4,1	23,4	49,5	5,1	0,47	0,29	17,4	9,0	10,0	4,6	26,0	55,0	5,7	0,5	0,3
Zabkorpa	11,0	89,0	8,1	3,1	21,1	51,4	5,3	0,09	0,43	16,6	8,8	9,1	3,5	23,7	57,8	6,0	0,1	0,5
Zab takarmányliszt	12,0	88,0	11,6	5,3	10,6	56,0	4,5	0,15	0,41	17,0	10,6	13,2	6,0	12,0	63,6	5,1	0,2	0,5
Borsó takarmányliszt	11,3	88,7	22,3	2,0	7,1	53,9	3,4	0,12	0,25	17,7	8,7	25,1	2,3	8,0	60,8	3,8	0,1	0,3
Rizskorpa	11,4	88,6	11,5	12,8	9,6	44,9	9,7	0,67	1,68	17,8	11,7	13,0	14,5	10,8	50,7	11,0	0,8	1,9
Rizs takarmányliszt	11,2	88,8	13,1	13,8	8,3	44,0	9,7	0,21	2,35	18,2	12,2	14,8	15,5	9,3	49,5	10,9	0,2	2,1
Rizscsíra	9,1	90,8	13,8	17,3	6,5	45,2	0,0	0,00	0,00	19,5	13,7	15,2	19,1	7,2	49,8	00	0,0	0,0
Rozskorpa	11,3	88,7	14,4	3,0	10,9	55,4	5,0	0,10	1,16	16,9	10,2	16,2	3,4	12,3	62,5	5,6	0,1	1,3
Rozs takarmányliszt	13,1	86,9	13,7	2,3	2,9	64,7	3,3	0,21	0,36	16,4	11,1	15,8	2,6	3,3	74,5	3,8	0,2	0,4
Búza korpa	11,7	88,3	14,9	4,1	10,0	54,4	5,4	0,12	1,05	17,1	10,6	16,8	4,6	11,4	61,6	6,1	0,1	1,2
Búza takarmányliszt	12,2	87,8	15,5	3,9	5,3	59,4	3,7	0,11	0,63	17,1	11,2	17,7	4,4	6,0	67,7	4,2	0,1	0,7
Búzacsíra	9,3	90,7	25,2	6,3	8,0	47,2	4,0	0,07	1,07	19,2	12,0	27,8	6,9	8,8	52,0	4,4	0,1	1,2
4.2 Szeszipari melléktermékek																		
Almatörköly (száraz)	7,2	92,8	2,6	17,4	65,5	5,0	2,0	0,13	0,12	21,6	6,9	2,8	18,8	70,6	5,4	2,2	0,1	0,1
Sörtörköly (száraz)	8,3	91,7	24,5	8,1	15,3	39,7	4,1	0,27	0,49	19,9	11,6	26,7	8,8	16,7	43,3	4,5	0,3	0,5
Sörtörköly (friss)	76,1	23,9	6,5	2,1	4,0	10,2	1,1	0,07	0,13	5,2	3,0	27,2	8,8	16,7	42,7	4,6	0,3	0,5
Kukoricaglutén (CGF)	8,4	91,6	65,4	1,4	1,5	21,4	1,9	0,05	0,59	22,8	13,6	71,4	1,5	1,6	23,4	2,1	0,1	0,6
Kukoricatörköly (DDGS)	11,5	88,5	24,3	11,5	5,6	42,8	4,3	0,20	0,80	19,7	13,1	27,5	13,0	6,3	48,4	4,9	0,2	0,9
Kukoricakeményítő	8,4	91,6	0,6	0,1	0,2	90,5	0,2	0,00	0,03	15,8	11,5	0,7	0,1	0,2	98,8	0,2	0,0	0,0
Malátacsíra	6,6	93,4	26,6	1,0	14,1	45,3	6,4	0,21	0,74	18,5	10,2	28,5	1,1	15,1	48,5	6,9	0,2	0,8

F-8. táblázat: Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány-összetevők, kémiai összetétele és emészthető energia tartalma

Haltáplálék szervezetek és takarmányok	A haltáplálékszervezetek és takarmányok összetömegre számított összetétele (%)									Energia (MJ/kg)		A haltáplálékszervezetek és takarmányok SzáA-ra számított összetétele (%)						
	Víz	SzáA	NyF	NyZs	NyR	Nmka	NyH	Ca	P	ÖE	EE	NyF	NyZs	NyR	Nmka	CA	Ca	P
Burgonyakeményítő	12,0	88,0	0,4	0,1	0,0	87,1	0,4	0,04	0,01	15,1	11,0	0,5	0,1	0,0	99,0	0,5	0,0	0,0
Élesztő	8,0	92,0	45,0	1,0	0,0	38,2	7,8	0,06	0,15	19,5	12,3	48,9	1,1	0,0	41,5	8,5	0,1	0,2
Sörélesztő	10,0	90,0	48,5	1,2	0,0	32,8	7,6	0,32	1,40	19,7	12,2	53,9	1,3	0,0	36,4	8,4	0,4	1,6
4.3 Egyéb melléktermékek																		
Kazein	10,5	89,5	80,3	1,1	0,0	4,4	3,8	0,61	0,98	23,7	15,2	89,7	1,2	0,0	4,9	4,2	0,7	1,1
Tejpor – (teljes tej)	5,5	94,5	25,3	26,8	0,0	36,3	6,0	0,96	0,76	23,5	18,0	26,8	28,4	0,0	38,4	6,3	1,0	0,8
Tejpor – (sovány tej)	7,5	92,5	34,0	0,8	0,0	50,7	6,9	1,30	1,51	18,5	12,7	36,8	0,9	0,0	54,8	7,5	1,4	1,6
Melasz	22,0	78,0	8,4	0,0	0,0	62,1	7,5	0,23	0,02	13,0	9,1	10,8	0,0	0,0	79,6	9,6	0,3	0,0
Cukor	4,2	95,8	1,9	0,1	0,8	89,7	3,4	0,00	0,00	16,1	11,6	2,0	0,1	0,8	93,6	3,5	0,0	0,0
Paradicsommag	8,0	92,0	22,5	3,2	29,6	22,4	0,0	0,00	0,00	17,4	7,5	24,5	3,5	32,2	24,4	0,0	0,0	0,0
Tejsavó por	5,8	94,2	12,2	0,8	0,0	72,3	8,9	0,92	0,66	16,1	11,5	13,0	0,8	0,0	76,8	9,4	1,0	0,7
5.ABRAKTAKARMÁNYOK																		
5.1 Gabonamagvak																		
Árpa	12,0	88,1	10,9	1,8	4,6	68,2	2,5	0,08	0,34	16,4	10,9	12,4	2,1	5,2	77,5	2,8	0,1	0,4
Kukorica	9,7	90,3	8,7	3,7	2,3	74,2	1,4	0,04	0,27	17,0	11,9	9,7	4,1	2,5	82,1	1,6	0,0	0,3
Köles	10,4	89,6	10,6	3,9	7,2	65,1	2,8	0,06	0,24	17,1	11,2	11,8	4,4	8,0	72,7	3,1	0,1	0,3
Zab	11,4	88,6	10,4	3,7	11,8	59,7	3,0	0,10	0,33	17,0	10,4	11,7	4,2	13,3	67,4	3,4	0,1	0,4
Rizs	11,0	89,0	9,1	2,5	8,5	63,9	5,1	0,21	2,35	16,2	10,3	10,2	2,8	9,5	71,8	5,7		
Rozs	11,8	88,2	9,3	1,5	2,6	72,9	1,9	0,05	0,32	16,2	11,1	10,5	1,7	2,9	82,7	2,2	0,1	0,4
Cirok	12,0	88,0	10,4	3,1	3,2	69,2	2,1	0,02	0,33	16,6	8,5	11,8	3,5	3,7	78,7	2,3	0,0	0,4
Tritikálé	11,9	88,1	10,3	1,1	2,6	72,2	1,9	0,05	0,33	16,2	11,1	11,7	1,2	3,0	82,0	2,2	0,1	0,4
Búza	10,3	89,7	12,5	1,7	2,6	71,0	1,9	0,06	0,35	16,9	11,5	13,9	1,9	2,9	79,2	2,1	0,1	0,4
6. FEHÉRJE-TAKARMÁNYOK																		
6.1 Növényi eredetű fehérjetakarmányok																		
Lóbab	11,3	88,7	26,2	1,1	7,4	50,6	3,4	0,12	0,44	18,0	8,8	29,5	1,2	8,3	57,0	3,8	0,1	0,5
Lencse	9,5	90,5	24,0	0,9	2,6	60,3	2,7	0,00	0,00	17,9	9,2	26,5	1,0	2,9	66,6	3,0	0,0	0,0
Lenmag (teljes zsírtartalmú)	9,6	90,4	22,0	34,0	6,1	24,0	4,1	0,25	0,40	24,4	17,9	24,3	37,6	6,7	26,5	4,5	0,3	0,4

F-8. táblázat: Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány-összetevők, kémiai összetétele és emészthető energia tartalma

Haltáplálék szervezetek és takarmányok	A haltáplálékszervezetek és takarmányok összetömegre számított összetétele (%)									Energia (MJ/kg)		A haltáplálékszervezetek és takarmányok SzáA-ra számított összetétele (%)						
	Víz	SzáA	NyF	NyZs	NyR	Nmka	NyH	Ca	P	ÖE	EE	NyF	NyZs	NyR	Nmka	CA	Ca	P
Lenmag pogácsa (préselt)	9,5	90,5	34,2	2,8	8,9	38,3	6,4	0,35	0,95	19,0	11,2	37,8	3,0	9,8	42,3	7,0	0,4	1,0
Édes csillagfűrt	12,0	88,0	38,3	4,6	14,5	26,3	4,3	0,13	0,43	20,0	9,8	43,5	5,2	16,5	29,9	4,9	0,1	0,5
Keserű csillagfűrt	12,0	88,0	35,2	4,6	14,5	26,3	7,4	0,14	0,64	19,5	9,3	40,0	5,2	16,5	29,9	8,4	0,2	0,7
Extrahált kukoricacsíra dara	6,0	94,0	24,2	2,0	8,6	53,4	5,9	0,08	0,55	18,5	11,2	25,7	2,1	9,1	56,8	6,3	0,1	0,6
Borsó	11,2	88,8	22,0	1,2	5,8	56,5	3,3	0,12	0,44	17,5	8,6	24,8	1,4	6,5	63,6	3,7	0,1	0,5
Repcepogácsa	9,2	90,8	30,4	12,3	10,4	31,5	6,2	0,87	1,01	20,7	11,6	33,5	13,5	11,5	34,7	6,8	1,0	1,1
Extrahált repce dara (00)	8,4	91,6	34,6	2,3	11,8	35,8	7,1	0,65	1,05	19,1	9,3	37,8	2,5	12,9	39,1	7,8	0,7	1,1
Extrahált repce dara	10,0	90,0	35,6	2,6	11,5	32,0	8,3	0,83	1,14	18,8	9,2	39,6	2,9	12,8	35,5	9,2	0,9	1,3
Szója (teljes zsirtartalom)	10,2	89,8	33,7	18,6	6,9	25,4	5,2	0,22	0,60	22,3	13,7	37,5	20,7	7,7	28,3	5,8	0,2	0,7
Extrahált szójadara (1. osztályú)	10,6	89,4	48,2	1,6	5,7	27,1	6,8	0,30	0,59	19,9	10,5	53,9	1,8	6,4	30,3	7,6	0,3	0,7
Extrahált szójadara (2. osztályú)	11,1	88,9	46,1	1,6	6,3	28,5	6,4	0,25	0,57	19,7	10,3	51,9	1,8	7,1	32,1	7,2	0,3	0,6
Extrahált szójadara (3. osztályú)	10,7	89,3	44,0	1,9	6,8	30,2	6,4	0,30	0,56	19,6	10,2	49,3	2,1	7,6	33,8	7,2	0,3	0,6
Szójaolajpogácsa	9,0	91,0	45,5	7,0	7,4	29,8	6,8	0,20	0,73	22,0	12,1	50,0	7,7	8,1	32,7	7,5	0,2	0,8
Extrahált napraforgó dara	10,4	89,6	36,9	1,5	18,0	26,2	7,0	0,41	1,08	19,1	9,7	41,2	1,7	20,1	29,2	7,8	0,5	1,2
Extrahált napraforgó dara (1. osztályú)	9,2	90,8	39,1	1,7	13,5	28,6	7,9	0,36	1,51	19,3	10,4	43,1	1,9	14,9	31,5	8,7	0,4	1,7
Extrahált napraforgó dara (2. osztályú)	8,2	91,8	36,6	1,8	17,2	28,6	7,6	0,30	1,23	19,4	10,0	39,9	2,0	18,7	31,2	8,3	0,3	1,3
Extrahált napraforgó dara (3. osztályú)	7,7	92,3	33,6	1,7	21,0	28,9	7,2	0,29	0,90	19,3	9,5	36,4	1,8	22,8	31,3	7,8	0,3	1,0
6.2 Állati eredetű fehérjetakarmányok																		
Vérlist	4,4	95,6	91,7	0,3	0,0	0,3	3,3	0,11	0,36	25,9	16,4	95,9	0,3	0,0	0,3	3,5	0,1	0,4
Tojás (csirke)	66,0	34,0	12,2	9,3		12,0	0,6	0,54	0,05	9,0	6,8	35,9	27,4	0,0	35,3	1,7	1,6	0,1
Toll liszt	10,0	90,0	41,6	8,4	0,0	1,4	38,7			15,1	10,4	46,2	9,3	0,0	1,5	43,0		
Toll liszt – (hidrolizált)	8,7	91,3	78,9	6,0	0,0	3,7	2,6	0,18	0,64	25,0	16,5	86,4	6,6	0,0	4,1	2,8	0,2	0,7
Halliszt	7,7	92,3	66,5	7,4	0,0	1,5	17,0	5,50	3,20	21,7	14,5	72,0	8,0	0,0	1,6	18,4	6,0	3,5
Halliszt (60%)	8,7	91,3	61,7	10,5	0,0	1,7	17,3	4,53	2,46	21,6	14,7	67,6	11,5	0,0	1,9	18,9	5,0	2,7
Halliszt (65%)	8,6	91,4	64,2	9,4	0,0	1,3	16,5	3,95	2,51	21,8	14,7	70,2	10,3	0,0	1,4	18,1	4,3	2,7
Halliszt (70%)	6,7	93,3	71,4	3,5	0,0	3,1	15,3	3,42	2,29	21,9	14,3	76,5	3,8	0,0	3,3	16,4	3,7	2,5

F-8. táblázat: Haltáplálékszervezetek, kiegészítő takarmányok és takarmány-összetevők, kémiai összetétele és emészthető energia tartalma

Haltáplálék szervezetek és takarmányok	A haltáplálékszervezetek és takarmányok összetömegre számított összetétele (%)									Energia (MJ/kg)		A haltáplálékszervezetek és takarmányok SzáA-ra számított összetétele (%)						
	Víz	SzáA	NyF	NyZs	NyR	Nmka	NyH	Ca	P	ÖE	EE	NyF	NyZs	NyR	Nmka	CA	Ca	P
Vegyes állati fehérjeliszt (54%)	6,4	93,6	54,9	17,5	0,0	2,5	18,7	5,34	2,51	22,5	15,9	58,7	18,7	0,0	2,7	20,0	5,7	2,7
Vegyes állati fehérjeliszt (58%)	5,5	94,5	59,0	14,7	0,0	3,8	17,0	4,77	2,53	22,8	15,9	62,4	15,6	0,0	4,0	18,0	5,0	2,7
Vegyes állati fehérjeliszt (62%)	6,7	93,3	62,4	11,8	0,0	3,2	15,9	4,40	2,77	22,5	15,4	66,9	12,6	0,0	3,4	17,0	4,7	3,0
7. LIPID TAKARMÁNYOK																		
7.1 Növényi eredetű lipid takarmányok																		
Kókuszszír	0,5	99,5	0,0	98,3	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,4	32,9	0,0	98,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pálmaolaj	0,8	99,2	0,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,2	32,8	0,0	98,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Napraforgóolaj	1,1	98,9	0,0	98,7	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,5	33,0	0,0	99,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7.2 Állati eredetű lipid takarmányok																		
Halolaj	1,0	99,0	0,0	98,4	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,4	32,9	0,0	99,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sertésszír	1,1	98,9	0,0	98,1	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,3	32,8	0,0	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Baromfiszír	0,8	99,2	0,0	98,5	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,4	33,0	0,0	99,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Faggyú	1,0	99,0	0,0	98,3	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	37,4	32,9	0,0	99,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8. ÁSVÁNYIANYAG KIEGÉSZÍTŐK																		
Csontliszt	8,0	92,0	5,5	0,0	2,0	0,9	84,6	30,36	13,8	2,1	1,1	6,0	0,0	2,2	1,0	92,0	33,0	15,0

(Forrás: [57], [117], [71], [104], [21])

Magyarázat a hátsó borító képeihez: A fajlagos beruházási és üzemelési költségek csökkentése érdekében általában nagyméretű és magas technikai szintű recirkulációs rendszereket építenek. A tógazdasági termelés kiegészítőjeként azonban hasznos lehet kisebb méretű, egyszerű, olcsó anyagokból készített recirkulációs egység létesítése és üzemeltetése is. A hátsó borítón egy ilyen 150 m³-es egység látható:

- A kiásott geomembránnal (tófóliával) bélelt földmedence fölött felállított dupla falú (és ilyen módon bizonyos mértékben szigetelt) fóliaház lehetővé teszi a termelési szezon meghosszabbítását.
- A halnevelő medence végén elhelyezett dobszűrő, biofilter és vízforgató szivattyú biztosítja a hatékony víztisztítást.

A rendszer viszonylag kis mérete miatt elsősorban ivadéknevelésre, de díszhaltermelésre és haltárolásra is alkalmas.

