

WOYNÁROVICH ANDRÁS – KOVÁCS ÉVA – NAGY SÁNDOR ALEX

A VÍZMINŐSÉG ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

GYAKORLATI ÚTMUTATÓ
TERMÉSZETESVÍZI HALGAZDÁLKODÓKNAK
ÉS TÓGAZDASÁGI HALTERMELŐKNEK



WOYNÁROVICH – KOVÁCS – NAGY

A VÍZMINŐSÉG ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

GYAKORLATI ÚTMUTATÓ
TERMÉSZETESVÍZI HALGAZDÁLKODÓKNAK
ÉS TÓGAZDASÁGI HALTERMELŐKNEK

A VÍZMINŐSÉG ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

**GYAKORLATI ÚTMUTATÓ
TERMÉSZETESVÍZI HALGAZDÁLKODÓKNAK
ÉS TÓGAZDASÁGI HALTERMELŐKNEK**

SZERZŐK:
WOYNÁROVICH ANDRÁS
KOVÁCS ÉVA
NAGY SÁNDOR ALEX

Címloldal-fotók:

Kézi hálóval gyűjtött minta megfigyelése,
burjánzó fonalas alga, próbahalászat és terepeszközök
(Woynárovich András felvételei, háttérkép: arhívum)

Szakmai lektorok:

Dévai György
Bíró Péter

Felelős kiadó:

Klenovics Gábor főosztályvezető
Agrárminisztérium, Halgazdálkodási Főosztály

ISBN 978-615-5673-59-7

Példányszám: 250 db

A könyv megjelenését az Agrárminisztérium
„Állami halgazdálkodási feladatok támogatása”
fejezeti kezelésű előirányzat forrásai
tették lehetővé.

Nyomdai kivitelezés:

Duna-Mix Kft.

Felelős vezető:

Szakolczai Lóránt ügyvezető igazgató

www.dunamix.hu

Jelen könyv elektronikus formában is elérhető
a következő webcímen:

halaszat.kormany.hu/szakmai-anyagok

A könyv szabadon másolható, terjeszthető megjelentethető
és előadható, de nem módosítható.

Kérjük amennyiben részletet kíván felhasználni, a forrást
minden esetben tüntesse fel.



ELŐSZÓ

A szerzők szándéka szerint ez a szakkönyv azzal a céllal készült, hogy gyakorlati útmutatóként szolgáljon a halgazdálkodással és haltenyésztéssel hasznosított álló édesvizek azon fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak felméréséhez és nyomon követéséhez, melyek alapvetően határozzák meg és/vagy befolyásolják a haltermelés eredményességét.

Mindenképpen hézagpótló ez a kézikönyv, ami a szerzők FAO számára írt és idén megjelenő hasonló témájú munkájuk átdolgozott és kiegészített változata. A hazai szakirodalmat áttekintve megállapítható, hogy inkább csak könyvfejezetek láttak napvilágot e témában, és nincs is olyan önálló könyv, ami hasonló küldetést fogalmazott volna meg, leszámítva talán Papp Károlyné dr. és Fűrész György: *Vízminőség, vízvizsgálatok* című, 2003-ban megjelent könyvét.

A könyv aktualitását a klímaváltozás halászatra és haltenyésztésre gyakorolt hatása tovább növeli. Ezért a vízminőségi állapot felmérése és értékelése rendkívül fontos rutin feladata kell legyen a gyakorló halgazdálkodóknak és haltermelőknak. Ennek a gondolatnak a jegyében szükséges, hogy a vízre ne, mint „statikus” élettérre és tenyészközegre tekintsünk, hanem igenis fektessünk hangsúlyt e folyton változó élőhely rendszeres vizsgálatára, monitorozására, és adjunk hatékony válaszokat az esetleges változásokra és a felmerülő problémákra! Halaink egészségének, jólétének és a magas természetes hozamoknak ez a záloga.

Budapest, 2018. október havában

Udvari Zsolt

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők szeretnének köszönet mondani Dr. Papp Károlynénak, a Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) nyugalmazott hidrobiológusának önzetlen szakmai tanácsaiért, és azért, hogy szükség esetén mindig a szerzők rendelkezésére állt. A szerzők szintén megköszönik Gaál László vegyészmérnöknek az angol kézirat elkészítése során nyújtott értékes szakmai észrevételeit és javaslatait.

A kézikönyv elkészítésekor Dr. Majoros Gábor állatorvos segítette és ellenőrizte az ábrákon szereplő vízi szervezetek angol nevének szakszerű fordítását, melyet a szerzők ezúton is köszönnek.

Köszönet illeti továbbá Cserépy László tipográfust, kiadványszerkesztőt, aki a könyvet tervezte és szerkesztette.

Utoljára, de nem utolsó sorban köszönet illeti Dr. Dévai György professzor emeritus és Dr. Bíró Péter akadémikus minden részletre kiterjedő lektori munkáját.

Előszó	5	7. Meteorológiai módszerek és eszközök használata a természetesvízi halászatban és haltenyésztésben	53
Köszönetnyilvánítás	6	8. Összefoglaló következtetések	56
Tartalomjegyzék	7	8.1. Szakmai vezetők által elvégzendő felmérések, mintavételek és tesztek.....	56
1. Bevezetés	11	8.2. Amikor speciális szakemberek közreműködésére van szükség.....	57
1.1. A könyvben használt leggyakoribb szakkifejezések.....	11	Szójegyzék	58
1.2. Édesvizek és ezek halászati és haltermelési hasznosítása.....	12	Irodalomjegyzék	65
1.3. Az édesvizek tulajdonságai és halászati, haltermelési alkalmasságuk.....	13		
1.4. Ajánlások a könyv tartalmához és használatához.....	14		
2. A víz fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságai	16		
2.1. A víz fizikai tulajdonságai.....	16	MELLÉKLETEK	
2.1.1. A víz halmazállapotai.....	16	1. Melléklet	69
2.1.2. A víz sűrűsége és hőrétegződés a vizekben.....	18	A vizek jellemzőbb gyakorlati csoportosításai	
2.1.3. A víz fajhője.....	19	2. Melléklet	72
2.1.4. A víz viszkozitása.....	20	A halgazdálkodás és tógazdasági haltermelés számára fontos vízi szervezetek	
2.1.5. A felületi feszültség.....	20	3. Melléklet	84
2.2. A víz kémiai tulajdonságai.....	20	Néhány gazdaságilag fontos halfaj környezeti igénye	
2.2.1. A víz kémiai felépítése és szerkezete.....	20	4. Melléklet	89
2.2.2. Édesvizek kémiai sajátosságai.....	20	Mintavételre és a vizek tulajdonságainak mérésére használt eszközök, teszt kitek és műszerek számbavétele	
3. Az élettelen természet által meghatározott vízminőségi mutatók	22	5. Melléklet	96
3.1. Vízmozgások.....	22	A halas szakma számára hasznos további magyar nyelvű szakmai anyagok jegyzéke (1953 – 2019)	
3.2. Vizek hőmérséklete.....	22		
3.3. A vizek sótartalmának mennyiségi és minőségi jellemzői.....	25	TÁBLÁZATOK	
3.3.1. Halobitás.....	25	1-1. táblázat	13
3.3.2. Keménység.....	27	A tengerek és édesvizek tulajdonságai, ezek hatása a halállományra és a halászatra	
3.4. Vizek pH-ja.....	28	2-1. táblázat	21
3.5. Alkalinitás.....	30	A vizekben található anyagok és azok különböző formáinak áttekintése	
4. Az élettelen és az élő természet által közösen meghatározott vízminőségi mutatók	31	3-1. táblázat	25
4.1. Fényviszonyok és átlátszóság a vizekben.....	31	A vizek osztályozása összótartalmuk szerint	
4.2. Az oldott oxigén mennyisége és eloszlása a vizekben.....	32	3-2. táblázat	26
4.3. Szervetlen és szerves anyagok a vizekben – trofitás és szaprobitás.....	35	Makróionok kombinációja a vizekben és ezek alkalmassága haltermelésre	
4.4. Mérgező anyagok a vizekben – toxicitás.....	36	3-3. táblázat	28
5. Az élő természet által meghatározott vízminőségi mutatók	39	A víz keménységének skálái és értékei	
5.1. Építő és lebontó folyamatok a vizekben.....	39	5-1. táblázat	46
5.2. Élet az állóvizek fő habitatjaiban.....	40	Halfogási módszerek és azok alkalmassága különböző halminták vételére	
5.2.1. Felületi hártya életközösségei.....	41	8-1. táblázat	56
5.2.2. Nyíltvíz életközösségei.....	41	Szakmai vezetők által nyomon követendő vízminőségi és meteorológiai adatok	
5.2.3. Biotekton és bentosz.....	46	8-2. táblázat	57
5.2.4. Makrovegetáció a vizekben.....	47	A halászzal és haltenyésztéssel hasznosított vizek alapvető adatai	
6. Kölcsönhatások a vizekben	49		

A1-1. táblázat	69	2-4. ábra	19
A víz becsült globális eloszlása		Állóvizek vizének felmelegedési és lehűlési folyamata mérsékelt égövön	
A1-2. táblázat	70	2-5. ábra	19
Tavak osztályozása hőmérsékleti tulajdonságaik és földrajzi fekvésük szerint		A fajhő hatása a víz hőmérsékletére	
A1-3. táblázat	71	2-6. ábra:	20
Vízminőség szerinti besorolási jellemzők és határértékek		A víz hőmérséklete és viszkozitása közötti kapcsolat	
A1-4. táblázat	71	2-7. ábra	20
Mérsékelt égövi édesvizek trofikus állapota és haltermelő képessége		A vízmolekula szerkezete és térbeli elhelyezkedése a három halmazállapotban	
A2-1. táblázat	75	3-1. ábra	22
Milyen mértékben preferálja az amur a különböző növényeket		Hőmérsékleti rétegződés és napi vertikális körforgás a vizekben nyáron	
A3-1. táblázat	84	3-2. ábra	23
Halgazdálkodáshoz és haltermeléshez szükséges tényezők – pisztrángfélék		Optimális, elfogadható és letális vízhőmérsékleti értékek hidegvízi, melegvízi és trópusi halak számára	
A3-2. táblázat	85	3-3. ábra	23
Halgazdálkodáshoz és haltermeléshez szükséges tényezők – melegvízi halak		Felszíni édesvizek csoportosítása a bennük élő halak szerint	
A3-3. táblázat:	85	3-4. ábra	24
Optimális vízhőmérsékleti értékek irányszámai pisztrángfélék és más hidegvízi halak különböző életszakaszaira		Jellegzetes hőrétegződési minták mérsékelt égövi sekély tavakban	
A3-4. táblázat	86	3-5. ábra	24
Néhány gazdaságilag fontos halfaj táplálkozás szerinti besorolása		Jellegzetes hőrétegződési minták trópusi sekély tavakban	
A3-5. táblázat	86	3-6. ábra	25
Néhány gazdaságilag fontos halfaj ivásának helye és vízhőmérséklete		Vízmintavevő edény hőmérséklet és oldott oxigén méréséhez	
A3-6. táblázat	87	3-7. ábra	26
Néhány gazdaságilag fontos halfaj ikrájának inkubációs adatai		A csillagábra szerkezete és néhány víztér valós adatokból szerkesztett csillagábrája	
A3-7. táblázat	87-88	3-8. ábra	29
Néhány gazdaságilag fontos halfaj nem-táplálkozó lárva nevelésének adatai		A pH-skála és a vizek haltermő-képességének kapcsolata	
A3-8. táblázat	88	3-9. ábra	29
Néhány gazdaságilag fontos halfaj táplálkozó lárva-jának adatai		A pH vázlatos napi változása az alkalinitás és az algaplankton termelésének függvényében	
ÁBRÁK		4-1. ábra	31
1-1. ábra	13	A vízbe eső fény visszaverődése	
Édesvizek eredetük és elhelyezkedésük szerint		4-2. ábra	31
1-2. ábra	13	Secchi-korong	
A vizek tulajdonságai, minősége és jósa közötti kapcsolat		4-3. ábra	32
1-3. ábra	14	A víz oldott oxigéntartalma különböző hőmérsékleteken	
Az élettelen és az élő természet által meghatározott vízminőségi mutatók		4-4. ábra	33
2-1. ábra	17	Az oldott oxigéntartalom napi változása magas trofitású vizekben	
Vázlatosan ábrázolt kapcsolat a jégképződés és a levegő hőmérséklete között		4-5. ábra	33
2-2. ábra	17	Az oldott oxigéntartalom mélység, trofikus viszonyok és évszak szerinti változása	
Vázlatosan ábrázolt kapcsolat a párolgás intenzitása és néhány meghatározó tényezője között		4-6. ábra	33
2-3. ábra	18	A különböző halfajcsoportok számára optimális, és elfogadható oldott oxigéntartalmak	
A víz hőmérséklete és sűrűsége közötti kapcsolat		4-7. ábra	35
		Trofitás, foszfortartalom, biodiverzitás és a halfauna szerkezete közötti kapcsolat	
		4-8. ábra	37
		Halmérgezés különböző stádiumai	

5-1. ábra	39
Táplálépiramis a vizekben – természetes haltáplálék- szerzetek és azok fogyasztói	
5-2. ábra	41
Molnárka a víz felszínén és csípőszúnyoglárva a víz felszíne alatt	
5-3. ábra	43
Fonalsalgák, amelyek szabad szemmel is láthatók	
5-4. ábra	45
Zooplankton-vizsgálat szabad szemmel	
7-1. ábra	54
Interneten elérhető mezőgazdasági meteorológiai szolgálat – hazai példák	
7-2. ábra	55
Interneten elérhető mezőgazdasági meteorológiai szolgálat – nemzetközi példák	
A1-1. ábra	69
Szárazföldi (kontinentális) vizek fő csoportjai	
A1-2. ábra	70
Tavak osztályozása hőmérsékleti tulajdonságaik és földrajzi fekvésük szerint	
A2-1. ábra	72
Állóvizek habitatjai és az azokban található hal- táplálék-szerzetek	
A2-2. ábra	73
Bakterioplankton és algaplankton	
A2-3. ábra	74
Hínár- és mocsári növények	
A2-4. ábra	75
Zooplankton – egysejtűek	
A2-5. ábra	76
Zooplankton – kerekférgek	
A2-6. ábra	76
Zooplankton – ágascápú rákok	
A2-7. ábra	77
Zooplankton – evezőlábú rákok	
A2-8. ábra	77
Nagytestű rákok	
A2-9. ábra	78
Vízi rovarok – csípő- és árvaszúnyogok	
A2-10. ábra	79
Vízi rovarok – szúnyogok lárvái és bábjai	
A2-11. ábra	79
Vízi rovarok – kérészek	
A2-12. ábra	80
Vízi rovarok – szitakötők	
A2-13. ábra	81
Vízi rovarok – vízi poloskák	
A2-14. ábra	81
Vízi rovarok – vízibogarak	
A2-15. ábra	82
Vízi rovarok – vízibogarak és lárváik	
A2-16. ábra	82
Gyűrűsférgek	
A2-17. ábra	83
Puhatestűek	
A2-18. ábra	83
Békák	

A3-1. ábra	84
Édesvízi halak fejlődési szakaszai a szívárványos pisztrágon bemutatva	
A4-1. ábra	89
Vizek minőségének felméréséhez használt terepszeközök	
A4-2. ábra	90
Különböző vízhőmérők és egy házilag összeállítható vízmintavevő	
A4-3. ábra	91
Planktonháló készítésének lépései	
A4-4. ábra	91
Kézi hálók vízi rovarok, hallárva és bentosz mintavételéhez	
A4-5. ábra	92
Halminta vételéhez használt eszközök	
A4-6. ábra	92
A halászatban és haltenyésztésben leggyakrabban használt nagyítók és lupék	
A4-7. ábra	93
Sztereomikroszkóp	
A4-8. és A4-9. ábra	93, 94
Teszt kitek	

KIEMELT MAGYARÁZATOK

3-1. kiemelt magyarázat	24
Az óra- és a napfok kiszámítása	
3-2. kiemelt magyarázat	26
Domináns kationok hatása a víz haltermelésre való alkalmasságára	
3-3. kiemelt magyarázat	27
Pufferkapacitás	
3-4. kiemelt magyarázat	29
A pH értékének leolvasása és kifejezése	
4-1. kiemelt magyarázat	32
A víz átlátszósága és a trágyázás szükségessége közötti kapcsolat	
4-2. kiemelt magyarázat	37
Halelhullás mértékének becslése	
5-1. kiemelt magyarázat	40
A természetes táplálék és az egyes halfajok ára	
5-2. kiemelt magyarázat	42
A planktont alkotó szerzetek csoportjai	
5-3. kiemelt magyarázat	48
A makrovegetáció biológiai szabályozása	
6-1. kiemelt magyarázat	49
Az egyes vízrétegek közötti különbségek mélyebb tavakban	
7-1. kiemelt magyarázat	53
A klímaváltozás hatása a halászatra és haltenyésztésre	
8-1. kiemelt magyarázat	57
A vízmintán feltüntetendő adatok köre	
A4-1. kiemelt magyarázat	95
A vízminőségi mutatók méréséhez használt műszerek esetleges sorsa	

1. BEVEZETÉS

A halak megfigyelése, fejlődésük nyomon követése közvetlen módon általában nem lehetséges, ezért természetesvízi és halastavi állományaik állapotának és növekedésének felmérése rendszerint indirekt módon, többek között a víztér, mint élőhely minőségi állapotának meghatározásán keresztül történik. A víz fizikai, kémiai és biológiai minőségének rutinszerű és alkalmi megfigyelése, ellenőrzése és értékelése segítheti a természetesvízi halgazdálkodókat és a tógazdasági haltermelőket a vizekkel és a bennük lévő halállományokkal kapcsolatos döntések meghozatalában.

Az édesvizek hatékonyabb halászati és haltenyésztési hasznosításának érdekében nemcsak a termelési megoldások fejlesztésére van szükség, hanem arra is, hogy a vizek halgazdálkodást és haltermelést befolyásoló tulajdonságait egyszerűen és hatékonyan lehessen ellenőrizni és nyomon követni.

1.1 A KÖNYVBEN HASZNÁLT LEGGYAKORIBB SZAKKIFEJEZÉSEK

Könyvünkben három – rendszeresen előforduló – kifejezés használatát kell rögtön előljáróban tisztáznunk szakmai szempontból, mivel szeretnénk elkerülni, hogy a tudományosan igényes szóhasználat mellőzésének a vádja fogalmazódjon meg az olvasóban. Három olyan kifejezésről van szó (víz, **édesvíz***, vízminőség), amelyeknél bizonyos eltérés van a mindennapos és a szaktudományosan korrekt szóhasználat között. Ezen különbségeket Dévai és munkatársai (1998), valamint Nagy és munkatársai (2007, 2013) idevágó publikációi alapján lehet a legjobban megvilágítani.

A víz szónak sokféle jelentése van. Ebben a munkában kétféle megközelítésben használjuk: egyrészt a víztömeget természeti közegként, aminek fizikai és kémiai sajátosságai vannak, s élőlények népesítik be, másrészt topográfiai objektumként, ami a földrajzi burok egy meghatározott, jól körülhatárolható egységének felel meg. Az utóbbi esetben szakmai szempontból a **víztér*** vagy a **víztest*** kifejezéseket kellene alkalmazni, de az egyszerűség és közérthetőség kedvéért helyettük a hétköznapi szóhasználatban elterjedt „vizek” kifejezés használata mellett döntöttünk. Bizonyos mértékig szintén kifogásolható a német

eredetű, tükörfordításként is felfogható édesvíz szó használata. A földünkön természetes körülmények között megtalálható összes víz sóoldatnak tekinthető. Még az eső formájában lehulló csapadékban is található valamennyi só, ami a légkörből oldódik be a lehulló vízcseppekbe. A sók kiválóan oldódnak a vízben és az ott történő felhalmozódásuk során – a sókoncentráció növekedésén túl – nem észlelünk semmiféle olyan változást, ami valamiféle határ vagy határok átlépésére utalna. Így erről az oldalról megközelítve a különböző sótartalmú vizek között nincs lehetőség megalapozottan különbségeket tenni.

Köztudott ugyanakkor, hogy a vízi élőlények egy jelentős része kifejezetten az alacsony sótartalmú vizeket, más része a magas sótartalmú vizeket kedveli, míg van egy sor olyan faj is, amelyek számára az átmeneti állapotok is megfelelőek, sőt a sótartalom ingadozásait is jól elviselik (tolerálják).

Ennek megfelelően a 20g/L mennyiségnél több sót tartalmazó vizeket sós vizeknek tekintjük. Ilyenek pl. a tengerek, az óceánok és a kontinentális sós tavak egy része (35g/L sótartalom körüli értékkel) ill. a kontinentális szikes vizek (akár 60g/L sótartalom fölött). Extrém példa a Holt-tenger, a maga 370g/L-es sótartalmával.

Sótartalom szempontjából átmeneti, félsós vagy brakkvizeknek tekintjük mindazon vizeket, amelyek sótartalma 0,5 és 20 g/L között változik. Ilyenek a kontinentális állóvizek egy másik nagy része, a tengerekbe, óceánokba ömlő vízfolyások torkolati szakaszai, de bizonyos időszakokban egy-egy tengeröbölben is előfordulhat, hogy 20g/L alá csökken a sótartalom.

Mindazon vizeket, amelyek sótartalma 0,5g/L alatt van, kis sótartalmú (oligohalobikus) vizeknek tekintjük. Ilyen a természetben található vízfolyások és az ezekből képződött állóvizek, különösen az átfolyásos jellegűek többsége. Köznapi értelemben ezeket hívjuk 'édesvizeknek' (Felföldy 1981) – a bennük tenyésztethető halfajokat pedig 'édesvízi' halaknak – annak ellenére, hogy a fentiek értelmében szó sincs semmiféle 'édes' jellegről, hiszen ezek is sóoldatok, csak a sóból 0,5g/L értéknél mindig kevesebbet tartalmaznak (lásd a 3-1. táblázatot). A halastavak jelentős része is ebbe a csoportba tartozik. Számos esetben előfordul, hogy éppen a termelőképeség magas szinten tartása érdekében a halastavak sótartalma átlépi ezt a határértéket, ami azonban jórészt kis mértékű, s legfeljebb az enyhén sós (mezohalobikus) vizek alsó kategóriájába esnek át, de oda is gyakran csak időlegesen.

Az édesvíz kifejezés tehát szakmai szempontból helytelen ugyan, de miután a köznapi szóhasználatban és az ismeretterjesztő szakzsargonban nagyon elterjedt, s mivel alkalmazásakor mindenki egyértelműen a csekély sótartalmú vizekre gondol, munkánkban mi is ezt a kifejezést használjuk.

A vízminőség és a vízjóság értelmezése körül még ma is számos vita van. Sokan még a két fogalmat sem különítik el egyértelműen, így szükségesnek tartjuk röviden ismertetni, hogy jelen munka ebből a szempontból milyen alapokra épül.

A vízminőség fogalmának értelmezése esetében rögtön kiindulásként el kell mondani, hogy már az elnevezés is vitára adhat okot, hiszen vízminőségen sohasem magának a víznek, mint H₂O molekulák tömegének a minőségét értjük, hanem annak a bonyolult rendszernek az állapotát, amit a vízmolekulák, valamint a vízben oldott, szuszpendált, kolloid vagy formált alakban jelen lévő anyagok és az élőlények együttesen alkotnak.

A vízminőség állapotként való értelmezése kulcsfontosságú, mert ez egy adott víztér vagy víztest objektív, belső, lényegi meghatározottságának felel meg, az összes előbb felsorolt tényező együttes hatásából következő, azok eredőjeként értelmezhető sajátosság. Bármely víztér vagy víztest állapotát le lehet írni tulajdonságai meghatározása révén, akár végtelen számú állapotjelző mérésével is. A gyakorlatban természetesen a mérhető tulajdonságok végesek, amelyek milyenségét sajnos legtöbbször a rendelkezésre álló lehetőségek (pl. eszközpark, vegyszerek) határozzák meg. Ha a vízminőséget állapotként értelmezzük, akkor könnyen belátható, hogy egy állapot objektív sajátossága egy víztömegnek, ami önmagában nem lehet jó vagy rossz, nem javulhat vagy romolhat, csak változhat. A változás képessége – egy leírható folyamat mentén – a természetben előforduló vizek fontos sajátossága. Az már egészen más kérdés, hogy egy adott állapot milyen élőlénycsoport számára kedvező vagy kedvezőtlen, illetve milyen használati szempont szerint ítélni jónak, rossznak, a változás iránya pedig kedvezőnek vagy kedvezőtlennek. Ez azonban már nem minőségi, hanem jósági kérdés. A vízjóság ugyanúgy lényegi meghatározottsága egy víztömegnek, mint a minőség, de külső – felhasználói szempontok szerinti – értelmezésben, amit csak akkor tudunk értékelni, ha ismerjük az adott felhasználói szempont igényeit (ivóvíz, fürdővíz, öntözővíz, halastóvíz stb.) A halastavak esetében a haltermelő legfontosabb feladata, hogy a vizet olyan szempontok szerint értékelje, és olyan állapotba hozza, hogy az a lehető legalkalmasabb legyen a halastavi ökológiai rendszer egy kitüntetett élőlénycsoportja – a nevelni kívánt halfaj(ok) – számára.

A továbbiakban ezért vízminőségen a halastavi haltermelés – végső soron a termelő halfajok – számára legkedvezőbb állapotú víz tulajdonságainak összehangolt rendszerét értjük.

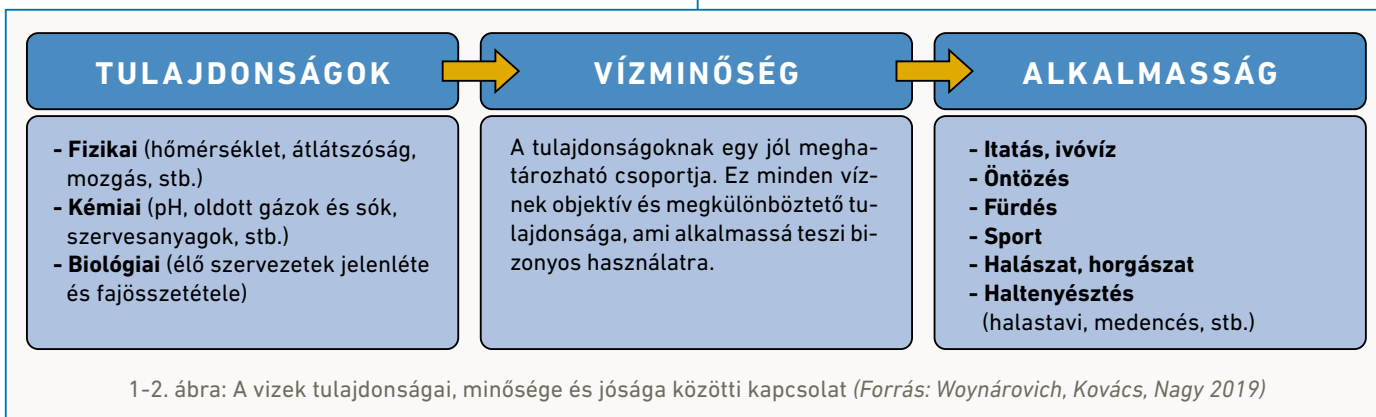
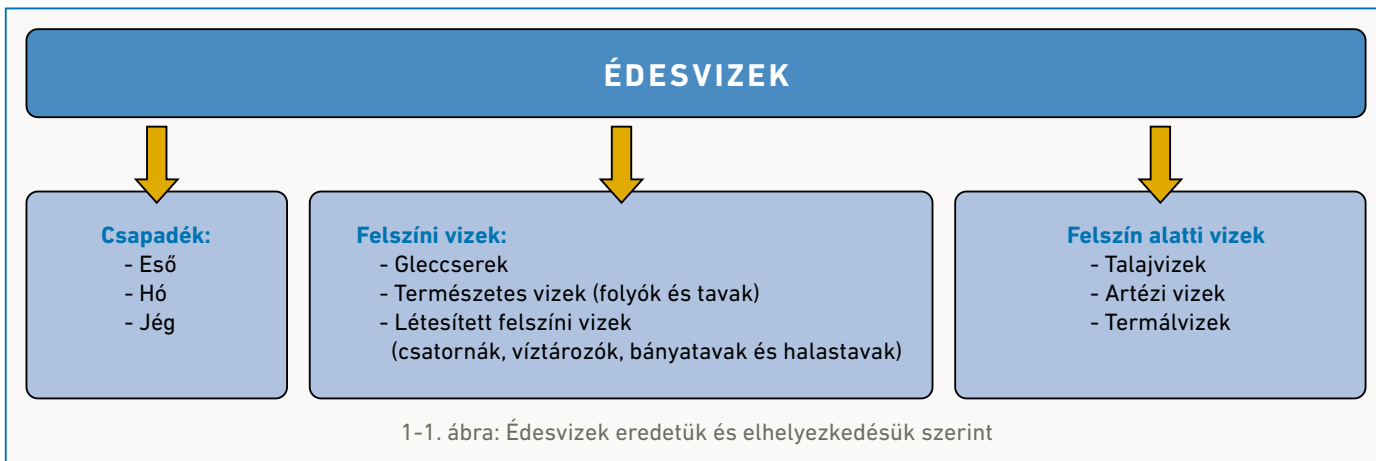
A **halászat*** és **halgazdálkodás*** során, illetve a különböző **haltermelési rendszerekben***, úgymint a **tógazdasági haltermelés*** vagy a **kihelyezésen alapuló természetesvízi halgazdálkodás***, a termelni kívánt halfajok mellett fontos ismerni a víz fizikai és kémiai tulajdonságait, továbbá élővilágát is. A hidrobiológiai alapismeretek abban segíthetnek a természetesvízi halgazdálkodóknak és toógazdasági haltermelőknak, hogy a víz halak és halállományok számára legfontosabb tulajdonságait képesek legyenek megfelelően megfigyelni és értékelni.

1.2 ÉDESVIDEK ÉS EZEK HALÁSZATI ÉS HALTERMELÉSI HASZNOSÍTÁSA

Édesvíz mindenütt található a természetben: az atmoszférában, a földön és a földfelszín alatt is. E szerint csapadékot, **felszíni vizeket*** és **felszín alatti vizeket*** lehet megkülönböztetni, melyek egyformán fontosak a természetesvízi halászat és a különböző haltermelési rendszerek számára. Míg a természetes és mesterséges felszíni vizek **élőhelyet*** biztosítanak a halak számára, a csapadék, a források, a gleccsek és a felszín alatti vizek ezeket táplálják (1-1. ábra).

A szárazföldön belül elhelyezkedő vizek különböző meghatározásai többségükben megegyeznek az Európai Bizottság definíciójával (2006), mely nem csak a természetes vízfolyásokat és az édesvízű állóvizeket, mesterséges tavakat, víztározókat, és a halastavakat (édesvizeket általában), de a különböző mértékben sós tavakat és a tengerek lagúnáit is ebbe a csoportba sorolja. Ennek ellenére ebben a kézikönyvben a halászattal és haltenyésztéssel való hasznosítás tárgyalása során leginkább az édesvizekkel fogunk foglalkozni, ahogyan ezt az 1-1. táblázat foglalja össze. Amennyiben a téma megköveteli a szárazföldön belül elhelyezkedő egyéb típusú vizek említését is, ezt az ilyen vizeket pontosan megnevezve fogjuk megtenni.

A halászat és haltermelés számára használt vizek más gyakorlati csoportosításai is ismertek. Ezek az 1. mellékletben található, melynek értelmében a természetes és a létesített felszíni vizeket gyakran osztályozzák méretük (terület, szélesség, hossz és mélység), vízállító képességük, víztömegük, szezonitásuk (szezonális és állandó vizek) és hasznosításuk szerint.



Emellett a vizeket halgazdálkodást és haltermelést meghatározó és befolyásoló tulajdonságaik szerint is csoportosíthatják.

1.3 AZ ÉDESZVIZEK TULAJDONSÁGAI ÉS HALÁSZATI, HALTERMELÉSI ALKALMASSÁGUK

A kémiailag tiszta víz színtelen, íztelen, szagtalan anyag, mely alacsony vezetőképességgel rendelkezik. Ebben az állapotban gyakorlatilag nem található meg a természetben, mivel rendkívül jó oldószer, így tényleges állapota, fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai az őt körülvevő környezettől függenek.

Ahogy az 1. mellékletben látható különböző csoportosítási lehetőségek mutatják, a vizek használata és hasznosítása elsősorban azok minőségétől függ. A minőség azonban csak akkor értelmezhető, ha a víz hasznosításának célja is meghatározásra kerül (1-2. ábra). Ahogy azt az előző fejezetben már hangsúlyoztuk a víz minősége önmagában nem lehet sem jó, sem rossz, csak egyszerűen alkalmas vagy alkalmatlan egy bizonyos célra. Ennek következtében a vízminőség javulása vagy romlása csak akkor értelmezhető, ha megadjuk, hogy milyen céllal végezzük az értékelést. Ez viszont már nem minőségi (kvalitás), hanem jósági (bonitás) szempontú értékelése az adott víznek. Nagyon fontos tehát, hogy a vizek ilyen jellegű tulajdonságainak meghatározásánál azok minőségét, jóságát, illetve valamely célra való alkalmasságát megkülönböztessék, ugyanakkor ezeket

Tulajdonságok	Tengerek	Határ: Partvonal	Folyótorkolatok és lagúnák	Határ: A sós víz felső határa	Édesvízű tavak és vízfolyások
Sótartalom	Sós vizek		Brakkvizek*		Édesvizek
Halfajok	Tengeri és diadróm*		Tengeri, diadróm és édesvízi		Diadróm és édesvízi
A halászat státusza	Tengeri		Országoként eltér, lehet tengeri és édesvízi.		Édesvízi
Halászok	Tengeri		Országtól függően tengeri vagy édesvízi.		Országtól függően tengeri vagy édesvízi.

1-1. táblázat: A tengerek és édesvizek tulajdonságai, ezek hatása a halállományra és a halászatra. Forrás: Európai Bizottság 2006.

együtt vegyék számba, kövessék nyomon és értékeljék. (Nagy et. al. 2007, Nagy 2013, Government of British Columbia 2015).

A feltölthető és lecsapolható halastavak sajátos, sekély állóvizeknek minősülnek, melyekben az **eutrófi-záció** * kialakítása és fenntartása ellenőrzés alatt, céltudatosan történik. Az egyéb sekély, nagy és/vagy mély természetes vizek az A1-2. táblázat és A1-2. ábrán összefoglaltak szerint típusuknak megfelelően működnek. Ezekben a vízi élővilág szerves részét képezik a halak. Figyelembe véve, hogy a tógazdasági vagy természetesvízi halgazdálkodás célja a fenntartható és nyereséges haltermelés, a víz minden fizikai, kémia és biológiai tulajdonságát abból a szempontból kell vizsgálni és értékelni, hogy mennyire megfelelőek a különböző halfajok és halállományok számára.

1.4 AJÁNLÁSOK A KÖNYV TARTALMÁHOZ ÉS HASZNÁLATÁHOZ

Hasonlóan a vizek különböző szempontok szerinti csoportosításához, számtalan olyan sajátosság, illetve tulajdonságcsoporthoz létezik, melyeket vizsgálva le lehet írni a vizek aktuális minőségi jellemzőit. Ha azonban egy víztömeg adott hasznosítás céljára való alkalmasságát vagy alkalmatlanságát akarjuk meghatározni, elegendő azokat a sajátosságokat figyelembe venni, amelyek az adott cél szempontjából fontosak. Ezért a víz tényleges hasznosítási célja határozza meg, hogy milyen sajátosságokat kell megvizsgálni, illetve rendszeresen ellenőrizni. Ebben a kézikönyvben az édesvizek tulajdonságait azon szempontok szerint mutatjuk be, hogy azok milyen hatást gyakorolnak a halak életére, illetve hogyan és mennyire segítik vagy akadályozzák a

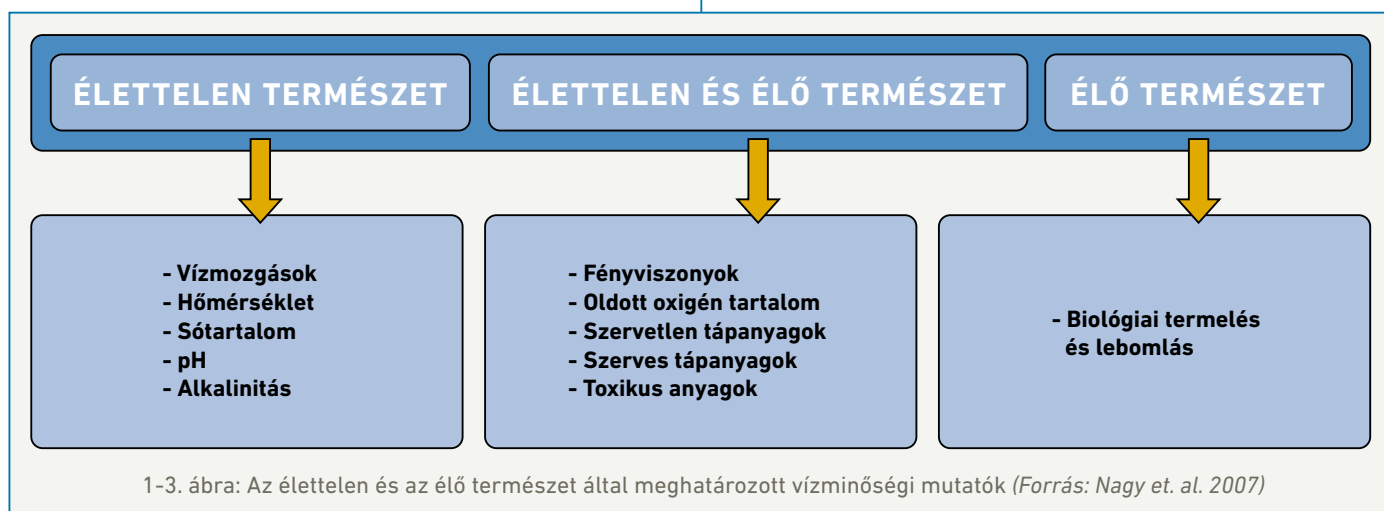
halgazdálkodás és haltermelés eredményességét. Bár a különböző típusú halászati és haltermelési rendszerek esetén a megengedhető, elfogadható, és kívánatos vízminőség nagymértékben eltérhet, mégis minden esetben van a vizek tulajdonságainak egy olyan jól körülhatárolható, konkrét csoportja, mely alapvetően meghatározza a halak életét, növekedését és szaporodását. Ezeket a vízminőségi sajátosságokat az élettelen és az élő természeti környezet formálja és határozza meg, ahogyan ez a 1-3. ábrán látható.

Ez a könyv azzal a célkitűzéssel készült, hogy a természetesvízi halgazdálkodók és tógazdasági haltermelők napi munkáját segítse. Azokra a vízminőségi sajátosságokra és tulajdonságokra fókuszál, melyek támogatják, lassítják vagy leállítják a halak növekedését, esetleg az életüket veszélyeztetik. Más megfogalmazásban ez a könyv azon vízminőségi sajátosságokat és tulajdonságokat veszi számba és ismerteti, melyek közvetlenül vagy közvetetten befolyásolják a természetes és épített/mesterséges állóvizek halgazdálkodásának és tógazdasági haltermelésének eredményességét.

Azért, hogy a vízminőség és vízjóság sokszor összetett és bonyolult jellemzőit könnyen meg lehessen érteni, a víz fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságainak bemutatása (2. fejezet) után a vízminőségi sajátosságok három csoportban kerülnek ismertetésre:

- Élettelen természet által meghatározott vízminőségi mutatók (3. fejezet),
- Élettelen és élő természet által meghatározott vízminőségi mutatók (4. fejezet),
- Élő természet által meghatározott vízminőségi mutatók (5. fejezet).

A fejezetek, illetve alfejezetek végén a kapcsolódó legfontosabb gyakorlati szempontokat és javaslatokat egy-egy pirossal kiemelt keretben foglaltuk össze.



A 6. fejezet a vizekben tapasztalható kölcsönhatásokat foglalja össze, ami segíti az olvasót a megelőző fejezetekben tárgyalt ismeretek összegzésében.

Az éghajlat és az időjárás halgazdálkodásban és haltermelésben betöltött kiemelkedő szerepe miatt a 7. fejezet ezek alapösszefüggéseit tárgyalja, a klímaváltozás problémáinak összefoglalása mellett a meteorológiai ismereteknek a halgazdálkodásban és haltermelésben való használatát kiemelve.

Az utolsó, 8. fejezet 8.1 alfejezete egy rövid összefoglalót tartalmaz arról, hogy miért, mikor és kinek szükséges a mintavételeket és tesztek elvégzését, míg a 8.2 alfejezet azokat az eseteket veszi számba, amikor speciális tudással rendelkező személyekre, szakszerű segítségre van szükség.

A fejezeteket öt melléklet egészíti ki, melyekben témák szerint csoportosított egyéb kiegészítő információk találhatóak. Ezek a téma mélyebb és további megismerésében segítik az érdeklődő olvasót.

A szerzők a könyv készítése során megpróbálták egyszerű, közérthető nyelvezetet használni, de néhány esetben speciális terminológiára volt szükség, hogy minden részletet a lehető legpontosabban lehessen leírni.

A könnyebb használat érdekében az értelmezésre szoruló szavak a *szójegyzék*ben kapnak magyarázatot. Azért, hogy a szövegben könnyen meg lehessen találni ezeket, dőlt betűvel és kék színnel kiemelve, egy csillaggal (*) jelöltük azon a helyen, ahol az adott szó először előfordul.

Annak érdekében, hogy a víz minősége a haltermelés szempontjából javuljon vagy helyreálljon, a könyv különböző módszerek, anyagok és vegyszerek használatát javasolja. Mivel ezen anyagok és vegyszerek minősége és koncentrációja még azonos márkánév esetén is eltérhet, javasolt ezeket még azelőtt kipróbálni, hogy nagyobb halállományokon vagy vízterekben felhasználásra kerüljenek.

2. A VÍZ FONTOSABB FIZIKAI ÉS KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

A Föld három élettelen szférája közül a hidroszférát a víz alkotja. A hidroszférában a víz szilárd, folyékony és pára/gáz halmazállapotban fordulhat elő. Ezek állandó átalakulásban vannak, amit a **hidrológiai ciklus*** ábrázol. A víz a földi élet alapja. A szárazföld **ökológiai*** rendszerei sem tudják magukat függetleníteni a víztől, de a víz fontossága egyértelműen a vízi és vizes ökológiai rendszerekben a legkiemelkedőbb, hiszen kivételesen egyedi életfeltételeket biztosít a benne előforduló vízi szervezeteknek, közöttük a halaknak. Ez a közeg egyben élőhely is, amelyben a hal lélegzik és él, azaz megfog, kikel, táplálkozik, növekedik, szaporodik és elpusztul (Dévai *et. al.* 1998).

Azért, hogy a különböző élettelen és élő természet által meghatározott vízminőségi sajátosságokat jobban meg lehessen érteni, jelen fejezet röviden összefoglalja a víz fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságait.

2.1 A VÍZ FIZIKAI TULAJDONSÁGAI

2.1.1 A víz halmazállapotai

A víz az egyetlen anyag, ami mindhárom halmazállapotban megtalálható a természetben.

1. A víz szilárd halmazállapota a jég és annak finom kristályváltozata, a hó. Normál **légnnyomás*** alatt

a jég 0 °C-on képződik és olvad, ez a víz fagyás- és olvadáspontja. A jég hőmérséklete 0 °C marad a fagyás és olvadás teljes folyamata alatt. Csak akkor süllyed 0 °C alá, ha a vele érintkező levegő ennél sokkal hidegebb és egy adott víztömeg a fenéig befagy. Amíg ez be nem következik, a jég hőmérséklete 0 °C marad, tekintet nélkül arra, hogy a vele érintkező levegő mennyire hideg. Ez a levegő és jég közötti hőmérsékletkülönbség a magyarázata annak, hogy a vízimadarak miért „melegednek” a jégen a hideg téli napokon.

A jégképződés során hő termelődik és kerül a környezetbe, míg olvadása hőt von el a környezetből. Ezzel magyarázható, hogy a vizek közvetlen környezetében a mikroklíma mindaddig hidegebb marad, amíg a jég teljesen el nem olvad.

2. A víz halmazállapota 0 °C és 100 °C között folyékony.

3. A gáz halmazállapotú víz a pára vagy a gőz (azaz forró pára). A pára **párolgás*** vagy **szublimáció*** során képződik. A párolgás a vizek felületén különböző intenzitással megy végbe; a hőmérséklet emelkedésével és légmozgás fokozódásával növekszik, míg a levegő páratartalmának növekedésével csökken (lásd a 2-2. ábrát). A párolgás akkor szűnik meg, amikor a levegő páratartama eléri a teljes telítettség szintjét.

JÉG KÉPZŐDÉSE, JELENLÉTE ÉS AZ EZZEL KAPCSOLATOS TEENDŐK

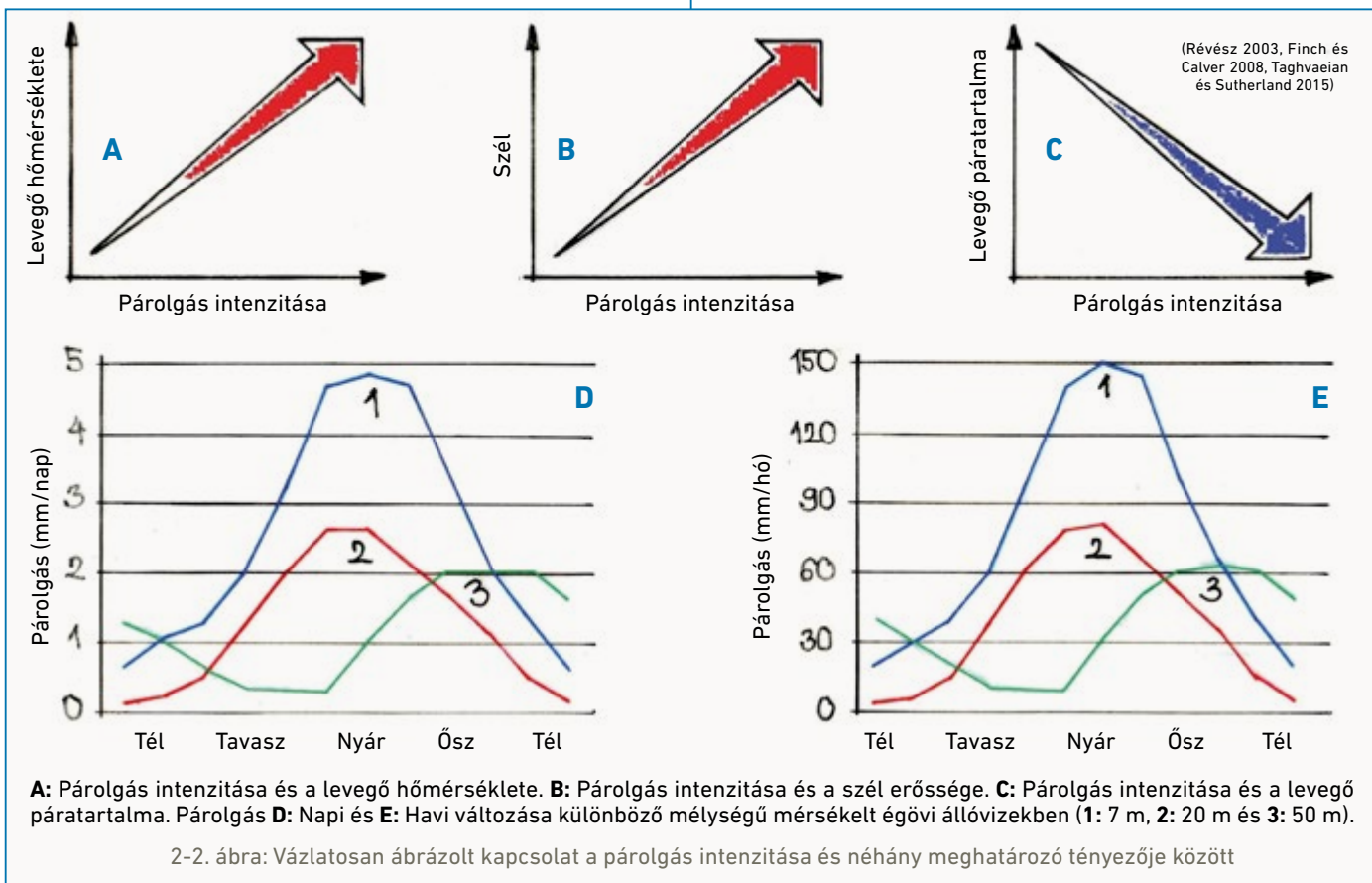
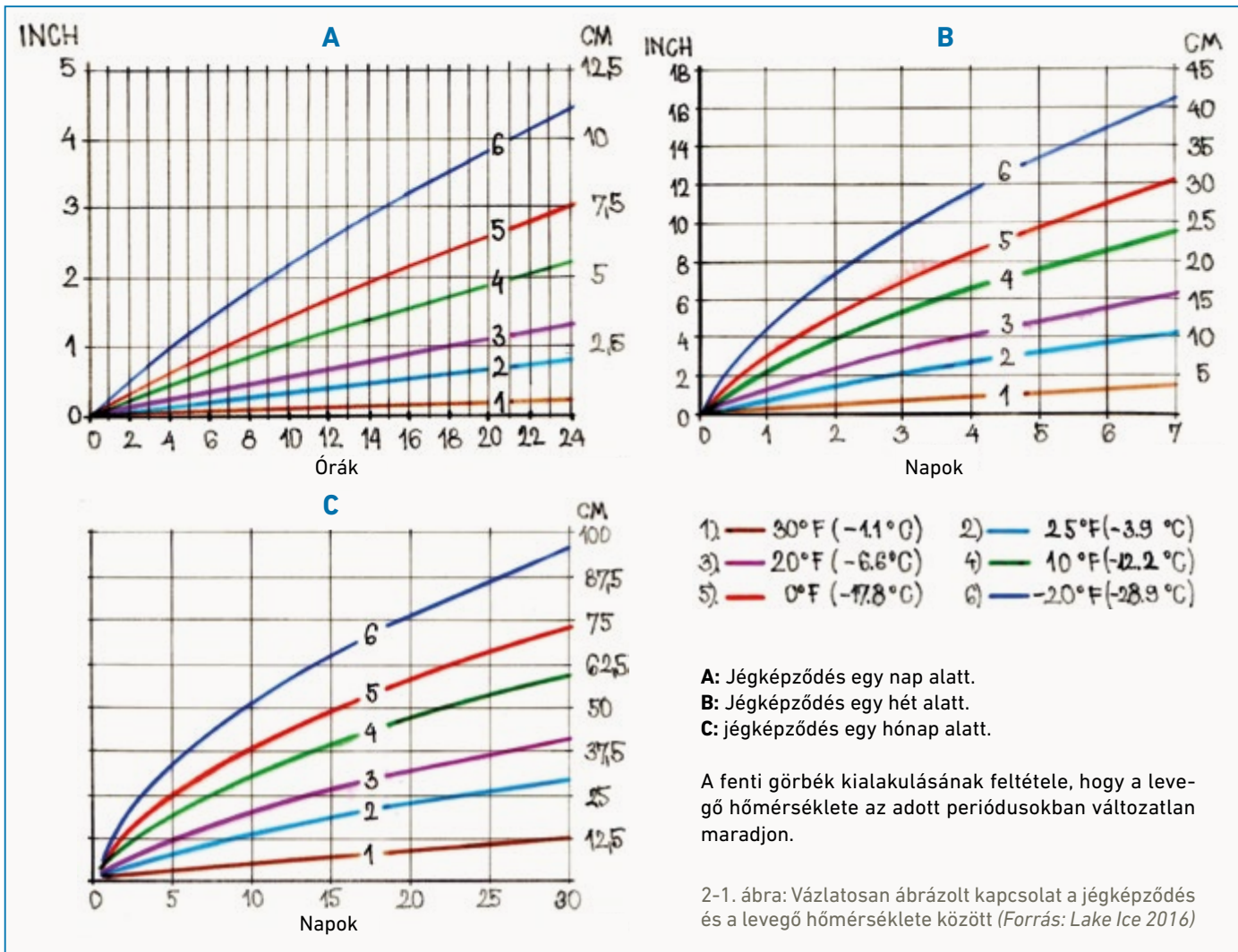
A jég képződése és jelenléte csak hideg és mérsékelt égövön jelenthet problémát. A jégképződés a vízfelszínen kezdődik, a víz és a hideg levegő találkozásánál. A jég lefelé, a fenék irányába rétegről rétegre növekszik. Számottevő jégképződés permanensen -1 °C levegőhőmérséklet alatt várható. A folyamat a levegő hőmérsékletének csökkenésével felgyorsul, ahogyan ezt a 2-1. ábra mutatja.

Két ok miatt kell a jégképződést figyelemmel kísérni: [1] A jég oxigénhiányt okozhat és [2] a földműveket és műtárgyakat károsíthatja. Ezért a legfontosabb feladatok a következők:

■ A jég a víz felszínén általában átlátszó, de ha hó borítja, meggátolja a fény vízbe jutását, azaz nappal is sötétséget okoz. Ebben az állandóan árnyékolt, nappal is sötét környezetben az **algaplankton*** egészséges és arányos oxigéntermelése és fogyasztása eltolódik a fogyasztás irányába, ami előbb-utóbb teljesen elhasználja az oxigént a vízből (4.2 fejezet).

Tennivalók: Kellő mennyiségű és méretű, legalább 2-3 darab/ha 4-6 m² lék vágása és fenntartása (Fűrész és Papp, 1995), hogy a fény kellő mennyiségben a vízbe juthasson. Ezzel a kedvetlenül alacsony, illetve veszélyes oxigénszint kialakulását lehet megakadályozni. A nagyobb egyedsűrűségű telelő tavakban tartós és vastag, főleg havas jégborítás esetén levegő (oxigén) bejuttatása is szükségessé válhat. Hideg, négy fok alatti hőmérsékletű, de nagy oxigéntartalmú víz folyamatos átáramoltatása a telelő tavakban nem javasolt, mert a halak teste túlhűl, kültakarójukon szürkés elszíneződések jelenhetnek meg, és tavasszal a túlélési esélyeik is kisebbek. Ilyen hideg víz átáramoltatása csupán a téli árusításra – áruházláncok számára szánt – nagy egyedsűrűségű telelők esetében javasolható, ahol a betárolt halmennyiség tavaszra lényegében értékesítésre kerül.

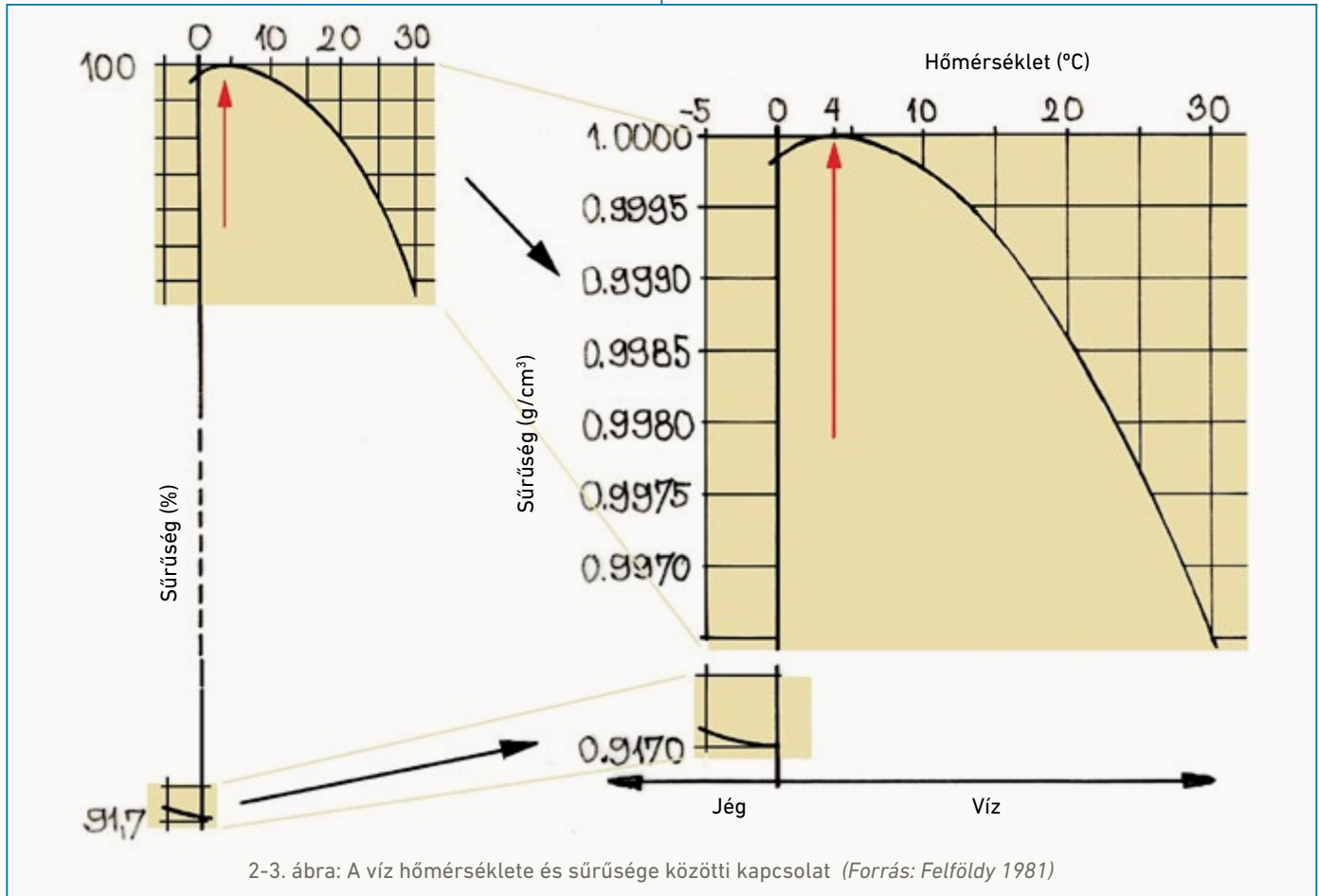
■ A jég térfogata 1,1-szer nagyobb, mint a vízé. Ezért jégképződés során a térfogat nő, ami egy bizonyos ponton túl károsíthatja, akár megtörheti a gátakat és műtárgyakat. **Tennivalók:** A veszélyeztetett helyeken és a műtárgyak körül és bennük a jég kivágása.



A VIZEK PÁROLGÁSA ÉS AZ EZZEL KAPCSOLATOS TEENDŐK

A globális felmelegedés miatt a vizek párolgása egyre fontosabb szakmai és gazdasági tényezővé válik a tógazdaságokban. Ezért a tavak vízgazdálkodásánál számolni kell a párolgás tényével is, ami esetenként igen tetemes lehet, ahogyan ezt az 2-2. ábra mutatja. A párolgás mérésére speciálisan kialakított tálakat használnak (www.hydrokit.co.uk/46/evaporation-pan-manual.htm).

A párolgás mértéke meghatározza, hogy mennyit csökken a vízszint. **Tennivalók: [1]** Olyan halastavakban vagy természetes medrekben, ahol nincs vízutánpótlás, így a szezon végére nagyon lecsökken bennük a víz mennyisége, a kihelyezést és nevelést a csökkenő vízmennyiséggel arányosan kell tervezni és megvalósítani. **[2]** Abban az esetben, ha vízpótlás megoldható, meg kell határozni, hogy milyen gyakran és mekkora mértékben kell a tó vizét pótolni, amit minimum 20-30%-os vízvesztés elszívása után ajánlatos megtenni.



2.1.2 A víz sűrűsége és hőrétegződés a vizekben

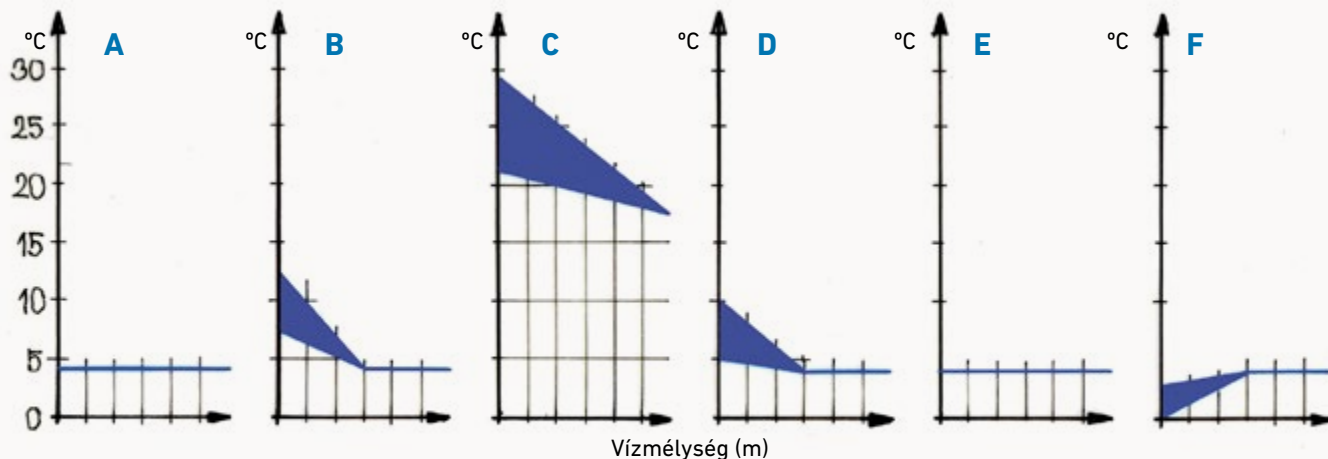
A víz sűrűsége a hőmérsékletétől függően változik (2-3. ábra). Ahogy a víz hőmérséklete csökken, sűrűsége, így fajlagos súlya is növekszik. Ez a fordított korreláció addig áll fent, amíg a víz hőmérséklete 4 °C nem lesz. A víz sűrűsége ezen a hőmérsékleten a legnagyobb, majd ahogy a víz tovább hűl, sűrűsége fokozatosan csökken, egészen a fagypontra, ahol a sűrűségében egy éles csökkenés következik be. A víz sűrűsége szilárd halmazállapotban a legkisebb, ezért van az, hogy a jég úszik a víz felszínén, míg a 4 °C-os víz a fenékre süllyed. Mindez azt eredményezi, hogy az állóvizek hőmérséklet szerint rétegződnek.

Nyaranta a melegebb vízrétegek a felszínhez közel helyezkednek el, míg a hidegebbek mélyebben, a fenékhez közel. Telente, amikor a levegő hőmérséklete

4 °C alatt van, a hidegebb vízrétegek helyezkednek el a felszínhez közelebb, míg a 4 °C-os legsűrűbb vízréteg a fenéken marad. A víz mindenkor hőmérséklet szerinti rétegződése függ az évszaktól (2-4. ábra), továbbá a napsugárzás intenzitásától és hosszától, valamint a víz átlátszóságától és mélységétől, ahogyan ezt a 3-4. és 3-5. ábrák a 3.2 fejezetben szemléltetik.

A VÍZ SŰRŰSÉGE, MINT POTENCIÁLIS VESZÉLYFORRÁS

A víz levegőhöz viszonyított nagy sűrűségének fontos következménye, hogy ha valami a vízfelszínre csapódik, az ütközés pillanatában hasonlóan nagy erők hatnak, mintha egy szilárd anyaggal történe az ütközés. Ezért fontos, hogy a halat nem szabad dobni, hanem csak kíméletesen beleengedni a vízbe. A hal és a vízfelszín hirtelen ütközése miatt megsérülhetnek kényes belső szervek, ami később akár a halak elhullását is okozhatja.



A és E: Tavasszal és ősszel van egy olyan időszak, amikor a víz hőmérséklete egységesen 4 °C a víztér teljes mélységében. Később tavasszal (B) nyáron (C) és kora ősszel (D) a melegebb vízrétegek egymás felett rétegződnek. F: Télen a hidegebb vízrétegek egymás felett rétegződnek, ami a nyári vízrétegződés fordítottja/ellenkezője.

2-4. ábra: Állóvizek vízének felmelegedési és lehülési folyamata mérsékelt égövön (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)

ÁLLÓVIZEK HŐMÉRSÉKLET SZERINTI RÉTEGZŐDÉSÉNEK JELENTŐSÉGE

A vizek a felszín felől fagynak be, ami annak is köszönhető, hogy 4 °C alatt a víz sűrűsége ismét csökken. Megfelelő mélységű, háborítatlan állóvizekben a fenéken a hőmérséklet 4 °C. A víznek ez a fizikai tulajdonsága akadályozza meg, hogy mérsékelt égövön az állóvizek fenéig befagyjanak. Ez az alsó réteg szolgál menedékkül a halak számára, ahol *hibernált** állapotban áttelelhetnek. A trópusi állóvizekre a fentiek ellenkezője érvényes. Bár a felszíni vízrétegek a hőrétegződésnek köszönhetően túlmelegednek, a fenékhez közel hidegebb vízrétegek

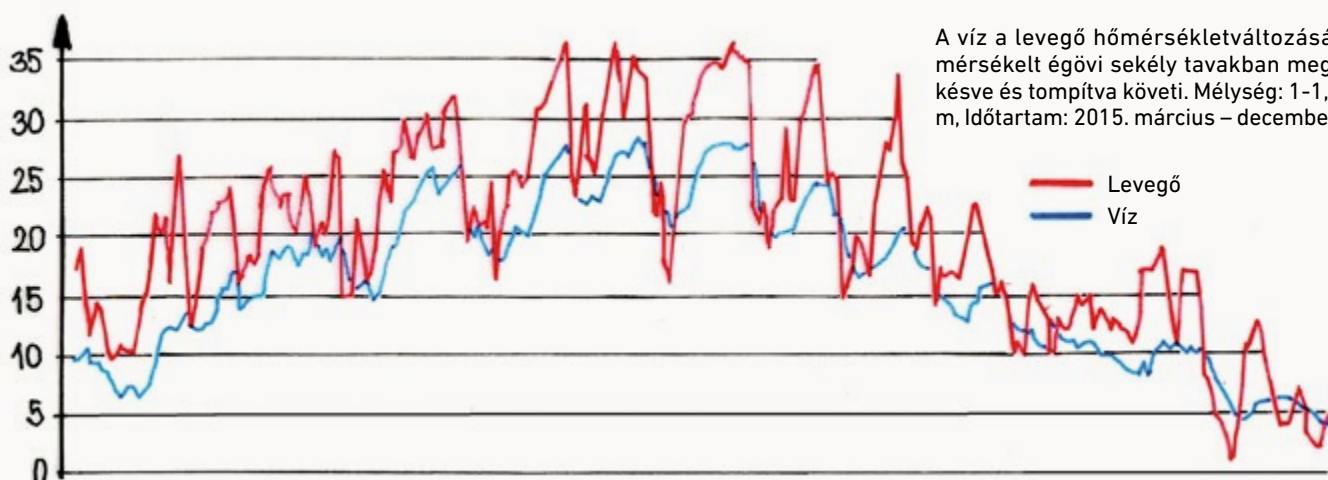
alakulnak ki, ahol a hal menedéket talál (3-5 ábra). A fentiek miatt a következőket szükséges figyelembe venni:

- Alapvető, hogy a halakat a mérsékelt égövben megfelelően mély tavakban tartsák télen, melyek nem fagynak be fenéig vagy hűlnek túl a mélyebb rétegekben, még igen hideg teleken sem. Ezért a tavak átlag vízmélysége legalább 1-1,5 méter legyen, ennél még mélyebb, 2-2,5 m mély halággal. A klímaváltozás miatt ugyanezek a tavak jobb és biztonságosabb termelési feltételeket fognak biztosítani a túl meleg nyári hónapokban is.
- Amikor a halkeltető egy tóból vagy víztározóból kapja a vizet, fontos, hogy a vízpótlást igény szerint bármelyik mélységből (hőmérsékleti rétegből) meg lehessen tenni.

2.1.3 A víz fajhője

A fajhő az a mennyiségű, egységnyi tömegre eső *hő**, amely ahhoz szükséges, hogy az adott anyag hőmérsékletét 1 °C értékkel megemelje. Más anyagokhoz képest a víz fajhője nagy; 4,2 J/g (1 cal/g) szükséges ahhoz, hogy 1 ml (1 cm³ vagy 1 g) víz hőmérsékletét egy fokkal megemeljük.

Nagy fajhője miatt a víz jól tárolja a hőt. Ez az oka annak, hogy a vizek lassan melegednek fel és hűlnek le, sokkal lassabban, mint a környező levegő (2-5. ábra). A víznek ez a tulajdonsága megvédi a *poikilotherm** vízi szervezeteket a gyors és radikális hőmérsékletváltozásoktól, még az olyan kisebb méretű vizekben is, melyek kevesebb hőt képesek tárolni.

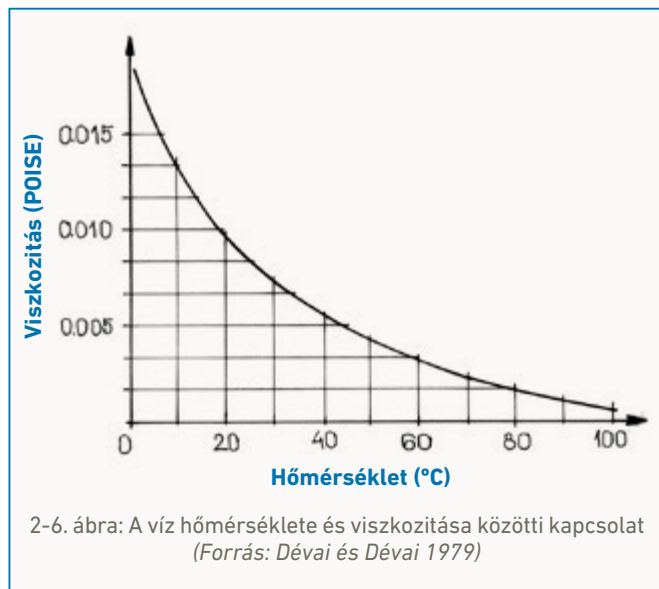


A víz a levegő hőmérsékletváltozását mérsékelt égövi sekély tavakban megkésve és tompítva követi. Mélység: 1-1,2 m, Időtartam: 2015. március – december.

2-5. ábra: A fajhő hatása a víz hőmérsékletére (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)

2.1.4 A víz viszkozitása

A legtöbb vízi szervezetnek, úgy a növényeknek, mint az állatoknak is, 1 g/ml körül van a fajsúlya. Ez a tulajdonságuk, kiegészítve egy speciális szabályozó rendszerrel, teszi képessé őket arra, hogy az átlagos sűrűségüket, azaz a fajsúlyukat változtatni tudják. Ennek segítségével tudnak lebegni, süllyedni vagy emelkedni a vízoszlopban, amit a víz viszkozitása közvetlenül befolyásol.



A vízi szervezeteknél a süllyedés és emelkedés sebessége:

- Egyenes arányban áll a víz és a szervezet fajsúlyának különbségével.
- A vízi szervezet mérete és alakja alapján fordított arányban áll a víz viszkozitásával.

A süllyedés hideg vízben lassúbb, mint melegebb vizekben. A viszkozitás összefüggésbe hozható a **zooplankton***-szervezetek szezonális alakváltozásával is (Dévai és Dévai 1979).

2.1.5 A felületi feszültség

A víz felszínének feszültségét, ami a felület minimalizálásáért felelős, felületi feszültségnek nevezzük.

A FELÜLETI FESZÜLTÉG JELENTŐSÉGE

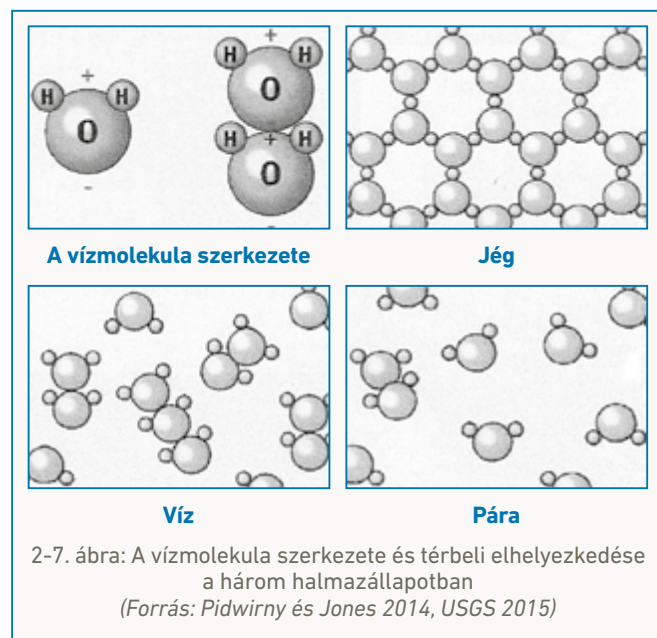
Amikor nagyon finom, száraz haltakarmány kerül kiszórásra az előnevelő tavakba, a kis takarmányrészecskék nem süllyednek le, hanem a víz felszínén maradnak, ott lebegnek, így a felületi feszültség miatt ezek a részecskék nem elérhetők a néhány napos táplálkozó lárva számára. Ezért ezt a típusú takarmányt nedvesen, de még inkább vízben szuszpendálva célszerű a tóvízbe juttatni, a jobb és egyöntetűbb adagolás érdekében.

Ezt a vízmolekulák kohéziója okozza. Ez teszi lehetővé, hogy egyes vízi rovarok (pl. a molnárkák, keríngőbogarak stb.) a víz felszínén futkározzanak, míg mások, mint például egyes csípőszúnyog lárvák, a víz alsó felületén függeszkedjenek (5-2. ábra).

2.2 A VÍZ KÉMIAI TULAJDONSÁGAI

2.2.1 A víz kémiai felépítése és szerkezete

A vízmolekula oxigénből és hidrogénből épül fel. A hidrogénnek van a legkisebb **atomsúlya*** és ez a legegyszerűbb elem. Az oxigén számos kémiai és biológiai folyamat fontos alkotóeleme. A vízmolekula egy oxigén- és két hidrogénatomból épül fel, viszonylag kicsi a mérete. A vízmolekula poláris molekula, a hidrogén atomoknál pozitív, míg az oxigénatomnál negatív töltéssel rendelkezik (2-7. ábra).



2.2.2 Édesvizek kémiai sajátosságai

Természetes körülmények között a vízben található anyagok köre és tulajdonságai határozzák meg a vizek kémiai sajátosságait. A vizet kémiai felépítése és fizikai tulajdonságai teszik kitűnő oldószerré. Polaritásának köszönhetően a vízmolekula pozitív pólusa az **anionokhoz***, míg a negatív a **kationokhoz*** kapcsolódik. Ez a tulajdonsága teszi lehetővé, hogy a víz nemcsak igazi oldatokat képes alkotni, hanem **kolloidokat***, **szuszpenziót*** és **emulziót*** is (2-1. táblázat). A polaritás 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.

Szemponatok	Emulziók és szuszpenziók		Kolloidok	Oldatok
Részecskék mérete	1000 μ (=mikron*) – 500 μ		500 – 1 μ	1 – 0,1 μ
Részecskék ülepedése	Gyors	Lassú	Nem ülepszik	
Szűrés papírral	A részecskék szűrhetők		A részecskék nem szűrhetők	
Brown-féle mozgás*	Nem lehet megfigyelni		Intenzív	Nagyon intenzív
Példa	Olaj	Agyagszemcsék	Szerves molekulák	Oldott gázok és sók

2-1. táblázat: A vizekben található anyagok és azok különböző formáinak áttekintése (Forrás: Dévai és Dévai 1979)

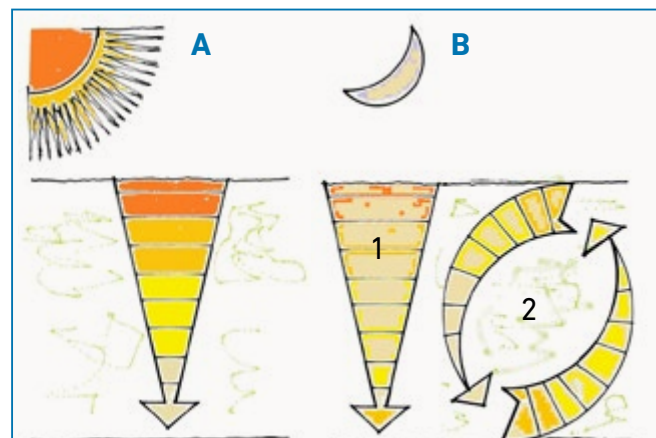
3. AZ ÉLETTELEN TERMÉSZET ÁLTAL MEGHATÁROZOTT VÍZMINŐSÉGI MUTATÓK

3.1 VÍZMOZGÁSOK

A víz mozgása bizonyos határok között többnyire kedvező hatást gyakorol a haltermelésre, de a nagyon erős és drasztikus mozgások már akár veszélyeztethetik is azt. A víz mozgásának köszönhető, hogy az egyes **habitatok*** (vízfelszín, nyíltvíz és vízfenék) között a gázok és oldott tápanyagok keveredhetnek, cserélődhetnek.

A vízmozgások hatásai különböző folyó- és állóvízi **ökoszisztémák*** esetén különbözőek lehetnek. Vízfolyásokban (folyók és kisvízfolyások) többnyire csak a gravitáció és a turbulencia határozza meg a víz mozgását. Állóvizekben (tavak, víztározók és halastavak) horizontális és vertikális mozgásokat a szél, a hőmérsékleti különbségek miatt kialakuló cirkuláció, illetve a be- és kifolyó víz is okozhat:

- A szél hullámokat gerjeszt. A hullámok szokásos iránya, hossza és erőssége a leginkább meghatározó, domináns szelektől függ.
- A hőmérséklet- és sűrűségkülönbségek miatt kialakuló cirkuláció (**konvekció*** áramlások) leg egyszerűbben a víztömeg hőmérsékleti értékekkel jellemezhető rétegződésén alapszik. A konvekciós áramlások naponta ismétlődő vertikális cirkulációt okoznak a sekély állóvizekben és a mély, hőrétegzett tavak felső **epilimnion*** rétegében. A folyamatot a 3-1. ábra szemlélteti: éjszaka a felső, gyorsabban lehűlő vízréteg helyet cserél a fenéken rétegződött, relatíve melegebb, ezért felemelkedő rétegekkel, mert a lehűlő víz fajsúlya nagyobb, mint a melegebbé. A folyamat intenzitása arányosan növekszik a levegő hőmérsékletkülönbségeivel, mely a nappalok és éjszakák hőmérséklete között alakul ki. Ez a fajta vízmozgás oxigént szállít a fenékre és biztosítja a tápanyagok cseréjét a fenéküledék és a vízoszlop között. Egy nem kívánatos, negatív hatása ennek az áramlásnak az lehet, ha a tápanyagok a mélyebb, sötét rétegekbe kerülnek, ahol azok a fotoszintetizáló szervezetek számára kevésbé vagy egyáltalán nem tudnak hasznosulni, a korhadási-rothadási folyamatokat viszont felerősíthetik.
- Az állóvizek ki- és befolyóinál kialakult áramlások az oxigén és a tápanyagok jobb eloszlásában, illetve a külső vagy belső eredetű mérgező anyagok terjedésében játszanak szerepet.



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

3-1. ábra: Hőmérsékleti rétegződés és napi vertikális körforgás a vizekben nyáron

A SZÉL, A HULLÁMOK ÉS AZ ÁRAMLÁSOK SZEREPE

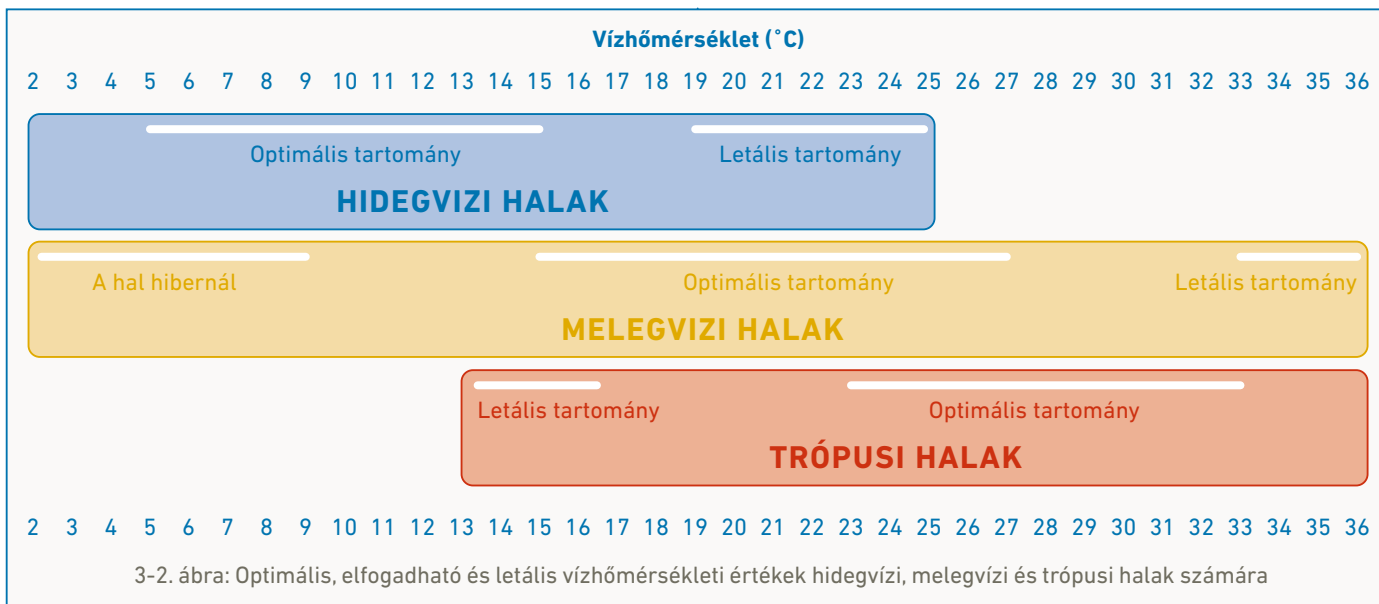
Különösen fontos a szelek és hullámok negatív hatásaival számolni, amikor [1] ívshoz fészkeket helyeznek le, [2] táplálkozó lárvát helyeznek ki, [3] vagy amikor egy új víztározót vagy halastavat terveznek. Utóbbinál a domináns szelek irányának figyelembevételén túl ügyelni kell arra is, hogy a be- és kifolyók minél távolabb legyenek egymástól, így biztosítva a lehető leghosszabb átfolyást.

3.2 VIZEK HŐMÉRSÉKLETE

A vízhőmérséklet egyik legjelentősebb hatása, hogy meghatározza a poikilotherm vízi szervezetek, így a halak és **természetes táplálékaik*** mindenkori hőmérsékletét. Ez azt jelenti, hogy a vízi szervezetek anyagcseréjének és mozgásának intenzitása a környező víz hőmérsékletétől függ. A halak testhőmérséklete általában csupán 0,6–0,1 °C értékkel magasabb, mint a környező vízé.

A víz hőmérséklete a halak számára rendkívül fontos, amint azt a 3-2. ábra és a 3. melléklet is szemlélteti.

Vannak hidegvízi, melegvízi és trópusi halfajok, melyek csak az adott fajra jellemző vízhőmérsékleti értékek között képesek élni, nőni és szaporodni. Ebben a hőmérsékleti értéktartományban van egy optimális zóna, amiben a hal nem csak megél/túlél,



de táplálkozik, növekszik és szaporodik is. A halak étvágya a hőmérséklet növekedésével egy bizonyos pontig nő, e felett csökken. Ha a magas víz hőmérséklet tartósan megmarad vagy még tovább növekszik, a hal el is pusztulhat.

A halak hasonló reakciója figyelhető meg lehűlő víz hőmérséklet esetén is. Ahogy a hőmérséklet az optimum alá hűl, a halak fokozatosan elvesztik étvágyukat. Egy bizonyos ponton túl a trópusi halak elpusztulnak, míg a melegvízi halak a téli hónapokban hibernált állapotba kerülnek, amely a víz hőmérsékletének emelkedésével megszűnik.

Az édesvizeket jellemző hőmérsékletük, illetve azon halfajok szerint lehet csoportosítani, melyek bennük élnek és szaporodnak (3-3. ábra és A1-2. táblázat).

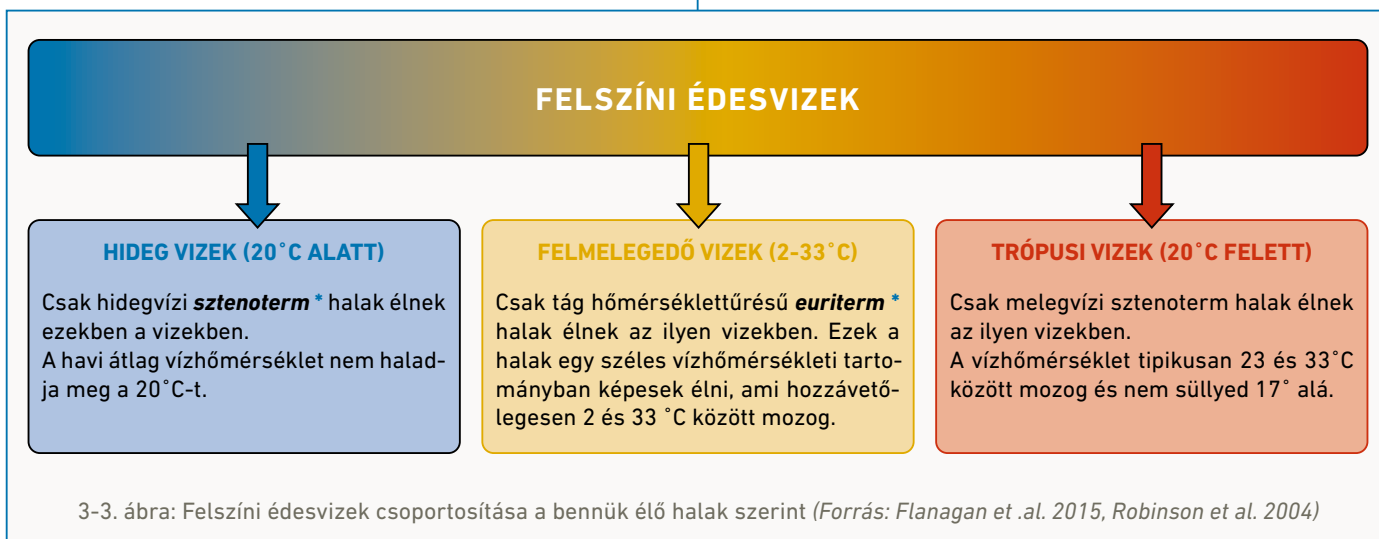
Nagyon fontos megjegyezni, hogy a halak magasabb víz hőmérséklet miatt megnőtt étvágya nem eredményez automatikusan jobb növekedést. Ennek oka, hogy a felgyorsult anyagcsere következtében a táplálék gyorsabban, ezért részben emésztetlenül halad át a hal szervezetén.

A VÍZ HŐMÉRSÉKLETÉNEK MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A víz egyik legfontosabb fizikai tulajdonsága a hőmérséklet, ezért ennek értékét folyamatosan figyelemmel kell kísérni. A halak egész életciklusa, életszakaszai (embrionális és lárvafejlődés, kelés, növekedés, táplálkozás és szaporodás) hossza és élettani folyamataik sebessége a víz hőmérsékletétől függ. Bár gyakorlott szakemberek ismerhetik az egyes évszakokban a víz hozzávetőleges hőmérsékletét, ezt a gyakorlatot csak úgy lehet megszerezni, ha a víz hőmérsékletét előzőleg rendszeresen nyomon követték. A víz hőmérsékletének méréséhez szükség van egy megbízható, legalább 0,5 °C pontosságú víz hőmérőre (további információk a 4. mellékletben találhatóak).

A víz mindenkori hőmérséklete, ennek napi és szezonális ingadozása a napsugárzás időtartamától, erejétől, valamint a víz átlátszóságától és mélységétől függ. Ezt a 3-4. és 3-5. ábrák mutatják be.

A vízfolyások hőmérséklete azonos fizikai törvényszerűségeken alapszik, mint az állóvizeké. A víz



hőmérséklete itt is olyan feltételektől függ, mint a tengerszint feletti magasság, a víz eredete, sebessége

és tömege, a meder alakja, mélysége, de a part alakja és növényzete (**flórája** *) is befolyásolja.

VÍZHŐMÉRSÉKLET MÉRÉSE HALSZAPORÍTÁS SORÁN

Miért kell mérni? A hal szaporodása során különösen érzékeny a víz hőmérsékletének változására, ingadozására. Az optimálistól való eltérés lassíthatja vagy gyorsíthatja a szaporodás folyamatát, az ikra érlelését, illetve a lárva fejlődését. Egy hirtelen hőmérsékletcsökkenés vagy -emelkedés megállíthatja az ivást, akadályozhatja az **ovulációt** *, illetve megölheti a fejlődő

halembrió vagy lárvét. Ezért a víz hőmérsékletének folyamatos mérése ebben az időszakban különösen fontos.

Hogyan kell mérni? Szükséges egy legalább 0,5 °C pontosságú vízhőmérő, hogy a megfelelő időközönként mért hőmérséklet alapján ki lehessen számolni az ivás vagy ovuláció várható időpontját, az ikraérlelés és lárvaenevelés időtartamát, és azt, hogy mikor kezd a lárva táplálkozni.

Mit és hogyan kell számolni? Az ehhez szükséges információt a 3-1. *kiemelt magyarázat* tartalmazza.

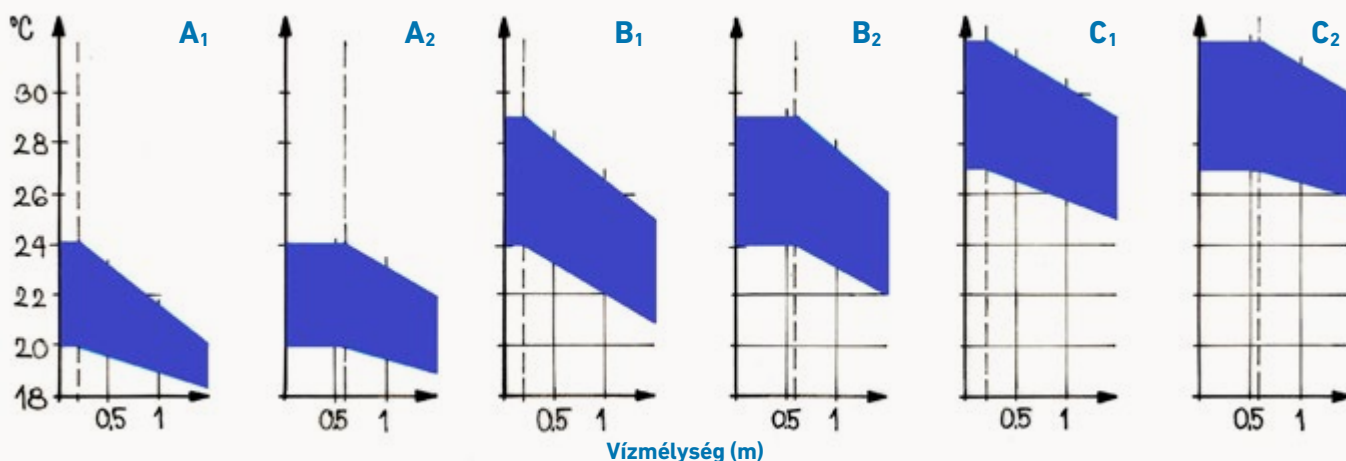
AZ ÓRA- ÉS A NAPFOK KISZÁMÍTÁSA

3-1. kiemelt magyarázat

Órafok (H°) Az a hőösszeg, ami a halakat egy jellemzően egy napnál rövidebb időszak alatt éri. Ezt az értéket úgy lehet kiszámítani, hogy a víz óránként mért hőmérsékleteit összeadják. Az órafok segítségével számolják ki többek között az ivás vagy ovuláció várható időpontját is. Órafokot használnak akkor is, amikor meghatározzák, hogy a hal gyógyítására használt vegyszerek és gyógyszerek lebomlásához minimálisan mennyi időre

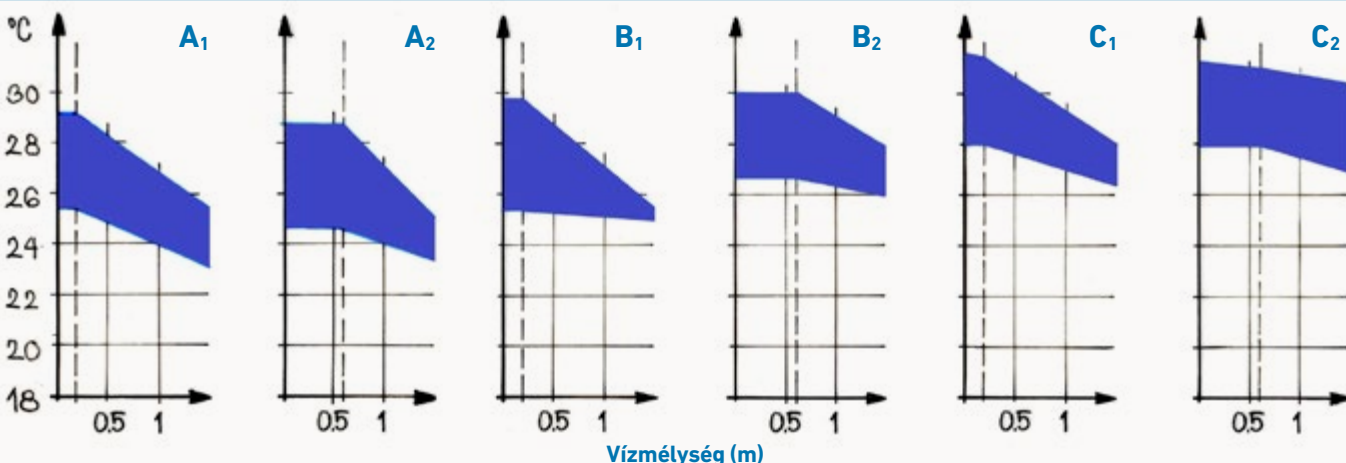
van szükség. Ez a számítás a **szerelebomlás minimális idejének meghatározása** * címszó alatt található meg a szójegyzékben.

Napfok (D°) Az a hőösszeg, ami a halakat egy jellemzően egy napnál hosszabb időszak alatt éri. Ezt az értéket úgy lehet megkapni, hogy a víz napi átlaghőmérsékleteit összeadják. A napfok segítségével számolják és fejezik ki: [1] A különböző halfajok ivarérettségét, [2] Azt az időtartamot, ami ahhoz szükséges, hogy az anyahalak a teletetés után szaporíthatók legyenek, [3] Az ikra érlelésének és a lárvaszakasznak a hosszát.



A: Tavasz, B: Nyár, C: Nagyon forró nyári időszak, 1) Kicsi és 2) Nagy átlátszóság

3-4. ábra: Jellegzetes hőrétegződési minták mérsékelt égövi sekély tavakban



A: Hideg évszak, B: Átmenet, C: Meleg évszak, 1) Kicsi és 2) Nagy átlátszóság

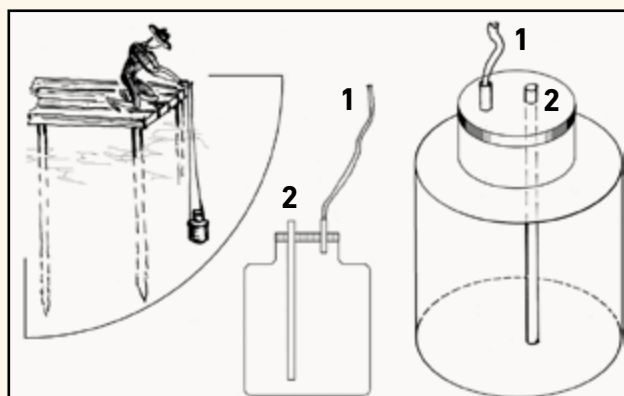
3-5. ábra: Jellegzetes hőrétegződési minták trópusi sekély tavakban (Forrás: Woynárovich 1988)

A HŐMÉRSÉKLET MÉRÉSE FELSZÍNI VIZEKBEN

Miért kell mérni? Ellentétben azokkal a halgazdaságokkal, melyek gyakorlatilag egész éven át állandó hőmérsékletű kútvizet használnak, a felszíni vizek hőmérsékletének mélységtől függő napi és szezonális ingadozása van. A napi és a szezonális hőmérsékletingadozás elsősorban az éghajlattól, az időjárási viszonyoktól és a mikroklimától függ, ahogyan ezt a 3-4. és 3-5. ábra is mutatja.

Mikor kell mérni? A víz hőmérsékletének reggel 8 és délután 16 órai mérése kielégítő információt biztosít. Nagyon lényeges, hogy a víz hőmérsékletét nem a felszínen kell mérni, mert itt a víz gyorsan melegszik és hűl, ami nem jellemző a mélyebb vízrétegekre, ahol a hal legtöbbször tartózkodik és táplálkozik. Ideális esetben a felszíni víz hőmérsékletét az átlátszóság határán és közel a fenékhez kell mérni, a 3-6. ábrán és a 4. mellékletben bemutatott eszközzel.

A kapott információ felhasználása. Takarmányozáskor, a mindenkori takarmányadagok meghatározásakor szükséges a víz hőmérsékletét is figyelembe venni.



A hőmérséklet és oldott oxigén méréséhez egy 0,3-0,5 L nagyságú mintavevő edényt érdemes használni, melynek szájánál egy vizet beengedő (2) és egy levegőt kiengedő (1) vékony cső helyezkedik el. Ez az edény egy mélységmérő rúdhoz csatlakozik, ami lehetővé teszi mélyebb vízrétegek mintázását is.

3-6. ábra: Vízmintavevő edény hőmérséklet és oldott oxigén méréséhez (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)

3.3 A VIZEK SÓTARTALMÁNAK MENNYISÉGI ÉS MINŐSÉGI JELLEMZŐI

A vízzel érintkező kőzetek és talajok szervesetlen vegyület- és sótartalma meghatározza annak szervesetlen kémiai tulajdonságait. Ezeket a tulajdonságokat a halobitás, az alkalinitás és a keménység határozza meg.

3.3.1 Halobitás

A halobitást, mely a víz biológiai szempontból is fontos szervesetlen kémiai tulajdonsága, a következőkkel lehet jellemezni:

- Az oldott összesó tartalom (TDS „total dissolved salt”) alapján, melyet vagy az összesó koncentrációjában mérnek és fejeznek ki (mg/L vagy „parts per thousand”, azaz **ppt** *) vagy a fajlagos vezetőképességgel ($\mu\text{S}/\text{cm}$, azaz mikrosiemens per centiméter). A vizek TDS szerinti osztályozását a 3-1. táblázat tartalmazza.
- Az oldott só típusa szerint, melyet a nyolc makróion arányával mérnek és fejeznek ki. A négy makrokation a nátrium (Na^+), a kálium (K^+), a kalcium (Ca^{2+}) és a magnézium (Mg^{2+}). A négy makro-anion a karbonát (CO_3^{2-}), a hidrogén-karbonát (HCO_3^-), a klorid (Cl^-) és a szulfát (SO_4^{2-}). Hasonlóan a TDS-hez, a domináns makróionok mennyisége szerint a 3-2. táblázatban bemutatott osztályozás eligazítást ad a víz haltermelésre való alkalmasságáról.

Csoportok	Összesó tartalom (TDS)			Hozzávetőleges vezetőképesség ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
	mg/L vagy ppm *	‰ vagy ppt	%	
Desztillált víz	0	0	0	0
Hígított édesvizek	< 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 sósvizek	1 000-5 000	1,0-5,0	0,10-0,50	1 560-7 800
Mérsékelt sósvizek	5 000-18 000	5,0-18,0	0,50-1,80	7 800-28 080
Koncentrált sósvizek	18 000-30 000	18,0-30,0	1,80-3,00	28 080-46 800
Nagyon koncentrált sósvizek	30 000-40 000	30,0-40,0	3,00-4,00	48 800-62 400
Hiper sósvizek	> 40 000	> 40,0	> 4,00	> 62 400

3-1. táblázat: A vizek osztályozása összesó tartalmuk szerint (Forrás: Felföldy 1974 és www.aslo.org/lo/toc/vol_3/issue_3/0346.pdf)

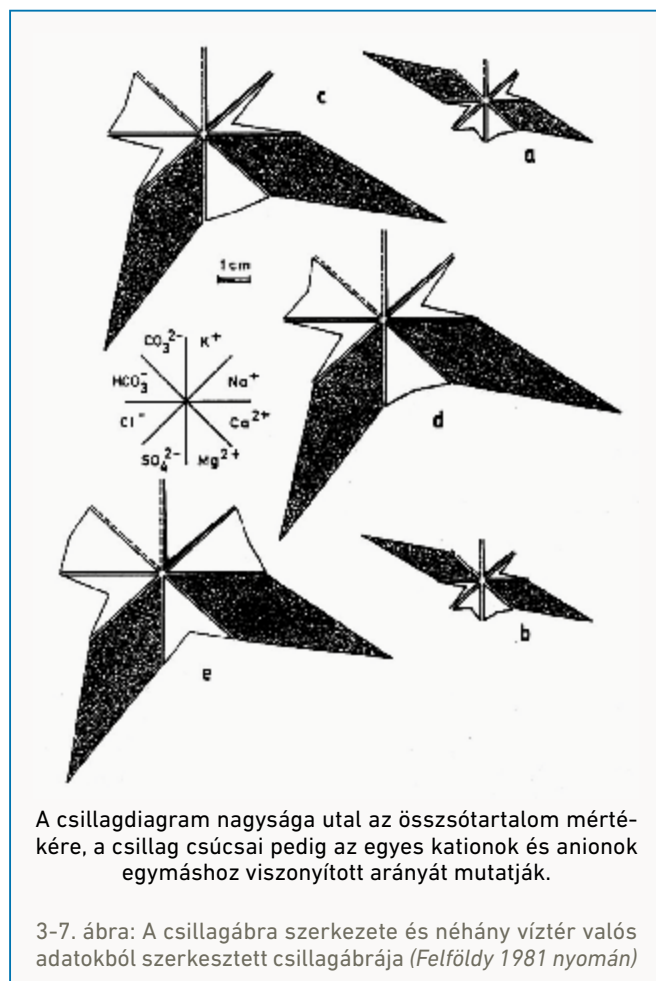
Kationok	Anionok			
	Karbonát (CO ₃ ²⁻)	Hidrokarbonát (HCO ₃ ⁻)	Szulfát (SO ₄ ²⁻)	Klór (Cl ⁻)
Kálium (K⁺)	Ritka kombináció	Ritka kombináció	Ritka kombináció	Ritka kombináció
Nátrium (Na⁺)	Szódás vizek (nem alkalmas)	Szikes vizek (alkalmas)	Glaubersós vizek (kevésbé alkalmas)	Konyhasós és tengervíz (alkalmas)
Kalcium (Ca²⁺)	0	Meszes vizek (alkalmas)	0	Ritka kombináció
Magnézium (Mg²⁺)	0	Magnéziás vizek (alkalmas)	Keserűsós vizek (kevésbé alkalmas)	Ritka kombináció

3-2. táblázat: Makróionok kombinációja a vizekben és ezek alkalmassága haltermelésre. (Forrás: Ribiánszky és Woynárovich 1962)

A domináns kationok – a 3-2 kiemelt magyarázatban foglaltak szerint – alapvetően határozzák meg a víz haltermelésre való alkalmasságát, mely szerint az édesvizeket két csoportba lehet osztani:

- **Az alfa-limnotípusú vizekben** a domináns kationok a nátrium (Na⁺) és kálium (K⁺), a pH értéke 8,3 felett van. Ezek a vizek haltermelésre alkalmatlanok.
- **A béta-limnotípusú vizekben** a domináns kationok a kalcium (Ca²⁺) és a magnézium (Mg²⁺), a pH értéke 8,3 alatti. Ezek a vizek alkalmasak haltermelésre.

A természetes vizekben az egyes ionok abszolút mennyiségei igen változóak. Sokkal állandóbb, ezért a vízre jellemzőbb az alkotórészek egymáshoz viszonyított mennyisége. Ennek szemléletes ábrázolására Maucha Rezső tett javaslatot, aminek lényege a következő. Az egyes ionok *molekulasúlyát** elosztotta a vegyértékükkel, s így megkapta ion-egyenértéksúlyukat. Ezt követően az egyes ionok mg/L-ben meghatározott értékét elosztotta az ion-egyenértéksúllyal, s ezzel egy ún. ionegyenértékszámot képzett. Végül az összes kation, ill. az összes anion ionegyenértékszámát 100%-nak véve meghatározta az egyes ionok egyenérték-százalékát.



DOMINÁNS KATIONOK HATÁSA A VÍZ HALTERMELÉSRE VALÓ ALKALMASSÁGÁRA

3-2. kiemelt magyarázat

A kationok közül a hazai természetes vizekben többnyire a kalcium és a magnézium fordul elő legnagyobb mennyiségben. A nátrium mennyiségileg általában a harmadik legjelentősebb kation, s rendszerint egy vagy két nagyságrenddel nagyobb mennyiségben fordul elő, mint a kálium. Az anionok közül döntően a hidrogénkarbonát mennyisége a legnagyobb, ami a karbonáttal együtt fontos komponense a széndioxid-rendszernek. Ennek a működését a következő néhány fontos törvényszerűség jellemzi:

- karbonát és szabad széndioxid egyidejűleg nem lehet jelen, mivel: $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 2\text{HCO}_3^-$;
- ha a vízben a pH > 8,3, akkor csak CO₃²⁻ és HCO₃⁻ fordulhat elő (α-limnotípusú víz);
- ha a pH < 8,3, akkor csak szabad CO₂ és HCO₃⁻ fordulhat elő (β-limnotípusú víz).

Hazai természetes vizeinkben a szulfát a második vagy harmadik legnagyobb, a klorid viszont általában a legkisebb mennyiségben jelen lévő anion. Felszíni vizeink túlnyomó többségére a kalcium- és a hidrogénkarbonát-dominancia jellemző, de például a Balatonban kationként a kalcium mellett jelentős a magnézium mennyisége is, az anionok esetében pedig a hidrogénkarbonát mellett jelentős mennyiségben van jelen a szulfát. Szikes és szikós vizeinkben viszont a kalcium helyett a nátrium a domináns kation.

PUFFERKAPACITÁS

3-3. kiemelt magyarázat

E rendszer működésének megértéséhez a vizek széndioxid-tartalmából kell kiindulni. A vizek széndioxid-tartalma két fő biológiai forrásból ered: egyrészt az élőlények légzéséből, másrészt a szerves anyagok bakteriális bontásából. Csökkenésének biológiai (az algaplankton fotoszintézise), kémiai (biogén mészkőkiválás, bázikusabb pH) és fizikai (légkörbe történő diffúzió) okai lehetnek.

A széndioxid vízben jól oldódik, szobahőmérsékleten közel 1:1 arányban. Ez azonban nem tisztán fizikai, hanem részben kémiai folyamat, mert a következő képlet szerint zajlik:



A hidrogénkarbonát-ion azonban képes még tovább disszociálni hidrogén-ionra és karbonát-ionra (CO_3^{2-}). Azokban a vizekben, ahol nem a kalcium- vagy a magnézium-ion a domináns kation, a biológia produkció erőteljesebbé válásával egyre több szabad széndioxid jelenik meg a vízben. A fent felvázolt reakciósor eredményeképpen azonban a karbonát-ionok mennyiségének a felhalmozódása előbb-utóbb oda vezet, hogy a víz egyre erőteljesebb mértékben ellúgosodik.

Azokban a vizekben, ahol a kalcium-ion és/vagy a magnézium-ion a domináns kation, egészen más folyamatok zajlanak, amit a kalcium példáján érzékeltetünk. Ha a kalcium-ion a domináns kation a vízben, akkor rendszerint megtalálható a vizekben valamennyi tartalék kalcium-karbonát (CaCO_3) oldatlan állapotban. A kalcium-karbonátnak jellegzetes sajátossága, hogy nagyon rosszul oldódik vízben, kivéve akkor, ha a

vízben van szabad széndioxid. Ekkor a következő reakciósor megy végbe:



Ebben az esetben a rendszer úgy működik, hogy a produkció növekedésével járó egyre nagyobb mennyiségű szabad széndioxid megjelenése újabb és újabb, korábban oldatlan állapotban lévő kalcium-karbonát oldódását segíti elő. Ezért szokták a szabad széndioxidot két részre elkülöníteni: [1] egyensúlyi vagy tartozékos széndioxid (a szabad széndioxidnak az a része, ami a kalcium- és a magnézium-hidrogénkarbonátokkal tartaktalanul egyensúlyt, azok oldatlan tartásához szükséges); [2] agresszív széndioxid (a szabad széndioxid azon része, ami újabb kalcium-karbonát oldására képes). Abban az esetben azonban, ha valamilyen okból csökken a szabad széndioxid mennyisége a vízben, akkor az egyenlet iránya a kalcium-karbonát mennyiségének növekedése felé mozdul el. Ennek a folyamatnak az a jelentősége, hogy bármennyire is változik a szabad széndioxid mennyisége, ameddig rendelkezésre áll kalcium-karbonátból tartalék a vizekben, a pH nem fog jelentősen változni.

Halastavak esetében a pufferkapacitásnak különösen nagy jelentőség van, mert az *eutróf** állapot miatt mindig igen nagy mennyiségű szabad széndioxid megjelenésére kell számítani, és ennek a rendszernek a létezése biztosítja a halastavak vízének stabil pH-ját. A halastavi haltermelés során a víz pufferkapacitását meszezéssel tudjuk elősegíteni. A mész alkalmazásának határt szab azonban, hogy a kalcium-hidrogénkarbonát növeli a vizek keménységét. Ezért tógazdaságokban az alkalmazott mész mennyiségét nem tanácsos 150-200 kg/ha/év mennyiség fölé emelni.

Ezeknek az adatoknak a felhasználásával szerkeszthető az ún. csillagábra, amelynél a szerkesztéshez használt kör sugara arányos a víz ösztion-koncentrációjával, a 30 egyenértékszázalékot meghaladó mennyiségben lévő ionok pedig a víz típusát meghatározó ún. fő kationok, ill. anionok. A csillagdiagram szerkesztése ma már igen egyszerű, csupán az egyes ionok mg/L-ben kifejezett értékeire van szükség, és számítógépen egy egyszerű algoritmus segítségével előállítható a csillagábra, ami igen plasztikus és informatív módja a sótartalmi viszonyok megjelenítésének.

Néhány édesvízben vas(II)-ion (Fe^{2+}) is található (rendszerint vas(II)-karbonát formájában), de a legtöbb esetben jelentéktelen mennyiségben van jelen, mert oxigénnel érintkezve a vízben nem oldódó vas(III)-hidroxiddá alakulva kicsapódik (lásd 3. melléklet A3-1. táblázatát). Horváth és Pékh (1984) szerint a vas- és a mangántartalom a tóvízben ne legyen több, mint 0,5 mg/L.

A vizek fontos sajátossága a 3-3. kiemelt magyarázat szerint részletezett *pufferkapacitás**, ami azt jelenti, hogy a vizek bizonyos mértékig ellent tudnak állni az olyan folyamatoknak, amelyek a pH jelentős változásait (halastavi szempontból és hazai körülmények között különösen a lúgosodást) előidéznék.

A VÍZBEN OLDOTT ÖSSZÓ (TDS) TARTALOM MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Mikor kell mérni? Amikor egy víz halászatra vagy haltenyésztésre való alkalmasságát kell meghatározni. Az idő múlásával a TDS nem változik számottevően, ha a párolgást elegendő friss vízzel pótolják. Ezért csak akkor kell mérni, ha a TDS radikális változását feltételezik, például az elpárolgott vízmennyiség pótlásának hiánya vagy feltételezett szennyeződés miatt.

Mérési lehetőségek: [1] Tradicionális vagy digitális refraktométer használata, amiről az értékek közvetlenül leolvashatók. [2] Vezetőképességet („electrical conductivity”, azaz EC) mérő műszer használata, amikor a TDS-t a következők szerint számolják ki: $\text{TDS (mg/L)} = \text{EC (}\mu\text{S/cm)} \times 0.6$ (25 °C víz hőmérséklet esetén). A mérésre alkalmas eszközöket a 4. melléklet tartalmazza.

Mérési eredmények értékelése: [1] A tényleges TDS tartalom a víztípust jellemzi, ahogyan azt a 3-1. táblázat ismerteti. [2] A kívánt EC érték a termelő halastóban 1 000 - 2 700 $\mu\text{S/cm}$ között, míg a megengedhető érték 250 - 6 000 $\mu\text{S/cm}$ között mozog (Horváth és Pékh 1984, Papp és Fűrész 2003).

3.3.2 Keménység

A kalcium- (Ca^{2+}) és a magnézium-ionok (Mg^{2+}) okozzák a víz keménységét. Ezek koncentrációja határozza meg a vizek összes keménységét, amit egy skálán a nagyon lágy és nagyon kemény határok között fejeznek ki (3-3. táblázat).

A VÍZBEN OLDOTT SÓK MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Mikor kell mérni? Amikor egy víz halászatra vagy haltenyésztésre való alkalmasságát kell meghatározni, ajánlott az oldott sók összetételét és arányát is megvizsgálni. Ez a sajátosság az idő múlásával nem változik számottevően. Ezért akkor kell mérni, ha a TDS radikális változását feltételezik, pl. az elpárolgott vízmennyiség pótlásának hiányát vagy szennyeződést.

Mérési opciók: Az oldott sók összetételét (arányát) laboratóriumban határozzák meg.

Mérési eredmények kiértékelése: Az eredmények értékelése a nyolc makróion mennyiségének, illetve egymáshoz viszonyított arányának meghatározásával, laboratóriumban történik. Az eredményt a Maucha-féle csillagdiagram segítségével ábrázolják (lásd a 3-7. ábrát).

A víz keménységét az alábbiak szerint lehet leírni:

- Kalcium-karbonát koncentráció (mg CaCO₃/L).
- Kalcium-oxid koncentráció (mg CaO/L). Átváltás: 1 mg CaO/L = 1,78 mg CaCO₃/L.
- Clark (°eH) vagy angol keménységi fok (°eH). Átváltás: 1 °eH = 14,25 mg CaCO₃/L.
- Francia keménységi fok (°fH). Átváltás: 1 °fH = 10 mg CaCO₃/L.
- Német keménységi fok (°dH). Átváltás: 1 °dH = 17,85 mg CaCO₃/L.
- Grain per gallon (°gpg). Átváltás: 1 °gpg = 17,12 mg CaCO₃/L.
- Millimol per liter (mmol/L). Átváltás: 1 mmol/L = 100 mg CaCO₃/L.

A vizek összes keménységét CaCO₃ koncentrációban kifejezve a weben található konverterekkel más mértékegységekre is át lehet számolni.

3.4 A VIZEK pH-JA

A vizek a természetben attól függően lehetnek savasak vagy lúgosak (bázikusak), hogy hol képződtek vagy/és haladtak keresztül, azaz milyen a savassága vagy lúgossága annak a kőzetnek, illetve talajnak, amellyel tartósan érintkeztek/érintkeznek. A savasság és lúgosság mértékét a pH értékével jellemzik (lásd a 3-3. kiemelt magyarázatot és a 3-8. ábrát).

A VÍZ KEMÉNYSÉGÉNEK MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Mikor kell mérni? Amikor egy víz halászatra vagy haltenyésztésre való alkalmasságát kell meghatározni, ajánlott a víz keménységét is figyelembe venni. Ez a tulajdonság sem változik számottevően az idő múlásával. Ezért ezt is akkor kell mérni, ha problémát feltételeznek. Intenzív tógazdasági haltermelés esetén a keménység két-három hetenkénti mérése segíthet a tóvíz minőségének jobb, teljesebb megismerésében.

Mérési opciók: [1] A gyorstesztetek használata egy egyszerű és elfogadott módszer, amikor a tesztcsík színváltozása alapján lehet meghatározni a keménység hozzávetőleges értékét.

[2] Ha pontosabb mérésre van szükség, akkor EDTA oldattal való titrálást lehet alkalmazni, ahol a titráló oldatot kis mennyiségekben addig adagolják, amíg a minta színt nem vált. [3] A víz összes keménységének meghatározásához bürettát vagy vízkeménység-meghatározó kittel is lehet használni (HACH 2015). [4] Digitális titrálókkal is nagy pontosság érhető el. A megfelelő eszközöket a 4. melléklet tartalmazza.

Mérési eredmények kiértékelése: A tógazdasági haltermelésben a 75 - 200 mg CaCO₃/L összes vízkeménység a kívánatos (Wurts 2004). Lásd még az A3-2 táblázatot.

Tennivalók:

Halastavakban a víz keménysége idővel csökken, mert a kalcium egyrészt kicsapódik, másrészt beépül a vízi szervezetek vázába, a halak csontvázába. Így rendszeres kisadagú, kéthetenkénti meszesítés előnyös lehet:

- Égetett mész (kalcium-oxid – CaO): hozzávetőleg 250 kg/ha/tenyészidő. Mivel az égetett mész agresszív oxidáló anyag, használata kiemelt figyelmet igényel.
- Oltott mész (Ca(OH)₂): hozzávetőleg 250-300 kg/ha/tenyészidő. Meglehetősen agresszív anyag, ami gyorsan lúgosítja a vizet.
- Mészke vagy mezőgazdasági mész (kalcium-karbonát – CaCO₃): hozzávetőleg 500 kg/ha/szezon.

A savas vizek gyakoriak a tőzeges régiókban, ahol a víz kalciumban szegény és humuszsavban gazdag talajon szivárog át. A lúgos vizek kalciumban gazdag talajjal érintkeznek, ami 9-es pH-nál is lúgosabb vizeket eredményezhet. Azonban ez csak akkor káros, ha a víznek ez az állandó, élettelen természet által meghatározott (eredeti) pH értéke. Az algák és a növények **asszimilációja*** miatt délutánonként kialakuló bázikus és a **disszimiláció*** miatt éjszaka kialakuló savas pH-értékeket a halfajok többsége jól tolerálja (lásd a 3-9. ábrát).

Osztályozás	Értékek		Példa
	mg CaCO ₃ /L	(°dH)	
Nagyon lágy	40 alatt	4 alatt	Esővíz
Lágy	40 – 80	4-8	
Kevésbé kemény	80 – 180	8-18	
Kemény	180 – 300	18-30	Artézi és karsztvizek
Nagyon kemény	300 felett	30 felett	Fosszilis vizek

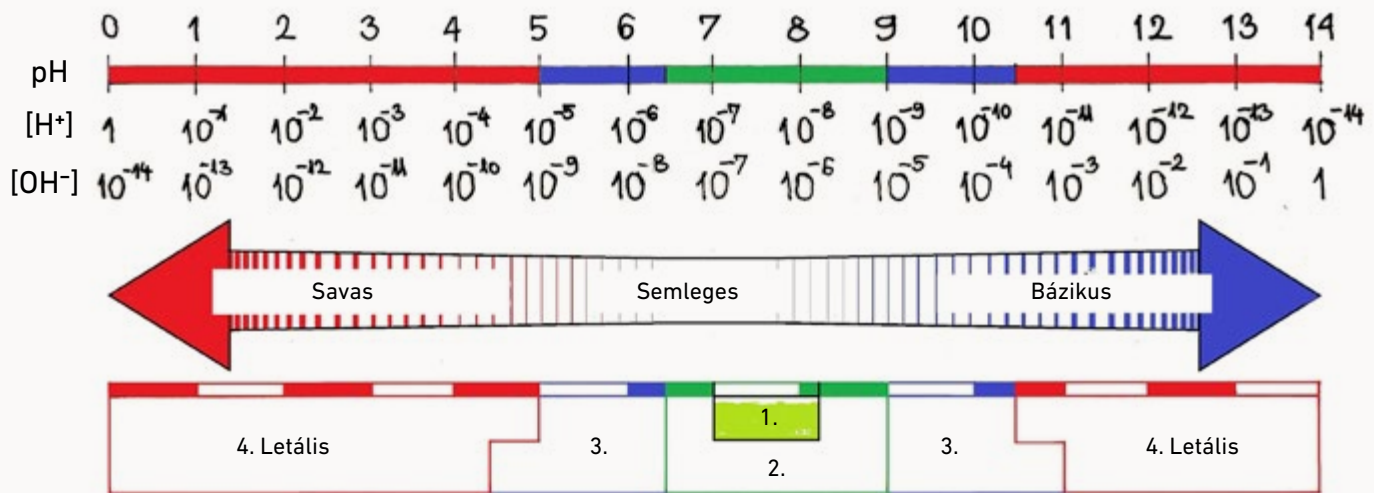
3-3. táblázat: A víz keménységének skálái és értékei (Forrás: United Utilities 2015, Fairfax Water 2015)

A PH ÉRTÉKÉNEK LEOLVASÁSA ÉS KIFEJEZÉSE

3-4. kiemelt magyarázat

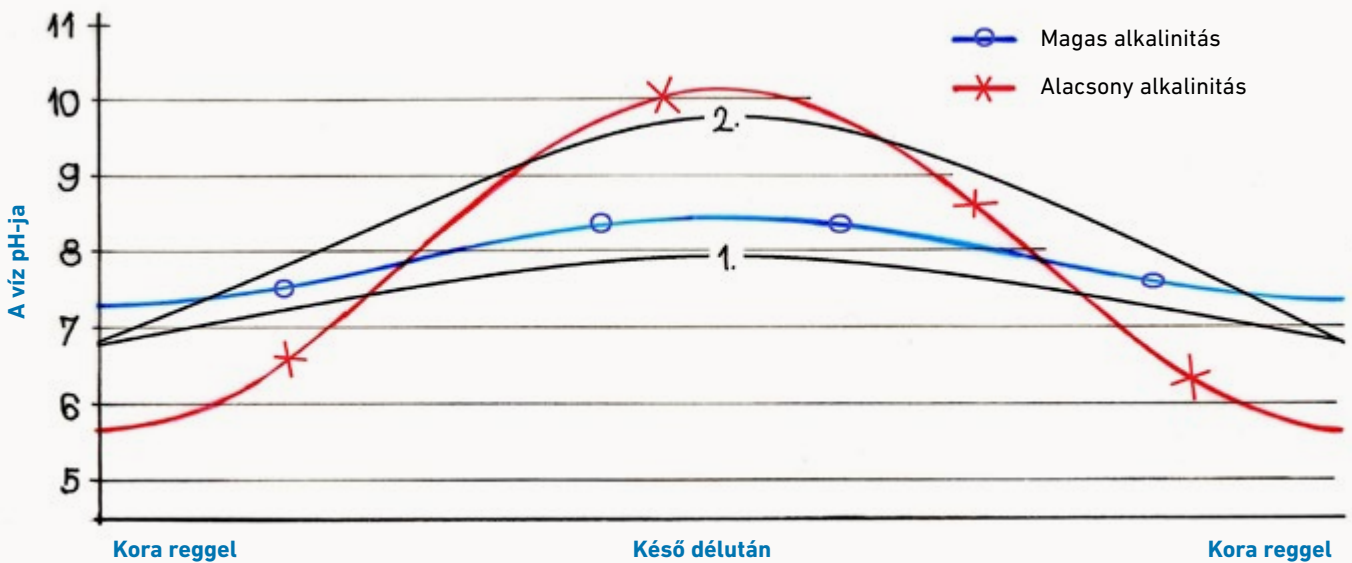
A mindennapi beszédben a vizek pH értékeit és ezek változásait „alacsony”, „magas”, „emelkedő” vagy „csökkenő” kifejezésekkel

jellemzik. A pH értékének ilyen széles körben használt és elfogadott jellemzését ez a publikáció is használja, de fontos megjegyezni, hogy tudományos szempontból ez a jellemzés csak akkor pontos, ha a fenti jelzők mellett a „savasság” vagy „lúgosság” („bázikusság”) is szerepel.



1) A halászat és haltermelés számára optimális pH-tartomány: 7 – 8,3. 2) Elfogadható pH-tartomány: 6,5 – 7 és 8,3 – 9. 3) A pH-tartományok 4-4,5 – 6,5 és 9 – 10-10,5 között ártalmatlanok lehetnek a legtöbb halfaj ikra- és lárvafejlődésére. 4) Vizek, ahol a pH értéke 4,5-4-nél savasabb vagy 10-10,5-nél bázikusabb, toxikusak a legtöbb édesvízi halfaj számára (Hepher és Pruginin 1981, Fondriest.com 2015).

3-8. ábra: A pH-skála és a vizek haltermő-képességének kapcsolata (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)



Az alkalinitás és a vizek pH értékének ingadozása fordítottan arányos (Wurts 2004). A pH változása az algaplankton 1) alacsony és 2) magas termelési intenzitása esetén. A halak és táplálékszervezeteik jól alkalmazkodtak a pH értékének az algaplankton által okozott szélsőséges ingadozásához.

3-9. ábra: A pH vázlatos napi változása az alkalinitás és az algaplankton termelésének függvényében (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)

A PH MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A vizek eredeti (valódi) savasságát vagy lúgosságát alapvetően az élettelen természet határozza meg, de ez az élő környezet hatására időlegesen módosulhat. A vizek pH értékének ismerete a következők miatt fontos:

- A vizek stabilitása és produkciója függ a pH értékétől (lásd a 3-8. ábrát).
- A vizekben lezajló összes kémiai folyamatnak van egy optimális pH-értéke.
- Sok természetes és mesterséges vegyület a pH értékének függvényében lehet mérgező.



- Minden vízben élő szervezetnek megvan az a pH-tartománya, amelyben optimális a fejlődése.
- Bár eltérő mértékben, de minden halfaj és a táplálék szervezeteik is érzékenyek a pH értékének változásaira. A pH értékének akár egy egységgel történő változása tízszeres változást jelent a savasságban vagy lúgosságban (lásd a 3-8. ábrát).
- A tógazdaságban használt anyagok és vegyszerek többségének, amit a hozamok növelésére vagy halbetegségek kezelésére használnak, direkt hatása van a víz pH-értékére.

Mikor kell mérni?

- Tavakban, víztározókban és extenzív tavakban elég, ha az eredendő pH-értéket egyszer ellenőrzik, mielőtt a halgazdálkodást megkezdik. Később csak akkor szükséges a pH-t mérni, ha probléma merül fel. Az igazi (eredeti) pH-értéket a legtöbb felszíni víz esetében hajnalban érdemes mérni (Hepher és Pruginin 1981).
- Eutróf vizekben és intenzív halastavakban a pH-t rendszeresen szükséges mérni.

- Szerves vagy műtrágyázás és meszezés előtt, valamint minden olyan vegyszer használata előtt, ami a víz pH-ját befolyásolja.
- Amikor minden más tényezőt mérnek.
- Amikor vízszennyeződést gyanítanak vagy halehullás következik be.

Hogyan kell mérni? A pH-t kora reggel vagy késő délután, naplemente előtt kell mérni. Indikátorpapír (pH csík), pH tesztkit vagy különböző digitális műszerek használhatók erre a célra (lásd a 4. mellékletben).

Kapott adatok kiértékelése: A 3-8 ábrán és az A3-2 táblázatban látható értékek szerint meghatározható, hogy a pH kapott értéke milyen tartományba esik.

Tennivalók: Amikor különböző anyagokat és vegyszereket választanak ki azzal a céllal, hogy a termelést fokozzák vagy halbetegségeket kezeljenek, ezek pH-érzékenységét és a pH-ra gyakorolt hatását számba kell venni, ha ez nem ismert, meg kell vizsgálni.

3.5 ALKALINITÁS

A vizek pH-ja, azaz hogy savas, semleges vagy lúgos (bázikus) karakterűek-e, egyértelmű, míg az alkalinitás szónak kétféle jelentése van:

A vízben található azon vegyületek mennyisége és minősége, amelyek a pH-t lúgossá teszik (Wetzel 1983). Az alkalinitás (esetenként összalkalinitás) kifejezés a vizek pufferkapacitását is jelenti, amit a

3-1. kiemelt magyarázat részletez. Ez a vizek azon képességére utal, hogy csökkenteni tudják a bennük található algaplankton fotoszintézise miatt a napi körforgás során kialakuló nagymértékű pH-ingadozásokat.

A pH értékéhez hasonlóan a felszíni édesvizeknek van egy eredeti (állandó), élettelen természet által meghatározott, illetve egy élő természet okozta időleges (eseti) alkalinitása. Utóbbi a vízben található széndioxid jelenlététől és mennyiségétől függ.

ALKALINITÁS MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Mikor kell mérni? Amikor egy víz halgazdálkodásra vagy haltermelésre való alkalmasságát először kell meghatározni. A vizek eredeti alkalinitása nem változik radikálisan, tehát szezonálisan javasolt mérni és akkor, amikor vízszennyezés vagy halmérgezés esete gyanítható vagy biztosan be is következtek.

Hogyan kell mérni? Úszómedencékben használt kitek vagy speciális alkalinitást mérő teszt kitek használata elegendően pontos mérési eredményeket biztosít (lásd a 4. mellékletet).

Kapott adatok kiértékelése: A víz szükséges alkalinitása 50 és 150 mg CaCO₃/L között van, de nem lehet alacsonyabb, mint 20 mg CaCO₃/L (Papp és Fűrész 2003, Wurts 2004).

Tennivalók: A kevésbé savanyú és semleges pH-értékű halastavakban az alkalinitást emelni szükséges, ha a kalcium-keménység 20 mg/L alatt van. Erre a célra főleg meszet használnak:

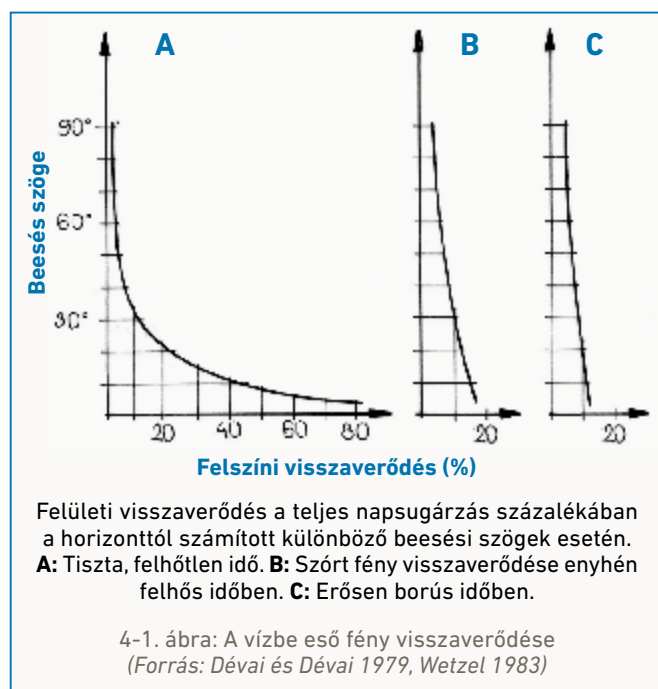
- Égetett mész (kalcium-oxid – CaO): hozzávetőleg 250 kg/ha/szezon használata javasolt. Mivel veszélyes, agresszív anyag, óvatosan kell használni.
- Oltott mész (Ca(OH)₂): hozzávetőleg 250-300 kg/ha/szezon használata javasolt. Szintén elég agresszív anyag, a víz pH-értékét gyorsan képes növelni.
- Mészke vagy mezőgazdasági mész, finomra zúzott mészke (kalcium-karbonát – CaCO₃) formában: hozzávetőleg 500 kg/ha/szezon.

1 Savanyú afrikai tavakban: Mészke (kalcium karbonát – CaCO₃): hozzávetőlegesen 1600 kg/ha/szezon kis 170 – 220 kg/ha adagokban kiszórva (Hepher és Pruginin 1981).

4. AZ ÉLETTELEN ÉS AZ ÉLŐ TERMÉSZET ÁLTAL KÖZÖSEN MEGHATÁROZOTT VÍZMINŐSÉGI MUTATÓK

4.1 FÉNYVISZONYOK ÉS ÁTLÁTSZÓSÁG A VIZEKBEN

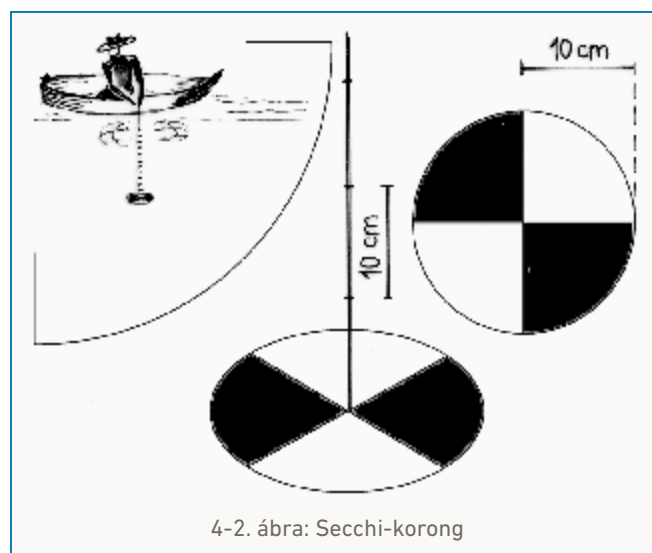
A napfény a legfontosabb energiaforrás a földön. A felszíni vizekben a fény és a fényviszonyok határozzák meg többek között a hőmérsékletet és a **fotoszintézis*** intenzitását is.



A vizekben a fényviszonyok alapvetően a napsütés irányától, hosszától, intenzitásától és a víz átlátszóságától függenek, amit a **zavarosság*** és a **víz színe***

befolyásol. A felsorolt sajátosságok közül az a szög, amivel a beeső fény a vízfelszínen keresztül behatol a vízbe, határozza meg a visszavert és elnyelt fény arányát, ahogyan ezt a 4-1. ábra mutatja.

Igen széles körben elterjedt vélemény, hogy a Secchi-koronggal mért átlátszóság az algaplankton sűrűségét jól tükrözi. Bár bizonyos esetekben ez igaz, nem szabad a módszer jelentőségét túlbecsülni, mivel az algaplankton a napfény erőssége szerint rétegződik. Ha a napfény túl erős, az algaplankton mélyebbre süllyed, de ha a fény gyengébb, akkor a felszín közelébe emelkedik. Tartósan mindig ott helyezkedik el, ahol a fényviszonyok kedvezőbbek (lásd a 4-1. kiemelt magyarázatot).



A SECCHI-ÁTLÁTSZÓSÁG MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Ha víz átlátszó, a napsugár nagyon intenzíven tud áthatolni rajta. Ennek eredményeként a víz túlmelegszik, így a túlságosan sok fény kedvezőtlen az algaplankton számára is. Ugyanígy, a nagyon átlátszatlan vizekben a nem megfelelő fényviszonyok lassítják a fotoszintézist, így a víz átlátszóságát folyamatosan figyelni, ellenőrizni kell.

Mikor és hogyan kell mérni? A víz átlátszóságát Secchi-koronggal mérik (4-2. ábra). A mérés menete egyszerű: először a korongot addig kell lefelé eresztetni, míg az el nem tűnik.

Utána lassan fel kell húzni, addig, míg ismét láthatóvá válik. Ez a pont lesz az átlátszóság mélysége. A módszer megbízható eredményt ad, ha megfelelően alkalmazzák. Annak érdekében, hogy korrekt és összehasonlítható eredmények szülessenek, az átlátszóságot mindig délben, azonos helyen, a parttól távolabb kell elvégezni. A módszert rendszeresen alkalmazva a szakemberek idővel olyan gyakorlatra tesznek

szert, hogy Secchi-korong nélkül is a szükséges pontossággal meg tudják becsülni vizeik átlátszóságát.

Mérési eredmények értékelése: Az átlátszóságot élőlények (plankton) vagy élettelen tényezők (zavarosság) befolyásolják. Az optimális átlátszóság előnevelő és ivadéknevelő tavakban 20–25 cm, intenzív halastavakban 30 cm, míg extenzív tavakban, halgazdálkodással hasznosított tavakban, holtmedrekben és víztározókban a 30–50 cm-es Secchi-átlátszóság jó haltermelési feltételeket jelezhet. Ilyen átlátszóság mellett a mélységgel fokozatosan csökkenő erejű fénynek még mindig érezhető a kedvező hatása. A mért átlátszóság 2-2,5-szeresének mélységében is mérhető még fotoszintézis, ami azt jelenti, hogy 30–50 cm Secchi-átlátszóság mellett 80–110 cm mélységben a folyamat még végbemehet a vízben (Woynárovich 1975).

Tennivalók: A fentiek, valamint az 4-1. kiemelt magyarázó szövegben ismertetett szempontok figyelembevételével az adott halastónak és a benne nevelt korsztyálynak megfelelő szerves és műtrágyázás ajánlott.

4.2 AZ OLDOTT OXIGÉN MENNYISÉGE ÉS ELOSZLÁSA A VIZEKBEN

Bár a víz jó oldószer, az oxigén nem jól oldódik benne. A vízben oldott oxigén maximális mennyisége elsősorban a víz hőmérsékletétől függ, így mindig létezik egy adott maximális mennyiség mg/L-ben kifejezve, ami a hőmérsékletnek megfelelően még oldásban marad. Ezen a szinten a víz teljesen, azaz 100%-osan telített oldott oxigénnel. A telítettségi szint akkor kerül 100% alá, amikor az oxigént fogyasztó folyamatok a dominánsak, míg, ha az oxigéntermelési folyamatok a jellemzőek, a víz oldott oxigéntartalma a telítettségi szint fölé is emelkedhet. Tavakban és víztározókban az **oxigéntelítettség*** 70% és 150% közötti változása természetes, mindennapos jelenség.

Minden **aerob szervezet*** jelenléte a vízben az oldott oxigén jelenlététől függ. Ezért a vizek oldott oxigéntartalma és mindenkori oxigénviszonyai elsődlegesen a halak és táplálékszervezeteik számára. Az oldott oxigén eredete a vizekben lehet (Fondriest.com 2016):

- **Abiotikus;** Az oxigén az atmoszférából **diffúzió*** útján kerül a vízbe. Ez leginkább a patakok felső zuhatagos és zúgós szakaszainál következik be, de az erős szél és eső szintén növelheti a víz oldott oxigéntartalmát.
- **Biotikus;** Az oxigén **autotróf*** szervezetek fotoszintézise útján kerül a vízbe.

Az intenzív diffúciónak vagy fotoszintézisnek köszönhetően a víz oldott oxigéntartalma rövid ideig túltelítetté válhat, de amikor a túltelítettséget okozó körülmény megszűnik, a feleslegben lévő oxigén

A VÍZ ÁTLÁTSZÓSÁGA ÉS A TRÁGYÁZÁS SZÜKSÉGESSÉGE KÖZÖTTI KAPCSOLAT

4-1. kiemelt magyarázat

A trágyázás szükségességének átlátszóság alapján történő eldöntéséhez két eltérő szempontot érdemes figyelembe venni:

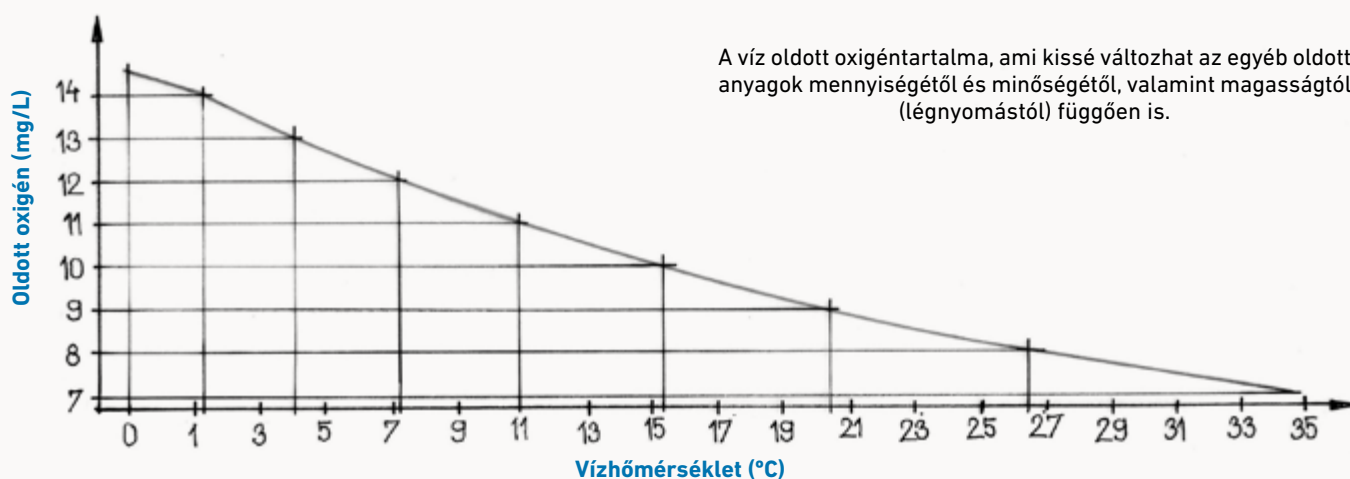
1. A legtöbb esetben a Secchi-átlátszóság méréssel meghatározható a trágyázás szükségessége. Gyakorlatra alapozottan az átlátszóság jó indikátor lehet, de óvatosan kell kezelni a trágyázás szükségességének eldöntését a víz átlátszósága alapján, mert a félrevezető vagy egyenesen téves következtetések kárt okozhatnak (Rahman 1992).
2. Halastavakban a Secchi-átlátszóság korrelációt mutat a lebegő szerves anyagok és a klorofill mennyisége között, ami az algaplankton jelenlétét is mutatja. Nincs általánosan használható cselekvési minta, mivel az átlátszóságot az algaplankton mellett a víz színe és zavarossága is befolyásolja (Ördög 2000).

Mivel esetenként a zooplankton sűrűsége olyan nagy lehet, hogy tisztára szűrik a vizet, a víz átlátszóságának mérését ajánlott a zooplankton méréssel együtt végezni.

diffundál a levegőbe és csak a víz hőmérsékletére jellemző mennyiség marad a vízben (4-3. ábra). Az oldott oxigéntartalom csökkenésének fő okai a következők:

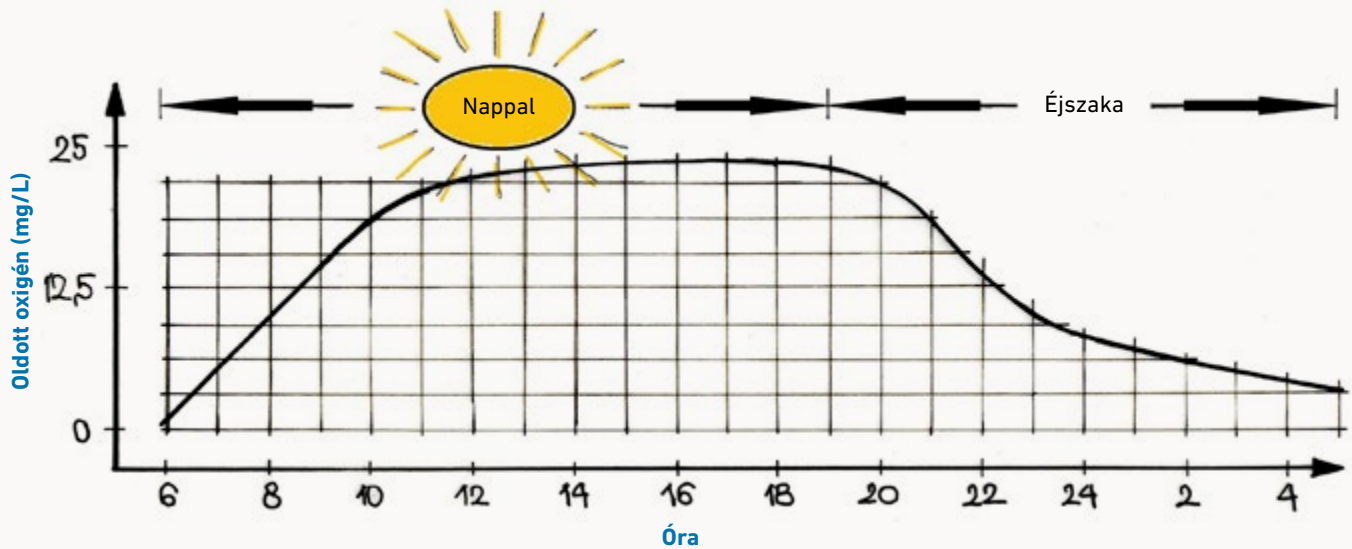
- **Abiotikus tényezők:** A vízhőmérséklet és a kémiai folyamatok, úgymint a **mineralizáció*** és az **oxigént fogyasztó gázok***.
- **Biotikus tényezők:** **Bioszintézis*** és a vízi szervezetek (**mikrobióta***: baktériumok, állati egysejtűek, algák, gombák), flóra (növények), **fauna*** (állatok) lélegzése. A halállomány általában nem a legnagyobb oldott oxigénfogyasztó a természetes vizekben és halastavakban, különösen akkor, ha ezekben a vizekben erőteljes az eutrofizáció vagy intenzív trágyázás és takarmányozás történik.

A víz oldott oxigéntartalma a nap folyamán a víz mélységével összefüggésben változik, ahogyan ez a 4-4. és 4-5. ábrákon is látható.



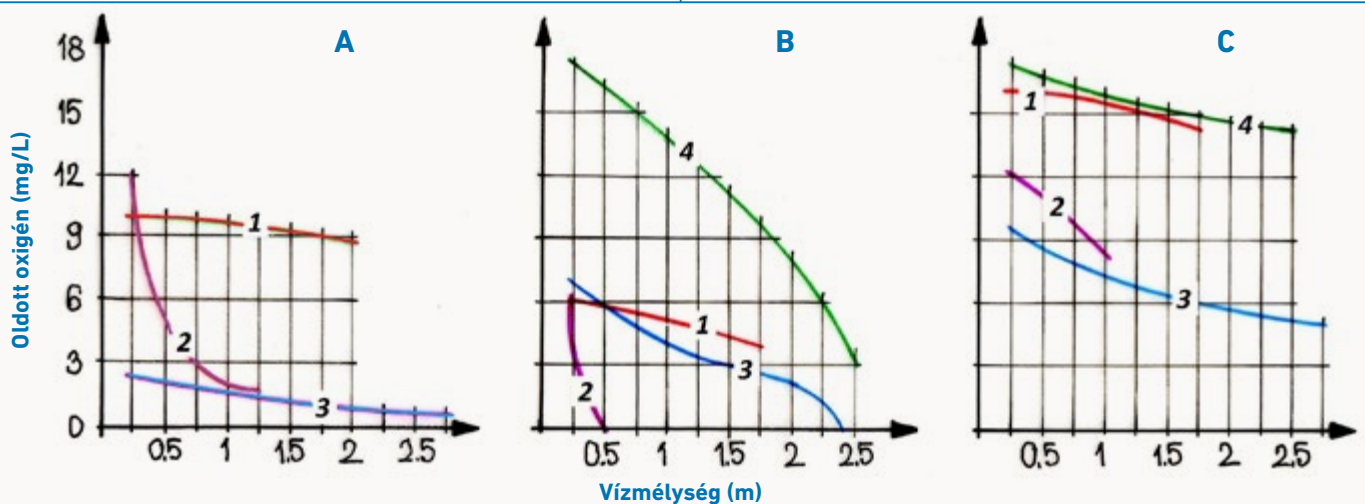
A víz oldott oxigéntartalma, ami kissé változhat az egyéb oldott anyagok mennyiségétől és minőségétől, valamint magasságtól (légnomástól) függően is.

4-3. ábra: A víz oldott oxigéntartalma különböző hőmérsékleteken



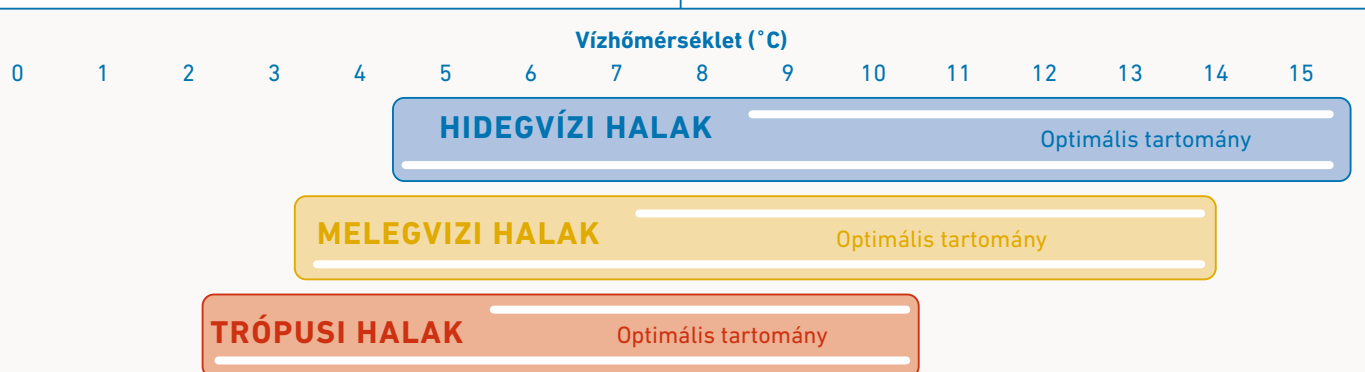
Nappal, amikor fotoszintézis történik, döntően az **alga***, vagyis az algaplankton állítja elő az oldott oxigén legnagyobb részét, amihez még hozzáadódhat a makrovegetáció (döntően a hínárnövényzet) oxigéntermelése is. Éjjel, a sötétben nincs oxigéntermelés. Minden vízi élőlény, beleértve az algákat és a növényeket is, egész nap folyamatosan lélegzik, azaz oxigént fogyaszt. Ennek a két folyamatnak az eredménye a vízben oldott oxigén mennyiségének napi változása, ingadozása. 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 (Woynárovich et. al. 2010).

4-4. ábra: Az oldott oxigéntartalom napi változása magas **trofitású*** vizekben



Különböző nyílt víztestek oldott oxigéntartalmának szezonális változása a vízmélység függvényében. **A:** Nyár (2004. július 14) **B:** Kora ősz (2004. szeptember 14) és **C:** késő ősz (2004. október 20). A víztestek nevei és trofitási szintje: **1.** Szartos (közepes), **2.** Hárromágú (magas), **3.** Hordódi-Holt Tisza (magas), **4.** Nagy-morotva (alacsony).

4-5. ábra: Az oldott oxigéntartalom mélység, trofikus viszonyok és évszak szerinti változása (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)



4-6. ábra: A különböző halfajcsoportok számára optimális és elfogadható oldott oxigéntartalmak

A VÍZ OLDOTT OXIGÉNTARTALMÁNAK MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

1. ÁLTALÁNOS SZEMPONTOK

A **labirint halak** * kivételével a vízben oldott oxigén mennyisége a halfajok többsége számára limitáló tényező. A hidegvízi, melegvízi és trópusi halak eltérő mértékben tolerálják, ha a víz oldott oxigéntartalma alacsony (4-6. ábra). Már egy csekély oxigénszökkenés a vízben hatással lehet a halak szaporodására és étvágyára. Ezért alapvetően szükséges a víz oldott oxigéntartalmának folyamatos ellenőrzése a szaporítás és a termelés időszaka alatt is.

Mintavétel: A mintavételt úgy kell elvégezni, hogy ennek során ne változzon meg a víz oxigéntartalma. Ezért a mintát levegőbuborékok nélkül szükséges begyűjteni. A felszínről vett víz esetén erre könnyű figyelni. Amikor a mintát mélyebb vízrétegekből veszik, a 3-6. ábrán bemutatott edényt javasolt használni. Keltetőben egy óvatosan feltöltött edény is jól megfelel. **Eszközváltás:** A 4. mellékletben bemutatott megbízható oxigénmérő teszt kit vagy egy digitális oxigénmérő egyformán jól használható e célra.

2. HALSZAPORÍTÁS

A mesterséges szaporítás alatt az anyahalaknak, főleg az indukált ivás vagy ovuláció előtt az ikrásoknak a lehető legtöbb oldott oxigénre van szükségük. Ha nincs elegendő oxigén, a folyamatban lévő fiziológiás folyamatok megállhatnak és az ivás, ovuláció sikertelen lesz.

Krónikusan csekély oldott oxigéntartalom a keltető edényben elégtelen fejlődést, deformálódott embriókat és lárvákat eredményezhet, míg a heveny oldott oxigénhiány elhulláshoz vezethet. Az anyahalak csoportosulása, esetleg pipálása a befolyó víznél vagy a fejlődő embrió/lárva elhullása már nagyon drasztikus jele az oxigénhiánynak. Ennek elkerülése érdekében javasolt a keltetőt és annak kádjait és edényeit ellátó víz oldott oxigéntartalmát rendszeresen ellenőrizni.

Mikor kell mérni: Fontos, hogy a halkeltetők vizének oldott oxigéntartalma mindig a lehető legnagyobb legyen. Ezt rutinszerűen kell ellenőrizni, különösen, ha a víz eutróf vagy hipertróf víztározóból/tóból érkezik. Ha oxigénhiány lehetősége merül fel, azonnal meg kell mérni a tényleges oxigéntartalmat. **Tennivalók:** ha a keltető vizében az oldott oxigén a szükségesnél kevesebb:

- A vízforrásként használt tározó vagy tó levegőztetése, ha lehetséges, trofitásának csökkentése.
- A keltető központi tartályában a víz levegőztetése vagy oxigénnel való dúsítása.
- Anyahalas kádak vizében az oldott oxigéntartalom növelése levegő vagy tiszta oxigén beporlasztásával.

3. HALASTAVI TERMELÉS

Oxigénhiány eutróf vizekben, így halastavakban is nagyon gyakori hajnalonként, különösen a termelési szezon második felében. Ennek oka a víz oldott oxigéntartalmának teljes vízmélységben bekövetkező napi ingadozása (lásd a 4-4. és 4-5. ábrákat). Az oxigénhiány tipikus jele, hogy hajnalra a halálmomány kisebb vagy nagyobb enerváltsággal pipál.

Mikor kell mérni és hogyan kell kiértékelni a kapott adatokat? A víz oldott oxigéntartalmát nem csak akkor kell mérni, amikor már egyértelműen problémát okoz, mert a halak

pipálnak. A késő délutáni mérés, különösen a termelési szezon második felében, pontos előrejelzést tesz lehetővé, hogy a következő hajnalon várható-e oxigénhiány:

- A megfelelő oldott oxigéntartalom értéke meleg, eutróf vizekben és halastavakban 5 – 12 mg/L, 70% vagy e feletti oxigéntelítettség mellett (Horváth and Pékh 1984).
- Amikor az oldott oxigéntartalom a vízben 5 mg/L és az oxigéntelítettség 50%, akkor oxigénhiány várható a következő hajnalon, mivel ez a mennyiség nem elegendő, hogy a vízben jelentkező biológiai és kémia oxigénfogyasztást az éjszaka folyamán fedezze.
- Ha forró nyári délutánokon a víz oldott oxigéntartalma 12 mg/L felett van, az algaplankton és/vagy a hínárnövényzet erőteljes éjszakai oxigénfogyasztása lesz várható. Ha ez az érték 18-20 mg/L vagy magasabb (24 mg/L) a késő délutáni órákban, akkor a hajnali oxigénhiány egyértelműen valószínűsíthető (lásd a 4-4. ábrát).
- Megtörténhet, hogy azoknak a vizeknek az oxigéntartalma, melyeket vízerőműveken áthaladó víz táplál vagy túlságosan sok oxigént termelő (autotróf) élőlényt tartalmaznak, hiperszaturált lesz. A 400–450%-os telítettség igazi veszélyt jelent a halakra, de a 450% feletti telítettség bármilyen időjárás mellett embóliát okoz, mert az oldott oxigén molekuláris O₂ formában lesz jelen a vérben (Nagy et. al. 2007).

Tennivalók oxigénhiány esetén:

- A halak etetésének felfüggesztése, a trágyázás csökkentése/beszűntetése.
- Az algaplankton tömegének csökkentése [1] **Égetett mésszel** (három alkalommal, hozzávetőleg 200 kg/ha összmennyiségben, a víz felszínén sávosan kiszórva. Igen lúgos pH-jú vizekben ez nem javasolt. [2] **Klórmentes** (Ca(OCl)₂) használata. 7-10 kg/ha mennyiség sávosan adagolva, maximum háromszor, 4-5 napos eltéréssel. [3] **Rézszulfát** (CuSO₄) adagolása a fonalas algák ellen, 8-10 kg/ha éves adagban, amit szükség szerint három egyenlő részben, a víz felszínén egyenlően szétszórva lehet alkalmazni. Az egyes adagok közötti türelmi idő 3-4 hét (Molnár et. al. 2019).
- A hajnali oxigénhiány megszüntetése az időben, késő éjszaka megkezdett levegőztetéssel történik, ami addig tart, míg a víz oldott oxigéntartalma elég magas nem lesz.

4. HALAK TELELTETÉSE

Hideg és mérsékelt égöv alatt a téli hónapok során jég képződik a vizeken. Bár a jég átlátszó, csak addig, míg hó nem fedi. Már akár egy 2 cm vastag hóréteg is teljesen meg tudja akadályozni, hogy a fény a vízbe jusson. Ez azért probléma, mert az algaplankton fény hiányában nem termel oxigént, csak fogyasztja.

Mikor és hol kell mérni? Azokban a termelő és raktár tavakban kell napi rutinnal mérni az oxigént, ahol teleltetés folyik. Abban a vízmélységben kell mérni, ahol a hal tartózkodik. Ha a halakat egy erre a célra épített teleltető tóban tartják, ahol a vízcseré folyamatos, az elfolyó víz mérése megfelelő lehet, ha a víz abból a rétegből származik, ahol a halak tartózkodnak. **Mérési eredmények értékelése:** Előnyös, ha a víz oldott oxigéntartalma a hőmérsékletének megfelelően teljesen telített; ez 4 °C esetében 13 mg/L.

Tennivalók: [1] Lécek vágása, hektáronként hozzávetőleg 2 – 3 darab, 4 – 6 m² méretű lék, illetve ezek tisztán tartása (Fűrész és Papp 1995). [2] A víz levegőztetése a befolyóknál, illetve a víz felszínén. A levegőztetés megakadályozza azt is, hogy körülötte a víz befagyjon.

4.3 SZERVETLEN ÉS SZERVES ANYAGOK A VIZEKBEN – TROFITÁS ÉS SZAPROBITÁS

A vizekben jelenlévő szervesanyagok minősége és mennyisége határozza meg azok trofitását. Két fő elem, a nitrogén és foszfor 6. fejezetben ismertetett különböző formái azok, melyek leginkább meghatározzák a trofitás mértékét, azaz, hogy egy víztér oligotróf, mezotróf, eutróf vagy hipertróf (A1-3. és A1-4. táblázatok) állapotú.

A különböző nitrogénformáknak elsősorban a fehérjék felépítésében, s így a növényeknél a **vegetatív növekedési szakaszban** * van döntő fontosságú szerepe. A nitrogén a vízben molekuláris nitrogén (N₂), nitrit- (NO₂⁻), nitrát- (NO₃⁻), ammónium-ion (NH₄⁺) vagy szerves vegyület részeként van jelen. Ezek a nitrogénformák egymásból alakulhatnak át, többnyire baktériumok segítségével. Papp és Fűrész (2003) szerint a felsorolt formák közül a vízben található nitrit- és nitrát-ion mérése lényeges, amit ez a fejezet tárgyal, míg az **ammónia** * mérését a következő, 4.4 fejezet ismerteti.

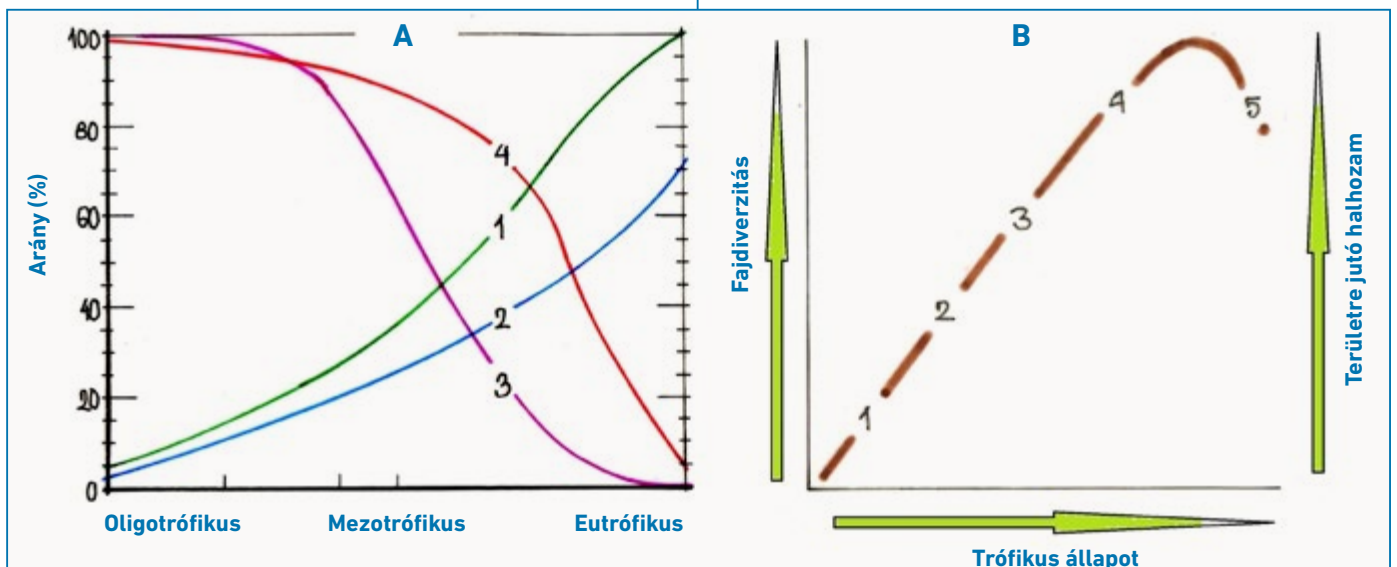
A foszfor a vízi szervezetekben lejátszódó energetikai folyamatok szempontjából a legfontosabb elem. A vizekben elemi foszfor (P) ritkán fordul elő, általában ortofoszfátként (PO₄) jelenik meg. A vízi rendszerekben a foszfornak szerves és szervesetlen formái vannak. Az állatok mindkét formában tudják használni ezeket. Úgy a szerves, mint a szervesetlen foszforformák közül vannak vízben oldódók vagy a vízoszlopban

lebegő részecskékhez tapadva szuszpendálódók. Az algák és a növények számára szervesetlen foszforból a vízben oldódó ortofoszfát-formák (H₂PO₄³⁻, HPO₄²⁻, PO₄³⁻, FeHPO₄⁺, CaH₂PO₄⁺) érhetőek el, amelyek szerves anyagokba épülnek be. A szerves foszfor foszfát-molekulákból áll, amelyek a növényi és állati szöveteket alkotó szénalapú molekulákhoz kapcsolódnak. Az élőlények pusztulása után a szerves foszfátot baktériumok ortofoszfáttá bontják le (EPA 2015).

A növények **generatív növekedési szakaszához** * a foszfor jelenléte elengedhetetlen, mivel a szervezet energetikai folyamataiban résztvevő alkotóelemek (pl. ATP) fontos építő kövei. A foszfor elsődleges felelőse a természetes vizekben tapasztalható eutrofizációs folyamatoknak és limitáló tényezője a halastavakban kívánatos természetes haltáplálék termelődésének. A természetes vizekben a foszfor forrása kommunális (mosó- és mosogatószer, azaz detergens) vagy mezőgazdasági (műtrágyák) szennyeződés lehet. A víz foszfortartalmának mérése és értékelése Papp és Fűrész (2003) alapján az alábbi összefoglalás szerint történik:

A VIZEK NITRIT- ÉS NITRÁTTARTALMÁNAK MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A nitrit (NO₂⁻) az ammónium és nitrát közötti köztes oxid, ami nagyobb koncentrációban mérgező lehet a halakra. Hacsak nincs probléma, a víz nitráttartalmát szezonálisan mérik.
Eszközváltás: Megfelelő pontosságot biztosító teszt kitek (lásd a 4. mellékletet).
Eredmények értékelése: A nitrit kívánatos maximális értéke a vízben 0,1 mg/L, míg a 0,1 és 0,3 mg/L közötti érték még



A: 1) Elsődleges termelés, 2) Foszforterhelés, 3) Oldott oxigén, 4) Biodiverzitás, ami kevésbé értékes halfajokat is magába foglal (Correl 1998). **B:** A trofitás, halfauna és a területegységre eső haltermelés állóvizekben 1) Bizonyos pisztrángfélék, 2) Pérfélék és pisztráng, 3) Pérfélék, csuka, pontyfélék, 4) Csuka és pontyfélék, 5) Pontyfélék, süllőfélék (Bíró 2011)

4-7. ábra: Trofitás, foszfortartalom, biodiverzitás és a halfauna szerkezete közötti kapcsolat

elfogadható. Ennél magasabb érték szennyvízbefolyást vagy nagy mennyiségű cianobaktérium jelenlétét feltételezi (Papp és Fűrész 2003). A nitrát (NO_3^-) jelenléte a vízben az algaplankton mennyiségének növekedését segíti. Ennek a mennyisége határozza meg a trágyázás szükségességét.

Eszközváltás: Megfelelő pontosságot biztosító teszt kitek (lásd a 4. mellékletet).

Eredmények értékelése: Hozzávetőleg 1-10 mg/L kívánatos, 20 mg/L koncentráció még normális, míg 40 mg/L alatt a nitrát mennyisége még elfogadható (Horváth és Pékh 1984, Papp és Fűrész 2003).

A VÍZ FOSZFORTARTALMÁNAK MÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A vizek vizsgálatánál általában az összes foszfortartalmat határozzák meg. A halgazdálkodás és haltermelés esetében, amikor a víz magasabb termelékenysége kívánatos, a víz oldott reaktív foszfortartalmát, azaz ortofoszfát tartalmát kell mérni, mivel az algák és a vízi növények ebben a formában képesek a foszfort hasznosítani.

Eszközváltás: Analitikai gyorsesztek (lásd a 4. mellékletet).

Eredmények értékelése a vizsgált víz típusától és hasznosításától függően:

- Természetes vizekben a maximális ortofoszfát koncentráció 0,3 mg/L.
- Halastavakban a kívánatos ortofoszfát érték 0,6 és 1,8 mg/L között mozoghat, míg a maximális felső határ 2 mg/L (Horváth és Pékh 1984, Papp és Fűrész 2003).

A szaprobitás a vizek szerves tápanyaggal való el látottságát jelenti. Ezeknek az anyagoknak kiemelkedő szerepük van, mert mikroméretű táplálékot jelentenek sokféle vízi szervezet számára, amelyek közül a halak szempontjából a zooplanktonhoz tartozó élőlénycsoportok a legfontosabbak. A szaprobitást a vizek **kémiai oxigénigényével (KOI)*** mérik.

4.4 MÉRGEZŐ ANYAGOK A VIZEKBEN – TOXICITÁS

A vizek toxikusságát az abban található mérgező anyagok határozzák meg. A mérgező anyagok a vizekben lehetnek külső (mezőgazdasági, ipari, kommunális) és belső eredetűek. A külső eredetű mérgek sokfélék lehetnek. Ezért amikor ilyen mérgezést észlelnek, minden esetet egyedileg kell megvizsgálni. A területért, halgazdálkodásért vagy haltermelésért felelős szakembernek a 8.2 fejezetben összefoglaltak szerint kell intézkedni, beleértve a megfelelő mintavételeket és a különböző szakemberek szakszerű segítségének az igénybevételét annak érdekében, hogy a jelentkező problémát megnyugtatóan el lehessen hárítani.

VIZEK TROFITÁSÁNAK ÉS SZAPROBITÁSÁNAK MÉRÉSE, BECSLÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A foszfor szerepe az eutrofizációs folyamatokban egyértelmű. Hasonlóan a trofitás fokozódásához, a szaprobitás növekedése sem egy kívánatos vízminőségi folyamat, amikor ivóvízről, halkeltető vagy csepegtető öntözőrendszer vízellátásáról van szó. A haltermelés esetében azonban bizonyos határokon belül a trofitás és szaprobitás szintjének növekedése előnyös, olyannyira, hogy ezek elérése érdekében, amikor csak lehetséges, trágyát használnak. A **trofitást** speciális tudással rendelkező szakemberek laboratóriumokban mérik. Ez számukra általában a mindennapi munka része, amikor környezettanilag, illetve gazdaságilag fontos vizeket, vízrendszereket vizsgálnak, hogy megállapítsák:

- A vízben oldott szervesanyagok mennyiségét és minőségét;
- A vizek elsődleges termelését, azaz a „klorofill-a” mennyiségét, illetve az algaplankton mennyiségét és minőségi összetételét (részletek az 5.2.2 fejezetben).

A **szaprobitást** a KOI segítségével határozzák meg. Ez egy fontos sajátosság, kívánatos értéke a halastavakban hozzávetőleg 18-22 mg/L, de nem több mint 30 mg/L (Horváth és Pékh 1984). Más szerzők ezeket az értékeket 8 mg/L és 12 mg/L-ben határozták meg (Papp és Fűrész 2003). A szaprobitás méréséhez is specializált szakemberekre és laboratóriumi háttérre van szükség.

Gyakorlatban használható becslések. A halgazdálkodás és haltermelés során szükséges, hogy a víz lehető legkedvezőbb haltáplálék-termelő képességét kialakítsák és fenntartsák. Ezért szükség van vízparton használható egyszerű, de megbízható módszerekre is. Ezek közül a következő kettőt szükséges megemlíteni:

- A víz produktivitását annak átlátszósága alapján megbízhatóan megítélni nagy gyakorlatot igényel. Ennek részleteit a 4.1 és 5.2 fejezetek tárgyalják.
- A zooplankton és **zoobentosz*** mennyiségi és minőségi értékelésével jól lehet következtetni a víz haltáplálék-termelő képességére (Horváth 2000). További információt az 5.2 fejezet tartalmaz.

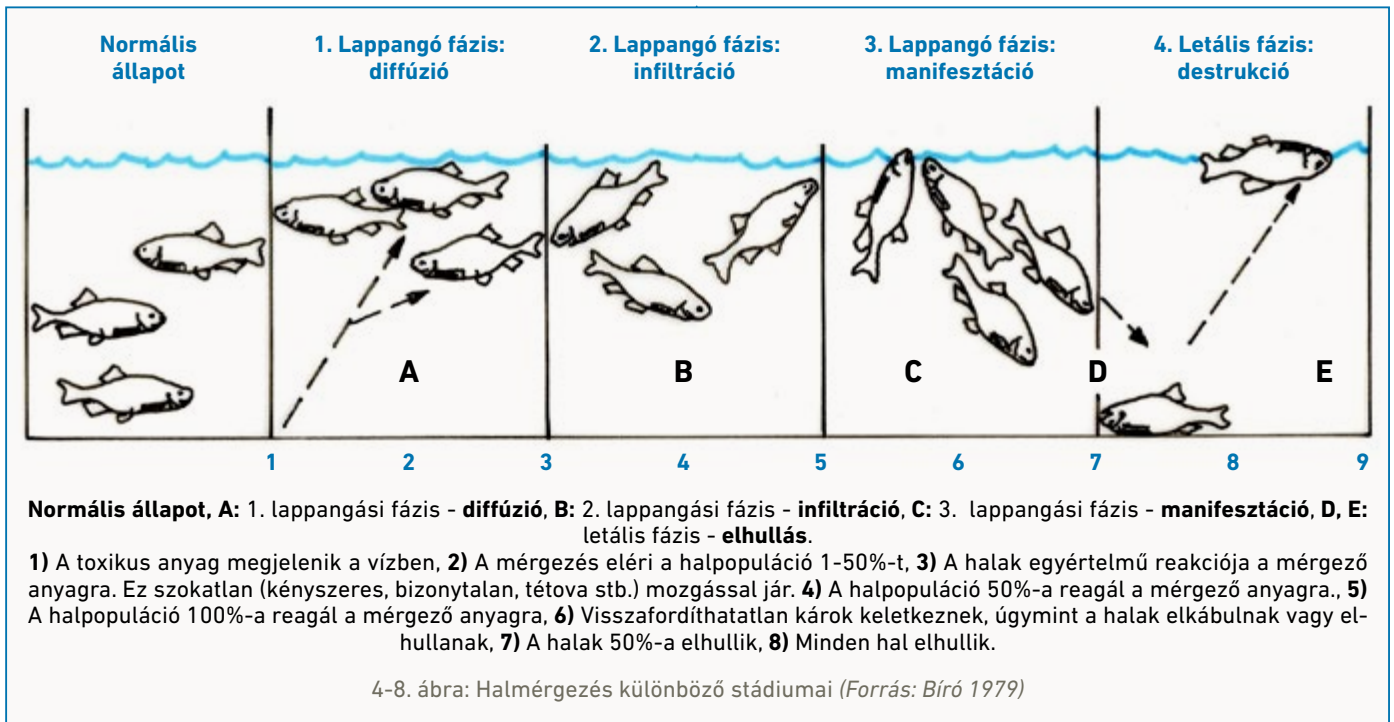
Tennivalók:

- **Halastavakban**, ahol a tóvíz termelékenysége csökken vagy alacsony, szerves és szervesanyagok használata javasolt.
- **Természetes vizekben** (tavakban és víztározókban) nincs lehetőség a víz termelékenységének trágyázással történő fokozására. Mégis szükséges, hogy az adott víz trofitása és szaprobitása ismert legyen, mert ez a várható haltermelés becslését, valamint reális kihelyezési és halászati tervek készítését is lehetővé teszi.

A halak mérgezésének általánosan érvényes tüneteit és fázisait a 4-8. ábra mutatja, míg ez elhullás mértékével kapcsolatos számításokat a 4-4. kiemelt magyarázat ismerteti.

A leggyakoribb belső, azaz magukban a vizekben termelődő toxikus anyagok a következők:

- **Ammónia:** Különböző vízi szervezetek anyagcserájének eredményeként, annak végtermékeként jön létre. A halak által elfogyasztott nitrogén egyharmada a légzés során ammónia formájában a kopoltyún keresztül távozik. A szabad ammónia



HALEHULLÁS MÉRTÉKÉNEK BECSLÉSE

4-2. kiemelt magyarázat

Mielőtt az elhullott halat a vízből összegyűjtik és a mindenkori előírásoknak megfelelően megsemmisítik, az elhullás mértékét meg kell becsülni, ami Papp és Fűrész (2003) alapján a következő szempontok szerint történik:

Folyók esetében az elhullott halak fajtát és méretcsoportok szerinti mennyiségét kell meghatározni, annak alapján, hogy adott idő alatt mennyi halatemetet sodort ki a víz. A folyón kifeszített terelőrácok vagy hálók segíthetik, hogy a halteemeteket a víz minél előbb a partra mossa, ahol össze lehet gyűjteni ezeket.

Állóvizekben az elhullott halat könnyebb összeszedni, ami szákkal történik, akár a partról, akár csónakból.

Az elhullott halak száma általában több, mint amennyit ténylegesen észlelni lehet, mert feljön a víz felszínére, illetve kisodródik a partra. Azért, hogy pontosan meg lehessen becsülni a ténylegesen elhullott állomány mennyiségét, szorzókat szükséges használni. Az elhullott, de megtalált hal mennyiségét az alábbi állandó szorzókkal javasolt korrigálni: [1] 10-20 grammos halak esetében a szorzó 20-50-szeres, [2] 20-50 grammos halak esetében a szorzó 10-30-szoros, [3] 50-100 grammos halak esetében a szorzó 5-20-szoros, [4] 100-300 grammos halak esetében a szorzó 5-10-szeres és [5] 300 grammos halméret felett a szorzó 2-5-szörös.

(NH₃) és az ammónium-ion (NH₄⁺) együttesen képezik a vízben található összes ammóniát (NH₃⁺ NH₄⁺). Az ammónia toxikussága pH-függő, ami a lúgossággal nő, ahogyan azt a szójegyzék „ammónia” címszó alatt tárgyalja.

- **Kénhidrogén (H₂S)*** kéntartalmú fehérjék és az üledékben található szerves anyagok **anaerob*** körülmények között baktériumok általi lebontása során termelődik. Igen mérgező anyag úgy a levegőben, mint a vízben. A kénhidrogén a vízben jól oldódik, mérgező hatása mellett az oldott oxigén mennyiségét is gyorsan csökkenti (Dévai és Dévai 1979, WHO 2003). Toxikussága pH függő, ami a víz savasságával nő, ahogyan ezt a szójegyzék „kénhidrogén” címszó alatt összefoglalja.
- **Toxinok:** Az algák hazai viszonyok között nem tartoznak a halakra veszélyes vízi élőlények közé, mert előfordulnak ugyan közöttük toxintermelők, ezek azonban döntően tengeriek. Az édesvizekben a korábban kékalgáknak tartott, de a baktériumok közé átsorolt cianobaktériumok között

viszont vannak veszélyes toxintermelők (cianotoxin), amelyek bizonyos körülmények között masszív halehullást okozhatnak. Emellett mind az algák, mind a cianobaktériumok „vízvirágzás” esetén éjszaka veszélyesen lecsökkenthetik a víz oldott oxigéntartalmát, aminek halpusztulás lehet a következménye (Molnár et. al. 2019).

OKOK ÉS MÉRGEZÉSEKKEL KAPCSOLATOS LEHETSÉGES TENNIVALÓK

AMMÓNIA

A vizekben mindig jelen van. Az egyik leggyakoribb mérgező anyag. Lehet a halak anyagcseréjének végterméke, de származhat fehérjetartalmú anyagok vagy vizelet bomlásából is. Ammónia szennyvízzel vagy műtrágya bemosódásával is kerülhet a vizekbe. A halak 5-10 mg/L összes ammóniatartalmat még elviselnek a semleges (7 pH) vizekben, a víz lúgosságának emelkedésével a már mérgező koncentráció is kisebb (0,2-0,5 mg/L) (részleteket lásd a szójegyzékben). A kívánatos és elfogadható összes ammóniatartalom a



vizekben 1,0 mg/L, illetve 2,5 mg/L, míg a szabad ammónia már 0,02 mg/L koncentrációban is mérgező (Papp és Fűrész 2003).

KÉNHIIDROGÉN

Ez a mérgező gáz az üledékben fejlődik és raktározódik. Amikor a hőmérséklet vagy a légnyomás gyorsan csökken, a kénhidrogén felszabadul az üledékből. Mivel ez a gáz jól oldódik a vízben, a halakra fokozottan veszélyes. A kénhidrogén már 0,02 mg/L koncentrációban is veszélyes. Halálos hatása alacsony oldott oxigéntartalom mellett és savanyú vizekben (pH 7-nél savasabb közegben) fokozottan jelentkezik. **A mérgezés szimptomái:** Minkét gáz idegméreg. Az elkábult hal nyugtalanná válik és görcsösen rángatózik a vízfelszínen vagy annak közelében. Az elhullott hal szája nyitott és vér szivárog a kopoltyúból.

Az egyetlen lehetséges **védekezés** a megelőzés: Mindkét gáz természetes körülmények között fejlődik, különösen intenzíven használt és trágyázott halastavakban. Ezért fontos:

- A pH értékét stabilan tartani.
- A víz oldott oxigéntartalmát magasan tartani.
- Ne a tótalaj, hanem a tóvíz legyen trágyázva és a trágya ne kupacokban, hanem a tó teljes területén egyenletesen legyen szétosztva.

TOXIKUS ALGÁK

Néhány algafaj, különösen egyes cianobaktériumok (kékalgák) termelnek halakra kis koncentrációban is mérgező anyagokat. Ezek a mérgezések eutróf természetes vizekben és intenzív halastavakban, ahol szerves és műtrágyát használnak, egyaránt előfordulhatnak.

VÍZVIRÁGZÁS

A vízvirágzás eutróf természetes vizekben és intenzív halastavakban is gyakori jelenség. Hosszabb ideig tartó, forró nyári időszakban, a növényi tápanyagokban gazdag halastavakban várható, hogy az algaállomány felszaporodik. Ez a felszaporodott állomány leárnyékolja a vizet, ami oxigénhiányt okozhat már a nappali órákban is, ráadásul a felgyarapodott algaállomány éjszakai oxigénfogyasztása is nagyobb lesz.

Szimptomák: Hajnalonként a halállomány enerváltan pipál. Súlyosabb esetekben a halállomány már a nappali és kora éjszakai órákban elkezdhet pipálni. Előnevelő és ivadéknevelő tavakban az algák bevonhatják és eltömíthetik a kishalak kopoltyúlemezeit.

Toxikus algák és vízvirágzás ellen a legegyszerűbb **védekezés** az algabiomassza csökkentése vagy állományának kiirtása:

- **Égetett mésszel** (három alkalommal, hozzávetőleg 200 kg/ha összmenyiségben a víz felszínén sávosan kiszórva. Erősen lúgos vizekben ez nem javasolt.
- **Klórmeész** (Ca(OCl)_2) használata. 7-10 kg/ha mennyiség sávosan adagolva, maximum háromszor, 4-5 napos eltéréssel.
- **Rézsulfát** (CuSO_4) alkalmazása fonalas algák ellen, 8-10 kg/ha éves adagban, amit szükség szerint három egyenlő részben, a víz felszínén egyenletesen szétszórva lehet használni. Az egyes adagok közötti türelmi idő 3-4 hét (Molnár et. al. 2019).
- A vízvirágzás csökkentésére vagy akár megszüntetésére a **szalma** használata egy nemrégiben felfedezett és ellenőrzött környezetkímélő módszer, amikor maximum 5 000 kg/ha/szezon összmenyiségben 90 – 500 kg/ha adagokban az algaállomány nemkívánatos növekedését meg lehet állítani (Tamás et. al. 2008).

5. AZ ÉLŐ TERMÉSZET ÁLTAL MEGHATÁROZOTT VÍZMINŐSÉGI MUTATÓK

5.1 ÉPÍTŐ ÉS LEBONTÓ FOLYAMATOK A VIZEKBEN

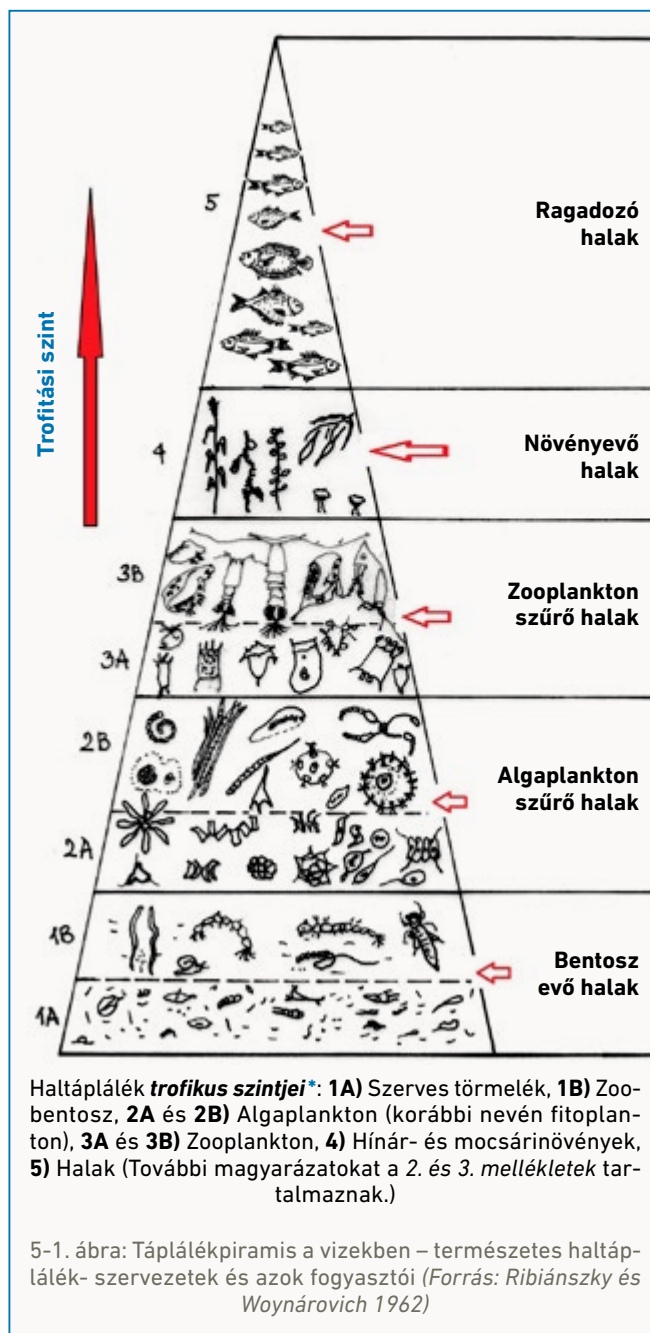
A vízi ökoszisztémákban végbemenő biológiai folyamatok közül kiemelt jelentősége van a termelésnek (produkciónak), amelyen biológiai értelemben az élő rendszerek által létrehozott, ill. átsajátított élőanyag-mennyiséget értjük, amelyet mindig egy adott, célorientáltan megállapított időegységre vonatkoztatunk. A termelésnek két alapvető típusa van:

- Elsődleges termelés, melynek folyamán élő szervezetek, főleg algák és növények, a saját testük felépítéséhez szükséges szerves anyagokat önmaguk hozzájárulással, s energiaszegény szerves anyagokból – többnyire a fény segítségével – energiadús szerves anyagokat szintetizálnak.
- Másodlagos termelés, melynek során az élő szervezetek a saját testük felépítéséhez szükséges szerves anyagokat nem saját maguk állítják elő, hanem azokat csak átsajátítják, tehát amikor az elfogyasztott testidegen szerves anyagokat átalakítva építik be saját testükbe.

Természetesvízi halgazdálkodás során és halastavakban a vízben lejátszódó komplex biológiai ciklus végső célja a haltermelés (Huet 1972). Jelen fejezet ezt a ciklust tárgyalja, ami az elsődleges és másodlagos termelést, valamint az élő és holt anyagok lebontását egyaránt magába foglalja.

Az élet alapja a víz, és nincs olyan természetes felszíni víz, amelyben ne lenne élet. Az élő szervezetek széles köre, amit a 2. melléklet mutat be, az állóvizek, mint **biotópok** * különböző **habitatjaiban** * él. Ezeket egy komplex táplálékháló köti össze, melyet gyakorlati okokból és az egyszerűség kedvéért többnyire táplálékláncként vagy táplálékpiramisként emlegetünk. Ezek az elnevezések jól mutatják, hogy az egyes vízi élőlények élete hogyan épül egymásra, illetve hogyan függenek egymástól (5-1. ábra).

A táplálékpiramis alapja az autotróf szervezetek elsődleges termelése, amelyeknek anyagcseréje építő típusú. Ezek (főleg az algák és a növények) képesek szerves anyagot termelni szerves anyagokból, úgymint szénből, hidrogénből, oxigénből, nitrogénből, kénből, foszforból és egy sor más olyan anyagból, melyek a szintetizált szerves anyagokban kisebb mennyiségben vannak jelen.



A fotoszintézis során a tápanyagok magasabb energiaszintű szerves formában rögzülnek az élő szervezetekben, ezért ezek energiatárolók. Az ehhez szükséges energia forrása a napsugárzás. Bár a nagy mennyiségű napsugárzásnak mindössze 1%-a használandó fotoszintézisre, mégis ez a folyamat a földi élet alapja.

A fenti okok miatt a fotoszintetizáló szervezetek, azaz főleg az algák és a növények az elsődleges termelők, anyagcseréjük autotróf típusú. Ezek a

szervezetek a vizekben legtöbbször a zöld színük alapján jól megkülönböztethetők, melyek vagy lebegnek a vízoszlopban (alga plankton) vagy közvetlenül a vízfelszínen vagy alatta helyezkednek el (vízfénéken vagy vízoszlopban gyökerező hínárnövények) vagy a vízfelszín fölé emelkednek (különböző mocsárinövények, úgymint nád, sás, vízi fűfélék stb.) (lásd az A2-3. ábrát).

A vízi élőlények második nagy csoportja a **heterotróf szervezetek***, amelyek anyagcseréje lebontó típusú. Ezeket másodlagos termelőknek is nevezzük. Közös jellemzőjük, hogy nem képesek szerves anyagból szerves anyagot szintetizálni, tehát felvett szerves anyagot használnak fel, amit emésztésük során saját testanyagukká alakítanak át. Ezek a szervezetek, beleértve a halakat is, minden trofikus szinten megtalálhatók, ahogyan ezt a 5-1. ábra mutatja.

A TERMÉSZETES TÁPLÁLÉK ÉS AZ EGYES HALFAJOK ÁRA

5-1. kiemelt magyarázat

Biológia szempontból azoknak a halfajoknak a termelése a legolcsóbb, melyek alacsonyabb trofikus szintről táplálkoznak. Ilyenek a növényevők, ezen belül is az alga plankton szűrők vagy a hínár- és mocsárinövényeket fogyasztók. Ez biztosítja e halfajok különösen fontos szerepét a szegényebbek által is megfizethető állati fehérjeellátás területén.

Az élővilágban, beleértve a vizek élővilágát is, a szerves anyagokban rögzült alkotórészek a táplálékhálón keresztül egyik szintről egy másik szintre kerülnek, ahogyan ezt a táplálékpiramis is illusztrálja. Energia szempontjából a heterotróf szervezetek által elfogyasztott táplálék hasznosulása hozzávetőleg 10% a táplálékpiramis egyes szintjei között. Az egyes trofikus szintek és a haltenyésztés közötti korrelációt az 5-1. kiemelt magyarázat mutatja be.

Az ökológiai rendszerekben különbséget kell tenni az anyagforgalom két összetevője, a tápelemkörforgás és energiaáramlás között. A vizekben a tápelemforgalmat és az energiaáramlást különbözőképpen lehet és kell értelmezni. A tápelemek és az energia a fotoszintézis során rögzülnek az autotróf szervezetek testében, majd a táplálékhálózat mentén egyre magasabb szintre jutnak el. Ebben a folyamatban a fotoszintézis során rögzült energia mennyisége folyamatosan csökken, míg a tápelemek más és más szerves formában (vízi élőlények testében) jelennek meg. Az élőlények pusztulása után testanyaguk teljes mértékben mineralizálódik és akár újból beléphet egy biológiai tápelemciklusba, míg a fotoszintézis során rögzült energia teljes mértékben felszabadul, illetve felhasználásra kerül.

Az elfogyasztott táplálék egy része a test fenntartására és növekedésére fordítódik. A táplálék azon része, ami nem hasznosul, visszakérül a víztérbe. A termelt ürüléket főleg baktériumok hasznosítják, egészen addig, amíg az összes szerves vegyület szerves elemekké nem válik. Ugyanez a lebontási folyamat történik minden szinten az ott elhalt szervezetekkel. Ily módon a szervesből szerves formába átalakított elemek újra növényi tápanyagként szolgálnak a ciklus (körforgás) következő fázisában vagy természetes úton (pl. árvízszűnyogok kirajzása), illetve emberi tevékenység következtében (pl. levágott hínár, learatott nád vagy megfogott hal) kikerülnek a rendszerből. Eutrofizáció vagy intenzív tógazdasági haltenyésztés esetén a növényi tápanyagok folyamatos jelenléte biztosított, ami a vizet termékeny (eutróf) állapotban tartja.

5.2 ÉLET AZ ÁLLÓVIZEK FŐ HABITATJAIBAN

A vízi szervezetek számára a víz nemcsak egy közeg, hanem élőhely is, ahol táplálkoznak, növekednek, szaporodnak, meghalnak és elbomlanak (Dévai és Dévai 1989).

Egy adott vízterén belül a környezeti feltételek sokfélék és sokrétűek lehetnek. Ennek következtében a vízben való elhelyezkedésük szerint jól meghatározható flórával és faunával rendelkező habitátokat különböztethetünk meg. A biotópok az életkörülmények széles skáláját biztosítják a bennük élő szervezeteknek, melyek jól adaptálódtak az ottani specifikus feltételekhez. Ezek a szervezetek az adott biotópok területén és forrásain egyaránt osztoznak, azokat különböző módokon hasznosítják. Állóvizekben, (tavakban, víztározókban és halastavakban) a következő négy habitat fontos a halgazdálkodás és haltermelés számára:

- Vízfelszín
- Nyíltvíz
- Vízfénék
- Makrovegetációval borított víztest

A habitátok és a bennük élő szervezetek ismerete különösen fontos, mert nemcsak természetes táplálékot nyújthatnak a halak számára, hanem az itt élő szervezetek táplálékkonkurrenciái és esetenként ellenségei is lehetnek a nevelt halfajoknak vagy kórosztályoknak. Amikor nincs lehetőség takarmányozásra, a haltermelés kizárólag az elérhető természetes táplálékokra épül. Ezzel is magyarázható, hogy a tógazdasági haltenyésztésben a természetes tápláléknak



5-2. ábra: Molnárka a víz felszínén és csípőszúnyoglarva a víz felszíne alatt (Forrás: www.microcosmos.nl/bugs1/velia06.htm és www.beckerwindmills.com)

miért van még mindig, s lesz az elkövetkező évtizedekben is különleges szerepe.

A következő fejezetek az előzőekben felsorolt egyes habitatokkal és a bennük található élőlények mennyiségi és minőségi felmérésével foglalkoznak. Az egyes habitatokban található élőlények mennyiségi és minőségi ismerete a vizek termelékenységének pontos becslését és az eredményes beavatkozást teszi lehetővé.

5.2.1 Felületi hártya életközösségei

A vízfelszín az a terület, ahol az ott élő szervezetek kihasználják a víz felületi feszültségét. Ezek az élőlények folyamatosan vagy csak életük egyes szakaszaiban élnek itt:

- **A felszín levegő felőli oldalán** él néhány egysejtű faj (5-3. és A2-3. ábrák), kiterülő levelű és a vízoszlopban gyökerező vízinövény (A2-3. ábra), „olajfoltszerű”, irizáló baktériumfilm és különböző rovarok (5-2. és A2-13. ábrák).
- **A felszín víz felőli oldalán** a baktériumokon és egysejtűeken túl hidrák, néhány kerekcsigafaj, a csípőszúnyogok lárvái, laposférgek és néhány csigafaj él (5-2. és A2-9. ábrák).

5.2.2 Nyíltvíz életközösségei

Az állóvizek, különösen a halastavak legfontosabb habitatja a vízoszlop. A vízoszlopban két eltérő típusú élőlényegyüttes, a **plankton** * és a **nekton** * él.

Gyakorlatilag az összes tenyésztett halfaj a nektonhoz tartozik, míg a planktont alkotó szervezetek többsége természetes táplálékként szolgál a halak

A VÍZFELSZÍN JELENTŐSÉGE

A vizek felszínének élővilága a halgazdálkodás és haltenyésztés számára kevésbé fontos, csak azokban az esetekben lehet lényeges, amikor olyan élőlények élnek itt tömegesen, melyek természetes táplálékként szolgálnak egy vagy több halfaj számára (pl. békalencse, a melegebb égvölkön bizonyos mértékben a vízi jácint, illetve néhány rovar és szúnyoglarva).

Ha a hínárnövények túlságosan elszaporodnak a vízfelszínen, nemcsak a növényi tápanyagokat fogyasztják jelentős mértékben, hanem le is árnyékolják a vizet. Azzal, hogy nem engedik, hogy a napfény a vízbe jusson, már nappal sötétséget és oxigénhiányt okozhatnak a vízben. A víz felszínét borító árnyékoló növényzet mennyiségének becslését és a kapcsolódó intézkedéseket az 5.2.4 fejezet végén található keretes összefoglalás ismerteti.

számára. A zooplankton jóformán minden halfaj legfontosabb első tápláléka, ezért a planktonnak, de különösképpen a zooplanktonnak meghatározó szerepe van a 0,1-1 g-os előnevelt ivadék 4-6 hétig tartó tavi termelésében.

A ragadozó halak első tápláléka a zooplankton, ami segíti a kis halat első önálló táplálékfelvételében. 2-4 hét után a ragadozó fajok ivadéka elkezd a fajra jellemző ragadozó életmódot. A mindenevő és növényevő halfajok ivadékainak táplálkozási szokásai és táplálékspektruma életük első 4-6 hetében nagyon hasonló. Először a zooplankton kisebb méretű tagjait, úgymint egysejtűeket, kerekcsigaféregket, ágacsápú rákok fiatal példányait és az evezőlábú rákok naupliuslárváit, majd később, ahogy növekednek a zooplankton nagyobb méretű tagjait fogyasztják. A békés halfajok hasonló táplálkozási szokása és táplálékspektruma tette lehetővé egy hatékony, egységesen alkalmazható nagyüzemi tógazdasági előnevelt-ivadéknevelő technológia kidolgozását (Tamás és Horváth 1972, 1976, Horváth és Tamás 1981).

A legtöbb halfaj ivadékai mellett vannak olyan halfajok is, melyek életük végéig algaplanktont és/vagy zooplanktont fogyasztanak (lásd a 3. mellékletet).

Plankton

Plankton a gyűjtőneve a vízoszlopban lebegő, sodródó mikroszkopikus vagy nagyon kisméretű szervezeteknek (lásd a 5-2. kiemelt magyarázatot). A lebegés, sodródás nem azt jelenti, hogy ezek a szervezetek nem képesek önálló helyválasztásra, tényleges méretükhöz képest némelyik nagyon gyorsan mozog. Ugyanakkor az is igaz, hogy saját erejük nem elegendő arra, hogy a víz áramlásától és örvénylésétől függetlenül mozogjanak.

A plankton nem egységesen népesíti be a nyíltvizet, hanem horizontálisan és vertikálisan elhelyezkedő „felhőkben”. Ezek a planktonfelhők nemcsak az áramlatokkal mozognak, de próbálják megtalálni az optimális fényviszonyokat (algaplankton) vagy táplálkozási feltételeket (zooplankton) is.

A planktonon belül a baktériumok, egysejtűek (csillósok), kerekesszervek, kistrákok, valamint különböző rovarok egyes fejlődési fázisai (pl. szúnyoglárvák) és a halparaziták a legfontosabb élőlénycsoportok. A planktonban élő szervezeteket sokféle szempont szerint lehet csoportosítani, amelyek közül kettőt különösen gyakran használnak. Az egyik csoportosítás a mintavétel módja szerint történik, míg a másik három csoportot, azaz bakterio-, alga- és zooplanktont különböztet meg, melyeket külön-külön vizsgálják.

A plankton mintavétele történhet ismert térfogatú edénnyel vagy planktonhálóval is.

A PLANKTONT ALKOTÓ SZERVEZETEK CSOPORTJAI

5-2. kiemelt magyarázat

1. Bakterioplankton
Cianobaktériumok
(régében kéalgák)
2. **Algaplankton**
 - 2.1. **Egysejtű zöldalgák**
 - 2.2. **Fonális algák**
 - 2.3. Kovamoszatok
 - 2.4. Ostoros algák
3. **Zooplankton**
 - 3.1. **Egysejtűek (Protozoa)**
 - 3.2. **Kerekesszervek**
 - 3.3. **Ágascápú rákok**
 - 3.4. **Evezőlábú rákok**

A fenti felsorolásban kiemelt csoportokat részletesen tárgyalják az elkövetkező fejezetek.

Cianobaktériumok

Úgy tartják, hogy a cianobaktériumok a föld egyik legősibb élő szervezetei. A kloroplasztisz (fotoszintetizáló zöld színtestek) néven ismert **sejtszervecskéket** * a növényi sejtekben szintén ezektől a szervezettől származtatják (Woods Hole Oceanographic Institution 2015).

A bakterioplankton fő csoportjai közül a korábban kéalgáknak nevezett cianobaktériumok fotoszintetizálásra is képesek (lásd az A2-2. ábrát). Ez a csoport, amely bizonyos körülmények között szuperprodukciónal képes a vizeket túlnépesíteni, nem kívánatos a természetes vizekben és halastavakban. Amikor ezek felszaporodnak, nemcsak a műtrágyát vonják be, de a víznek és a benne élő halnak is kellemetlen szaga lehet. A cianobaktérium túlzott

A CIANOBAKTÉRIUMOK INVAZÍV NÖVEKEDÉSÉNEK OKA ÉS AZ ELLENÜK JAVASOLHATÓ VÉDEKEZÉS

A megnövekedett cianobaktérium-tömeg miatt a víz oldott oxigéntartalmának koncentrációja 200%-ra is emelkedhet nappal, ami éjszaka és hajnalban komoly oxigénhiányt okoz. A cianobaktériumok ilyen káros felszaporodásának egyik fő oka az, hogy az egysejtű zöldalgák számára a vízben oldott felvehető szervesnitrogén mennyisége jelentős mértékben lecsökken. Mivel a cianobaktériumok képesek megkötni és használni a levegő nitrogénjét is, olyan eutróf vizekben képesek felszaporodni, melyekben szervesnitrogénből hiány van, így túlsúlyba kerülhetnek a hasznos algaplanktont alkotó csoportokkal szemben. Amikor ilyen problémát észlelünk, mikroszkópos vizsgálat segíthet az elszaporodott cianobaktériumok azonosításában, a családját, a nemzetséget vagy akár a faj azonosításában.

Védekezés: Cianobaktérium felszaporodása ellen két lépésben szükséges védekezni:

A cianobaktérium elpusztítása vagy állományának csökkentése (Molnár *et. al.* 2019):

- **Égetett mész** (kalcium oxid – CaO): Összesen 200 kg/ha három alkalommal sávosan kiszórva, csak olyan vizekben, amelyek pH értéke ezt megengedi (azaz nem erősen bázikus).
- **Klór-mész** (Ca(OCl)₂): Lúgos vizekben használható, 7-10 kg/ha sávosan kiszórt adagokban. Maximum három alkalommal, 4 - 5 napos eltéréssel ismételtethető.
- **Rézszulfát** (CuSO₄): A teljes éves mennyiség 8-10 kg/ha, melyet három egyforma adagban a vízfelszínre elterítve kell kijuttatni. Az adagok közötti idő 3-4 hét.
- **Szalma:** A vízvirágzás csökkentésére vagy akár megszüntetésére a szalma használata ellenőrzött környezetkímélő módszer (Tamás *et. al.* 2008, Stiller 2012, Horváth 2015). Összesen maximum 5 000 kg/ha/szezon mennyiségben, 90 – 500 kg/ha adagokban alkalmazható.

Nitrogénműtrágya használata: Amikor az egysejtű zöldalgák számára elegendő elérhető szervesnitrogén van a vízben, vitalitásuk és versenyképességük miatt ezek lesznek a domináns fajok. Amikor a vízkémiai viszonyok az egysejtű zöldalgáknak kedvezőek, a cianobaktériumoknak nincs esélyük teret és dominanciát nyerni. Az alkalmazható mennyiségek a műtrágya márkájától, illetve tényleges nitrogéntartalmától függenek. A végleges műtrágyamennyiség meghatározása előtt a vízben található nitrogénformák és az algaplanktont alkotó csoportok komplex minőségi és mennyiségi vizsgálata szükséges.

felszaporodása a vízben felelős a halak kellemetlen „iszapízéért”.

Algaplankton

Az algaplankton általában mikroszkopikus méretű, vízben lebegő egysejtű, fotoszintetizáló szervezetek alkotják. A szárazföldi növényekhez hasonlóan széndioxidot vesznek fel és oxigéntermelés mellett szénhidrátokat szintetizálnak a napfény segítségével. Ezek a szervezetek a vizek elsődleges termelői, melyek a tápláléklánc alapját alkotják. Mivel szükségük van fényre, az algaplankton a felszínhez közeli rétegekben él, ahova a napfény még megfelelő

mértékben behatol és lehetővé teszi a fotoszintézist (Woods Hole Oceanographic Institution 2015).

Az algaplankton nagyon eltérő típusú szervezet-csoportokból állhat, melyek közül a haltermelésben játszott szerepük szerint az egysejtű zöldalgák a legfontosabbak.

Egysejtű zöldalgák

Igen nagy csoport, az egysejtű *eukariota** algák közé tartoznak. Az A2-2. ábrán bemutatott egysejtű zöldalgák nagyon fontos tagjai az algaplanktonnak, mivel az elsődleges termelésért felelősek, tehát a *természetes hozam** alapját képezik.

Bár az egysejtű zöldalgák néhány 3. mellékletben felsorolt szűrő halfaj számára közvetlen táplálékot jelentenek, mégis a táplálékláncban (táplálékhálóban) betöltött szerepük az igazán fontos, mert táplálékul szolgálnak a plankton számos heterotróf csoportjának (zooplankton), amit sok halfaj fogyaszt.

Alkalmanként az egysejtű zöldalgák túlságosan is elszaporodhatnak, azaz populációik a szezonális változások és a túlzott mennyiségű növényi tápanyagok jelenléte miatt robbanásszerűen megnövekedhetnek.

ALGAPLANKTON MINTAVÉTELE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A MINTA MIKROSZKÓPOS VIZSGÁLATA

Az algaplankton egy hozzávetőleg 100 ml-es, hermetikusan lezárható edénnyel mintázzák, azaz merítik, kicsivel a vízfelszín alól. Az ilyen mintát néhány csepp kálium-jodid hozzáadásával évekre el lehet tárolni, amit addig kell csepenként adagolni, míg a minta színe világosbarna nem lesz. **A minta értékelése** megfelelő nagyítású mikroszkóp alatt négyzet rácscsós tárgylemezen történik, ami speciális szak tudást és gyakorlatot igényel. Az értékelés magába foglalja az összes algasejt számának meghatározását (mely kívánatos esetben 100 millió/L alatt van), valamint a cianobaktériumok, egysejtű zöldalgák és az egyéb, a mintában előforduló más algacsoportok domináns fajainak arányát is. Kívánatos, hogy az egysejtű zöldalgák fajtái legyenek a dominánsak. Kitűnő, ha ezek aránya 40% felett van, jó, ha 30-40%, kevésbé jó, ha 20-30% és gyenge, ha 10-20% között mozog. Kimondottan rossz, ha ez az érték 10% alatt van (Papp és Fűrész 2003).

„KLOORIFIL-A” MÉRÉSE

A módszer speciális tudást és laboratóriumi körülményeket igényel. Ennek oka, hogy a mintából ki kell vonni az algasejtekből a pigmentet, és a kapott szubsztrátumot fotometriás módszerrel meg kell vizsgálni.

A minta kiértékelése: A „klorofil-a” vizsgálata alkalmas a trofikus állapot megbecsülésére: a víz oligotróf, ha a „klorofil-a” 0-2 µg/cm³, mezotróf, ha 2-6 µg/cm³ között mozog és eutróf, ha 6 µg/cm³ felett van (Ács és Kiss 2004, YSA 2015).

Tennivalók: [1] Ha az egysejtű zöldalgák mennyisége csekély, műtrágyák szokásos adagolása segíthet. [2] Vízirágás esetén az algaszámot az előzőekben és a 4.4 fejezetben is leírtak szerint csökkenteni kell.



5-3. ábra: Fon alas algák, amelyek szabad szemmel is láthatók (Forrás: www.unl.edu és www.pondalgaesolutions.com/pondweedrakes.html)

Fon alas algák

Ezek szemmel jól látható lánc, cérna vagy fonalszerű, lebegő képződmények (lásd az 5-3. és A2-2. ábrákat), de néha vízben lévő tárgyak felületén is kifejlődhetnek. Szerepük a halászatban és haltenyésztésben nem egyértelmű. Előnyös, hogy néhány növényevő halfaj számára táplálékul és búvóhelyként szolgálnak, nemcsak a kisebb, de akár a nagyobb halak számára is. Hátrányos, hogy nagy telepeikkel benőtt vizekben a halászat nehézkes vagy éppen lehetetlen. Ráadásul a halászat és haltenyésztés számára hasznosabb egysejtű zöldalgaplankton táplálékkonkurrenciái is, ezért túlságosan nagy tömegű jelenlétük nem kívánatos.

Zooplankton

A zooplankton planktonikus heterotróf szervezetekből áll. A halgazdálkodás és a tógazdasági haltermelés számára szintén fontos élőlények.

Jelentőségük a halak fajától, életkorától és méretétől függően változik. A halak első táplálékának zömét egysejtűek, kerekesszerűek, ágascsapú rákok kicsi, frissen kikelt **partenogenetikus*** egyedei és az evezőlábú rákok különböző méretű **naupliusz***-lárvái adják (Nagy 1998). Ezeknek a zooplankton-szervezeteknek a fejlődési szakaszait az A2-5, A2-6 és A2-7 ábrák mutatják.

Ahogy a növekvő, táplálkozó hallárva szája nő, úgy válik alkalmassá arra, hogy nagyobb és teljesen kifejlett planktonrákokat is fogyasszon, amely nagyszámú halfaj természetes tápláléka (lásd a 3. mellékletet).

Egysejtűek (Protozoa)

Ezek a heterotróf, mikroszkopikus méretű plankton-szervezetek minden felszíni vízben megtalálhatók, melyek legfontosabb csoportjait és formáit az A2-4. ábra mutatja be.

Kerekesszerűek

A kerekesszerűek nevüket jellegzetes szájszervük után kapták, melyeket az A2-5. ábra mutat be. Ezeknek a szervezeteknek kiemelkedő szerepük van, mivel sok táplálkozni kezdő hallárva első táplálékai. A kerekesszerűek esetében elsősorban a méret (szélesség 20-40µm, hosszúság 60-150µm) és nem a tápláléérték az, ami nélkülözhetetlenné teszi őket, mint első táplálék. Mivel testük tekintélyes része kemény, emészthetetlen, páncélszerű anyagból épül fel, csak csökkent tápláléértékük van (Nagy 1998), így nem a legideálisabb első táplálékai a hallárvának. Ezért nagyon fontos olyan feltételeket teremteni az előnevelő tavakban, ami segíti, hogy a kihelyezett lárva gyorsan túljusson első életszakaszán, ami után egyre inkább képes a zooplankton nagyobb tagjainak, azaz az ágascsapú és evezőlábú rákok fiatalabb és kisebb egyedeinek elfogyasztására is (lásd az A2-6. és A2-7. ábrákat).

Ágascsapú rákok

A planktonikus rákok közül az ágascsapú rákok (A2-6. ábra) szűrő szervezetek, főleg egysejtű zöldalgákat fogyasztanak. **Szűznemzéssel*** nagymennyiségű petét termelnek, melyeket a kikelésig a hátpáncél alatt tárolnak. Ezekből a petékből teljesen egyforma utódok kelnek ki, melyek néhány vedlés után eléri a végleges, felnőtt méretet.

Az ágascsapú rákok kulcsszerepet játszanak a hallárva és az előnevelt ivadék életében, mivel magasabb tápláléértéket jelentenek, mint a kerekesszerűek. Vízhőmérséklettől függően életciklusuk csak néhány napig tart, ezért nagyon változatos méretcsoportot

képviselnek a zooplanktonon belül. Ez lehetővé teszi, hogy a növekvő táplálkozó lárva a szájméretéhez képest a legmegfelelőbb méretű egyedeket fogja meg és fogyassza el (Nagy 1998).

Az ágascsapú rákok egyaránt képesek az **ivartalan és ivaros szaporodásra***. Amikor a létfeltételek kedvezőek, csak ivartalanul szaporodó nőtények találhatóak a populációikban, ami tömeges fejlődésük és folyamatos jelenlétük garanciája. Ahogy a létfeltételek romlanak, hímek jelennek meg a populációban. Ezekkel párosodva a nőtények kevés számú, nagyméretű tartós petéket fejlesztenek, melyek addig maradnak nyugvó állapotban, amíg a létfeltételek újra kedvezőbbek nem lesznek számukra. A tartós petéből főleg nőtények fejlődnek, melyek ivartalanul szaporodnak addig, amíg a létfeltételek kedvezőek.

Evezőlábú rákok

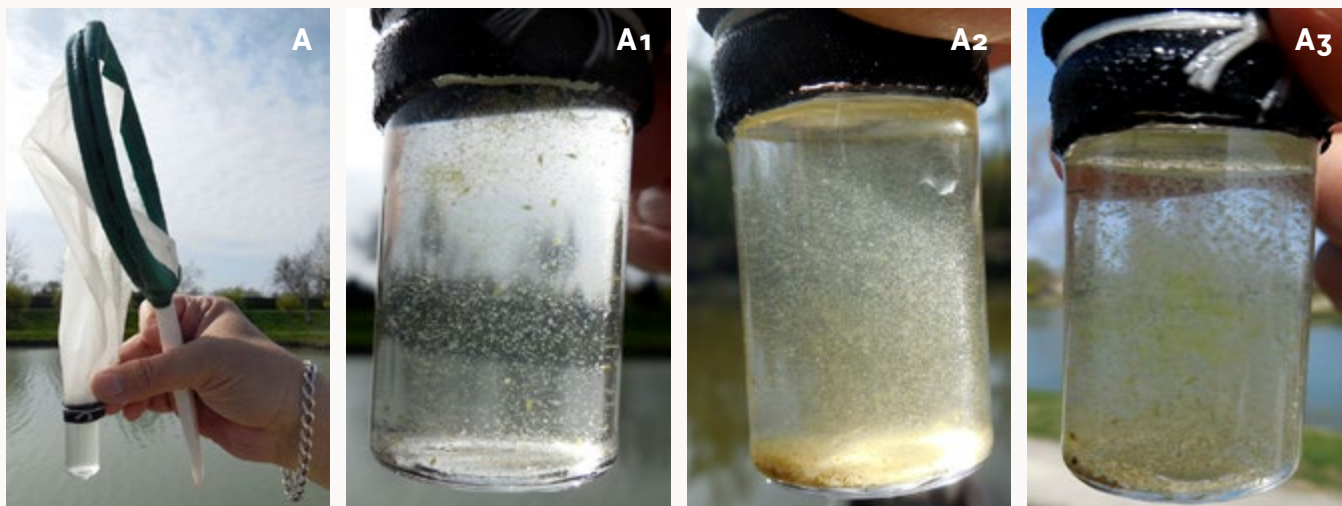
Az evezőlábú rákok szintén fontos haltáplálék-szervezetek. Ezek a planktonikus rákok kizárólag ivaros szaporodnak, ami összehasonlítva az ivartalan szaporodással egy lassúbb folyamat. Ez az oka, hogy egy zooplanktonban szegény vízzel frissen elárasztott tóban elsőként kerekesszerűek és ágascsapú rákok fejlődnek és csak később jelennek meg az evezőlábú rákok.

Az evezőlábú rákok között vannak ragadozó fajok is, melyek veszélyesek lehetnek a legtöbb édesvízi halfaj frissen kihelyezett zsenge ivadékára (Tamás és Horváth 1972, 1976, Horváth és Tamás 1981). Csak olyan fajok lárváira nem veszélyesek, mint például a csuka vagy a harcsa, melyek mérete és szája elég nagy, hogy az evezőlábú rákok kifejlett példányai is első táplálékként szolgáljanak számukra.

Az ivaros szaporodó evezőlábú rákok életciklusa meglehetősen komplikált (lásd az A2-7. ábrát). Általában a felnőtt kort 4-6 naupliusz és 6-8 kopepodit lárvastádium után érik el. Kifejlett példányai ragadozók, a zsenge ivadék számára veszélyesek lehetnek, lárvaalakjaik viszont elsőrangú táplálékot jelentenek. Az evezőlábú rákok kifejlett példányai minden nagyobb méretű ivadék és a zooplankton szűrő halfajok számára is értékes táplálékul szolgálnak.

Nekton

A nekton azon szervezetek gyűjtő neve, melyek intenzív úszásra és egy adott vízoszlopban önálló, a víz áramlásától független mozgásra is alkalmasak. Ide tartoznak többek között egyes gyűrűsféreg (főleg piócák), nagytestű rákok, rovarok, és maguk a halak is.



Már a zooplanktonminta első, szabad szemmel történő vizsgálata is jó és megbízható információt nyújthat. **A:** A planktonhálót a nappal szembe kell fordítani, ahogyan azt az ábra mutatja. **A1:** Kevés vegyes zooplanktonot tartalmazó tó mintája. **(A2 és A3)** A tó víz gazdag zooplankton állománnyal rendelkezik, ahol a kerekesszerűek **(A2)**, illetve a plankton rákok **(A3)** dominálnak.

5-4. ábra: Zooplankton-vizsgálat szabad szemmel (Forrás: Woynárovich, Kovács, Nagy 2019)

ZOOPLANKTON MINTAVÉTELE ÉS ÉRTÉKELÉSE

A vizek halak számára fontos termékenységét legjobban és leggyorsabban a zooplankton tóparti vizsgálatával lehet megállapítani. Zooplanktonmintát általában speciális hálós vesztünk (lásd a 4. mellékletet). Azért, hogy valós eredményeket kapjunk és helyes következtetéseket tudjunk levonni, a háló 60 µm szembőségű kell legyen.

Halastavakban, amelyekben a zooplankton-állomány gazdag, elég 20 liter vizet átszűrni a hálón, míg folyókban és oligotróf vizekben 100 – 400 liter víz átszűrése szükséges. Ha a mintát mikroszkóp alatt vizsgáljuk, a mintához néhány csepp abszolút alkoholt vagy formalint ajánlott adni. Ugyanezt kell tenni, ha a mintát egy speciális kalibrált kémcsőben ülepíteni akarjuk annak érdekében, hogy a zooplankton összmennyiségét meg lehessen állapítani.

Gyakorlati okok miatt javasolt, hogy a mintavétel mindig ugyanannyi mennyiségű vízből történjen, ahogyan ez a 4. melléklet vonatkozó szakaszában le van írva. Ez lehetővé teszi az egyes minták összehasonlítását.

Az **értékelés** céljától függően a módszerek eltérhetnek egymástól, azaz, hogy gyorsra vagy részletes vizsgálatra van-e szükség. Bár a planktonháló üvegében összegyűlt zooplankton gyors megfigyelése és értékelése lehetővé teszi elsődleges következtetések levonását (lásd az 5-4. ábrát), egy részletesebb kiértékelési protokoll pontosabb következtetéseket biztosíthat.

- A zooplanktonminta gyors mennyiségi és minőségi értékeléséhez egy 10 vagy 20-szoros ékszerész- vagy textillupe jól használható (lásd a 4. mellékletet).
- Mikroszkópos vizsgálattal nemcsak a protozoonok és kerekesszerűek, hanem a planktonrágók különböző fejlődési formái is jól megfigyelhetők.
- Amikor a zooplankton pontos mennyiségét kell meghatározni, speciális kalibrált kémcsövet érdemes használni. A minták fenti módon történő értékelése segít eldönteni, hogy a zooplankton-állomány nem megfelelő, elfogadható, jó vagy kitűnő állapotban van-e. A planktonrágók fejlődési formáinak megfigyelésével még pontosabb következtetések vonhatók le.

Tennivalók:

- A vizek gazdag és változatos zooplankton-állománya egészséges, halak számára kedvező életkörülményeket tükröz. Ha a zooplankton térfogata 5-10 ml/100 L, akkor állapota kitűnőnek mondható. Különösen igaz ez akkor, ha a domináns fajok köre és mérete is megfelelő.
- Kevésbé sűrű zooplankton-állomány (0,5 – 1 ml/100 L alatt) vagy az ágascsapú rágoknál a tartóspeté megjelenése a termelési időszak folyamán azt mutatja, hogy a tápanyagok és a zooplankton táplálékforrásai kimerülőben vannak, ezért ezeket szerves- és műtrágyázással pótolni kell (a tényleges mennyiségek a nevelt haltól és a szezontól függenek).
- Intenzív előnevelő tavak beoltása pár vödör megfelelő vízből gyűjtött sűrű zooplanktonnal szintén segíthet az egészséges planktonélet gyors helyreállításában.

A rágók, a rovarok és ezek szabadon mozgó lárvái minden felszíni édesvízben megfigyelhetők. Ide tartoznak a nagytestű rágók (lásd az A2-8. ábrát), a csípőszúnyogok és árvaszúnyogok lárvái és bábjai (lásd az A2-9. ábrát), vízi legyek lárvái (lásd az A2-11. és A2-12. ábrákat), vízipoloskák, illetve a vízibogarak és lárváik is (lásd az A2-13., A2-14. és A2-15. ábrákat). A halászok, horgászok és haltermelők számára a nekton legfontosabb élőlénycsoportját a halak alkotják. A halgazdálkodás és haltermelés fontos eleme

a mintavétel, melynek oka és célja sokféle lehet. A mintavétel módja halfajtól és korosztálytól függ, mely a 5-1. táblázatban összefoglalt ismeretek szerint igen sokféle lehet.

Halfogás – cél, hogy a hal életben maradjon	Halfogás – nem cél, hogy a hal életben maradjon
<p>VÍZ LECSAPOLÁSA: Gyakori módszer, amikor a cél a teljes lehalászás. Tógazdaságban a halat élve fogják meg akkor, amikor még van víz a tóban. Kisebb vizek (csatornaszakasz, víz/esőgyűjtő tavacsák) halászatánál, amikor a halat emberi fogyasztásra szánják, nem elsődleges cél, hogy a hal életben maradjon.</p> <p>Ez a halászati technika a halállományról nagyon részletes, teljes körű információ begyűjtését teszi lehetővé abban az esetben, ha a megfogott halat megfelelő módszerrel, pontosan mérik.</p>	
<p>ALTATÁS, KÁBITÁS: Az altatást széles körben használják a hal-szaporításban, amikor ismert halbódítószerrel tesztelt mennyiségekkel kerülnek el az anyahalakban a stressz nemkívánatos hatásait.</p> <p>Az ilyen módon megfogott halak jól mérhetőek, teljes körű információt lehet begyűjteni róluk.</p>	<p>HALAK ELPUSZTÍTÁSA TERMÉSZETES HALMÉRGEKKEL (PL. ROTENONE): Széles körben gyakorolt halfogási technika az egyenlítő alatti Afrikában, ahol őshonos cserjék megtört leveleit használják a halak megölésére, majd megfogására.</p> <p>Az ilyen természetes halmérgek mellett sokszor használnak különböző egyéb típusú mérgeket és vegyszereket, sokszor tiltott szereket is.</p>
<p>CSALIZOTT HOROG VAGY HORGOK: Halfogás csalival ellátott horoggal vagy horgokkal az egyik legősibb halfogási módszer. Többek között a horog mérete és a csali típusa határozza meg a megfogható halak fajtát és méretét.</p> <p>Mivel nem minden halfaj és méretcsoport fogható horoggal, ez a halfogási technika kevésbé alkalmas arra, hogy egy halállományból valóságos mintát lehessen venni.</p>	<p>CSALI NÉLKÜLI HOROG VAGY HORGOK: Ez a gereblyezésnek is nevezett módszer számos országban tiltott, mivel kegyetlen és nagy járulékos veszteséggel jár. A másodlagos fertőzésekben még azok a halak is elpusztulnak később, melyeknek sérülten bár, de sikerült elmenekülniük.</p>
<p>HALFOGÁS KÉZZEL: Vannak helyek és helyzetek, amikor tapogatózással, pusztán kézzel fognak halat.</p> <p>Ez a halfogási technika érdekes és különleges, de nem alkalmas arra, hogy egy halállományból mintát vegyenek.</p>	<p>DÁRDÁK (DÁRDASZIGONYOK), SZIGONYOK ÉS KAMPÓS CSÁK-LYÁK: Ezekkel a szerszámokkal jól lehet halat fogni, különösen az ívási időszakban, de éppen ezért használatuk a legtöbb országban tilos.</p>
<p>CSAPDÁZÁS: Halfogó csapdák, mint például kosarak, varsák, halterelő gátak, rekesztők, labirintusok szintén a legősibb halfogási módszerek közé tartoznak. Ezek az eszközök alkalmasak élő hal jó állapotban való megfogására, ezért ezek a kisszerszámú halfászati módszerek nemcsak áruhal megfogására, de anyahalak befogására és a halállományból valóságos minták begyűjtésére is használhatók.</p>	
<p>PASSZÍV HÁLÓS HALÁSZAT: Ez az a módszer, amikor kopoltyúhálót vagy tükrös hálót használnak, melyet a vízfelszínhez közel vagy mélyebben, de mindig ott állítanak fel, ahol a megfogni kívánt hal jár. Ez hatékony, de radikálisan szelektív (faj és méret szerinti) halfogási módszer. Megbízható minták vételére alkalmas.</p>	
<p>HALGYÜLEKEZTETÉS: Az ilyen eszközök (angolul „fish aggregating devices” FADs) használata azon a sok évszázados tapasztalaton alapul, hogy a halak előszeretettel gyűlnek nyílt vizekben található tárgyak köré és közé, mert itt élelmet és védelmet találnak. Az ilyen, sokszor mesterségesen elkészített helyeken egybegyűlt halat fogják meg. Ezt a halfogási módszert a tengereken és édesvizekben egyaránt széles körben használják. A legegyszerűbb változata az, amikor ágakat tesznek le a vízbe, ami köré a hal összegyűlik. Ez a módszer kevésbé teszi lehetővé valóságos minták vételét.</p>	
<p>AKTÍV HÁLÓS HALÁSZAT: Az a módszer, amikor húzó-, emelő- vagy egyéb mozgatott hálót használnak. A leghatékonyabb halfogási módszerek közé tartoznak, ha a háló, annak szembősége és mérete a megfogni kívánt halfajok körének és méretének megfelelően kerül kiválasztásra. Nagyon alkalmasak valóságos minták vételére halállományokból.</p>	
<p>ELEKTROMOS HALÁSZAT: Pontos és hatékony módja annak, hogy halállományokból mintát vegyenek vagy azokat adott szempontok szerint szelektálják. Mivel a módszerrel és eszközeivel gyakran visszaélnek, használata számos országban tilos.</p>	<p>ROBBANÓSZEREK HASZNÁLATA: Ez a halfogás egyik legkegyetlenebb módja, ami sok sebesült halat hagy maga után, ráadásul magukra a robbanószert használókra is igen veszélyes.</p>

5-1. táblázat: Halfogási módszerek és azok alkalmassága különböző halminták vételére (Forrás: Bíró 2011)

5.2.3 Biotekton és bentosz

Nagyon változatos életközösség figyelhető meg a vizekben található tárgyak többé-kevésbé szilárd felületein. Ez a felület lehet üledék, kő, beton műtárgy és földmű (zsilipek, gátak stb.) vagy bármilyen víz alatt található tárgy vagy élőlény felülete. Ezt a gazdag és változatos élővilágot két csoportra oszthatjuk: az egyik a vízfenék élővilága, amit bentosznak (pedonak) neveznek, míg a másik a vízfenéktől eltérő, bármely aljzaton megtelepedő élőlények együttese, amit biotekton néven tartanak számon. Halfajtól függően a bentosznak és a biotektonnak is egyaránt fontos szerepe lehet a halgazdálkodásban és haltenyésztésben.

Biotekton

A biotekton, mindennapi nevén élőbevonat, állhat baktériumok kolóniájából, algákból (A2-2. ábra), protozoonokból, szivacsokból, rögzült kerekférgekből, de ide tartoznak a felületeken élő rovarok, csigák és kagylók (A2-17. ábra) is. Egyes halfajok számára a biotekton az egyik fő természetes táplálékforrás (lásd az A3-4. táblázatot).

Bentosz

A bentosz a vízfenék élővilága. Különböző baktériumok kolóniájából, algákból, protozoonokból, kerekférgekből, vízi rovarokból és azok lárváiból,

ELŐNEVELT IVADÉK ÉS ROVAROK MINTAVÉTELE

A víztér körül és a vízben lévő rovarok és lárváik az ivadékok veszélyes ragadozói (lásd az A2-11., A2-12., A2-13., A2-14. és A2-15. ábrákat). Ezért szükséges ismerni ezeknek a káros szervezeteknek az állományait, különös tekintettel az előnevelő tavakban. A növekedő hallárva és az előnevelt ivadék állományairól is szükséges a naprakész ismeret. Ezért ezekből is rendszeresen mintát kell venni, ami sűrű szembőségű hálóval (szúnyoghálóból vagy függönyanyagból készült kisméretű húzóhálók, kézi hálók, merítőhálók és emelőhálók) történik, melyeket a 4. melléklet mutat be. Az itt felsorolt hálók arra is alkalmasak, hogy vízi rovarokat és ezek lárváit megfogják. Ezért a halminta vételével egyidőben teljes állapotfelvelelre van lehetőség.

A kihelyezett lárva és a fejlődő előnevelt ivadék állapotának napi ellenőrzése alapvetően szükséges. Ez lehetővé teszi, hogy

a káros vízi rovarok és lárváik megjelenését időben észre lehessen venni.

Tennivalók:

- A megelőzés nagyon fontos. Az előnevelési technológia pontos betartása ennek lényeges eleme, azaz a nem termelő tavakat teljesen szárazon kell hagyni, használatba vétel esetén friss vízzel kell feltölteni, és ha szükséges, a zooplankton szelekcióját is el kell végezni. Ezekkel az intézkedésekkel elejét lehet venni, hogy káros evezőlábú rákok, nagyobb vízi rovarok és lárváik túl hamar és nemkívánatos mennyiségben jelenjenek meg.
- Amikor szükségessé válik a káros vízi rovarok és lárváik elpusztítása, ehhez csak tesztelt, **engedélyezett vegyszereket*** lehet felhasználni. Mivel az engedélyezett szerek listája gyakran változik, használható szerek nevei ebben a kiadványban nem szerepelnek.

NAGYOBB MÉRETŰ HALAK MINTAVÉTELE

A halak mozgásának és táplálkozásának megfigyelése lehetővé teszi azok állapotának, fajösszetételének és méretének pontos becslését, különösen akkor, ha ez intenzíven kezelt természetes vizekben vagy tavakban történik. Ez segítséget nyújthat a halminták vételében vagy a próbahalászatban is. A tél folyamán a halak csoportokban telelnek, melynek pontos helyét fontos ismerni, többek között azért, hogy mintát lehessen venni belőlük.

Majdnem minden halfogási módszer alkalmas nagyobb testű halállományokból történő mintavételre, azonban halfogási módszertől függően eltérés lehet abban, hogy a minta mennyire tükrözi a valóságot (lásd a 5-1. táblázatot). A választott módszert a mintavétel célja, illetve a halállomány tényleges mérete, összetétele és egyedeinek mérete határozza meg.

találhatók, de nem emelkednek a vízfelszín fölé. Ezek a tipikus hínárnövények.

- Növények, melyek a víz fenekén, az aljzatban gyökereznek, de száruk és leveleik a vízfelszín fölé emelkednek. Ezek a tipikus mocsárinövények.

A makrovegetációval borított habitatban igen változatos élet található, ami baktériumokat, protozoonokat, alga- és zooplankton, rákokat, rovarokat és lárváikat, puhatestűeket, kételtűeket, halakat, hüllőket, madarakat és emlősöket egyaránt magába foglal. Ezek a szervezetek egyaránt táplálékot és védelmet (búvóhelyet) találnak a makrovegetáció között (lásd az A2-1. ábrát).

A makrovegetáció szerepe a természetes vizekben és az intenzív halastavakban eltérő. Sekély tavakban akár 75-90%-át is boríthatja a víztérnek. Ez nagyon értékes élőhelynek tekinthető, mert életteret, táplálékot és védelmet nyújt egy sor védett élőlénynek. Halastavakban a makrovegetációnak csak egy

férgekből, csigákból és kagylókból áll, melyeket a 2. melléklet ábrái mutatnak be. Sok halfaj, többek között a földön legelterjedtebben tenyésztett és termelt ponty, az indiai szubkontinensen tenyésztett rohu és mrigal, a dél-amerikai curimata és tambaqui, valamint a kistestű pontyfélék (keszeg, kárász stb.) számára a bentosz jelenti az egyik legfontosabb természetes táplálékforrást, ami összességében a bentoszt a plankton után a második legjelentősebb táplálékforrássá teszi.

5.2.4 Makrovegetáció a vizekben

Ahogy az A2-3. ábrán látható, a növényállományokkal jellemezhető élettáját (fitál) meghatározó hínár- és mocsárinövényeknek három jól elhatárolható csoportja különböztethető meg:

- Növények, melyek a vízben gyökereznek. Némelyik egész életén keresztül a vízfelszín alatt lebeg, míg mások a vízfelszínen helyezkednek el.
- Növények, melyek a víz fenekén, az aljzatban gyökereznek, leveleik a vízben vagy a vízfelszínen

MINTAVÉTEL A BIOTEKTONBÓL ÉS BENTOSZBÓL ÉS EZEK ÉRTÉKELÉSE

BIOTEKTON

A biotekton halastavakban rendszerint nem szokták vizsgálni, csupán bizonyos mértékig figyelik a fejlődését, azzal a céllal, hogy a víztér termelőképességi állapotára következtessenek. Ezt a biotekton, azaz az élőbevonat összetétele és vastagsága alapján lehet megtenni.

BENTOSZ

A bentoszból való mintavétel nem része a haltermelés napi rutinfeladatainak, ezért főleg kutatási, speciális vízi környezettel vagy halelhullással kapcsolatos vizsgálatok céljából végzik el. A mintát standard FBA¹ hálóval gyűjtik, melynek lyukbősége 1 mm. A begyűjtött mintát finom hálón vagy szitán kell átmosni, majd az élőlényeket kiválogatni.

1 www.kornyezetvedok.hu/vgt/vgt2/orszagos/6_1_hatteranyag_Makrozoobentosz_Modszertani_utmutato-VGT2.pdf

jól behatárolt mennyisége lehet hasznos a haltermelés számára. A nádas a gátak védelmére szolgálhat, a hínárnövényzet táplálékot és búvóhelyet jelenthet, de csak akkor előnyös a jelenlétük, ha mennyiségük a szabad vízfelszínnel arányos. Túlzott jelenlétük nem előnyös, mert:

- Az algaplankton tápanyagkonkurensévé válhatnak.
- Nehézzé tehetik vagy akár blokkolhatják is a hűzőhálós halászatot.

A MAKROVEGETÁCIÓ BIOLÓGIAI SZABÁLYOZÁSA

5-3. kiemelt magyarázat

Mindössze néhány halfaj táplálkozik hínár- és mocsárinövényekkel. Néhány ezek közül trópusi, mások túl kicsik ahhoz, hogy tekintélyes mennyiséget tudjanak elfogyasztani. Gyakorlatilag egyedül az amur az, amelyik gyorsan nő és növényfogyasztása jelentős. Ez különösen igaz, amikor a hal 0,3–0,5 kg vagy nagyobb és a víz hőmérséklet 22 °C felett van. Mint minden állatnak, az amurnak is megvannak a táplálékkal szemben támasztott preferenciái. Ezért a különböző növényfajokat változó intenzitással és kedvvel fogyasztják, ahogyan ezt az A2-1. táblázat szemlélteti.

A MAKROVEGETÁCIÓ SZABÁLYOZÁSA

Ha a makrovegetáció túlságosan benövi a tavat, az a növényi tápanyagok túlzott elvonásával, valamint a vízfelszín árnyékolásával is járhat. Ahogyan ezt az 5.2.1 fejezet már bemutatta, a halastó vízfelületének benőtttsége az alábbi kategóriákba sorolható:

- A teljes vízfelszín 5%-a alatti borítottság elhanyagolható.
- A teljes vízfelszín 5 és 25%-a közötti fedettség elfogadható.
- A teljes vízfelszín 25 és 50%-a közötti fedettséggel már foglalkozni szükséges.
- A teljes vízfelszín 50 és 75%-a közötti fedettség már azonnali beavatkozást igényel.

Lehetséges intézkedések: A nemkívánatos makrovegetáció (nád, sás, káka stb.) a következő három módszerrel csökkenthető, illetve irtható:

- Vegyszeres növényirtás. Ez nem ajánlott.
- A növényzet mechanikai gyéritése és vízből való eltávolítása, ami speciális kézi és gépi kaszákkal történik.
- Biológiai növénygyérités, melyet akkor lehet hatékonyan alkalmazni, ha a nemkívánatos növényzetet a megfelelő méretű és mennyiségű amur elfogyasztja (lásd az 5-3. kiemelt magyarázatot és az A2-1. táblázatot). A kihelyezett különböző méretű (0,3-1 kg) amur teljes mennyisége hektáronként 50 és 500 egyed között mozoghat.

6. KÖLCSÖNHATÁSOK A VIZEKBEN¹

Az előbbi fejezetekben külön-külön tárgyalt vízkémiai sajátosságok és az élőlények tevékenységei a valóságban természetesen együtt és egyszerre hatnak, és közöttük számos kölcsönhatás léphet fel. Mélyebb tavakban, a mélység függvényében ráadásul az egyes rétegek között is lehetnek markáns különbségek (lásd a 6-1. kiemelt magyarázatot). Halastavak esetében ezek a vertikális különbségek nem mutatathatók ki, annak ellenére sem, hogy a halastavakban is van határozott trofogén zóna. A rétegződést azonban akadályozza, hogy ezek a tavak sekélyek, makrovegetációval általában csak szegélyezettek, így a szél hatására könnyen és gyorsan felkeverednek. A rétegződés kialakulása ellen hat a jelentős mennyiségű halegyed mozgása is. Ezért a vízben igazi váltóréteg szinte soha nincs, és a trofolitikus réteg is jórészt az üledékbe szorul.

A vízi tápanyagforgalom

A vizek sajátosságainak kialakításában résztvevő különböző tényezők és folyamatok közötti szűkszerű összekapcsoltság ténye és fontossága legszebben a tápanyagforgalomban mutatkozik meg. Azokat a rendszeresen ismétlődő tömegforgalmi folyamatokat (az ún. körfolyamatokat), amelyek a tápanyagokat mozgatják a bioszférában, biogeokémiai ciklusoknak vagy tápanyagciklusoknak nevezük. Ezek a ciklusok két alapvető fázisra oszlanak:

1. az élettelen-fázis, amelyben a tápanyagok átalakulásai a különböző közegekben (talajban, vízben, levegőben) fiziko-kémiai folyamatok során történnek;
2. az élőlény-fázis, amelyben a tápanyagok az élőlényeken belül, biokémiai folyamatok révén alakulnak át.

Az elemek biogeokémiai ciklusai a történet helye szerint két nagy csoportba sorolhatók: főként a légkörben, ill. zömmel az üledékben lejátszódókra. Az előbbi csoportnál az elemek (C, N, O) szerves formáinak fő tárolója a légkör, így körforgásuk viszonylag egyenletesebb, visszakerülésük könnyebb, hozzáférhetőségük pedig az élőlények számára nagyobb, mint a zömmel üledékes közetekben tárolt többi elemé (pl. P, S, fémek), amelyek a második csoportot alkotják.

Összességében a természetben jelen lévő 92 elemből mintegy 40 tekinthető az élethez nélkülözhe-

AZ EGYES VÍZRÉTEGEK KÖZÖTTI KÜLÖNBBSÉGEK MÉLYEBB TAVAKBAN

6-1. kiemelt magyarázat

A pH vertikális eloszlását például a vízoszlopban mély tavak esetében a fotoszintézis, a légzés és sok esetben a nitrogénasszimiláció is befolyásolja (Padisák 2005). Azokban az esetekben, amikor az adott tó pH-ja 8,3-nál savasabb és így a CO₂ az uralkodó felvehető szénforma, a fotoszintézis és a légzés nem befolyásolja a pH-t. Ennél bázikusabb vizekben azonban a fotoszintézis és a légzés protonfelvétellel és -leadással jár. Az, hogy ez milyen hatással van a vízre, függ a pufferkapacitástól. A vizek trofogén zónájában a fotoszintézis dominál, ezért ott olyan körülmények uralkodnak, amelyek a pH lúgos irányba való eltolódása felé hatnak, napszakos ritmust is mutatva. A trofolitikus zónában viszont a heterotróf aktivitás a jellemző, és a légzés során keletkező CO₂ savas irányba tolja el a pH-t. A nitrogénasszimilációnak is lehet hatása a pH értékére. Ha az ammónium-ion (NH₄⁺) a nitrogénforrás, akkor ennek felvétele ekvivalens mennyiségű pozitív töltés, azaz proton-kibocsátást követel meg, míg nitrát-ion (NO₃⁻) felvétele esetén protonfelvétel történik. Miután azonban a nitrogénasszimiláció alárendelt szerepű a szénasszimilációhoz képest, az aktuális pH-ra lényeges hatása csak savas vizekben van. Általában elmondható, hogy a mély tavakban az oxigén és a széndioxid vertikális megoszlása egymás tükörképe. Természetesen a nagyobb oxigénértékek a felszínhez, míg a nagyobb széndioxidértékek a fenékhez vannak közelebb. A pH-görbe az oxigéngörbéhez hasonló lefutást mutat, a felszín közelében vannak a bázikusabb, míg a fenék közelében a savasabb rétegek.

tetlennek. Ezeket nevezzük biogén elemeknek, átalakulásukat pedig biogeokémiai ciklusoknak. Közülük hat elem – a szén, az oxigén, a hidrogén, a nitrogén, a foszfor és a kén – alkotja a mikroorganizmusok, a növények és az állatok testtömegének 90–95%-át, ezért ezek az állandó (minden élőlényben megtalálható) elemeken belül az elsődleges (primer vagy organogén) elemek csoportját alkotják. Ezeknek az átalakulásaiban természetesen az élőlény-fázisnak van kiemelkedő jelentősége.

A vízi tápanyagforgalom szempontjából a halastavak igen speciális helyzetben vannak. A haltermelés során a munka legfőbb célja, hogy halaink a lehető leggyorsabb ütemben növekedjenek, vagyis a halastavi rendszerben lévő anyagokat a legrövidebb idő alatt saját testük anyagává alakítsák. Az ehhez szükséges anyagbevitel az etetett halfajok estében döntő részben a különböző haltakarmányok formájában történik ugyan, de ezeknek a halaknak a növekedése szempontjából is alapvetően fontosak a természetes – a halastó által megtermelt – tápanyagok. Ezek bőséges termelődéséhez a halastavakban mesterséges módon idézzük elő eutrofizálódást, szervesen

¹ Ez a fejezet a magyar változat kiegészítéseként Dévai és munkatársai (1998) munkája alapján készült.

tápanyagok (döntően nitrogén- és foszforvegyületek) és szerves trágyák beadagolásával. Ezek bázisán a halastavakban zajló anyagforgalmi folyamatok teljes mértékben azonos módon és elvek szerint zajlanak, mint bármely természetes vízben, csak jelentősen felgyorsult ütemben. Ezért fontos, hogy a legfontosabb elemek (szén, oxigén, hidrogén, nitrogén, kén, foszfor) legfontosabb anyagforgalmi sajátosságait megismerjük, melyeket az alábbiakban részletezünk.

A szénciklus

A Földön az élő állapotú anyagi rendszerek létezésének alapja az asszimiláció és a disszimiláció szorosan összekapcsolódó, de ellentétes irányú folyamata, amelynek keretében a szén és az oxigén biogeokémiai átalakulásai egymástól elválaszthatatlanok. Biogeokémiai szempontból a jelenlegi földi körülmények között az asszimilációs folyamatok közül a fotoszintézis, a disszimilációs folyamatok közül pedig a légzés tekinthető meghatározó jelentőségűnek.

A fotoszintézis során a fotoszintetizáló szervezetek (növények és az algák) a széndioxidot a napfény energiája segítségével szerves anyaggá alakítják át, miközben oxigén keletkezik. A fotoszintézis termékei, az oxigén és a szerves anyag esszenciális tápanyag a nem-fotoszintetizáló szervezetek (pl. állatok) számára. Ezek felhasználják az oxigént és a szerves tápanyagot, miközben légzésük során széndioxidot termelnek. A fotoszintézis folyamatát a következőképpen írhatjuk le:



A biológiai szénciklus központi vegyülete, szervetlen nyersanyaga a vizekben a széndioxid, aminek fő formái a következők: [1] kötött széndioxid (karbonát-ion: CO_3^{2-}); [2] félig kötött széndioxid (hidrogénkarbonát-ion: HCO_3^-); [3] szabad széndioxid (CO_2).

Amint a folyamatot leíró képletből is kitűnik, hidrobiológiai szempontból igen fontos az oldott oxigén és a szabad széndioxid koncentrációjának egymás melletti alakulása, mivel az építő és lebontó folyamatok intenzitására utal.

A fotoszintézis során keletkezett szerves molekulák bekerülnek a táplálékhálózatba, s ezáltal a szén útja a környezeti fázisból átkerül a ciklus élőlényfázisába. Az élőlényekben lévő szerves szén egy része széndioxiddá oxidálódik az élőlények légzésekor. Ez a folyamat a fotoszintézis fordítottja: a szerves anyag oxigén felhasználása mellett széndioxidra és vízre bomlik, miközben energia szabadul fel, a széndioxid pedig visszakerül az élettelen fázisba. A szerves szén kisebb része lefolyással, szárazföldi ragadozók

zsákmányaként vagy a vízben fejlődött rovarok kirepülésével kerül ki a víztérből. Az elpusztult élőlények testanyaga szerves törmelékként (pl. fürdő, azaz az elpusztult élőlények szerves törmeléke, és annak tovább bomlott formája, a detritusz) van jelen a vízben, legnagyobb része azonban leülepedve az üledéket gazdagítja. A holt szerves anyagok egy része lefolyás révén kijuthat a víztérből, ugyanakkor bemosódással be is kerülhet. Az oldott és formált szerves anyagok táplálékkul szolgálhatnak, és így ismét élőlények testanyagává változnak, legnagyobb részüket azonban a lebontók (tömegforgalmi szempontból destrualók, energiaáramlási szempontból dekomponáló szervezetek) alakítják át: ha a lebontás aerob körülmények között történik, széndioxid lesz belőle, míg anaerob úton a szén egy része metánná redukálódik. A metán képződése (metánfermentáció) két lépésben zajlik. Az elsőben különféle **fakultatív*** és **obligát*** anaerob baktériumok a szerves anyagok fehérje-, szénhidrát- és zsírtartalmát hidrolízissel és fermentálással zsírsavakká alakítják. A másodikban a szigorúan anaerob metánképző baktériumok (*Methanobacterium*, *Methanococcus*, *Methanosarcina*) ezeket a zsírsavakat metánképzés közben hasznosítják. A keletkező metán egy része diffúzióval kikerül a vizekből, másik részét a szigorúan anaerob metánoxidáló baktériumok (pl. *Methanomonas methanica*) széndioxiddá oxidálják.

Az oxigénciklus

A legtöbb élő szervezetnek szüksége van oxigénre a citoplazmájában játszódó bioszintézishez, mások az oxigént elektronakceptoroként igénylik asszimilációs folyamataikhoz. Jelentős oxigénfogyasztók a mikroorganizmusok a mineralizációs folyamatok során. A legtöbb oxigén azonban a légzéshez szükséges, ezért az oxigén elsősorban a légzés vonalán válhat az élőlények elterjedésének gátló tényezőjévé. Míg a szárazföldi élőlények számára a légkör oxigénje korlátlan mennyiségben hozzáférhető, a vízben aerob élőlények csak ott fordulnak elő, ahol oldott oxigén is található. A biológiai oxigénforgalom legfontosabb folyamatai a következők:

- Fotoszintézis, oxigén keletkezése: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2$ (fény)
- Légzés, oxigénfelhasználás: $\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (fény és sötét)
- Bioszintézis, oxigénasszimiláció: $\text{O}_2 \rightarrow$ **Szerves kötésű oxigén** (fény és sötét)
- Mineralizációs folyamatok: **szerves kötésű oxigén** $\rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (fény és sötét)

A vizek oldott oxigéntartalma döntően biológiai eredetű, elsősorban az algaplankton és a hínárnövényzet fotoszintézisének eredménye; a fizikai tényezők (felületi diffúzió és vízmozgások) hatása csak

másodlagos. Az oxigéntartalom csökkenését a heterotróf baktériumok és egysejtűek, a gombák és az állatok, továbbá az algák és a növények légzése, a szerves anyagok bomlása, a víz felmelegedése, más gázok (metán, kénhidrogén) feldúsulása, oxidálható vegyületek (pl. Fe^{2+}) jelenléte, valamint a kifolyó vízzel járó veszteség idézhetik elő.

A hidrogénciklus

A biogeokémiai ciklusokkal foglalkozó irodalmakban általában nem találkozunk a hidrogénciklussal, hiszen a hidrogén önálló körforgalmáról nem beszélhetünk. A hidrogén – mint a szerves anyagok nélkülözhetetlen építőeleme – nem önmagában, hanem a víz, illetve a szerves vegyületek alkotórészeként vesz részt az anyagforgalmi folyamatokban. Ismertek azonban olyan mikrobiális folyamatok, amelyekben hidrogéngázt termelő, illetve hidrogént fogyasztó baktériumok tevékenykednek. Ezeknek a baktériumoknak a tevékenysége azonban elválaszthatatlan a szén, a kén vagy a nitrogén vegyületeinek átalakulási folyamataitól.

A nitrogénciklus

A vizekben található nitrogénformák öt csoportba sorolhatók:

1. molekuláris vagy elemi nitrogén, oldott formában;
2. szerves nitrogénvegyületek, beleértve a fehérjék bomlástermékeit is (aminosavakat, karbamidot, metilamint stb.), oldott vagy formált állapotban (utóbbi lehet élettelen szerves törmelék vagy élő szervezet);
3. ammónia, szabad ammónia (NH_3) és ammóniumion (NH_4^+) formájában, gyakran szilárd részecskék felületére adszorbeálódva;
4. nitrit-ion (NO_2^-) formájában;
5. nitrát-ion (NO_3^-) formájában.

A nitrogénciklus fő folyamatai:

1. az elemi nitrogén megkötése és szerves nitrogénvegyületté alakítása nitrogénkötő szervezetek által;
2. a szerves vegyületekből a nitrogén felszabadítása ammónia formájában a mikroorganizmusok által végzett deaminálás (ammonifikálás) révén;
3. az ammónia oxidálása nitritté, majd nitráttá nitrifikáló baktériumok által;
4. a nitrát redukciója ammóniává (nitrátammonifikáció = a nitrifikáció ellentétes folyamata), ill. elemi nitrogénné (denitrifikáció);
5. az ammónia és a nitrát felhasználása a fotoautotróf szervezetek által (asszimilációs nitrátredukció).

A biológiai nitrogénciklus első lépése tehát az elemi nitrogén bejutása a nitrogénkötő élőlények testének szerves vegyületeibe, s onnan a vízbe. A vizekben található nitrogénkötő szervezetek egyik csoportjába bizonyos (heterocisztás) cianobaktériumok tartoznak, a másik csoportba pedig különböző baktériumok. A baktériumok nagy része képes az elemi nitrogén megkötésére, a közismert aerob *Azotobacter* és az anaerob *Clostridium* fajok mellett *Azotomonas*, *Aerobacter*, *Methanomonas* és *Pseudomonas* törzsek, valamint fotoszintetizáló baktériumok (*Rhodospirillum*, *Rhodomicrobium*, *Cromatium* fajok). A nitrogénkötő baktériumok nemcsak a nyíltvízben, hanem élőbevonatokban, üledékben, de különösen a víz–üledék határterületben találhatók. A szerves anyagcseretermékek és az elpusztult élőlények testének anyagai az aerob és az anaerob fehérjebontó és ammonifikáló baktériumok tevékenysége révén ammóniává alakulnak, de számottevő mennyiségben ürítenek ammóniát az állatok is, nemcsak a gerincesek, hanem a gerinctelenek is. A fotoszintetizáló egysejtű algák, amelyek a nitrátot sejten belül redukálják, tekintélyes mennyiségű ammóniát (és nitritet is) juttatnak a környezetükbe. Ammónia keletkezhet nitrátból is a nitrátredukciónak nevezett bakteriális folyamatban. Az ammóniát mind az algák, mind a növények közvetlenül – mint nitrogénforrást – hasznosítják, legnagyobb részéből azonban a nitrifikáló baktériumok által két lépcsőben nitrát keletkezik [ammóniaoxidáció ún. nitrit-baktériumok (pl. *Nitrosomonas*) által, majd nitrátoxidáció ún. nitrát-baktériumok (pl. *Nitrobacter*) által]. A nitrifikáció eredményeként keletkező nitrátot egyrészt a növényi szervezetek hasznosítják (asszimilációs nitrátredukció, sejten belül), másrészt a bakteriális nitrátredukció (disszimilációs nitrátredukció) kiindulási anyaga. A bakteriális nitrátredukció két úton mehet végbe. Az egyik a nitrifikáció ellentétes folyamata, s végterméke az ammónia. A másik folyamatban a bakteriális redukció végterméke elemi nitrogén. Ez utóbbit nevezzük denitrifikációnak, a folyamatban résztvevő baktériumokat pedig denitrifikáló baktériumoknak (pl. *Pseudomonas denitrificans*, *Bacillus licheniformis*, *Paracoccus denitrificans*). A denitrifikációban keletkező elemi nitrogén már csak a nitrogénkötő szervezetek tevékenysége révén kerülhet vissza a vizek biológiai körfolyamatába.

A kénciklus

A kén a földrajzi burok történései szempontjából mind minőségileg, mind mennyiségileg az egyik legfontosabb elem. Kémiaiilag -2, 0, +4 és +6 oxidációs állapotokban létezhet, így a legkülönbözőbb geológiai körülmények között képződött anyagok alkotóeleme lehet. Ennek megfelelően különböző formái

valamennyi szférában jelen vannak. A kén ciklusban a kénvegyületek közül négynek van kitüntetett szerepe: a szulfátnak, a szerves kötésű kénvegyületeknek, a szulfidnak és az elemi kénnek, de igen fontos szerepet játszik egy ötödik, a részlegesen oxidált kénvegyületek csoportja is. Ez utóbbi vegyületek szinte minden átalakulásban részt vesznek, de általában csak köztitermékeként, ami az átalakulások oxidációs-redukációs jellegével, ill. a különböző oxidációs állapotú kénvegyületek stabilitásával magyarázható. A kén ciklus legfontosabb átalakulási útjai a következők. A szulfát a növények kénforrása; az asszimilációs szulfátredukció során a szerves kén kénvegyületté alakul. Az állatok kénszükségletüket növények, ill. más állatok elfogyasztásával elégítik ki. A szulfátredukáló baktériumok (pl. *Desulfovibrio desulfuricans*) az ún. disszimilációs szulfátredukció során a szulfátból kénhidrogént állítanak elő, ami vagy kémiai oxidálódik elemi kénre vagy a kénoxidáló baktériumok oxidálják. A kénhidrogén fémekkel reakcióba lépve fémszulfidok formájában kicsapódhat, s így hosszabb-rövidebb időre kiválik a ciklusból. A kén oxidációt a fotoszintetizáló kénbaktériumok (pl. *Rhodospirillaceae*, *Cromatiaceae*) anaerob körülmények között, fény jelenlétében, míg a szintelen kénbaktériumok (pl. *Beggiatoa*, *Thiobacillus*) aerob körülmények között végzik. A folyamatok egy részében az oxidáció az elemi kén keletkezéséig, más részében a szulfát megjelenéséig tart. A holt szerves anyagok kéntartalma a mineralizáció során – az ún. rothasztó baktériumok tevékenysége révén – kénhidrogén formájában szabadul fel, ami a fentiekben leírtak szerint alakul tovább.

A nitrogén ciklushoz hasonlóan a kénforgalomban is döntő szerepet játszanak a baktériumok, amelyek anyagforgalmi szempontból két főcsoportba sorolhatók: a kénvegyületeket oxidáló, valamint a kénvegyületeket redukáló baktériumok. A kénvegyületeket oxidáló baktériumok anyagforgalmi főcsoportján belül két alcsoport különíthető el. Az anaerob, fototróf kénoxidáló baktériumok alcsoportjába a zöldbaktériumok és a bíborbaktériumok tartoznak. Az aerob kénoxidáló baktériumok alcsoportjába a szintelen baktériumok és az ún. egyéb kénoxidáló baktériumok sorolhatók. A kénvegyületeket redukáló anyagforgalmi főcsoportba a szulfidogén baktériumok alcsoportja tartozik, ahová a szulfátredukáló baktériumok, a kénredukáló baktériumok és a rothasztó baktériumok sorolhatók.

A foszforciklus

A foszfor az élőlényekben számos vegyület, mint például a foszfolipidek, nukleinsavak, ATP alkotóelemeként van jelen, s az anyagcsere-folyamatokban

– főleg az energiaátvitelben és energiafelhalmozásban – nélkülözhetetlen.

A bioszférában a foszfor szinte kizárólag teljesen oxidált formában, foszfát, általában ortofoszfát formájában található. A foszfor más oxidációs állapotainak – a szakirodalom jelenlegi álláspontja szerint – nincs számottevő jelentősége.

A hozzáférhető foszforvegyületeket – elsősorban az oldott ortofoszfátot (PO_4^{3-}), másképpen oldott reaktív foszfort – a növények vagy az autotróf és a heterotróf mikroorganizmusok veszik fel és építik be testükbe. Az élőlényekben a foszfor túlnyomórészt pirofoszfát ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$) formában található, ami vizes közegben könnyen hidrolizál ortofoszfáttá. Az üledékben a foszfátot tartalmazó szerves molekulák lebomlanak, miközben szerves ionos foszfát szabadul fel. Ezt az autotróf vagy a heterotróf mikroorganizmusok újra felvehetik, de beépülhet az üledékbe is szervesen vagy szervesen kötve. A foszfor tehát különböző kémiai kötésekben, az élőhelyek különböző élő és élettelen, ill. szerves és szervesen komponensei között vándorolhat, melynek során sokszorosan mobilizálódik és immobilizálódik, hozzáférhetővé, illetve felvehetetlenné válik.

A foszforciklusnak a mikroorganizmusok alapvető fontosságú és cselekvő résztvevői. Tevékenységük négy nagy területre terjed ki:

1. a baktériumok és a gombák a heterotróf mineralizáció keretében a foszfort szerves kötésből ortofoszfát formájában felszabadítják;
2. a heterotrófok és a fotoautotrófok szaporodásuk során a szerves foszfort immobilizálják, aminek következtében a hozzáférhető foszforkészlet átmenetileg csökken;
3. a mikroorganizmusok által termelt savak (pl. szerves savak, kénsav) segítségével az oldhatatlan anorganikus foszfátok (pl. trikálcium-foszfát, ferri-foszfátok) oldatba vitele történik meg;
4. redukált foszforvegyületek (foszfitok, hipofoszfátok, foszforhidrogén) képződése bakteriális tevékenység eredményeként.

A hozzáférhető foszfor hiánya a vizekben az elsődleges termelés akadályozója lehet, feldúsulása viszont eutrofizációhoz vezethet. A természetes vizek foszfor-koncentrációjának növekedését elsősorban külső – döntően embertől, emberi tevékenységtől függő antropogén eredetű – szennyezés (szennyvíz bevezetés, műtrágya bemosódás, mosószerhasználat) idézi elő.

7. METEOROLÓGIAI MÓDSZEREK ÉS ESZKÖZÖK HASZNÁLATA A TERMÉSZETESVÍZI HALÁSZATBAN ÉS HALTENYÉSZTÉSBEN

Széles körben ismert, hogy a meteorológiának, azaz a légköri folyamatoknak és jelenségeknek közvetlen és közvetett hatásai vannak a vizekre, halakra és halállományokra. Nagyon nehéz megérteni a klimatológia és a meteorológia (egy régió éghajlatának és időjárásának) hatásait anélkül, hogy a klímaváltozás halászatra, haltermelésre és mezőgazdaságra gyakorolt hatásait ne vegyük számba (lásd a 7-1. kiemelt magyarázatot).

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA A HALÁSZATRA ÉS HALTENYÉSZTÉSRE

7-1. kiemelt magyarázat

A NASA¹ a klímaváltozásnak öt kulcsindikátorát sorolja fel: [1] az atmoszférában fokozottan megjelenő széndioxid, [2] a globális hőmérsékletemelkedés, [3] a sarkkörtengeri jég olvadása, [4] a szárazföldi jég olvadása, [5] a tengerek szintjének emelkedése.

Ezek az indikátorok szükségesek ahhoz, hogy a globális hidrológiai ciklus jelenlegi állapotát meg lehessen érteni. A hidrológia ciklus változásainak közvetlen hatása van a halászatra és haltenyésztésre. Az EPA² klímaváltozási indikátorai specifikusabbak, és a halászat, haltenyésztés számára pontosabb iránymutatást adnak:

- Az időjárás- és klímaváltozás szélsőséges értékekben fejeződik ki:
 - Extrém hőmérsékleti értékek.
 - Kimagaslóan nagy esőzések és szárazságok.
- A változó hó- és jégviszonyok miatt a vízforrások átalakulnak:
 - **Gleccserek*** csökkenése.
 - Szokatlanul vastag jég³ a tavakon.
 - Szokatlanul nagy havazások, amelyek megváltoztatják a hófedettséget és hónyomást.
- A mezőgazdasághoz közvetlenül kapcsolódó indikátorok:
 - Vízfolyások megváltozása.
 - A tenyészidőszak hosszának változása.
 - A rügyfakadás és virágzás idejének megváltozása a mezőgazdaságban, a halak és táplálékszervezeteik **fenológiai válasza***.
 - Madarak teelési időszakának változása.

A WMO⁴ szerint (Boyd et. al. 2012) szélsőséges időjárási események, úgymint áradások, aszályok, hurrikánok és az évszaktól eltérő hőmérséklet befolyásolja a víz minőségi állapotát, illetve negatív hatással van a halászatra és haltermelésre (Wojnárovich 2013 és 2014).

1 National Aeronautics and Space Administration (Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal)

2 United State Environmental Protection Agency (Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatala)

3 A vastag jég és alacsonyabb vízszint eredményeként a halak számára alkalmas teelési helyek csökkennék (Thorpe et al. 2011).

4 World Meteorological Organization (Meteorológiai Világszervezet)

Az időjárás, ami állandóan változik, az atmoszféra állapotát jeleníti meg egy adott helyen. Az állandó változásnak az az oka, hogy a különböző hőmérsékletű és páratartalmú légtömegek folyamatos mozgásban vannak. Ezek a mozgó légtömegek, azaz **légköri frontok*** azok, melyek általában az időjárás változását, pontosabban a levegő (és a víz) hőmérsékletének és a légnyomásnak a változását okozzák, valamint a csapadékot, párolgást, szeleket is ezek generálják.

A WMO szerint (Boyd et. al. 2012) az éghajlat-időjárás-**hidrológia*** és az éghajlat-időjárás-vízminőség az a két legfontosabb szempont, ami lehetővé teszi annak megértését, hogy a meteorológiát, pontosabban az agrometeorológiát hogyan kell alkalmazni és hasznosítani az édesvízi halászatban és haltermelésben.

Klíma, időjárás és hidrológia

Ahogy a WMO 2012-ben vázolta (Boyd et. al. 2012), a halászat és tógazdasági haltermelés eredményeit egy adott régió és hely hidrológiája nagyban befolyásolja. Ezért szükséges ismerni és folyamatosan figyelemmel kísérni a helyi hidrológiai feltételeket és eseményeket, melyeknek szerves része a csapadék, a párolgás, az állandó, szezonális és ideiglenes (nagy esőzések utáni) vízfolyások és maga a hidroklima is. Ezeket a következők szerint lehet részletezni:

- **Csapadék** – A csapadék mennyiségét meteorológiai megfigyelő-állomásokon mérik, ahonnan az elsődleges adatok beszerezhetőek. Információt, összefoglaló jelentést és előrejelzést a mindenkori és várható csapadékviszonyokról az országos meteorológiai és agrometeorológiai szolgálatok készíteneek.
- **Párolgás** – Általában álló édesvizeknek a párolgását úgy állapítják meg, hogy a párolgásmérő 'A-kád' segítségével mért értéket 0,7-tel megszorozzák¹. Az A-kád értéket a meteorológiai mérőállomások mérik, ahol ezek az információk beszerezhetőek. Abban az esetben, ha ezek az adatok nem állnak rendelkezésre, egy párolgást mérő kád felállításának² lehetőségét kell átgondolni.

1 Ténylegesen a "kád koefficiens" 0,7 és 0,9 között mozog a szezontól, illetve a víz tényleges területétől és mélységétől függően. További információ: slideplayer.hu/slide/2089696

2 www.amsz.hu/txt/ismerettar/muszerek

- **Felszíni lefolyás (vízlefolyások)** – A vízgyűjtő terület befolyásolhatja a felszíni vízlefolyásokat, ami különösen fontos lehet víztározók és völgyzárógátas halastavak esetében, melyeket esővíz, patak vagy folyó táplál. Ezek a hidrológiai adatok szükségesek a halgazdaság vízgazdálkodási terveinek elkészítéséhez, mely adatokat meteorológiai és hidrológiai mérőállomásoktól lehet beszerezni. A felszíni lefolyások gyakran felelősek a vizek eutrofizációjáért és szennyezéséért, mivel növényi tápanyagokat és mérgező anyagokat moshatnak be. A természetes vizekbe befolyó vagy a halgazdaságokban felhasznált vízről, annak minőségéről, az EU Víz Keretirányelv holnapján (www.euvki.hu) lehet információhoz jutni.
- Ezért is fontos, hogy a felszíni lefolyások adatait a halas szakemberek is ismerjék.
- A **hidroklíma** az éghajlat vízforrásokra gyakorolt hatását jelenti, amikor több csapadék hull, mint amennyi felesleges víz elpárolog vagy beszivárog a talajba vagy annak felszínén állandó vízfolyásként fut le. Száraz régiókban az eső mennyisége kisebb, mint a párolgás mértéke. Ezekben a régiókban nincsenek állandó vízfolyások, csak ideiglenesek, amikor a szokatlanul nagymennyiségű vizet a talaj nem képes elnyelni, ezért a víz a felszínen fut le.

A különböző hidrológiai és meteorológiai adatok és információk általában elérhetők, megkaphatók, melyek a saját megfigyelésekkel együtt lehetővé teszik megbízható vízgazdálkodási tervek elkészítését és a vízmérleg kiszámítását, amely a „kapott” és „elvesztett” éves mennyiséget és eloszlást tartalmazza.

Éghajlat, időjárás és vízminőség

Az éghajlat, az időjárás és az édesvizek minősége között nagyon összetett kapcsolat van.

- A **napsugárzás** és a levegő **hőmérséklete** közvetlenül határozzák meg a vízi élet minőségét és intenzitását. Ezek a **légnomással** és a **széllel** együtt befolyásolják a vizek oldott oxigéntartalmát.
- A **levegő és víz közötti hőmérsékletkülönbség**, azaz a kettő közötti hőcsere nagymértékben befolyásolja a vizek szezonális és napi hőrétegződését és jegesedését. Ezek a jelenségek a kapcsolódó meteorológiai adatok ismeretével és napi nyomon követésével jól prognosztizálhatók.
- A **csapadék**, a **párolgás** és a **felszíni lefolyás** megváltoztathatja a vizek halobitását, trofitását és szaprobilitását, míg a **szelek** és **frontok** (hirtelen **légnomáskülönbségek**) a mélyebb vízrétegekben és az oldott oxigéntartalomban okoznak változásokat, de előidézhetik toxikus gázok felszabadulását is az üledékből.

A víztérnek az előző fejezetekben ismertetett fizikai, kémiai és biológiai sajátosságaival együtt a fenti példák jól bizonyítják, hogy a meteorológiának kiemelkedő szerepe van a halgazdálkodásban és haltermelésben. A hazai és nemzetközi meteorológiai és agrometeorológiai szolgálatok napi rendszerességgel szolgáltatott adatai és információi elengedhetetlenek a halászat, halgazdálkodás és haltermelés számára.

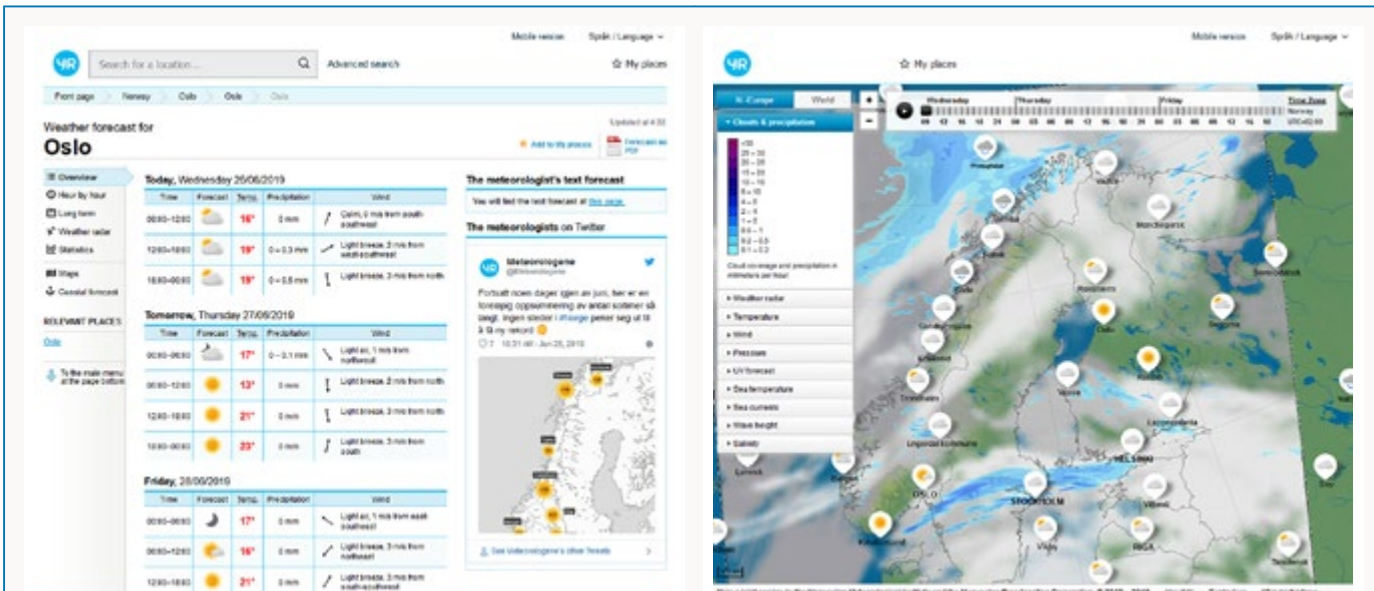
Meteorológiai és agrometeorológiai adatok és információk elérhetősége

A hazai rádió- és televízióadásokban széleskörű meteorológiai adat- és információszolgáltatás folyik. Mára az internet is fontos meteorológiai adat- és információforrássá vált; nagyszámú nemzeti és nemzetközi weboldal szolgáltat meteorológiával kapcsolatos általános és specifikus adatot és információt. A 7-1. és 7-2. ábrák példaként szolgálnak arra, hogy nemzeti és nemzetközi szolgáltatók hogyan és milyen információkkal jelennek meg a weben.

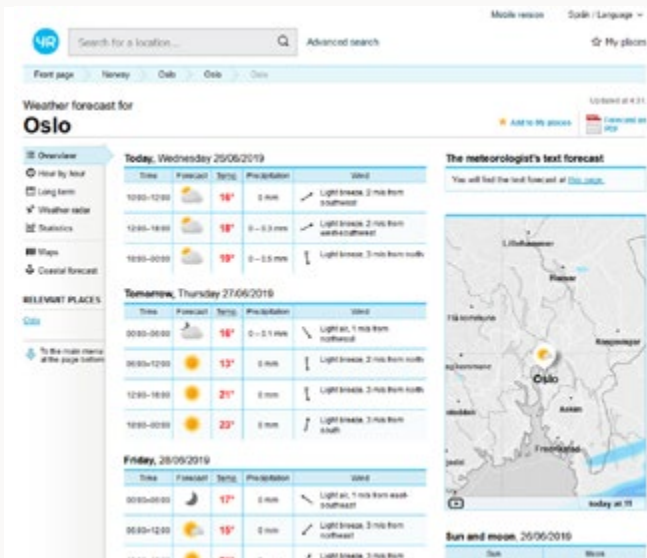
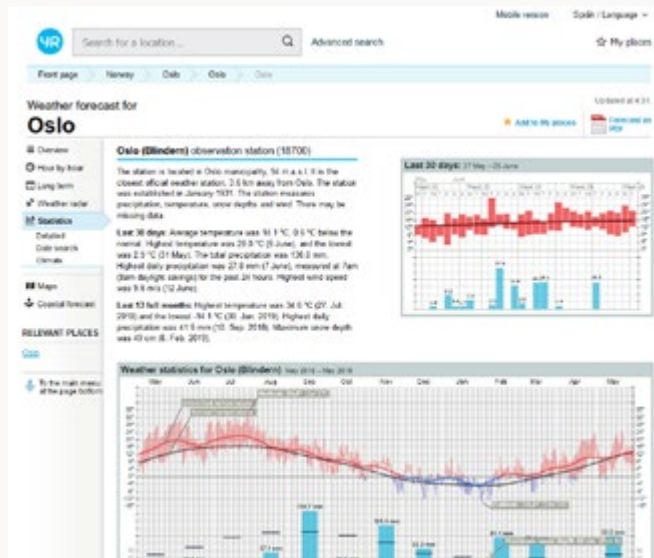


Az internetes meteorológiai (fent) és agrometeorológiai (lent) szolgálatok, melyek a www.met.hu weboldalon érhetők el.

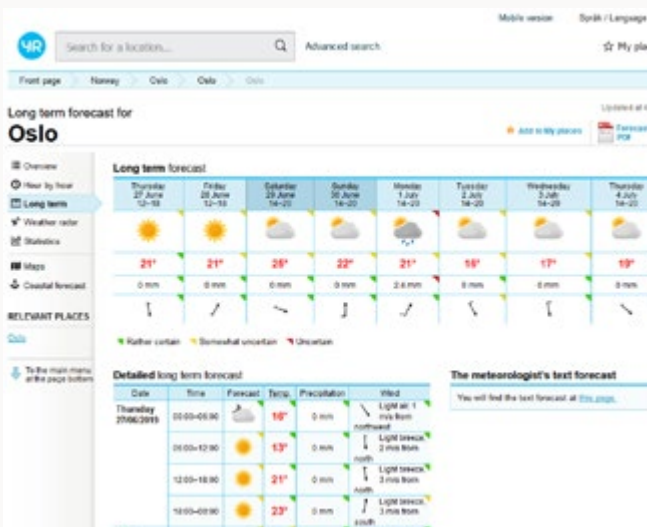
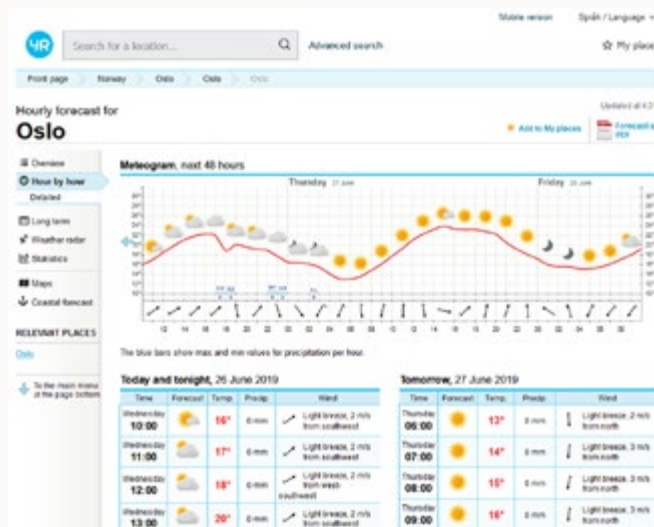
7-1. ábra: Interneten elérhető mezőgazdasági meteorológiai szolgálat – hazai példák



Balra: Egy adott helyre/településre bárhol a világon rá lehet keresni a Norvég Meteorológiai Intézet honlapján: www.yr.no
 Jobbra: Egy adott terület csapadéktérképe.



Balra: Lég hőmérséklet és csapadék havi átlagai. Jobbra: Rövidtávú időjárás-előrejelzés



Balra: Óránkénti időjárás-előrejelzés. Jobbra: Hosszútávú időjárás-előrejelzés

7-2. ábra: Interneten elérhető mezőgazdasági meteorológiai szolgálat – nemzetközi példák

8. ÖSSZEFOGLALÓ KÖVETKEZTETÉSEK

A következőkben a halas vizek olyan vízminőségi jellemzőit gyűjtöttük össze, melyeket néhány fontos meteorológiai adattal együtt a hallgatóknak

és haltermelőknél folyamatosan figyelemmel kell kísérniük. Ezeket a 8-1. táblázat összesíti.

Tényezők és adatok típusa	Kinek a feladata	Kapcsolódó információkat tartalmazó fejezetek
FIZIKAI TULAJDONSÁGOK		
1. A víz átlátszósága	Szakm. vezető	4.1 fejezet
2. Hőmérséklet	Szakm. vezető	3.2 fejezet és a 4. melléklet
3. Jégképződés	Szakm. vezető	3.2 fejezet
KÉMIAI TULAJDONSÁGOK		
4. Vezetőképesség és teljes oldott sótartalom	Szakértő	3.3 fejezet és a 4. melléklet
5. pH	Szakm. vezető	3.4 fejezet és a 4. melléklet
6. Alkalinitás	Szakértő	3.5 fejezet és a 4. melléklet
7. Oldott oxigén és oxigéntelítettség	Szakm. vezető	4.2 fejezet és a 4. melléklet
8. Nitrit	Szakm. vezető	4.3 fejezet és a 4. melléklet
9. Nitrát	Szakm. vezető	4.3 fejezet és a 4. melléklet
10. Foszfor, ortofoszfát	Szakm. vezető	4.3 fejezet és a 4. melléklet
11. Ammónium és szabad ammónia	Szakm. vezető	4.4 fejezet és a 4. melléklet
12. Kénhidrogén	Szakértő	4.4 fejezet és a 4. melléklet
BIOLÓGIAI TULAJDONSÁGOK		
13. Algaplankton (mikroszkópos vizsgálat)	Szakértő	5.2.2 fejezet és a 2. melléklet
14. 'Klorofill-a'	Szakértő	5.2.2 fejezet
15. Zooplankton (vizsgálat kézi nagyítóval)	Szakm. vezető	5.2.2 fejezet és a 2. és 4. melléklet
16. Zooplankton (mikroszkópos vizsgálat)	Szakm. vezető	5.2.2 fejezet és a 2. és 4. melléklet
17. Víz rovarok és lárváik	Szakm. vezető	5.2.2 fejezet és a 2. és 4. melléklet
18. Halállomány	Szakm. vezető	5.2.2 fejezet és a 3. melléklet
19. Bentosz	Szakértő	5.2.3 fejezet
20. Makrovegetáció	Szakm. vezető	5.2.4 fejezet
METEOROLÓGIAI ADATOK		
21. Rövid-/hosszútávú meteorológiai előrejelzés – levegő hőmérséklete	Szakm. vezető	7. fejezet
22. Rövid-/hosszútávú meteorológiai előrejelzés – csapadék	Szakm. vezető	7. fejezet
23. Rövid-/hosszútávú meteorológiai előrejelzés – naps órák száma	Szakm. vezető	7. fejezet
24. Rövid-/hosszútávú meteorológiai előrejelzés – frontok	Szakm. vezető	7. fejezet
25. Párolgás, napsugárzás és szelek adatai és előrejelzései	Szakm. vezető	7. fejezet
8-1. táblázat: Szakmai vezetők által nyomon követendő vízminőségi és meteorológiai adatok		

8.1 SZAKMAI VEZETŐK ÁLTAL ELVÉGZENDŐ FELMÉRÉSEK, MINTAVÉTELEK ÉS TESZTEK

Az állóvizek tényleges mérete és azok vízmérlege olyan fontos információk, melyeket a hallgatóknak és haltermeléssel foglalkozóknak lényeges ismerniük. Ezt az információt a 8-2. táblázat

tartalmazza, mely alapvető a halgazdálkodási és haltermelési tervek elkészítéséhez és az elért eredmények értékeléséhez.

A vízparton a szakmai vezetőknek egy sor fizikai, kémiai és biológiai vízminőségi mutatót kell figyelemmel kísérni és értékelni, melyeket a 8-1. táblázat sorol fel. Ezek mellett néhány egyszerű megfigyelést is érdemes megtenni, többek között a víz szaga, színe és egészséges jellege vagy hogy keletkezik-e rajta

Sajátosságok	Max.	Átl.	Min.
Minden típusú állóvízre egységesen vonatkozó adatok			
Vízellátás (m ³ /perc, /óra vagy /nap)			
Terület (ha)			
Hossz (m)			
Szélesség (m)			
Mélység (m)			
Napi vízszintingadozás (m)			
Heti vízszintingadozás (m)			
Havi vízszintingadozás (m)			
Szezonális vízszintingadozás (m)			
Minden típusú víztározóra egységesen vonatkozó kiegészítő adatok			
Napi átlagos vízcsapolás tavasszal (m ³)			
Napi átlagos vízcsapolás nyáron (m ³)			
Napi átlagos vízcsapolás ősszel (m ³)			
Napi átlagos vízcsapolás télen (m ³)			
Napi átlagos vízcsapolás az öntözési szezonban (m ³)			
8-2. táblázat: A halászattal és haltenyésztéssel hasznosított vizek alapvető adatai			

hab, ha a vizet egy palackban felrázzák. Ez utóbbi egyértelmű jele a szerves anyagok intenzív bomlásának vagy mosószerek jelenlétének a vízben (Fűrész és Papp 1995).

A VÍZMINTÁN FELTÜNTETENDŐ ADATOK KÖRE

8-1. kiemelt magyarázat

AMinden egyes vízmintát tartalmazó palack címkéje a következő információkat kell, hogy tartalmazza:

A minta száma, dátum, a hely, víztér vagy a gazdaság neve, tulajdonos neve, címe, telefonja, eset típusa, a hely tényleges száma vagy jele, ahol a mintavétel történt.

Ha egy víztérből több mintát vesznek, akkor a mintavétel pontos helyét (befolyó, csapoló zsilip, etetőhely stb.) is fel kell tüntetni (Molnár *et. al.* 2019).

8.2 AMIKOR SPECIÁLIS SZAKEMBEREK KÖZREMŰKÖDÉSÉRE VAN SZÜKSÉG

Annak érdekében, hogy egy adott víz aktuális állapotát és a halakra, haltermelésre gyakorolt hatását meg lehessen állapítani, a specializált szakember egyik első feladata, hogy egy komplett felmérést végezzen el. Ennek tartalmaznia kell az adott víz összes lényeges fizikai, kémiai és biológiai minőségi jellemzőit.

Gyakran kerül sor vízminták vételére, melyeket laboratóriumi vizsgálatra küldenek el. A mintákat tiszta, egy literes műanyag vizes palackokba kell venni azt követően, hogy a mintavétel helyén a mintázott vízzel átöblítették ezeket. Az is fontos, hogy a palackokat buborék nélkül, színültig töltsék fel. Minden palackot a 8-1. kiemelt magyarázat szerint kell felcímkézni.

Összegezve mélyebb tudással rendelkező szakemberek segítsége szükséges, ha ritkábban előforduló, de speciális, összetettebb mérést igénylő, a 8-1. táblázatban jelölt vízminőségi sajátosságok vizsgálatát kell elvégezni. Az ő segítségük szükséges akkor is, ha korábban nem tapasztalt vízminőséggel kapcsolatos probléma merül fel, vízszennyezés gyanítható vagy halelhullást észlelnek.

Aerob szervezet, amelyek molekuláris oxigén jelenlétében növekedni és szaporodni képesek, s anyagcseréjük energetikai folyamataihoz is molekuláris oxigént igényelnek. Többségük élete számára a molekuláris oxigén jelenléte elengedhetetlen, egyesek viszont anaerob viszonyok között is képesek növekedni. Más szóval azokat az élőlényeket, amelyek az élő állapotú anyag jellemző szerkezetének fenntartásához és az életjelenségek biztosításához oxigént – a vízi szervezetek túlnyomó többségénél vízben oldott oxigént – igényelnek, aerob élőlényeknek nevezzük.

Alga (moszat) – Egy- vagy többsejtű, döntően mikroszkopikus méretű (a mikrobiótához tartozó) eukariota szervezetek gyűjtőneve, melyek teste nem különül gyökérre, szárra, levélre és virágra (tehát nem növények). Az egysejtűek birodalmába (Regnum Protista) tartozó heterogén csoport, amelynek alkotóelemeit nem lehet egyetlen ősré visszavezetni (polifiletikus leszármazásúak). Többségük egyedül él, egyesek viszont változatos telepeket és fonalakat alkotnak, de lehetnek testszerűek is. Többnyire víziek, de talajban, nyirkos felületen és a levegőben is előfordulnak. Döntően autotrófok, melyek színanyagaik révén fotoszintézisre képesek, de vannak közöttük szerves anyagokra utaltak (heterotrófok) és vegyes táplálkozásúak (mixotrófok) is. Legtöbbjük az algaplankton tagja, de a víz felületi hártájában, a legkülönbözőbb bevonatokban és a vízfelületen is előfordulnak képviselőik, sőt egyesek szimbiózisban élnek (pl. zuzmókban, szivacsokban, korallokban).

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

pH	12	11	10	9	8	7
NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/L)	1	1,05	1,54	5,55	33,3	100

Ammónia: Színtelen, szúrós szagú gáz. A víz gyorsan és nagy mennyiségben nyeli el az ammónia gázt, mely vízzel gyenge lúgot, azaz ammóniumhidroxidot képez. Vizes oldatban kismértékben disszociál, s emiatt az ammónia kifejezés két egymással függő viszonyban lévő alkotórészt jelent. Ezek a szabad ammónia (NH₃) és az ammónium-ion (NH₄⁺). Az ammóniatesztek általában ammóniát mérnek (NH₃ + NH₄⁺). Az ammónia toxicitása elsősorban a szabad ammónia (NH₃) jelenlétének köszönhető, melynek mennyisége pH függő, a lúgos tartományban emelkedik (lásd a *fenti táblázat*ot). Általában több szabad ammónia nagyobb toxicitást jelent.

Ezért kevesebb ammónia is mérgező a halakra, ahogy ezt a *fenti táblázat* bemutatja (www.water-research.net/index.php/ammonia-in-ground-water-runoff-and-streams).

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

Anaerob szervezetek, amelyek molekuláris oxigén hiányában is képesek növekedni és szaporodni. Egyesek számára a molekuláris oxigén toxikus, jelenlétében beszüntetik életműködésüket és akár el is pusztulhatnak, mások képesek a jelenlétéhez alkalmazkodni. Vannak olyan élőlények (bizonyos baktériumok, gombák, élesztők, bélférgék, szabadon élő fonálférgék), 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 használgják életfolyamataik fenntartására.

Angström (Å): Hosszúságmérték, melyet szub-mikroszkópos méretek mérésére használnak. 1 µm = 10000 Å, 1 Å = 0,0001 µm

Anion: Negatív töltésű ion. Lásd még **ion** *.

Asszimiláció: Az a folyamat, amelynek során az élőlények a külvilágból felvett szerves anyagot saját testük anyagaivá alakítják át. Ez az átszajátítás és áthasonítás a biológiai produkció építő folyamatainak felel meg.

Atomsúly: Egy kémiai elem atomjának tömegét atomsúlyban fejezik ki.

Autotróf szervezetek azok, amelyek teljesen fel tudják építeni testüket szerves anyagokból, s a Nap fényenergiája vagy szerves anyagokból származó kémiai energia felhasználásával szerves anyagokat állítanak elő.

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

Biotóp, azaz **élőhely** * egy általános kategória, hasonló megjelenésű természetföldrajzi egységeknek, hidrobiológiai értelemben vizeknek olyan küllemi is jól elkülöníthető és körülhatárolható típusa, ahol adott élőlények megtalálják az életük fenntartásához és a szaporodásukhoz szükséges feltételeket, s ezért populációkat vagy azok kollektívumait alkotva tartósan és rendszeresen előfordulnak.

Bióta: Egy adott topográfiai egységben (pl. régióban, területen, víztérben) található élőlényfaj együttese (azaz a mikrobióta + flóra + fauna fajainak jegyzéke).

Brakkvíz: A tengerek és édesvizek találkozásakor, azok keveredése során jön létre. Folyótorkolatok és lagúnák vize ilyen. Az így nevezett vizek sótartalma (NaCl) 0,05 és 3,0 % között mozoghat.

Brown-féle mozgás: A gázban és folyadéokban, s így a vízben is lebegő igen apró részecskék rendszeretlen mozgása, amelyet a közeg hőmozgást végző molekuláinak a részecskékkel való ütközése idéz elő.

Csapadék keletkezik, amikor a kicsi, kondenzált vízrészecskék ütközés és összeolvadás következtében túlságosan nagyra nőnek és az emelkedő levegő már nem tudja őket megtartani, ezért lehullanak a földre. Átlagban az egész földön a tengereket és a szárazföldet egyaránt beleértve 980 mm csapadék hull, természetesen nagy helyi eltérésekkel (www.srh.noaa.gov).

Diadrom halfajok azok, amelyek a tengerek és édesvizek között vándorolnak. **Anadrom** azoknak a halaknak a gyűjtőneve, melyek a tengerekből az édesvizekbe vándorolnak ivni. Ilyenek például a lazacok és egyes pisztrángfélék is. **Katadrom** halak azok, amelyek ívásra az édesvízből a tengervízbe vándorolnak (pl. az angolna).

Diapauza az állatok életének átmeneti, nyugalmi szakasza, ami az anyagcsere-folyamatok, az egyedfejlődés és a növekedés nagymértékű lassulásával jár.

Diffúzió során a molekulák egy nagyobb koncentrációjú helyről egy kisebb koncentrációjú hely felé mozdulnak el.

Disszimiláció: Az asszimilációval ellentétes folyamat, amikor az anyagcsere folyamán szervesanyagokat bont le az élőlény, amivel energiát nyer. Ennek a folyamatnak a során a zöld növények is oxigént fogyasztanak és széndioxidot termelnek.

Emulzió: Két egymással kémiai reakcióba nem lépő folyadék keveredése, amikor az egyik folyadék finoman eloszlik a másikban.

Engedélyezett vegyszerek azok, amelyek használatához az illetékes hatóságok engedélye szükséges.

Epilimnion – Egy hőrétegzett tó legfelső vízrétege, míg a középső réteg a **metalimnion** * és az alsó a **hipolimnion** *.

Eukariota: Olyan szervezetek, amelyek sejtje vagy sejtjei egy membrán által behatárolt sejtstruktúrát, azaz sejtmagot tartalmaznak.

Euriterm: Olyan élőlények csoportja, amelyek hőmérséklettűrése széles skálán mozog.

Eutróf egy víztér, amelyik az autotróf szervezetek számára szükséges tápanyagokkal jól ellátott, ezért elsődleges termelőkben gazdag, bőventermő.

Eutrofizáció az a folyamat, amikor egy víztérben az autotróf szervezetek számára szükséges

tápanyagok feldúsulnak. Ennek következtében algásodás, hinarasodás történik, ami az ezeket fogyasztó szervezetek növekedését is serkenti. Halastóban ez a folyamat egy bizonyos határig kedvező, ezért a trágyázás elengedhetetlen része a tógazdasági haltermelés technológiájának.

Ezrelék (‰): 1‰ = 1 mg/L vagy 1 ml/L

Édesvizek: A kontinentális vizek (patakok, folyók és tavak) túlnyomó többsége édesvíz. Ezeknek a vizeknek az oldott sótartalma 500 mg/L alatt van. (Felföldy 1974).

Élőhely: Lásd a **biotóp** címszót.

Fakultatív: Egy olyan képességet jelöl az élőlényeknél vagy azok életfolyamatainál, ami lehetővé teszi a változó külső feltételekhez való alkalmazkodást, mivel a körülményektől függően két vagy akár többféle választási lehetősége is van ahhoz, hogy károsodás nélkül életben maradjon és szaporodni tudjon. Például a fakultatív élősködők (paraziták) a gazdaszervezet nélkül is képesek teljes életet élni. A fakultatív aerob szervezetek (aerobionták) nem szükségszerűen igényelnek oxigént élettevékenységükhöz, ezért oxigénszegény vagy oxigénmentes környezetben is megélnek. A fakultatív anaerob szervezetek (anaerobionták) molekuláris oxigén jelenlétében is képesek élni, sőt egyesek bizonyos körülmények között még hasznosítani is tudják azt.

Fauna: Egy adott topográfiai egységben (régióban, területen, víztérben) található állatfajok együttese (jegyzéke).

Felszín alatti vizek: lásd még: www2.ativizig.hu/projekt/interreg_favizek.aspx és http://www.agr.uni-deb.hu/ebook/vizminoseg/felszn_alatti_vizek.html

Felszíni lefolyás akkor következik be, amikor a túlzott mennyiségű csapadékot nem képes a talaj elnyelni. A felszíni lefolyás eredménye, hogy vízfolyások és állóvizek alakulnak ki. Bár van némi párolgása a felszíni lefolyásoknak, a vízfolyások és az állóvizek vizének nagy része visszatér az óceánokba. Ha felszíni lefolyás egy állóvízbe kerül, aminek nincs lefolyása, a párolgás az egyetlen módja, hogy vize visszatérjen az atmoszférán keresztül a tengerekbe (<http://www.srh.noaa.gov/>).

Felszíni vizek: A felszín alatti vizeket és a forrásokat leszámítva, minden kontinentális víz, beleértve a part menti brakkvizeket is.

Fenológiai válasz: lásd a **fenológia** címszót.

Fenológia: Szupraindividuális biológiai tudományterület, amely az élőlények időbeli jelenségeivel (pl. ciklikusságával, szezonálisával) foglalkozik, szoros összefüggésben a klimatikus viszonyokkal.

Flóra: Egy adott topográfiai egységben (régióban, területen, víztérben) található növényfajok együttese (jegyzéke).

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.

Generatív növekedési szakasz: A növények szaporítószerveinek kialakulása.

Gleccserek nagyon lassan mozgó jégtömegek, amelyek összetömörödött és eljegesedett hórétegekből állnak. A sarkkörökön, a tengerszinten, majd innen az egyenlítő felé távolodva, egyre magasabban alakulnak és maradnak meg (lásd az A1-2. ábrát). A gleccsereknek egyik fontos tulajdonsága és szerepe, hogy egész régiók (pl. Közép-Ázsia) vízkészletét képesek pufferelni; a gleccserekben felhalmozódó téli csapadék a meleg hónapokban folyamatosan olvad, amivel biztos vízellátást biztosít a nyári időszakban.

Habitat: A habitat az élőhelynek (biotóp) olyan konkrét megjelenési egysége, ami az élőlények előfordulási sajátosságainak előzetes terepi megfigyelésén és gyűjtési eredményein alapszik, s ami elsősorban a tényleges előfordulási hely sajátos küllemi (habituális, fiziognómiai) sajátosságait tükrözi (pl. nyíltvíz, hinaras, nádas, fenéküledék). A biotóp hidrológiai szempontból általában a víztérnek, a habitat pedig a víztestnek felel meg.

Halászat: A halak vízből való eltávolítása. Ennek a szónak angolul különböző jelentései vannak: [1] A hely, ahol a halat megfogják vagy nevelik. [2] Természetes vizeken folytatott halgazdálkodás.

Halgazdálkodás vagy **természetesvízi halgazdálkodás** az a gazdasági tevékenység, amikor egy adott víztér vagy vízrendszer halfaunáját halfogási szempontok szerint optimalizálják úgy, hogy segítik az egyes halfajok természetes szaporodását és a halfogás (halászat és horgászat) mértékét a halállomány-nyal arányos, azaz fenntartható szinten tartják.

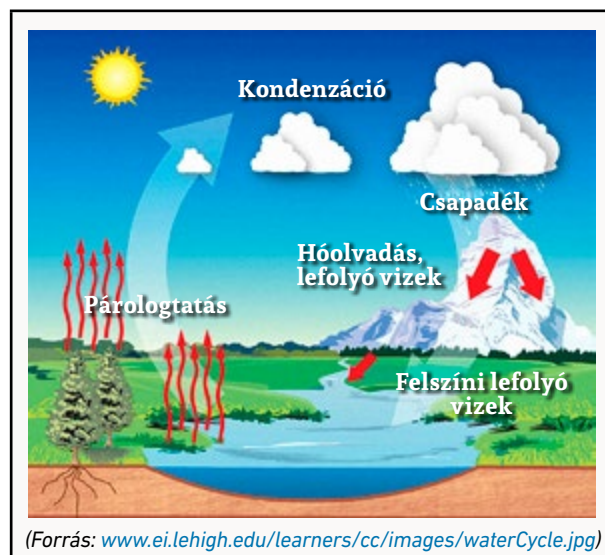
Haltermelési rendszerek: A négy fő haltermelési rendszer: [1] tógazdasági, [2] medencés és [3] **ketreces*** haltermelés, valamint a [4] kihelyezésen alapuló természetesvízi halgazdálkodás.

Heterotróf szervezetek azok, amelyek nem képesek szervetlen anyagokból szerves vegyületeket szintetizálni, így testük felépítése – bizonyos szervetlen anyagok mellett – döntően szerves anyagokból történik, s az ezek átszajátításához használt energia is szerves vegyületek bontásából származik.

Hibernáció – Élőlények azon képessége, hogy 'alvó', lelassult anyagcsere-állapotban vészeljék át a számukra kedvezőtlen időszakokat (pl. nálunk a téli hideg hónapokat).

Hidrológia az a tudományág, ami a víz tulajdonságaival, a föld felszínén és mélyében történő eloszlásával, ill. a lito- és az atmoszféra közötti körforgásával foglalkozik (Merriam-Webster 2016).

Hipolimnion – Egy hőrétegzett tó legalsó vízrétege. **Hidrológiai ciklus**, aminek egy sematikus vázlatát mutatja a lenti ábra, a víz folyamatos mozgását jelenti a lito-/atmoszféra-rendszerben. Más szóval a hidrológiai ciklus a víz mozgása a litoszférából az atmoszférába és vissza. A hidrológiai ciklus legfontosabb folyamatait; párologás, **párologtatás***, **kondenzáció***, **csapadék*** és **felszíni lefolyás***. (Forrás: www.weather.gov).



Hő: Az energia egyik formája, ami a molekulák mozgásából ered. A hozzáadott hő és a víz hőmérsékletváltozása közötti összefüggést a mellékelt egyenleg fejezi ki.

$$Q = c \cdot m \cdot T$$

Ahol: Q = hozzáadott hő, c = fajhő m = tömeg,
T = hőmérsékletváltozás

Ion egy elektronvesztés vagy elektronszerzés következtében kialakult nettó elektromos töltéssel rendelkező atom vagy molekula. A negatív töltésű iont anionnak, míg a pozitív töltésűt kationnak nevezik.

Ivaros szaporodás – Ez a szaporodási forma a haploid, azaz egyszeres kromoszómaszerelévennyel rendelkező hím és női ivarsejtek egyesülése, amelynek révén az utódok genomja a két szülő genomjából, a kromoszómák kombinációjával, esetleg kromoszóma-rekombinációval jön létre.

Ivartalan – Lást az **ivartalan szaporodás** címszót.

Ivartalan szaporodás – A szaporodásnak olyan formája, amikor a hím és női ivarsejtek egyesülése nélkül jön létre utód, amely ezért pontosan ugyan olyan lesz, mint a szülő.

Kation – Pozitív töltésű ion.

Ketreces haltenyésztés olyan intenzív haltermelési technológia, amely hálóból, rácsból vagy deszkából készített ketrecekben történik. A hagyományos ketrecek néhány méter mélyek és folyókban, tavakban, víztározókban vagy akár halastavakban is elhelyezhetők. A ketreces haltenyésztés ugyanazokon

az elveken alapul, mint a medencés haltermelés. A ketrecekben a halakat biológiailag teljes értékű táplálékkal kell etetni. A ketrecekben lévő vízminőséget folyamatos vízcsere biztosítja, amelyet természetesen a folyók áramlása, a szél által okozott vízmozgások vagy a ketrecekben lévő halak mozgása biztosít. A termelést egységnyi mennyiségben (hal/m³ vagy kg/m³) számolják. Ha ketreceket helyeznek el halastavakba, a fel nem használt takarmányt a ketreceken kívüli halak hasznosíthatják, míg a halürülék ideális trágyát jelenthet a természetes hozam növeléséhez. Azonban a halürülék hosszú távú felhalmozódása a ketrecek alatt oxigénhiányt és a vízminőség romlását okozhatja. Ezért a ketreceket a tó ugyanazon részén hosszú ideig nem szabad rögzíteni. Alapszabály, hogy a halastavakban elhelyezett ketrecek haltermelése nem lehet több mint az eredeti ketrecek nélküli haltermelő képessége annak a tónak, ahol a ketreceket elhelyezik.

Kémiai oxigénigény (KOI): Ez az indikátor a vízben lévő anyagok redukálóképességét mutatja, amit az oxigénfogyasztás mérésével állapítanak meg, aminek során a vízmintában található szerves anyagokat oxidálják. Ez egy standard módszer vizek szervesanyag-tartalmának, s így szennyezettségének (szaprobításának) megállapításához.

pH	8,2	7,4	6,1	5,2
H ₂ S (mg/L)	8,0	3,3	0,95	0,55

Kénhidrogén (hidrogén-szulfid, H₂S) az üledékben főként a rothadó szerves anyagok kéntartalmú fehérjéinek anaerob bakteriális bomlásakor keletkezik, de vannak olyan baktériumok is, amelyek a szulfátokat kénhidrogénné alakítják át. Ezek a kénbaktériumok oxigénszegény környezetben élnek, úgymint mély kutakban, háztartási vízrendszerekben, vízlágyítókban és vízmelegítőekben (www.water-research.net/index.php/sulfur) fordulnak elő, a vizekben pedig általában az üledékben tenyésznek, ahol a termelődő kénhidrogén disszociációjából hidrogén-szulfid- (HS⁻) és szulfid-ion (S₂⁻) is képződhet. Ezeknek a relatív koncentrációja a pH- és a redoxiviszonyok (lásd a *fenti táblázatot*). A mérgező nem disszociált hidrogén-szulfid koncentrációja a savassággal növekszik. A fiatal pontyokra veszélyes koncentrációkat a mellékelt táblázat tartalmazza (Dévai és Dévai 1979).

Kihelyezésen alapuló természetesvízi halgazdálkodás világszerte széles körben alkalmazott haltermelési módszer, amely ötvözi a természetes vizeken folytatott halgazdálkodás és a tógazdasági haltermelés egyes elemeit. Akkor alkalmazzák, amikor különböző okok miatt a halak természetes szaporodása nem tudja kielégíteni az igényeket. Ezért az ilyen esetekben a vizeket rendszeresen fiatal

halkorosztályok kihelyezésével népesítik. A kihelyezéseknél az esetek többségében az adott víztér élőhelyi feltételeit, ökológiai adottságait és haltermelő képességét veszik alapul.

Kolloidok: 1–500 µm méretű részecskéket tartalmazó rendszer. A kolloid oldatok nagymolekulájú anyagok oldatai, amelyeknek sok közös vonása van olyan rendszerekkel, amelyekben valamely nem oldódó anyag apró, kolloidális részecskéi vannak diszpergálva folyadékban. A kolloid diszperz rendszerek olyan heterogén rendszerek, amelyek diszperziós közegből (esetünkben vízből) és gáz, folyadék vagy szilárd halmazállapotú diszperz részecskékből állnak.

Kondenzáció az a folyamat, amikor az atmoszférában lévő pára folyadékká válik. Az atmoszférában a kondenzáció felhő vagy harmat formában jelenik meg. A kondenzáció eredménye, hogy hideg tárgyakon (pl. nyáron hűtött italosüvegen) víz jelenik meg. Kondenzációt nem egy bizonyos hőmérséklet eredményez, hanem két hőmérséklet közötti különbség, azaz a levegő és harmatképződési hőmérséklet közötti különbség. Ez utóbbi az a hőmérséklet, amikor harmat képződik. Ez az a hőmérsékleti érték, amikor a levegő lehűlve telítetté válik, így bármilyen további lehűlés a levegőben lévő pára kondenzációját fogja előidézni. Tehát a kondenzáció a párolgással ellentétes folyamat. Mivel a vízpárának nagyobb energiaszintje van, mint a folyékony víznek, kondenzáció esetén hőenergia szabadul fel. Az így felszabadult hő táplálja a ciklonokat/hurrikánokat (www.srh.noaa.gov).

Konvekciós áramlás, amit leggyakrabban a hőmérséklet változása okoz (hőáramlás), az a folyamat a vizekben, amikor átkeveredés, a különböző hőmérsékletű vízrétegek kicserélődése történik meg (leggyakrabban úgy, hogy a felszínen lévő meleg víz felső rétege lehűl, sűrűbbé válik, és olyan mélyre süllyed, ahol vele azonos hőmérsékletű a víz, a helyére pedig melegebb víz kerül).

Labirint halak azok, amelyeknek a speciális labirintszerve lehető teszi, hogy a hal az atmoszférából lélegezzen. Ezek közé tartozik néhány ismert díszhal (beta, gurámi, paradicsomhal stb.) és haszonhal (afrikai és ázsiai harcsa, pangas stb.).

Léggöri front: Egy olyan határfelületet, ami két, alapvetően ellentétes tulajdonságú légtömeg találkozásánál alakul ki, s amelyek többnyire az időjárás lényeges és tartós változását okozzák. A léggöri frontok közeledésekor általában változik a légnyomás és a levegő páratartalma, átvonulása pedig szélirányváltással és szélerősődéssel is jár, továbbá jellegzetes felhőképek kísérik. Három fő típusa van. *Hidegfront* esetén a hideg légtömeg mozdul el a meleg légtömeg felé, a nagyobb sűrűsége

miatt a földfelszín közelében elhelyezkedő melegebb levegő alá beékelődik, s 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 lökésjellegűvé válik, s viharossá is erősödhet. A keletkező gomoly- és zivatarfelhők-ből hulló csapadék jellemző formája a zápor és a zivatar, gyakran jégesővel kísérve. Hazánkban az Atlanti-óceán felől érkező hidegfrontok – legenygülésük és a kontinens feletti kiszáradásuk miatt – általában csak kevés csapadékot hoznak. *Melegfront* esetén a meleg levegő – kisebb fajsúlya miatt – felsiklik a hidegebb és sűrűbb levegőtömegre. Először a magasban fátyolfelhők jelennek meg, majd alatta középmagas lepelfelhők alakulnak ki, legutoljára pedig a rétegfelhő következik, amiből rendszerint egyenletes, tartós, nagy területen eloszló, gyakran jelentős csapadék hull. 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, villámlások kísérnek. A csapadék formája a csendes esőtől a heves záporig terjedhet, sőt ezek váltogathatják egymást. Hazánkban főként a Földközi-tengerről jövő 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. A légtömegek összetorlódása a magasban jön létre. Ez a jelenség gyakran társul alacsony légnyomással. A légköri frontokkal együtt járó változásoknak (főleg légnyomás, csapadék, szél) komoly hatása lehet a halas vizekre, ezért nagy figyelmet érdemelnek (WMO 2015).

1 bar	=	0,9869 atm	=	~1 atm
1 bar	=	29,53 "Hg	=	750,0616 mmHg
1 atm	=	29,9213 "Hg	=	759,9999 mmHg

Légnyomás: Az a nyomóerő, amit a légtömeg (légkör) a Föld vonzóereje miatt a földfelszín egységnyi felületére kifejt. A légnyomás változása szelek kialakulásához vezet, ami kiemelkedő szerepet játszik az időjárás alakításában (ww2010.atmos.uiuc.edu). Meleg frontok előtt a légnyomás csökken, míg hidegfrontok előtt ez növekszik. A légnyomás hivatalos mértékegysége a pascal (Pa), de leggyakrabban bárban (bar), atmoszferikus nyomásban (atm), mmHg-ben (higanyoszlop-milliméter) vagy inHg-be (higanyoszlop-inch) fejezik ki.

Metalimnion: Egy hőrétegzett tó középső vízrétege. Ezt váltórétegnek is nevezik.

Mikrobióta: Korábban az élőlényeket két nagy egységbe sorolták, a növények és az állatok birodalmába (*Regnum Plantae* és *Regnum Animalia*), amelyek az élővilág (**bióta** *) fajegyüttesein belül a flórát és a faunát alkotják. Később felismerték, hogy nagyon sok élőlény, különösen a kisméretű, csak mikroszkóppal tanulmányozható szervezetek jelentős mértékben különböznek ezektől, amit a korszerű molekuláris biológiai vizsgálatok is megerősítettek. Így egy harmadik fajegyüttes, a mikrobióta (a molekulárbiológusok gyakran nevezik mikrobiomnak) elkülönítésére is sor került. A mikrobióta sem egységes, legalább három birodalomra tagolódik: **[1] Regnum Monera** (ami helyett újabban két birodalom létesült, az *Archaeobacteria* és az *Eubacteria*): ezek az egysejtű és körülhatárolt sejtmag nélküli, ún. prokarióta élőlények (mint pl. a baktériumok, beleértve a korábban kékalgáknak nevezett cianobaktériumokat is). **[2] Regnum Protista:** ezek az elkülönült, valódi sejtmagot tartalmazó, ún. eukarióta szervezetek közül az egysejtűek (mint pl. algák többsége, amőbák, ostorosok, nap- és sugárállatkák, csillósok, nyálkagombák), amelyet az utóbbi időben szintén kettébontottak (*Protozoa* és *Chromista*). **[3] Regnum Fungi:** a többsejtű heterotróf szervezetek közül azok, amelyeknek teste cellulózt tartalmaz (pl. penészek és gombák). Összefoglalva a mikrobióta egy adott topográfiai egységben (régiónban, területen, víztérben) található, a mikrobiológia hatáskörébe tartozó élőlényfajok (baktériumok, egysejtűek, gombák) együttese.

Mikron vagy **mikrométer** (μ vagy μm) egy mikroszkopikus méretű hossz mérték, amit kisméretű szervezetek és tárgyak mérésére használnak, de a planktonháló szembőségét is ezzel a mértékegységgel mérik. Az átváltások a következők: $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$, $1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m} = 10000 \text{ \AA}$ (**Angström** *), $1 \text{ \AA} = 0,0001 \mu\text{m}$.

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.

Molekulasúly: Egy elvont szám, egy elem vagy molekula tömegének kifejezésére. Ismert összetételű vegyület molekulásúlya a molekuláját alkotó atomok atomsúlyának összegzésével számítható ki.

Naupliusz: A kistrákok egyes csoportjainak (pl. evezőlábú rákok) fajaira jellemző lárvatípus. A testük nem szegmentált és egy szemük van.

Nekton: Azon vízi élőlények gyűjtőneve és életforma-típusának megnevezése, amelyek önálló intenzív úszásra képesek vagy az áramlatoktól függetlenül a nyíltvízben mozogni tudnak. Ehhez a csoporthoz tartoznak egyes gyűrűsférgék (piócák), a nagytestű ízeltlábúak és lárváik, valamint a halak.

Obligát: Olyan kényszerű külső állapotot vagy feltételt, azaz korlátozást jelöl az élőlényeknél vagy azok életfolyamatainál, ami nélkülözhetetlen számára, amihez tehát feltétlenül ragaszkodnia kell ahhoz, hogy életben maradjon és szaporodni tudjon. Például az obligát élősködők (paraziták) kizárólag más szervezeten (ektoparaziták) vagy azon belül (endoparaziták) találják meg az életük fenntartásához és a szaporodásukhoz szükséges feltételeket. Az obligát aerob szervezetek (aerobionták) élete molekuláris oxigén jelenlétéhez kötött. Az obligát anaerob szervezetek (anaerobionták) számára a molekuláris oxigén toxikus, jelenlétében beszüntetik életműködésüket, sőt akár el is pusztulhatnak.

Ovuláció: Az a folyamat, amikor az ikra a petefészkekben szabaddá válik. Az ovuláció eredményeként bekövezhet az ívás vagy az ikra lefejtetővé válik.

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

Oxigéntelítettség: A tényleges és lehetséges (potenciális, azaz a hőmérséklettől, a légnyomástól és az oldott anyagoktól függően maximális) oldott oxigéntartalom közötti különbség, amit százalékban fejeznek ki. Ez a telítettség mértékét jelzi.

Ökológia: A *szupraindividuális** biológia egyik tudományága, amely az élőlények populációi és populációkollektívumai tér-időbeli tömegeloszlási sajátosságainak kialakulásáért és változásaiért felelős okokat tárja fel az élővilágra alapvetően jellemző belső-külső (fogadás-hatás és tűrőképesség-környezet) kapcsolatrendszer szempontjából.

Ökológiai: lásd *ökológia*.

Ökoszisztéma: A hétköznapi szóhasználatban és az ismeretterjesztő szakzsargonban az élőhely és a benne található élővilág szerves egységének megjelölésére használt fogalom (gyakran tovább egyszerűsítve úgy kommunikálják, hogy ökoszisztéma = biotóp + bióta). Szaktudományos értelemben viszont az ökoszisztéma egy absztrakción alapuló ökológiai rendszermodell (azaz határozott módon elrendezett és összekapcsolt elemekből álló, mennyiségileg is jellemzett egység), ami alkalmas arra, hogy a leglényegesebb ökológiai jelenségeket, folyamatokat és összefüggéseket a rendszerelemzés eszköztárával leírhatóvá, tanulmányozhatóvá és értékelhetővé tegye. Egy ilyen, ma még nem létező halasvízi ökológiai rendszermodell kidolgozására igen nagy szükség lenne.

Partenogenetikus szaporodás: Szűznemzéssel történő szaporodás, amikor egy speciális női szaporító sejtéből (petesejtéből, a halaknál az ikrából) megtermékenyítés nélkül jön létre az új egyed, s így az utód a szülővel genetikailag azonos lesz.

Párolgás az a fizikai folyamat, amikor egy anyag halmozott állapota folyékonyból gázzá változik. A meteorológiában a párolgás szempontjából a víz a leglényegesebb anyag. A párolgáshoz energiára van szükség, aminek forrása lehet a nap, az atmoszféra, a föld vagy tárgyak a földön. Csak maga a víz párolog, a szennyeződések és a sók visszamaradnak. Ezért a párolgás következtében a tavak vizének sótartalma nő (www.srh.noaa.gov).

Párologtatás a növények vízleadása, azaz amikor a bennük lévő vizet elpárologtatják. A legtöbb növényben a párologtatás egy passzív folyamat, amelynek mértékét a levegő páratartalma és a talaj nedvessége határozza meg (Richard *et. al.* 1998).

Plankton: A vízben lebegő és sodródó szervezetek gyűjtőneve és életformatípusának megnevezése.

Poikilotherm: A poikilotherm szervezetek, mint a halak és természetes táplálékszervezeteik többsége, nem tudják a hőmérsékletüket állandó szinten tartani. Hőmérsékletük változó, a vízi élőlényeknél főként a víz hőmérsékletétől függ, ahhoz igazodik.

ppb: parts per billion ($\cdot 10^9$), milliárdod rész, ami a nyomokban jelenlévő mennyiségek kimutatására használt kifejezési mód (főleg különböző szennyező anyagoknál, mint pl. nehézfémeknél, peszticideknél).

ppm: – parts per million ($\cdot 10^6$), milliomodrés

1 ppm = 1 mg/m ³ vagy 1 ml/m ³
1 ppt = 1 mg/L vagy 1 ml/L

ppt: parts per thousand ($\cdot 10^3$), ezredrész, de ezzel a jelöléssel óvatosan kell bánni, mert az angol nyelvterületen a parts per trillion ($\cdot 10^{12}$, magyarul billiomodrész, aminek magyar rövidítése **ppb***) jelölése is ppt.

Pufferkapacitás vagy még pontosabban a vízben a pH-változás tompításáért felelős pufferkapacitás elsősorban a CO₂ – HCO₃⁻ – CO₃²⁻ rendszerén alapszik. Ezen azt kell érteni, hogy a vizek bizonyos mennyiségű sav vagy lúg befogadására képesek anélkül, hogy a pH-juk számottevően megváltozna, azaz savasságuk vagy lúgosságuk közel hasonló értéken marad. Ez a legfontosabb puffer mechanizmus a legtöbb édesvízben (Wetzel 1983).

Sejtszervecske: Az élő sejt speciális funkcióit ellátó részei, 'szervei'.

Százalék (%): 1% = 10 mg/L vagy 10 ml/L

Szerlebomlás minimális idejének meghatározása: Amikor egy új szer halgyógyászati használatát tesztelik, szükséges a víz napi átlaghőmérsékletét is figyelembe venni. Ha az adott vegyszert nem kimondottan halra, hanem más állatra engedélyezték, akkor az adott termék használatakor szigorúan be kell tartani a szerlebomláshoz szükséges minimális időt. Ez 500 nap, pontosabban 500 napfok

(D°). Ez az a meghatározott minimális időszak, ami szükséges a szer lebomlásához. Ennek értelmében a szerlebomlás minimális ideje 100, 50, 25 vagy 20 nap, ha a víz napi átlaghőmérséklete 5, 10, 20 vagy 25 °C (Molnár *et. al.* 2019).

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

Szublímáció: Az a folyamat, amikor egy szilárd anyag elpárolog, azaz a folyadékállapot kihagyásával gőzzé alakul.

Szupraindividuális: Az élő egyedek sohasem magányosan fordulnak elő, hanem meghatározott felépítésű (struktúrájú) és szervezettségű (organizációjú) közösségekben - populációban, biocönózisokban, bioszférában - élnek. Ezt a három organizációs szintet egyed feletti, azaz szupraindividuális szintnek nevezik (Kislexikon 2019).

Szuszpenzió: Folyadékok és szilárd anyagok keveréke, olyan diszperz rendszer, ahol a diszperziós közeg a folyadék, a diszperz rész a szilárd anyag. Állás közben a diszperz részek lassan leülepednek, s ezzel a szuszpenzió megszűnik.

Szűznemzés: lásd *partenogenetikus szaporodás*.

Természetes haltáplálék: Azoknak a vízi szervezeteknek és vízben található természetes eredetű anyagoknak (magok, termények, szerves törmelék stb.) az összessége, amit a halak táplálékként elfogyasztanak.

Természetes hozam – Ez a kifejezés a tógazdasági haltermelés során elérhető eredménynek az a része, amelyik a természetes táplálék elfogyasztásának és hasznosulásának köszönhető.

Tógazdasági haltermelés az a módszer, amikor a halat és annak természetes táplálékát együtt nevelik. A halastó és vízének lehető legjobb kihasználása érdekében több eltérő táplálékot fogyasztó halfajt együtt, polikultúrában nevelnek.

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

Trofitás: A víznek az elsődleges termelők által hasznosítható szerves tápanyagokban való gazdagságának mértéke.

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

Víz színe: Eredetileg a víz színtelen, melynek mindenkori színe a benne lévő különböző összetevőktől,

az oldott és/vagy a szuszpendált anyagoktól ered, de a víz színét a benne élő planktonszervezetek is meghatározhatják. Ha vízben sok az alga, akkor a színe nagy valószínűséggel zöld lesz, ami alapján egy bizonyos fokig következtetni lehet a víz termelékenységére. A víztér (halastó) színét mindezek mellett számos más tényező (pl. a Nap állása, az égbolt, a környező sziklák és erdők, a fenéküledék színe és felkeveredése) befolyásolhatják.

Víztest: Egy-egy víztér valamilyen szempontból – bár elsősorban küllemileg (habituálisan) – jól elkülönülő vagy elkülöníthető egységeinek megjelenésére szolgáló fogalom (ilyenek tekinthetők pl. az állóvizek medencéi, a vízfolyások szakaszai, a vizeknek a nyíltvízzel, hínár- és mocsárinövényzettel fedett részei), amelyeket a nagyobb vizek esetében gyakran önálló névvel is jelölnek (mint pl. a Balaton medencéit, a Velencei-tó tisztásait, a Kunkápolnási mocsár fenekét).

Víztér: A földi vízkészletnek a földkéreg (litoszféra) felületi mélyedéseiben, ill. annak üreg-, hézag- és pórusrendszereiben található, s ott többnyire valamilyen jól körülhatárolható módon elhelyezkedő, s így önállóan tekinthető egysége, azaz a földkéregnek a vízzel folyamatosan kitöltött része.

Zavarosság: A vízen áthaladó fény szóródása vízben lebegő szilárd részecskéken, ami csökkenti a víz átlátszóságát. A vizek zavarossága fizikai (szuszpendált anyagok), kémia (kolloidok) és/vagy biológiai (plankton) eredetű lehet.

Zoobentosz: A bentost alkotó állatok gyűjtőneve és életformatípusának megnevezése.

Zooplankton: A planktont alkotó állatok gyűjtőneve és életformatípusának megnevezése.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ács É. és Kiss Keve T., 2004 – **Algalógiai praktikumok**, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 361 p.
- Animal Diversity Web, 2019 – **Pacu (*Piaractus brachipomus*)**, University of Michigan, Museum of Zoology / Online: animaldiversity.org
- Apperson C.; Waldvogel M.; és Bambara S., 2006 – **Biology and control of non-biting aquatic midges**, Extension Entomology, Insect Note - ENT/rsc-15 / Online: entomology.ces.ncsu.edu/depts/ent/notes/Urban/midges.htm
- Arofanatics, 2015 – **Life cycle of daphnia** / Online: www.arofanatics.com/forums/showthread.php?t=390789
- Berka R., 1989. **Inland capture fisheries of the USSR**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 311. Rome FAO 143 p.
- Bíró P., 1979 – **Bevezetés a halpopulációk dinamikájába**, Oktatási segédanyag, Debrecen
- Bíró P., 2011 – **Vizsgálati módszerek és értékelő eljárások a halbiológiában**, Debrecen University Press, pp.272
- Clegg J., 1967 – **The Observer's Book of Pond Life**, Frederick Warner & CO LTD. London, 1967
- Devai Gy., Nagy S.A., Wittner I., Aradi Cs., Csaba Z. és Toth A., (Ed.: Devai, Gy.) 1998 – **Víz és vizes élőhelyek sajátosságai és típusai**, KLTE, Department of Ecology, Hydrobiological Team, Debrecen / Online: ttmk.nyme.hu/fldi/Documents/Korponai%20J%C3%A1nos/hidrobiol%C3%B3gia/vizek_es_vizes_elohelyek_tipologiaja.pdf
- Dévai I. és Dévai Gy., 1979 – **A víz fizikai és kémia tulajdonságai**, Kossuth Lajos University, Debrecen, pp.74.
- EPA 2015 – **The phosphorus**, United Sate Environmental Protection Agency / Online: water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms56.cfm
- Eumet 2015 – **Vizhőmérséklet** / Online: www.eumet.hu/vizhomerseklet
- Európai Bizottság, 2006 – **EU intervention in inland fisheries “Studies linked to the implementation of the European Fisheries Fund”** Framework contract N° FISH/2006/09 (Lot N°3) European Commission, Directorate for Maritime Affairs and Fisheries, EU wide report – final version p. 134
- Fairfax Water, 2015 – **Explanation of water hardness**, Fairfax County Water Authority, Water Quality Authority / Online: www.fcwa.org/water/hardness.htm
- Farlex, 2015 – **Inland waters**, The free dictionary / Online: legal-dictionary.thefreedictionary.com/Inland+Waters
- Felföldy L. 1974 – **A biológiai vízminősítés** – Vízügyi hidrobiológia 3, 242p
- Felföldy L. 1981 – **A vizek környezettana** – Általános hidrobiológia, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 290p
- Finch J. & Calver A. 2008 – **Methods for the quantification of evaporation from lakes** – Prepared for the World Meteorological Organization's Commission for Hydrology / Online: nora.nerc.ac.uk/14359/1/wmoevap_271008.pdf
- 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 / Online: pubs.usgs.gov/wri/wri984249/pdf/6ecological.web.pdf
- Fondriest.com, 2015 – **Fundamentals of Environmental Management – What is pH?** / Online: www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/ph/#p1
- Fondriest.com, 2016 – **Fundamentals of environmental measurements – Dissolved oxygen** / Online: www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen
- Fürész Gy. és Papp K., 1995 – **A víz, a vízminőség és vízvizsgálatok**, MOHOSZ, Horgászati és Halgazdálkodási Osztály, 87 p.
- Government of British Columbia, 2015 – **Ministry of Environment, Environmental Protection Division – Water quality** / Online: www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/temptech/temperature.html
- HACH, 2015 – **Hardness Guide** / Online: www.hach.com/hardnessguide
- Haw River Watch, 2015 – **Part 5: Identifying Macroinvertebrates**, A citizen water quality Project of Haw River Assembly / Online: hawriver.org/wp-content/uploads/2013/02/RW-Pres-5-ID-Macros_20100513_web.pdf
- Hepher B. & Pruginin Y., 1981 – **Commercial fish farming with special reference to fish culture in Israel**, A Wiley-inter-science publication, pp.261
- Hoitsy Gy., 2002 – **A pisztráng tenyésztése és horgászata**, 152 pp.
- Horváth L. és Pékh Gy., 1984 – **Haltenyésztés**, Tógazdasági halászmesterek könyve, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p: 173
- Horváth L. és Tamás G., 1981 – **Ivadéknevelés – Szaporító és ivadéknevelő halászmesterek könyve**, Mezőgazdasági Szakmunkáskönyvtár, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 182 p.

- Horváth L., 2000 – **Fish biology and fish culture**, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p.: 440 (written in Hungarian)
- Horváth L., 2015 – **Gabonaszalma eredetű cellulóz bevitel a halastavi anyagforgalomba az alga túlszaporodás korlátozására**, 15 Halászati Tudományos Tanácskozás NAIK HAKI / Online: hakinapok.haki.hu
- Howels C., 2015 – **Life cycle of diving beetle**, Australian Museum / Online 1: australianmuseum.net.au/image/diving-beetle-life-cycle
Online 2: www.env.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/temptech/temperature.html
- Kislexikon.hu 2019 – **Szupraindividuális** / Online: www.kislexikon.hu
- Lake Ice, 2016 / Online: lakeice.squarespace.com/ice-growth
- Lavens P; Sorgeloos P. (eds.) 1996 – **Manual on the production and use of live food for aquaculture**, FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO. 295p. / Online: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/w3732e/w3732e00.pdf>
- Merriam-Webster, 2016 – **Definition of hydrology** / Online: www.merriam-webster.com/dictionary/hydrology
- Ministry of British Columbia 2015 – **Ambient water quality guidelines for temperature: overview**, Environment Protection Division,
- Moczár L., 2005 – **Vízi gerinctelen állatok határozója**, Agroiinform Kiadó, 98 pp.
- Moiseenko T.I., 2015 – **Types and properties of water – Vol. II – Biological properties of freshwater bodies**. Water Problems Institute RAS, Russia / Online: www.eolss.net/sample-chapters/c07/e2-03-04-03.pdf
- Molnár K., Székely Cs., Láng M., 2019 - **Field guide to the control of fish diseases in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia - Warm water fish species**, FAO technical document under publication
- 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 / Online: www.fish.wa.gov.au/Documents/research_reports/frr130.pdf <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.69.4519&rep=rep1&type=pdf>
- Nagy S.A., 1998 – **Importance of the qualitative changes of zooplankton in fish pond and natural waters**, PhD értekezés, Kossuth Egyetem Kiadó, Debrecen, pp.131. (written in Hungarian)
- Nagy S.A., 2013 – **Hidroökológia**, Digitális Tankönyv, Debreceni Egyetem, TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1 MSc Tananyagfejlesztés / Online: www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2011_0025_kor_2/index.html
- Nagy S.A., Grigorszky I., Wittner I., Dévai Gy., 2007 – **A halastavi halhústermelés ökológiai alapjai**, in Hancz Cs.; Haltenyésztés, Kaposvári Egyetem Állaattudományi Kar, Kaposvár pp. 15-39 / Online: real.mtak.hu/4136
- Ördög V. in L. Horváth 2000 – **Halbiológia és haltenyésztés**, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 220 p.
- Padisák J. 2005 – **Általános limnológia**. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest
- Papp K. & Fűrész Gy., 2003 – **Vízminőség, vízvizsgálatok**, Magyar Országos Horgász Szövetség, pp.104
- Pidwirny M. & Jones S., 2014 – **Physical properties of water**, University of British Columbia Okanagan / Online: www.physicalgeography.net/fundamentals/8a.html
- Prophet C., 2015 – Stream ecology, Emporia State University, / Online: www.emporia.edu/ksn/v52n1-may2005
- Rahman M.S., 1992 – **Water quality management in aquaculture**, BRAC Printer, Dhaka, Bangladesh, 84 p.
- Révész B., 2003 – **A Balaton felszinközeli klímája**, Eötvös Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Meteorológiai Tanszék / Online: nimbus.elte.hu
- Ribiánszky M. & Woynárovich E., 1962 – **Hal, halászat, halgazdálkodás**, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 310 pp.
- Richard G. Allen R.G.; Pereira L.S.; Raes D.; Smith M., 1998 – **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**, FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome / Online: www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm#Contents and <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e08.htm>
- Robinson K.W., Flanagan S.M., Ayotte J.D., Campo K.W., Chalmers A., 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. / Online: pubs.usgs.gov/circ/2004/1226
- Sheldon O., Jospe A.A. and Anderson M.G., 2014 – **Northeast Lake and Pond Classification System**. The Nature Conservancy, Eastern Conservation Science, Eastern Regional Office. Boston, MA. / Online: easterndivision.s3.amazonaws.com/Freshwater/Northeast_Lake_and_Pond_Classification.pdf
- Stiller É., 2012 – **Az árpaszalma és alkalmazása a vizek algásodásának visszaszorítására Tervezési feladat**, biomérnök, BSc Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem / Online: enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/rpszalma_algag%C3%A1tl%C3%A1s_Stiller.pdf

- Taghvaeian S. & Sutherland A. 2015 – **Evaporation Losses from Shallow Water Bodies in Oklahoma** / Online: pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-9525/BAE-1529web.pdf
- Tamás G. & Horváth L., 1972 – **A növényevő ivadékok indító természetes táplálékának előállításának üzemi méreteiben**, Halászat, Budapest, 18. 56-57
- Tamás G. & Horváth L., 1976 – **Growth of Cyprinids under optimal zooplankton conditions**, Bamidgah Bull. for Fish Culture 25/3/30-36
- Tamás G., Ördög V., Csorbai B., Urbányi B., Béres B., Horváth L., 2008 – **Gabonaszalma eredetű cellulóz bevitel a halastavi anyagforgalomba az algatúlszaporodás korlátozására**, Szent István Egyetem, Halgazdálkodási Tanszék / Online: hakinapok.haki.hu/tartalom/2008/Horvath.pdf
- Thorpe, A.; Whitmarsh, D.; Drakeford, B.; Reid, C.; Karimov, B.; Timirkhanov, S.; Satybekov, K.; Van Anrooy, R., 2011 – **Feasibility of restocking and culture-based fisheries in Central Asia**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 565, Ankara, FAO, 2011. 106 pp / Online: www.fao.org/docrep/016/ba0037e/ba0037e.pdf
- Tortajada A.M.; Carmona M.J.; & Serra M., 2013 – **Typical life cycle of monogonont rotifers** / Online: figshare.com/articles/_Typical_life_cycle_of_monogonont_rotifers_/543245
- United Utilities, 2015 – **Water hardness**, North West's water company / Online: www.unitedutilities.com/documents/WaterhardnessFactSheet.pdf
- USGS, 2015 – **Water, the Universal Solvent** / Online: water.usgs.gov/edu/solvent.html, U.S. Geological Survey (USGS), U.S. Department of the Interior, <http://water.usgs.gov/edu/>
- USGS, 2016 – **How much water is there on, in, and above the Earth?** / Online: water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html
- Wetzel R. G., 1983 – **Limnology**, Second Edition, CBS College Publishing, pp. 767
- WHO, 2003 – **Hydrogen Sulphide in Drinking-water** – Background information for developing drinking-water Quality. Originally published in Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, 1996. / Online: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/hydrogensulfide.pdf
- WMO, 2012 – **Guide to agricultural meteorological practices (Weather-Climate-Water)**, WMO-No. 134, in: **Chapter 13 Application of Agrometeorology to Aquaculture and Fisheries**, Authors: Claude E. Boyd (lead) and Harvey Pine, External Reviewers: Julio Ferraz De Queiroz, Isaac Dontwi, Graig Tucker and Martine Van Der Ploeg, Coordinator: H.P. Das (internal) and Kees Stigter (external) / Online: www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/gamp_en.php / Online: www.wamis.org/agm/gamp/GAMP_Chap13.pdf / Online: www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/documents/WMO_No134_en.pdf
- WMO, 2015 – **METEOTERM**, the WMO terminology database / Online: www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_en.html
- Woods Hole Oceanographic Institution, 2015 – **Phytoplankton** / Online: www.whoi.edu/main/topic/phytoplankton
- Woynárovich A., 1988 – **A Magyar Nagyüzemi Előnevelt Ivadéktermelési Technológia Alkalmazási Lehetőségei Braziliában**, Doktori Értekezés, Debreceni Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdaságtudományi Kar, Állattenyésztési és Termelési Technológiai Intézet, Debrecen, 107 pp.
- Woynárovich A., 2013 – **Action plan for strengthening adaptation of aquaculture and culture-based fisheries to climate change** (FAO project code: TCP/SEC/3402)
- Woynárovich A., 2014 – **Action plan - Revised updated midterm version**, Strengthening adaptation of aquaculture and culture-based fisheries to climate change (FAO project code: TCP/SEC/3402)
- Woynárovich A.; Hoitsy G.; Moth-Poulsen T., 2011 – **Small-scale rainbow trout farming**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 561. Rome, FAO. 2011. 81 pp. / Online: www.fao.org/docrep/015/i2125e/i2125e.pdf
- Woynárovich A.; Kovács É.; Nagy S.A., 2019 - **Survey and evaluation of water qualities – a field guide for managers of inland fisheries and fish farms** (FAO elektronikus szakkönyv kiadás alatt)
- Woynárovich A.; Määtä V.; Fersoy H.; Moth-Poulsen T., 2015 – **Regional practices: stocked and farmed inland fish species and types of their hatcheries**, FAO CACFish Regional Workshop on Inland Fish Hatchery Management, Bishkek, 27 – 30 October 2014
- Woynárovich A.; Moth-Poulsen T.; Péteri A., 2010 – **Carp polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: A manual**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 554. Rome, FAO. 2010. 73p. / Online: www.fao.org/docrep/013/i1794e/i1794e00.htm
- Woynárovich A.; Reja M.A.; Akhand M R.I.; Islam M.M.; Sarker R.K.; Thomsen S.; Moth-Poulsen T.; Khaleque M.A., 2003 – **MAEP Fish Farmers' Manual – Fish production in pond**, Mymensingh Aquaculture Extension Project, Danida, Bangladesh pp. 82
- Woynárovich, E., 1975 – **Elementary guide to fish culture in Nepal**, FAO, Rome, 138 p.
- Woynárovich, E., 1985 – **Manual de Piscicultura – Divisão de Piscicultura e Pesca**, CODEVASE, Brasília, 71pp.

Wurts, W.A., 2004 – **Understanding water hardness**, Kentucky State University Cooperative Extension Program / Online: www2.ca.uky.edu/wkrec/Hardness.pdf

YSA, 2015 – **The Basics of Chlorophyll Measurement** / Online: www.yei.com/File%20Library/Documents/Technical%20Notes/T606-The-Basics-of-Chlorophyll-Measurement.pdf

MELLÉKLETEK

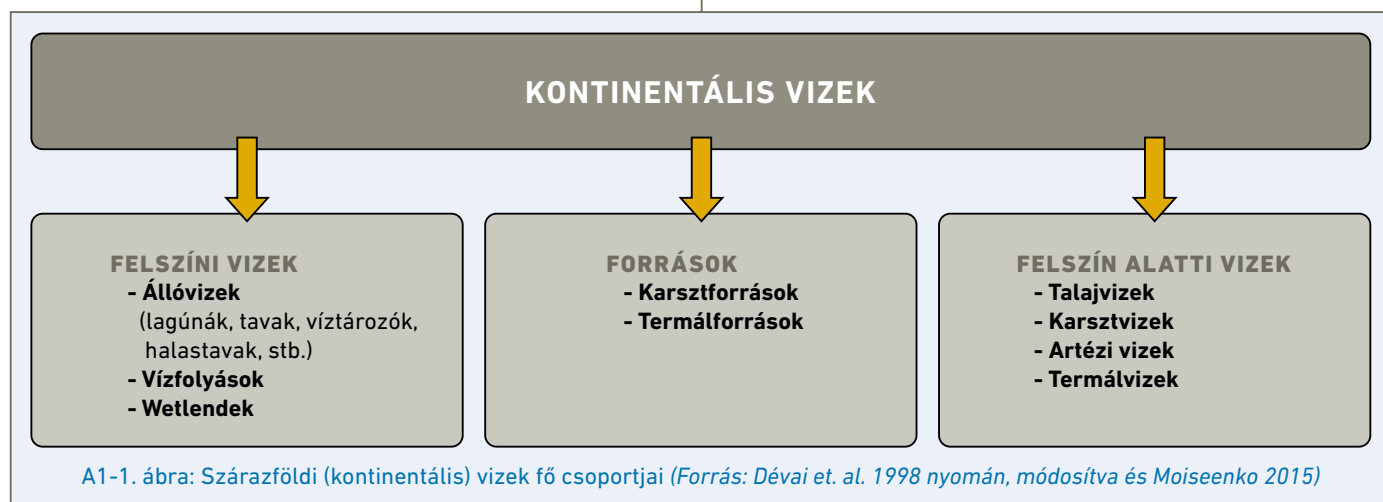
A VIZEK JELLEMZŐBB GYAKORLATI CSOPORTOSÍTÁSAI 1. MELLÉKLET

Számtalan vizet osztályozó és csoportosító szempont létezik. Ennek a mellékleteknek a táblázatai és ábrái ezek közül azokat a legfontosabbakat mutatják

be, amelyek a vízminőség állapotának felméréséhez és értékeléséhez szorosan kapcsolódnak.

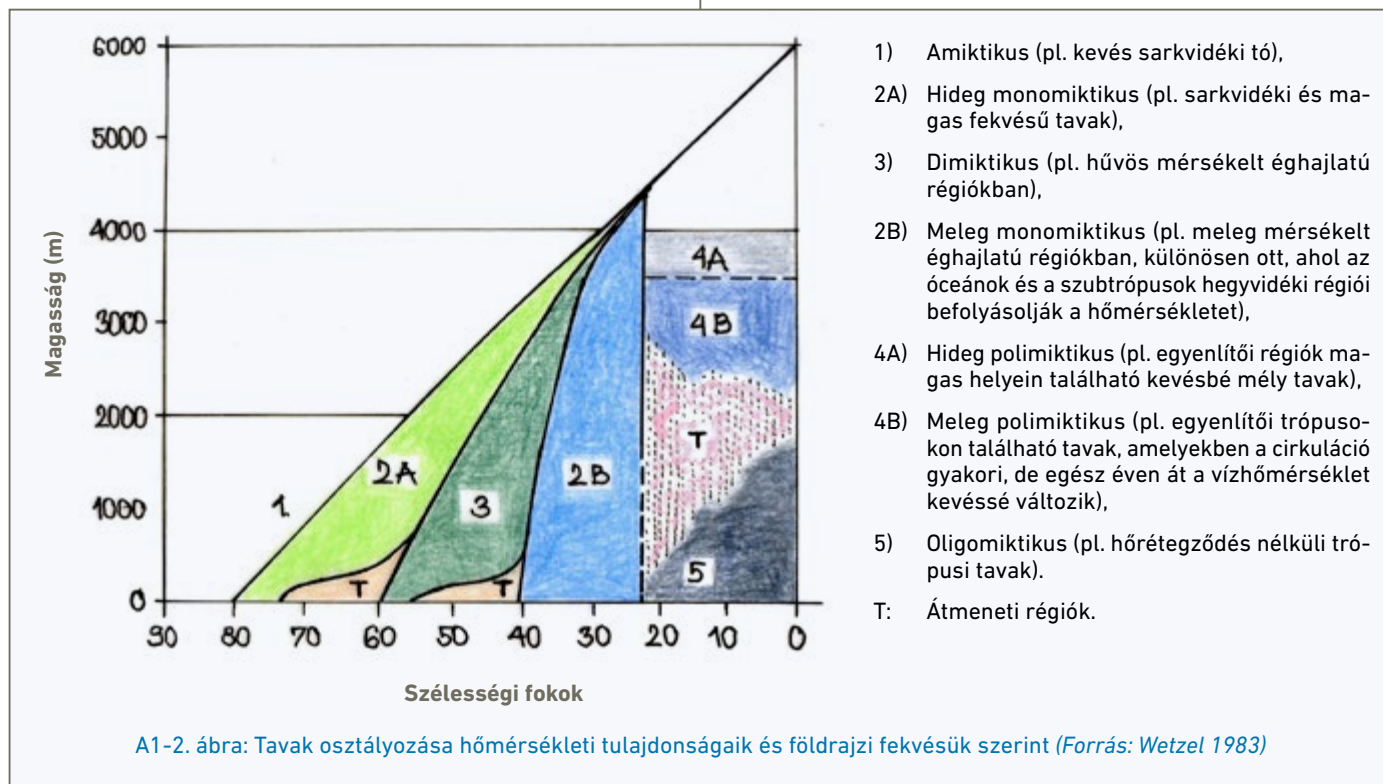
Víz típusa	A víz tömege (km ³)	A teljes édesvízkészlet arányában (%)	A teljes vízkészlet arányában (%)
1. Óceánok, tengerek és öblök	1 338 000 000	-	96,54
2. Jégcsúcsok, gleccserek és állandó hóborítottság	24 064 000	68,7	1,74
3. Felszín alatti vizek	23 400 000	-	1,69
3.1 Édesvíz	10 530 000	30,1	0,76
3.2 Sósvíz	12 870 000	-	0,93
4. Talajnedvesség	16 500	0,05	0,001
5. Vízfénék/parti jég és fagyott föld	300 000	0,86	0,022
6. Tavak	176 400	-	0,013
6.1 Édesvíz	91 000	0,26	0,007
6.2 Sósvíz	85 400	-	0,006
7. Légkör	12 900	0,04	0,001
8. Mocsarak vize	11 470	0,03	0,0008
9. Folyók	2 120	0,006	0,0002
10. Biológiai víz	1 120	0,003	0,0001

A1-1. táblázat: A víz becsült globális eloszlása [Kerekített értékek] (Forrás: USGS 2016)



A tó típusa	Leírás	Klímától függő előfordulás			
		Hideg	Mérsékelt	Szubtrópusi	Trópusi
Amiktikus	Egész évben jég borítja	Igen	-	-	-
	Magas sótartalmú kontinentális tavak	-	Igen	Igen	Igen
Monomiktikus	Hideg – Egész évben a vízhőmérséklet 4°C alatt marad. Csak egy nyári 4°C vagy ez alatti vertikális vízmozgás figyelhető meg	Igen	-	-	-
	Meleg – Egész évben keresztül a vízhőmérséklet 4°C felett van. Csak egy téli 4°C vagy e feletti vertikális vízmozgás figyelhető meg	-	Igen	Igen	Igen
Dimiktikus	A felszíni és fenéken lévő víz évente kétszer helyet cserél	-	Igen	-	-
Polimiktikus	Hideg – Egész évben egy periódus van	-	-	-	Magasan fekvő tavak
	Meleg – Egész évben egy periódus van	-	-	-	Igen
Oligomiktikus	Egész évben át meleg és gyakorlatilag nincs hőrétegződés	-	-	-	Igen

A1-2. táblázat: Tavak osztályozása hőmérsékleti tulajdonságaik és földrajzi fekvésük szerint (Forrás: Wetzel, 1983)



A1-2. ábra: Tavak osztályozása hőmérsékleti tulajdonságaik és földrajzi fekvésük szerint (Forrás: Wetzel 1983)

Tulajdonság	Meghatározás	Használható mérési módszer
Trofitás	Ha a 'klorofill-a': 1. Oligotróf: $\leq 2 \mu\text{g/L}$ 2. Mezotróf: $>2-7 \mu\text{g/L}$ 3. Eutróf: $>7-30 \mu\text{g/L}$ 4. Hipereutróf: $>30 \mu\text{g/L}$	'Klorofill-a' (júliusban és augusztusban).
Alkalinitás	1. Magas alkalinitás: $\geq 50 \text{ mg/L CaCO}_3$ 2. Közepes alkalinitás: $\geq 12,5$ és $<50 \text{ mg/L CaCO}_3$ 3. Alacsony alkalinitás: $<12,5 \text{ mg/L CaCO}_3$	Milligramm per liter $\text{CaCO}_3 < 2 \text{ m}$ vízmélységben.
Hőmérséklet	Egy méternél szélesebb/mélyebb élőhely, ahol nyáron a víz-hőmérséklet: 1. Nagyon hideg: $<12,8 \text{ }^\circ\text{C}$ és $\geq 5 \text{ mg/L DO}$ 2. Hideg: $12,8 \text{ }^\circ\text{C}$ $\leq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ és $\geq 5 \text{ mg/L DO}$ 3. Hideg-hűvös: $>12,8 \text{ }^\circ\text{C}$ $\leq 21 \text{ }^\circ\text{C}$ és $\geq 4 \text{ mg/L DO}$ vagy indikátor hal – nem szaporodik a szajbling, a sebes pisztráng megél. 4. Meleg: $>21 \text{ }^\circ\text{C}$	A hőmérsékleti és oldott oxigénviszonyok mérése júliustól augusztusig. A halak természetes szaporodása indikátorként használható.
Mélység	Halastavi versus tavi határértékek: 1. Oligotróf: 9,14 m (30 ft.) 2. Mezotróf: 6,10 m (20 ft.) 3. Eutróf és hipertóf: 3,05 m (10 ft.) A fény mélységi bejutása a trófia mértékétől függ.	Átlátszóság méterben (vagy lábban).

A1-3. táblázat: Víztisztaság szerinti besorolási jellemzők és határértékek (Forrás: Sheldon et. al. 2014)

A vizek fő kategóriái	Leírás	Potenciális haltermelés (kg/ha/év) ¹
Barna savas (disztróf) vizek	Haltáplálékban és oldott oxigénben szegény.	-
Termékenység alacsony (oligotróf) vizek	Hideg vizek, amelyek hőmérséklete nem emelkedik $14-15 \text{ }^\circ\text{C}$ fölé. Átlátszóság: 8–4 m felett.	1–15
Termékenység közepes (mezotróf) vizek	Kevésbé felmelegedő vizek. Közepes haltáplálék ellátottság és magas oldott oxigéntartalom. Átlátszóság: 4 és 2 m között.	15–50
Termékenység magas (eutróf) vizek és extenzív halastavak²	Ezek a vizek nyáron felmelegednek. Szezonális és napi oxigénhiány előfordulhat. Átlátszóság: 2 – 0,5 m között	50–200
Termékenység nagyon magas (hipertóf) vizek és intenzív halastavak³	Ezek a vizek nyáron felmelegednek. Szezonális és napi oxigénhiány előfordulhat. Átlátszóság: csekély 0,5–0,25 m	200 felett

A1-4. táblázat: Mérsékelt égövi édesvizek trofikus állapota és haltermelő képessége (Forrás: Berka 1989 nyomán, módosítva)

- 1 Kihelyezésen alapuló természetesvízi halgazdálkodás esetén.
- 2 Nincs takarmányozás, csak extenzív trágyázás.
- 3 Nincs takarmányozás, csak intenzív trágyázás.

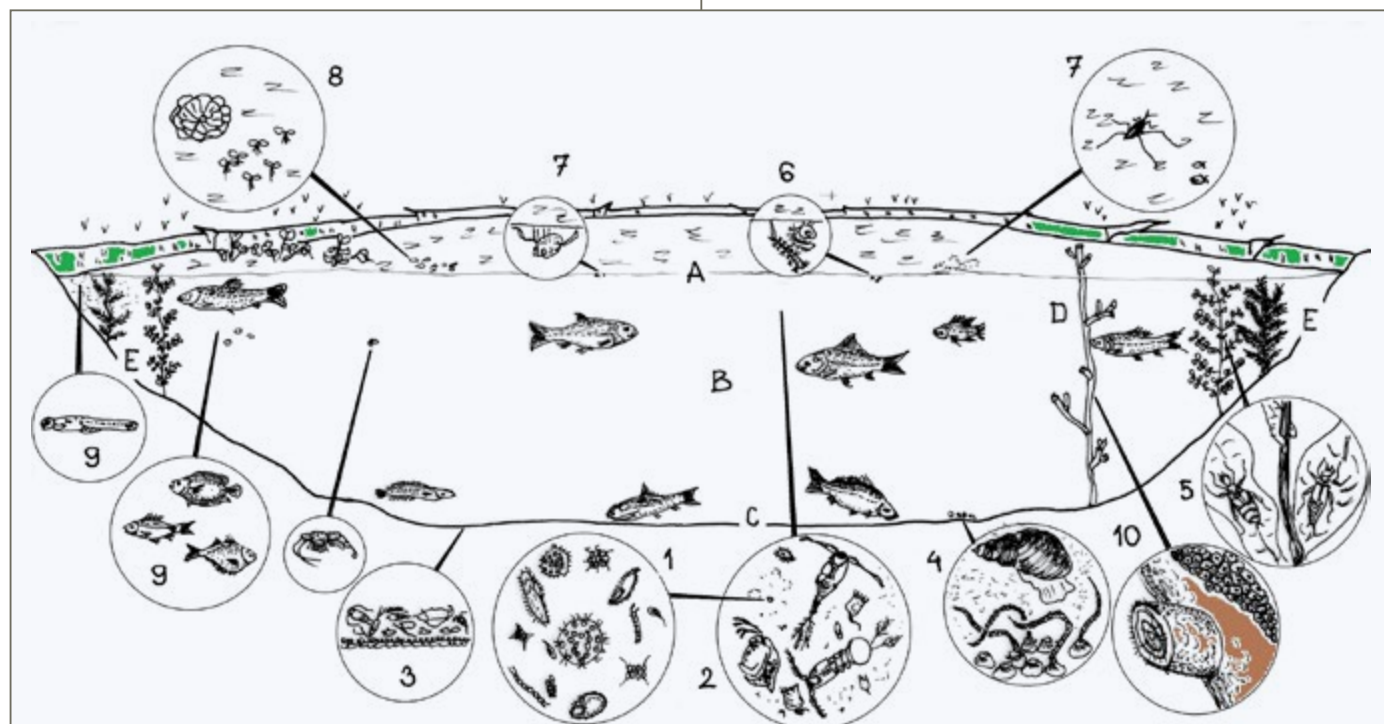
A HALGAZDÁLKODÁS ÉS TÓGAZDASÁGI HALTERMELÉS SZÁMÁRA FONTOS VÍZI SZERVEZETEK 2. MELLÉKLET

A vízi szervezetek mindhárom (mikrobióta, flóra és fauna) fajegyütteséhez tartozó szervezetek fontosak a haltermelés számára.

A korábban a növények és az állatok közé sorolt élőlények közül számos fontos, sőt a halas vizek tömeg- és energiaforgalmi folyamataiban meghatározó szerepű élőlények a **mikrobióta** fajegyütteshez tartozó baktériumok, az algák többsége, amóbbák, ostorosok, nap- és sugárállatkák, csillósok, penészek és gombák. A **flórához** a barna- és a vörösalgák, a mohák, a harasztok, a nyitva- és a zárwatermők tartoznak, amelyek közül a vizekben előfordulókat hínár- és mocsárinövényekként (az előbbi pl. a sulyom, az utóbbi a nád) szoktuk elkülöníteni. A **fauna** szempontunkból fontosabb tagjai a szivacsok, a férgek, a puhatestűek, a rákok, a rovarok, a halak, a

kétéltűek, a hullók, a madarak és az emlősök. A halgazdálkodás és tógazdasági haltenyésztés számára különösen fontos vízi élőlénycsoportok egy másik lehetséges felosztási mód szerint kétfélék lehetnek: az egyik csoportjuk táplálékként szolgál, míg a másik csoporthoz a ragadozók tartoznak, amelyek főként a fiatalabb és kisebb halakat pusztítják. Az ehhez a két csoporthoz tartozás azonban nem teljesen kizárólagos, hiszen vannak olyan fajok és olyan esetek is, amikor a táplálékból ragadozó, a ragadozóból pedig táplálék lesz.

Ennek a mellékletnek az elkövetkező ábrái – irodalmi források alapján, meghagyva az ott alkalmazott nevezéktant – a vízi szervezetek fenti csoportjait mutatják be, elsősorban gyakorlati szempontból. Az A2-1. ábrán a csoportosítás az élőhely alapján történik.



A: VÍZFELSZÍN – 7) Vízi poloskák (A2-13. ábra), 8) Lebegő hínárnövények (A2-3. ábra) **B: NYÍLTVÍZ** – 1) Algaplankton (A2-2. ábra) és egysejtűek (A2-4. ábra), 2) Kerekcsigák (A2-5. ábra), ágascsapú rákok (A2-6. ábra) és evezőlábú rákok (A2-7. ábra), nagytestű rákok (A2-8. ábra), **C, D AND E: BIOTEKTON ÉS FENÉK** – 3) Elhalt vízi szervezetek szerves törmeléke, 4) Gyűrűsférgek (A2-16. ábra), puhatestűek (A2-17. ábra) és hínár-

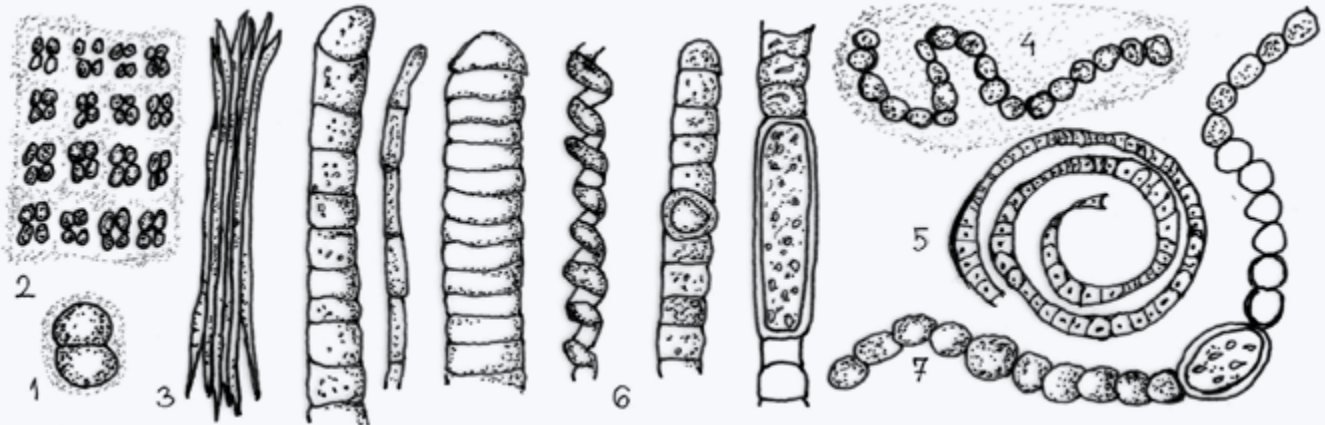
növények (A2-3. ábra), 5) Élőbevonat. **AZ ÉLETCIKLUS SORÁN EGY VAGY TÖBB HABITAT** – 6) Szúnyogfélék: csípőszúnyogok és árvaszúnyogok (A2-9. ábra), 5) csípőszúnyogok és bábjaik (A2-10. ábra), kérészek (A2-11. ábra), szitakötők (A2-12. ábra), poloskák (A2-13. ábra), bogarak és lárváik (A2-14. és A2-15. ábra), **VÍZ ÉS VÍZPART** – Békák (A2-18. ábra)

A2-1. ábra: Állóvizek habitatjai és az azokban található haltáplálék-szervezetek (Forrás: Woynárovich et. al. 2003)

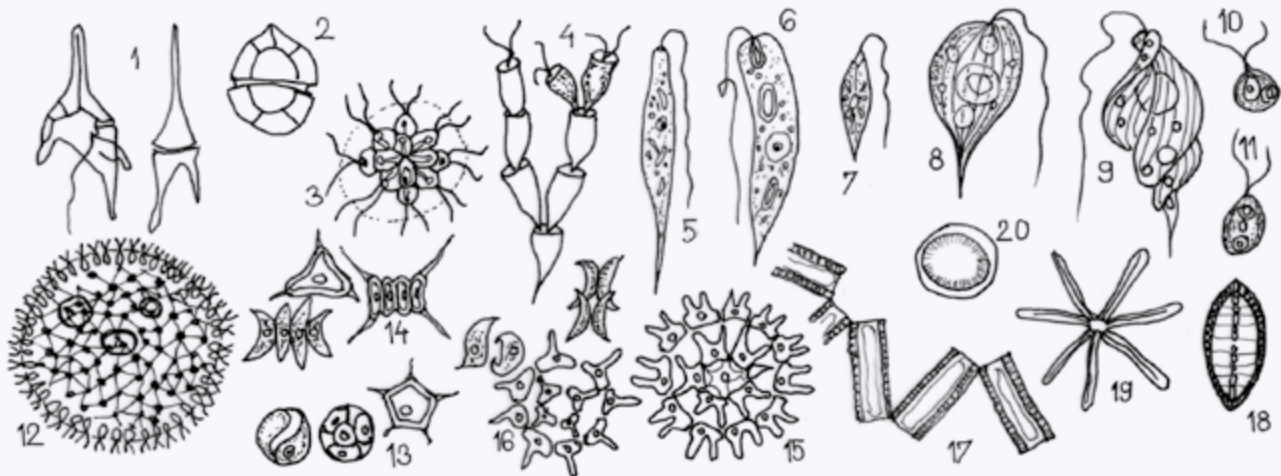
Bakterioplankton, algaplankton és fonalas algák

A korábban kéalgáknak (kékmoszatok, Cyanophyta) nevezett élőlénycsoportot ma már a baktériumok közé sorolják, cianobaktérium (Cyanoprokaryota) néven. A legtöbb kisméretű zöldalga a planktonrákok táplálékként hasznosul, míg nagyobb egyedeit

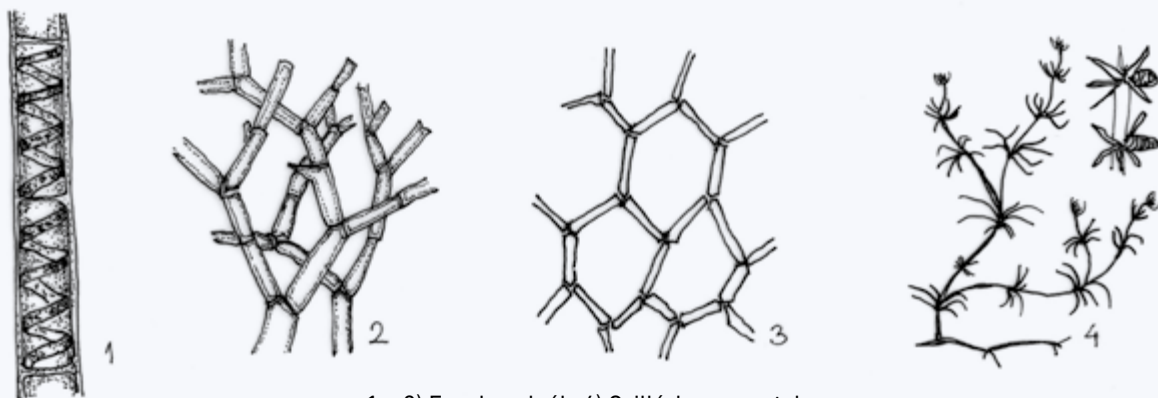
és fajait néhány haszonhal közvetlenül is szűri/fogyasztja. Ilyenek például a fehér busa (*Hypophthalmichthys molitrix*) és nílusi tilápia (*Oreochromis niloticus*). Különösen a fehér busa, amelyet az algaplankton jobb hasznosítása érdekében nevelnek a polikulturában, de a vízvirágzást is csökkenthetik, illetve megelőzhetik. Ráadásul ezzel a fajjal lehet a legolcsóbban halat, azaz állati fehérjét termelni, ahogy ezt a 5-1. kiemelt magyarázat foglalja össze.



Cianobaktériumok: 1) Chroococcus (sejtméret: 7-10 μm), 2) Merismopedia (sejtméret: 1.5 μm), 3) Aphanizomenon (sejtméret: 5 x 100 μm), 4) Nostoc, 5) és 6) Oscillatoria, 7) Anabaena (sejtméret: 4 x 50 μm)



Egysejtű zöldalgák: 1 és 2) Dinoflagellates, 3 – 11) Chlorophytes, 12 – 16) Chlorophytes, 17 – 20) Diatoms



1 – 3) Fonalas algák, 4) Csillárka moszatok

A2-2. ábra: Bakterioplankton és algaplankton (Forrás: Woynárovich 1985)

Hínár- és mocsárinövények

Ezek többségét részben vagy egészben a növényevő és a mindenevő halfajok különböző korosztályai

közvetlenül is fogyasztják. Ezek közé tartozik az amur (*Ctenopharyngodon idella*), vörös mellű vagy csikos tilápia (*Tilapia rendalli*), ponty (*Cyprinus carpio*) és dévérkeszeg (*Abramis brama*).



Lebegő, vízben gyökeredző vízinövények:

1) Vízi jácint (*Eichornia* sp.), 2) Vízi saláta (*Pistia* sp.), 3) Békalencse (*Lemna* sp.) 4) Rucaöröm (*Salvinia* sp.)



Aljzatban, vízfenéken gyökeredző növények: 1) Miriophyllum, 2 – 4) Potamogeton, 5) Elodea, 6) Cabomba



Vízfelszín fölé emelkedő növények:

1) Nád (*Phragmites* sp.), 2) Sásfélék (*Carex* sp.) többsége évelő, 3) Káka (*Typha* sp.) egy vízparti növény

A2-3. ábra: Hínár- és mocsárinövények (Forrás: Woynárovich 1985)

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

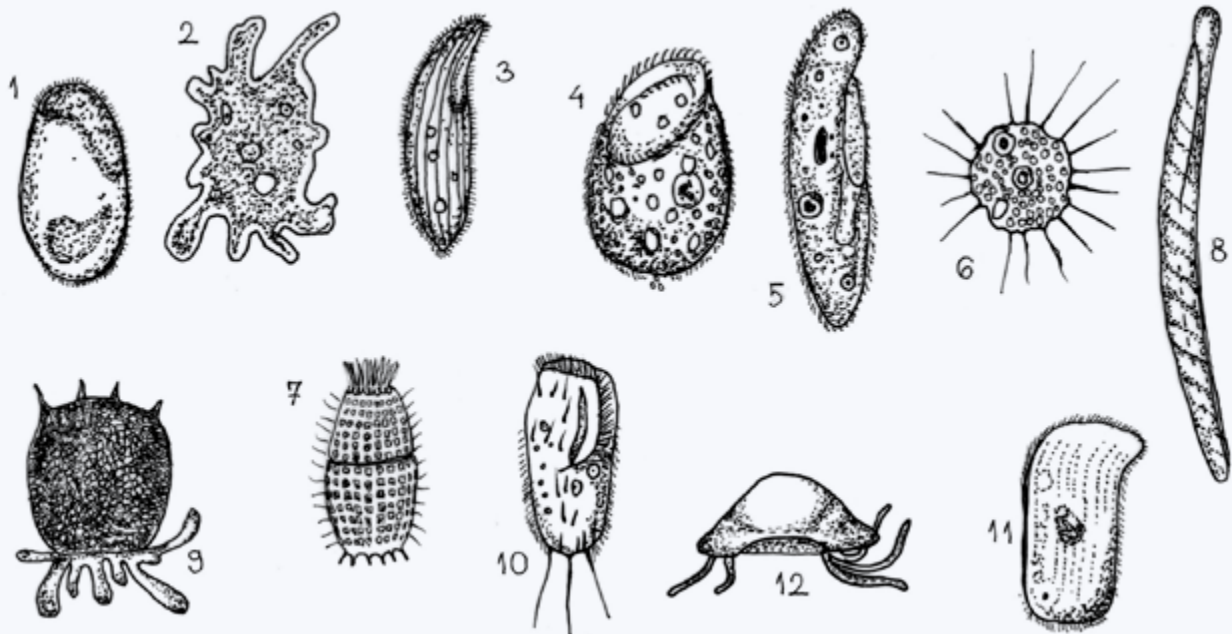
*4-es besorolás: 8 órán belül nagy étvággal. 3-as besorolás: 24 órán belül közepes étvággal (3A: kemény szárat meghagyták). 2-es besorolás: 48 órán belül fogyott el (2A: kemény szárat meghagyták). 1-es besorolás: Csak 25-30%-ban.

A2-1. táblázat: Milyen mértékben preferálja az amur a különböző növényeket (Forrás: Antalfi és Tölg, 1972)

Zooplankton

A zooplankton a korábban ide sorolt heterotróf egysejtűekből, az állatok közül pedig főleg kerekesszervekből és planktonrákokból áll, amelyek közül a halak számára az ágascsápú és evezőlábú rákok a legfontosabbak. A zooplankton, különösen a kerekesszervek

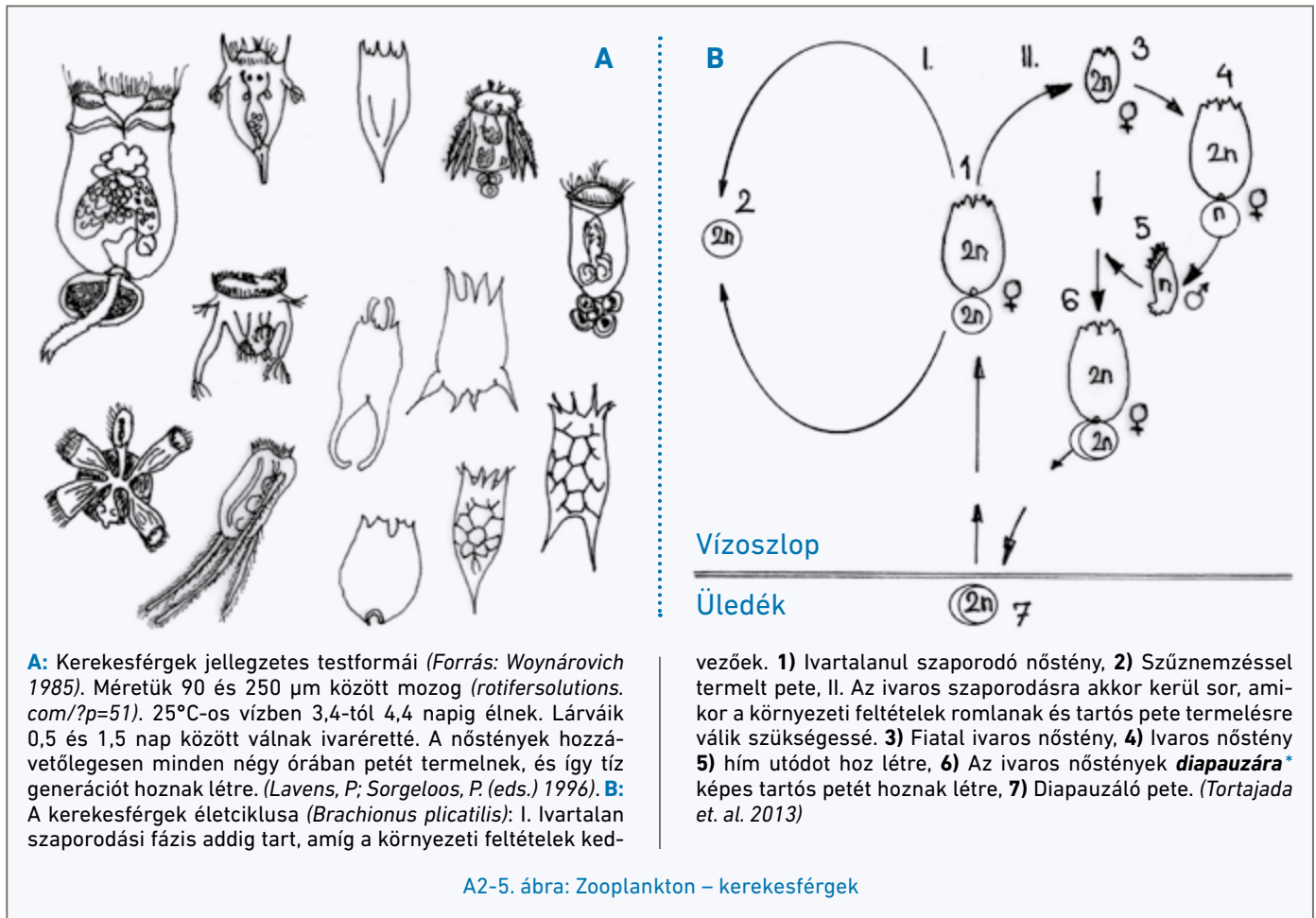
és a rákok kisebb egyedei és fejlődési formái, az első táplálékszervezetei gyakorlatilag majdnem minden édesvízi halfajnak. De vannak zooplankton fogyasztó halfajok; pettyes busa (*Hypophthalmichthys nobilis*), catla (*Catla catla*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), illetve sok mindenevő halfaj (pl. ponty) egész életén keresztül fogyaszt zooplankton.



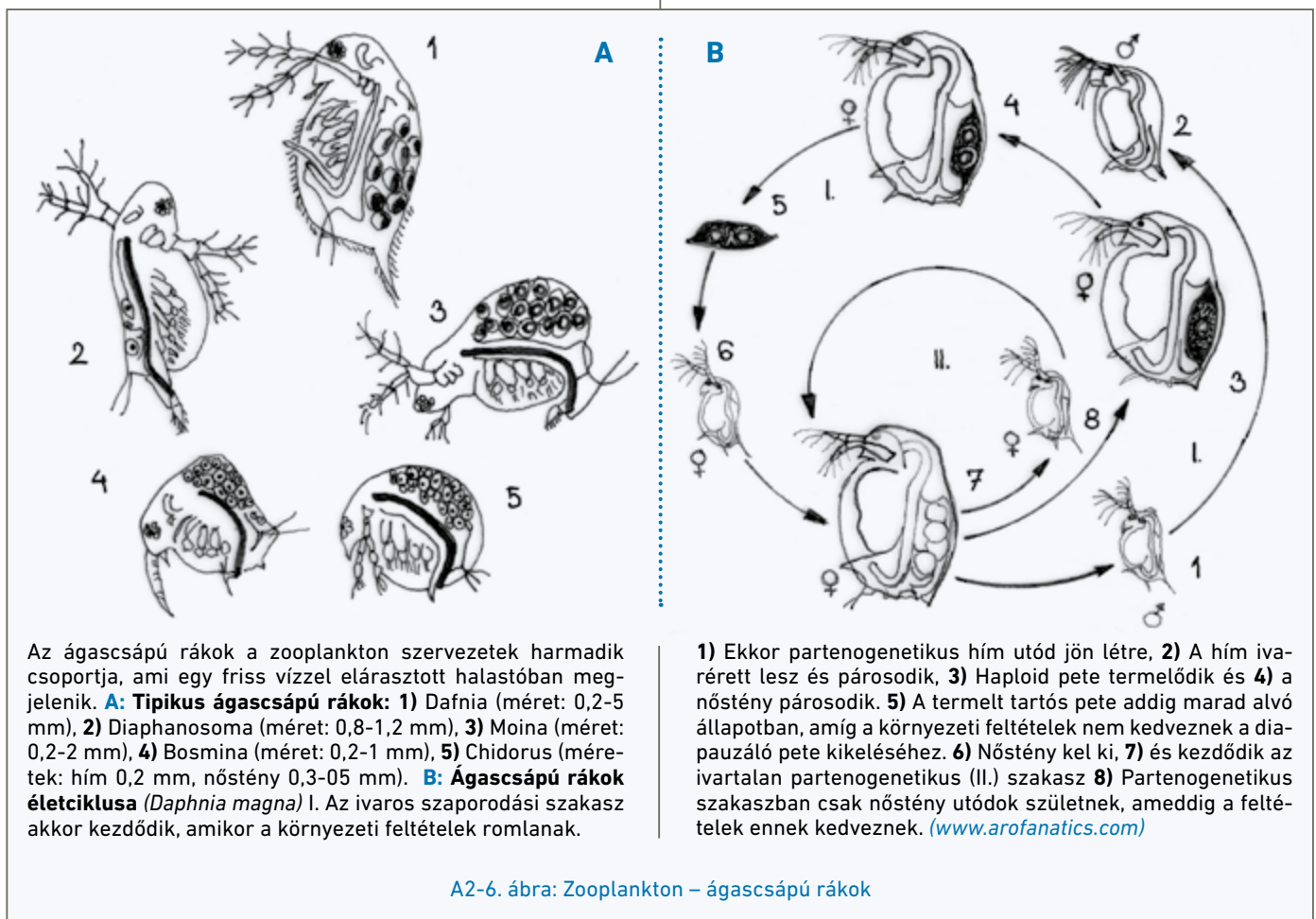
Egysejtű állatok (sejtméret: 50 – 300 µm) elsősorban lebomló növények körül és szalma/széna ázalékban tenyésznek. Bár kicsik, de nagyobb példányaik a legtöbb édesvízi halfaj lárváinak első táplálékául is szolgálnak. Ha a feltételek jók, a generációs idő 20 – 25 °C vízhőmérséklet esetén 6–24 óra között mozog. **1)** Colpidium (csillósok) az első egysejtű, amelyik a szénaázalékban megjelenik. **2)** Amoeba a tó üledéké-

ben fordul elő. **3)** Loxodes ázalékban található. **4)** Bursaria kis tavakban jelenik meg. **5)** Paramecium (csillósok) bomló növényi ázalékokban fordul elő. **6)** Actinophrys a víznövények között tenyészik. **7)** Coleps, **8)** Spirostomum, **9)** Diffugia a tó üledékén, **10)** Stylonchia és **11)** Chilodon bomló növények között található, **12)** Arcella a tó üledékében és üledékén tenyészik.

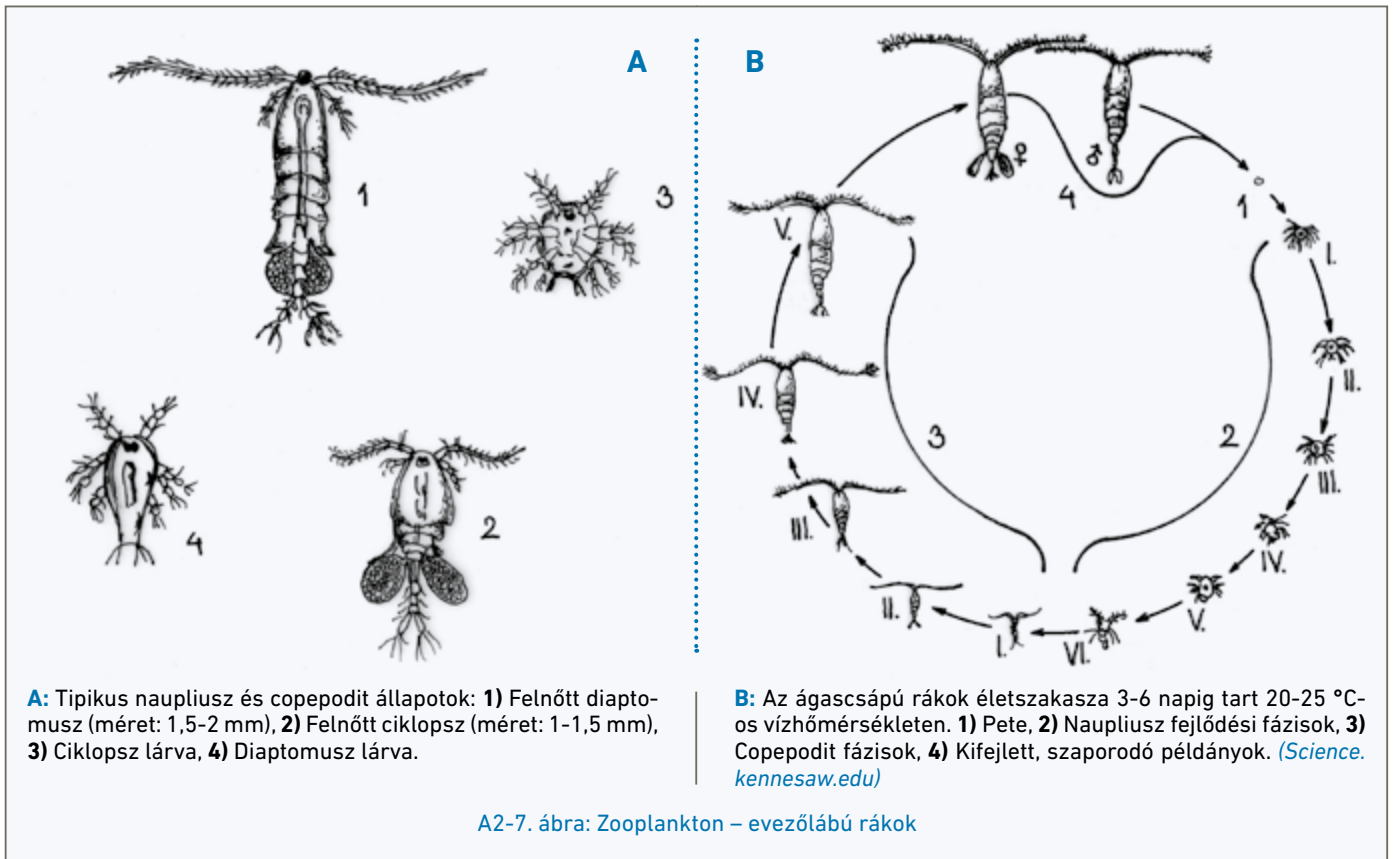
A2-4. ábra: Zooplankton – egysejtűek (Forrás: Clegg 1967)



A2-5. ábra: Zooplankton – kerekcsférgek



A2-6. ábra: Zooplankton – ágascsapú rákok

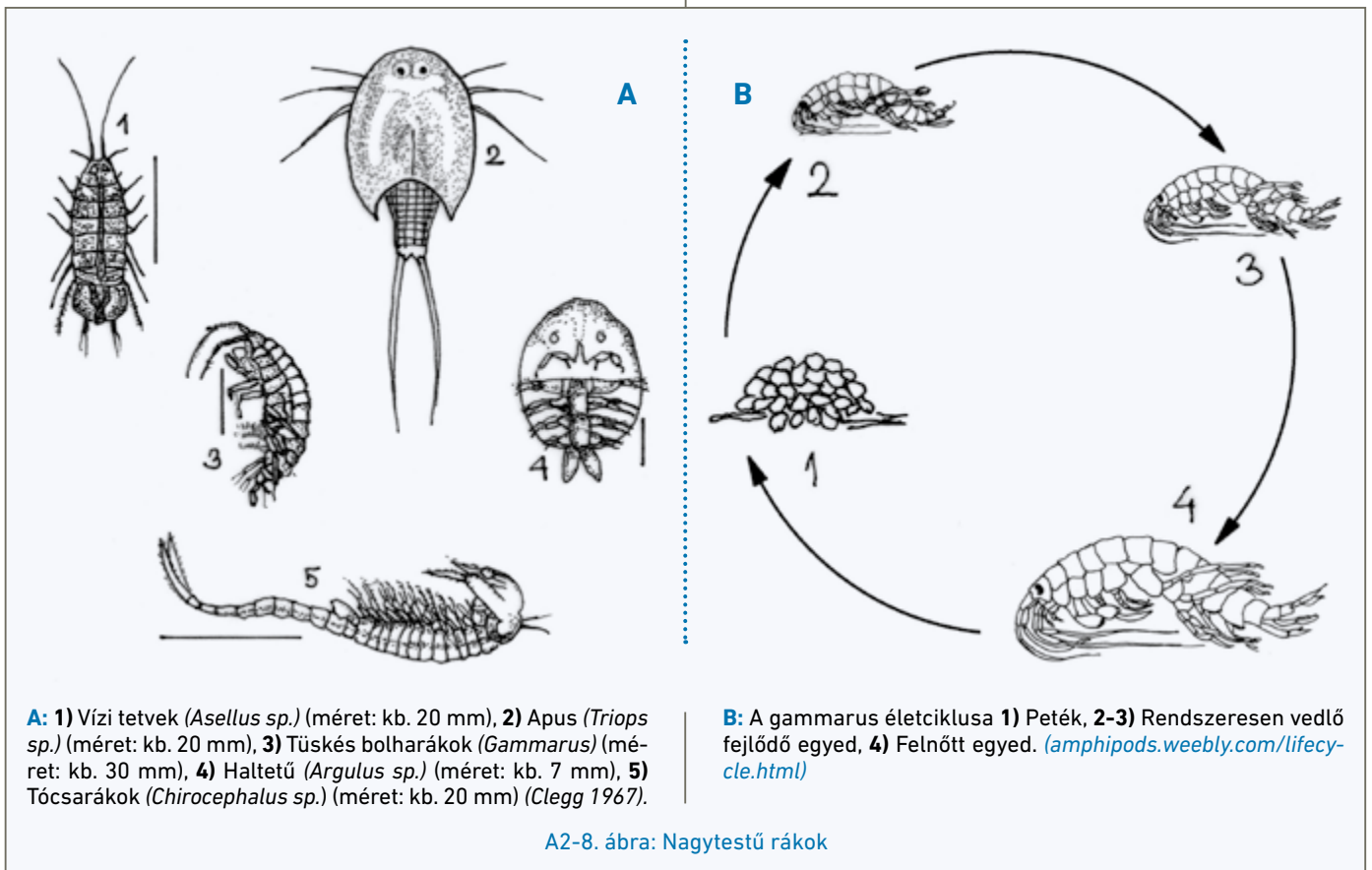


A2-7. ábra: Zooplankton – evezőlábú rákok

Nagytestű rákok

Ebbe a csoportba tartoznak a haltetvek és a felemás-lábú rákok is. Leszámítva a parazitákat, ezek a vízi

szervezetek táplálékul szolgálnak sok édesvízi hal-faj számára, beleértve néhány nem obligát halragadozó fajt is.



A2-8. ábra: Nagytestű rákok

Rovarok

A rovarok osztályozásában elsősleges az, hogy azok hogyan fejlődnek. Ennek tipikus formái a következők: [1] **Nincs metamorfózis** (kifejlés) az, amikor a petéből kikelő állatok testfelépítésükben és életmódjukban is hasonlítanak az imágókra (azaz kifejlett, szaporodni képes felnőtt egyedeikre), de a teljes méret eléréséig többször vedlenek. [2] **Részleges metamorfózis** (átváltozás) három fő szakaszból áll: pete, nimfa, imágó, tehát nincs báb alakja és a nimfa hasonlít az imágóra. [3] **Hiányos metamorfózis** is három fő szakaszból áll: pete, nimfa, imágó, tehát itt sincs báb alak, de a nimfa (amit gyakran lárvának is neveznek) vízben él és táplálkozásában is eltér a kirajzás után a szárazföldön élő imágotól. [4] **Teljes metamorfózis** négy fő szakaszból áll: pete, lárva, báb, imágó. A petéből lárva fejlődik, melynek lárvakori szervei vannak és az életmódja is eltér a kifejlett állatokétól. A folyamatos és gyors növekedése miatt többször vedlik, majd végül kifejlett rovar lesz belőle.

A rovarok szárazföldi állatok. Imágójuk élete teljesen adaptálódott a szárazföldi élethez. Mégis a rovarok néhány rendjének kiemelkedő szerepe van az édesvizek, így a halastavak ökológiai rendszerében is, mert sokuknak a lárvája itt él, s az imágók egy része is részben vagy teljesen adaptálódott a vízi élethez.

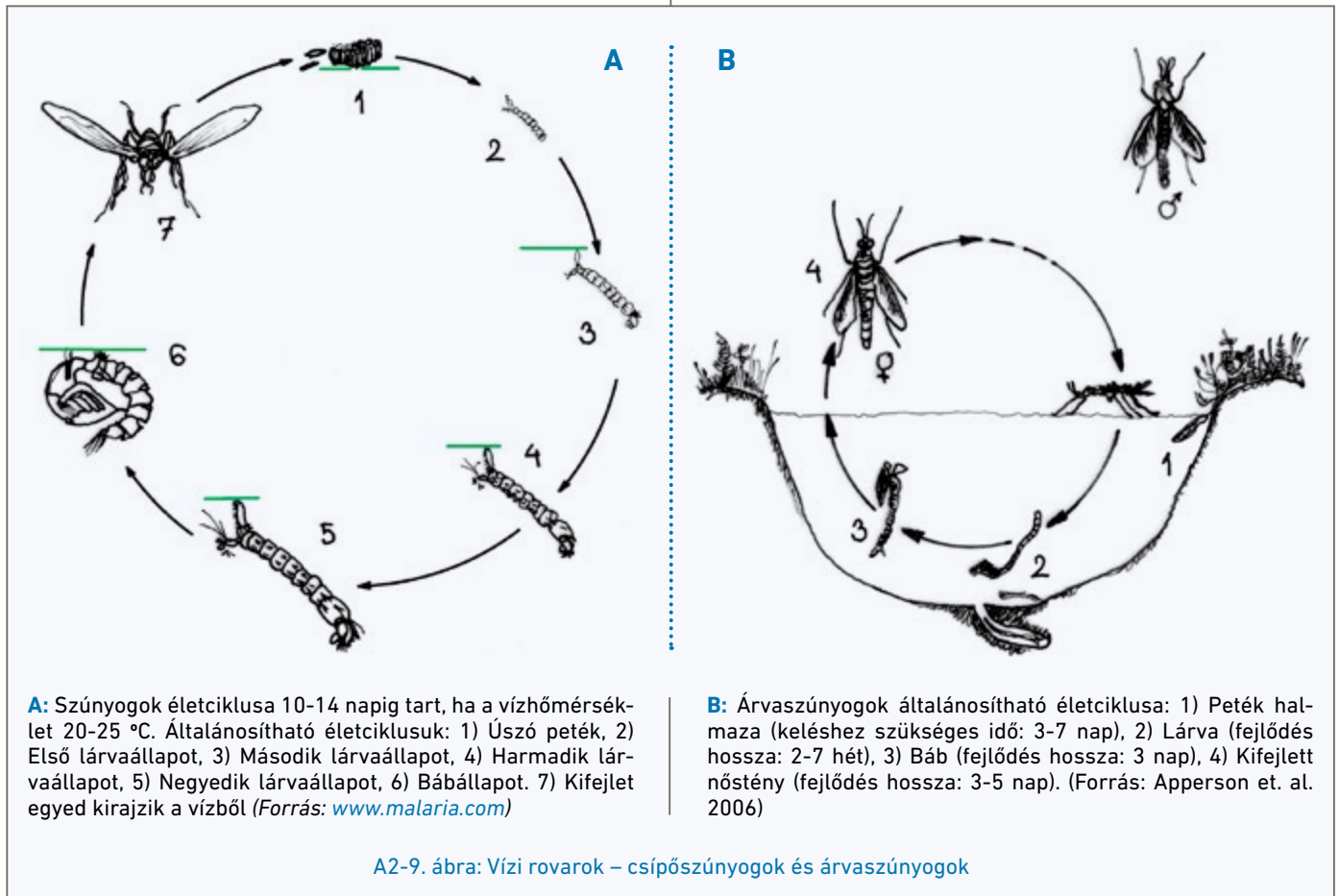
• Részben vízi rovarok:

Ezek a rovarok a vízbe helyezik el petéjüket és a kikelt utódok addig maradnak és élnek a vízben, amíg el nem érik az imágóállapotot. Ekkor elhagyják a vizet, amikor is kirajzásukkal tekintélyes mennyiségű szerves anyagot vonhatnak ki a vízből. Ehhez a csoporthoz tartozó legfontosabb rovarok a következők: • **Csípőszúnyogok és árvaszúnyogok.** Lárváik, amelyek értékes haltáplálékként szolgálnak, az üledék szerves törmelékén vagy a víz felületi hártáján élnek. • **Kérészek és szitakötők,** amelyek két évig is tartó nimfa életszakaszukban ragadozó életmódot folytatnak. Ezért veszélyesek a hallárvára és a fejlődő előnevelt ivadéokra, de nagyobb halak számára értékes táplálékot jelenthetnek.

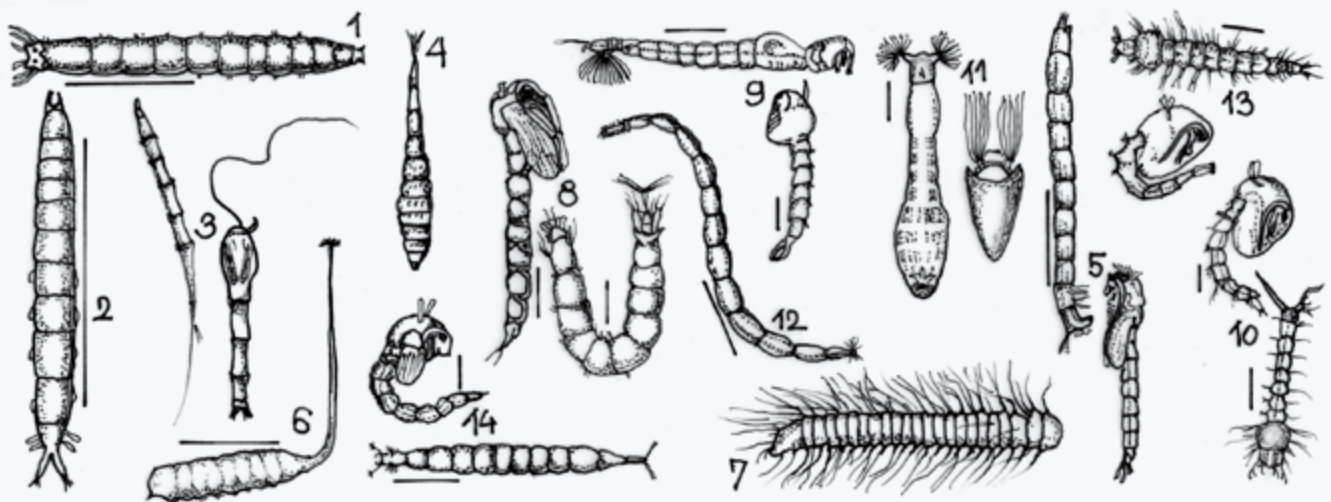
• Teljesen vízi rovarok:

A vízi poloskák és vízibogarak teljesen alkalmazkodtak a vízi életmódhoz. Életük minden fejlődési szakaszában és kifejlett egyedeik is a vízben élnek. Fajuktól és méretüktől függően haltáplálékok, de egy részük a hallárvák és fejlődő ivadékok veszélyes ragadozója is lehet. • A teljesen kifejlett vízi poloskák képesek a kishalat is megtámadni¹. • A vízibogarak lárvái és kifejlett példányai jórészt húsevők, ezért veszélyes ragadozói a hallárvának és fejlődő ivadéknak.

1 www.youtube.com/watch?v=HjRoGyRE5z0



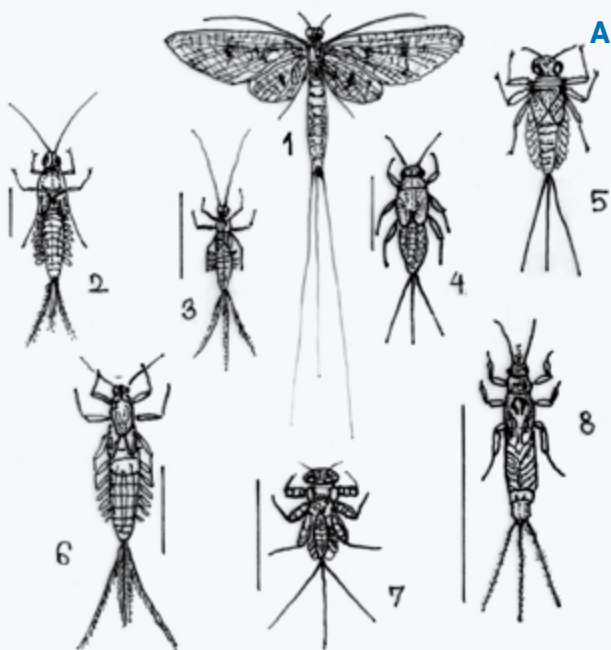
A2-9. ábra: Vízi rovarok – csípőszúnyogok és árvaszúnyogok



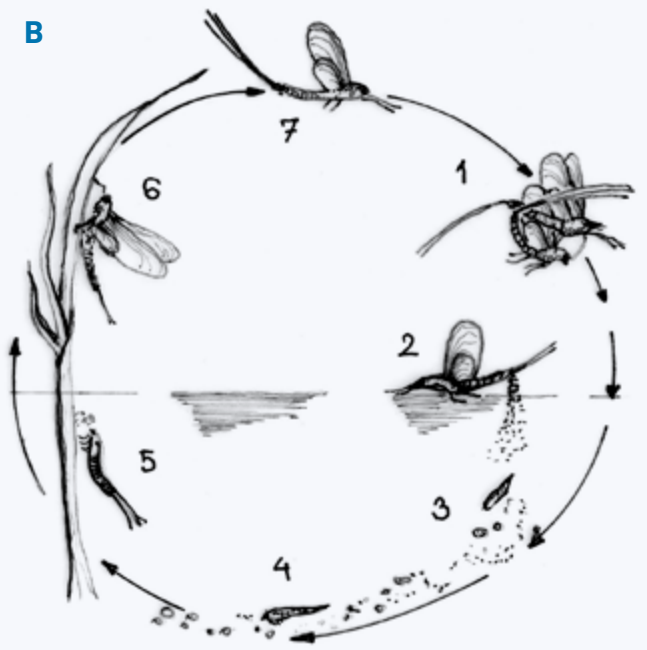
1-2) A lószúnyog szárazföldi lárvája. A lárv állapotot patakok árterének üledékében, nedves földben, kövek alatt tölti. 1) Tipula, 2) Pedicia, 3) Redósszúnyog (*Ptychoptera*) lárvája és bábja. A lárv az üledékben él. 4) A katonalégy lárvája (*Stratiomys*). Ez a lárv a vízfelszín alatt, a felületi hártván függeszkezik. 5) Az árvaszúnyog (*Chironomus*) bábja és lárvája. A lárv nagyon gyakori a tavakban. Sok különböző faj létezik. Néhány az üledékben él, mások növényi szövetekben vagy szabadon úsznak. 6) Herelégylárv, (*Eristalis*), amit "patkányfarkú nyú"-nek hívnak és a fekete üledékben talál-

ható. 7) Mohaszúnyog lárv (*Phalacrocer*). Lápos vizekben, mohapárnákban él. 8) A tutajosszúnyog (*Dixa*) bábja és lárvája. Kis tavakban közel a vízfelszínhez, a vegetáció között él. 9) A tollasszúnyog (*Chaoborus*) „fantom lárvája” és bábja tavakban, halastavakban és árnyékolt nagyobb tócsákban él. 10) Egy csípőszúnyog (*Culex*) bábja és lárvája. 11) A ceszle (*Simulium*) lárvája és bábja. 12) A törpeszúnyog (*Ceratopogon*) lárvája. 13) Az *Anopheles* maláriaszúnyog lárvája és bábja, 14) A *Tanytus* árvaszúnyog bábja és lárvája.

A2-10. ábra: Vízi rovarok – szúnyogok lárvái és bábjai (Forrás: Clegg 1967)

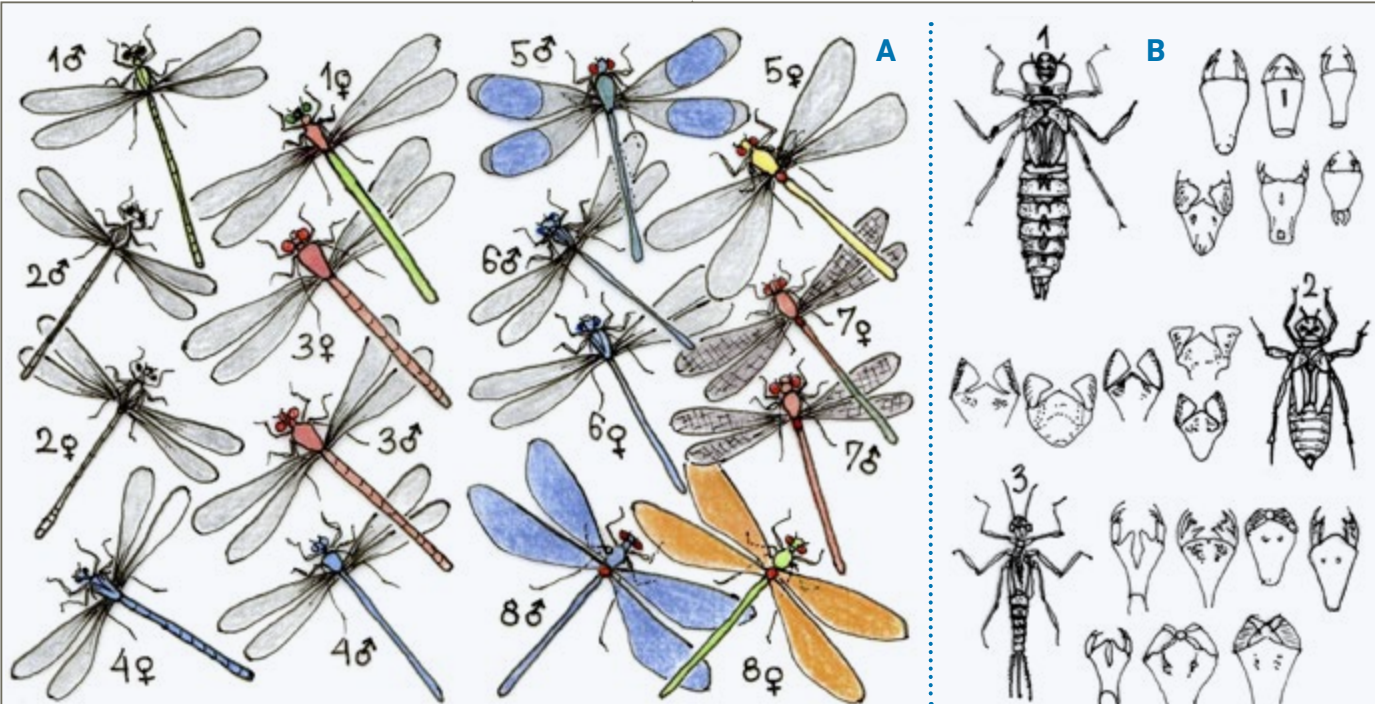


A: 1) Tarka kérész imágója (*Ephemera sp.*). A kifejlett példányok késő májusban és kora júniusban jelennek meg. Kérészlárvák: 2) Üvegszárnyú kérész (*Centroptilum sp.*). Gyakori a vízinövények között. 3) Elevenszülő kérész (*Cloeon sp.*). 4) Kékszárnyú kérész (*Ephemerella sp.*). 5) Pehelykérész (*Rhytrogena sp.*). 6) Tavasz kérész (*Baetis sp.*). Termékeny folyóvi-



zekben gyakori. 7) Hegyi kérész (*Ecdyonurus sp.*). Patakokban és tavakban gyakori. 8) Tarka kérész lárvája (*Ephemera sp.*). (Clegg 1967) B: Bár a kérész imágó élete nagyon rövid, de a vízi életének nimfa szakasza évekig tarthat. A kérészek életciklusa: 1) Párosodás, 2) Peték lerakása, 3-4) Lárvaállapot, 5) Éretlen, nimfa állapot, 6) Imágó előtti forma, 7) Imágó.

A2-11. ábra: Vízi rovarok – kérészek (what-when-how.com)

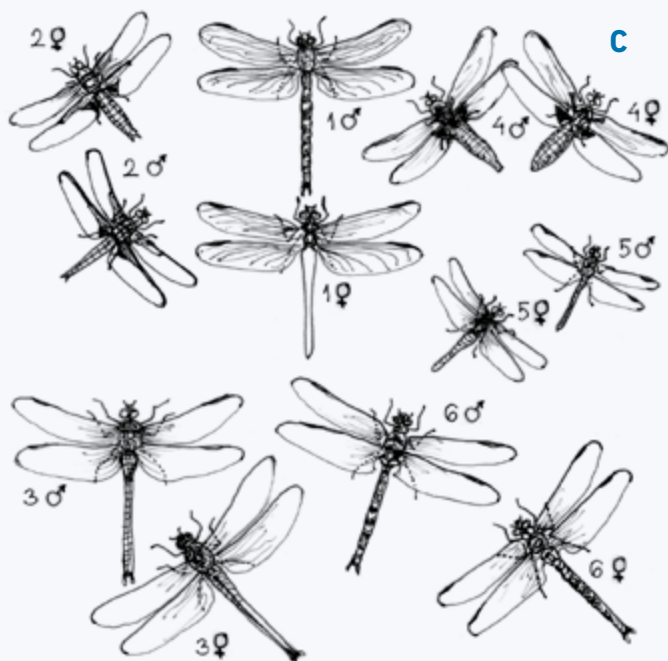


A légivadászok és a szitakötők folyók, csatornák, tavak és halastavak mellett/körül élnek.

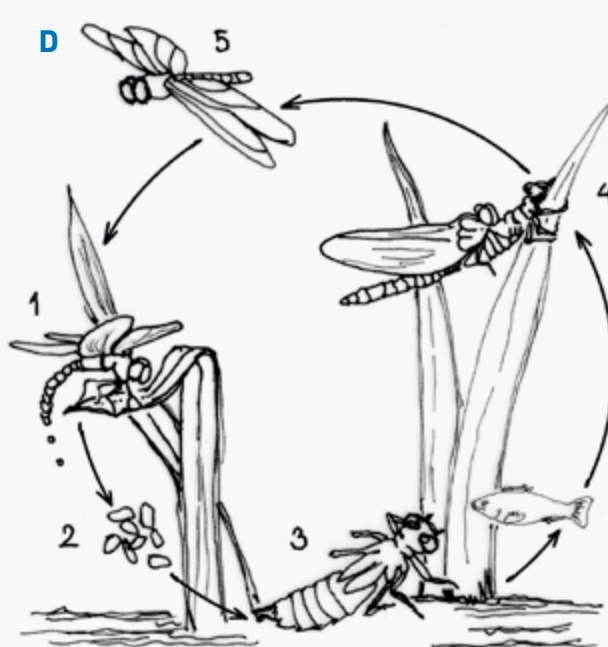
A: Tipikus légivadászok: **1**) Rabló-faj (*Lestes sp.*). **2**) Légivadász-faj (*Ischnura sp.*). **3**) Légivadász-faj (*Pyrrhosoma sp.*). Ez gyakran a szezon első szitakötője és májustól augusztusig található. **4**) Egy gyakori légivadász (*Coenagrion sp.*). Májustól augusztus közepéig található meg. **5**) Kékfoltos légivadász-faj (*Agrion sp.*). Ezek közönséges eurázsiai fajok. **6**) Kéksávós lé-

givadász-faj (*Enallagma sp.*). Májustól szeptember közepéig található meg. **7**) Lápi légivadász (*Ceriagrion és Pyrrhosoma sp.*). Kora júniustól kora szeptemberig található meg. **8**) Nagy légivadász-faj (*Agrion sp.*). Május végétől augusztus végéig található meg. (Clegg 1967)

B: Légivadász és szitakötő nimfák: **1**) Hosszú testű szitakötő nimfák és ezek maszkjai. **2**) Rövid testű szitakötő nimfák és maszkjaik. **3**) Karcsú testű légi vadász nimfa és maszkjaik. (Forrás: Clegg 1967)

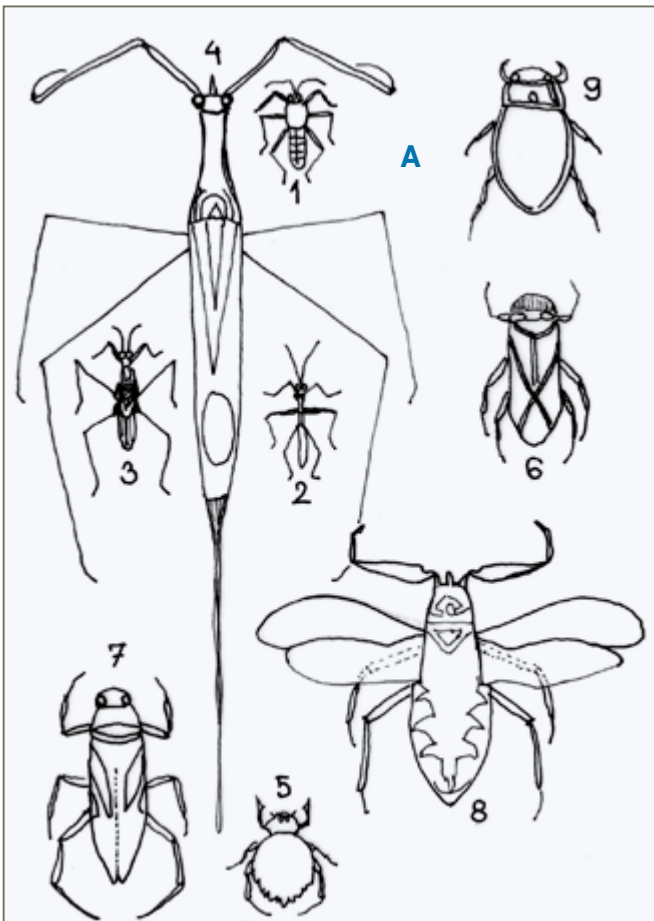


C: Tipikus szitakötők: **1**) Acsa-fajok (*Aeshna sp.*). Július közepétől szeptember végéig található meg. **2**) Hegyi szitakötő-faj (*Cordulegaster sp.*). Június közepétől kora szeptemberig található meg. **3**) A gyakori acsa (*Aeshna affinis*). és rokonai: **4**) **5**) **6**) (Forrás: Clegg 1967)



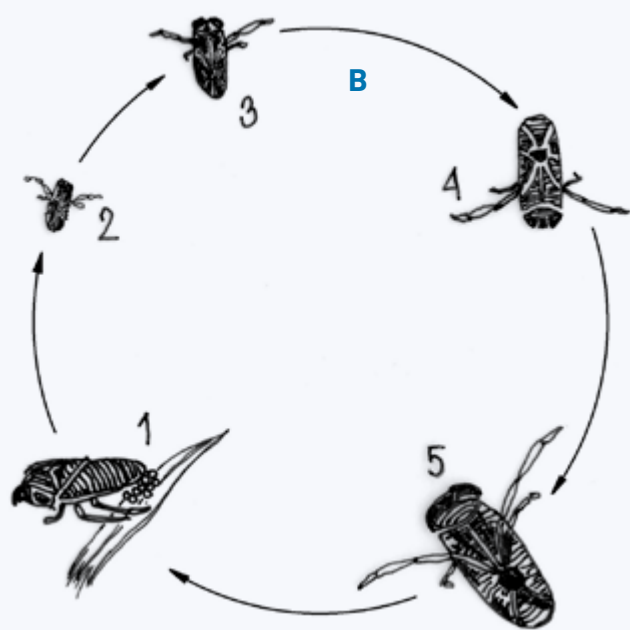
D: Szitakötők életciklusa: **1**) Peték lerakása, **2**) Peték, **3**) Nimfa, ami az egyik legagresszívabb ragadozója a hallárváknak és a növekedő előnevelt ivadéknak. **4**) Védés, **5**) Kifejlett példány. (Forrás: www.education.com/2015)

A2-12. ábra: Vízi rovarok – szitakötők

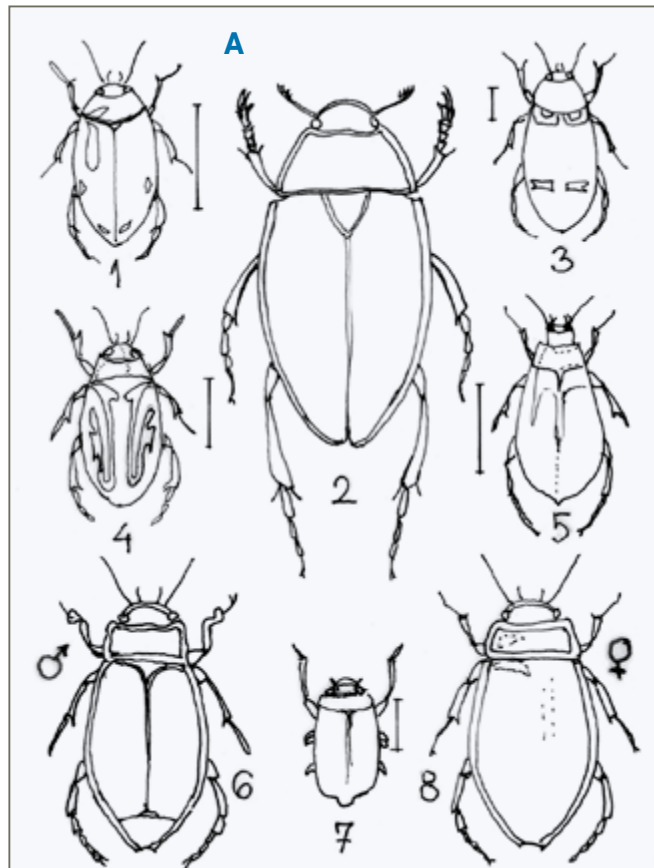


A: Felületi hártya lakói – **1**) Víztaposó poloska (*Velia sp.*). **2**) Vízmérő poloska (*Hydrometra sp.*). **3**) Molnárpoloska (*Gerris sp.*), a vízben él – **4**) Botpoloska (*Ranatra sp.*). **5**) Fenékjáró poloska (*Apheloceirus sp.*), **6**) Búvárpoloska (*Corixa sp.*), **7**) Hanyattúszó poloska (*Notonecta sp.*), **8**) Vízi skorpió (*Nepa sp.*), **9**) Csíkpoloska (*Ilyocoris sp.*) (Clegg 1967)

B: Hátonúszó poloska életciklusa – **1**) Peték, **2-4**) Vedlési szakaszok, **5**) Kifejlett példány. (morgandslc.weebly.com/life-cycle.html, Prophet 2015)

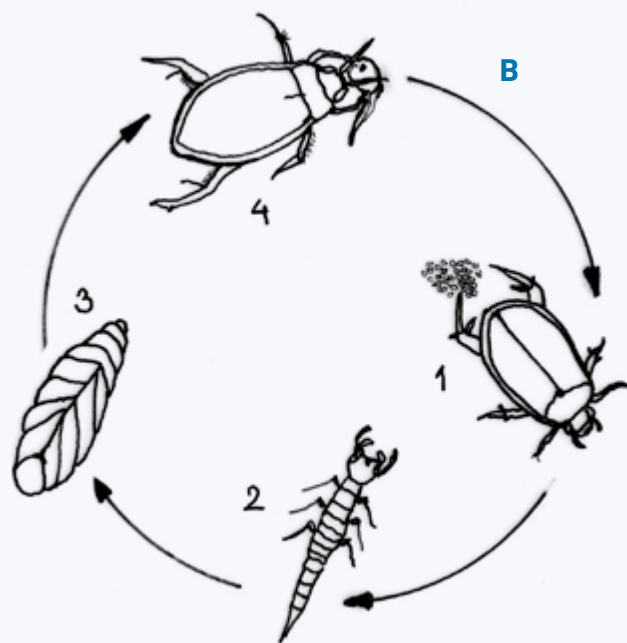


A2-13. ábra: Vízi rovarok – vízi poloskák

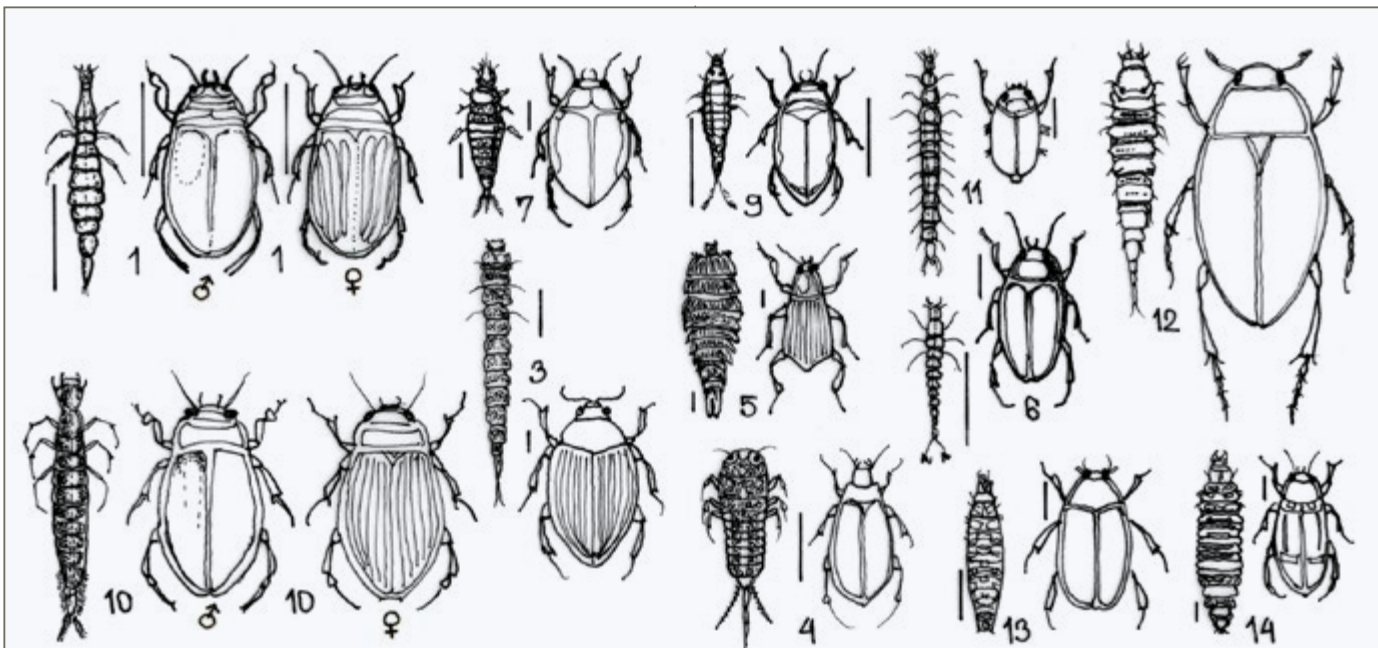


A: Tipikus vízibogarak: **1**) Fekete iszapúszó (*Ilybius ater*) **2**) Közönséges óriáscsibor (*Hydrophilus piceus*). **3**) Pocsolyacsiborka (*Laccophilus sp.*) **4**) Tarka csíkbogár (*Platambus sp.*) **5**) Pocsolyaúszó bogár (*Hygrobia hermanni*). **6**) és **8**) Csíkbogár (*Dytiscus sp.*) nőstény és hím. Agresszív húsevő. **7**) Keringőbogár (*Gyrinus sp.*) (Clegg 1967)

B: Csíkbogarak életciklusa (*Dytiscus sp.*) **1**) Peték lerakása, **2**) Lárva, **3**) Báb, **4**) Kifejlett példány. (Howels 2015)



A2-14. ábra: Vízi rovarok – vízibogarak



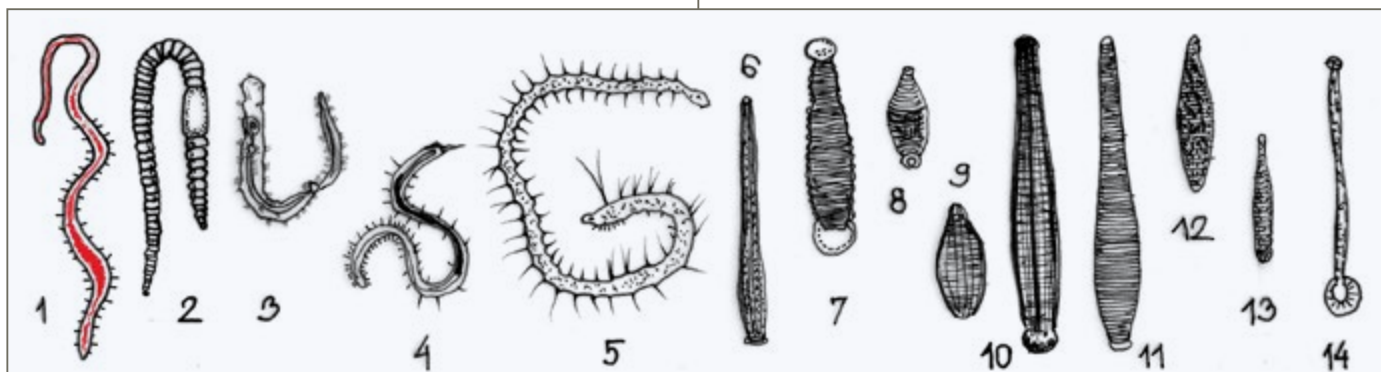
1) *Acilius* sp. Az óriáscsibor rokona. 3) *Halipus* sp. Lárvája fonas algán él. 4) Pocsolyaúszó bogár (*Hygrobia* sp.). 5) A *Helmis* sp. lárvája kövek alatt található. 6) Az *Agabus* sp. a vizek gyako-

ri lakója. 7) *Hyphydrus* sp. 9) *Ilybus* sp. 10) Csíkbogár (*Dytiscus* sp.). 11) Keringőbogár (*Gyrinus* sp.). 12) Közöséges óriáscsibor (*Hydrophilus* sp.). 13) *Hygrobia* sp. 14) *Laccobius* sp.

A2-15. ábra: Vízi rovarok – vízibogarak és lárvaik (Forrás: Clegg 1967)

Férgek

A férgek fontos tagjai a vízi ökoszisztémáknak, mert vagy külső/belső paraziták és ezért károsak vagy haltáplálékként hasznosak.



Félig vagy teljesen vízben élő giliszták (*Oligotchaeta*): 1) *Tubifex* (*Tubifex tubifex*). 2) Televényférgék (*Enchytraeus* sp.). 3) *Aelosoma* sp. 4) *Stylarria* sp. 5) *Nais* sp.

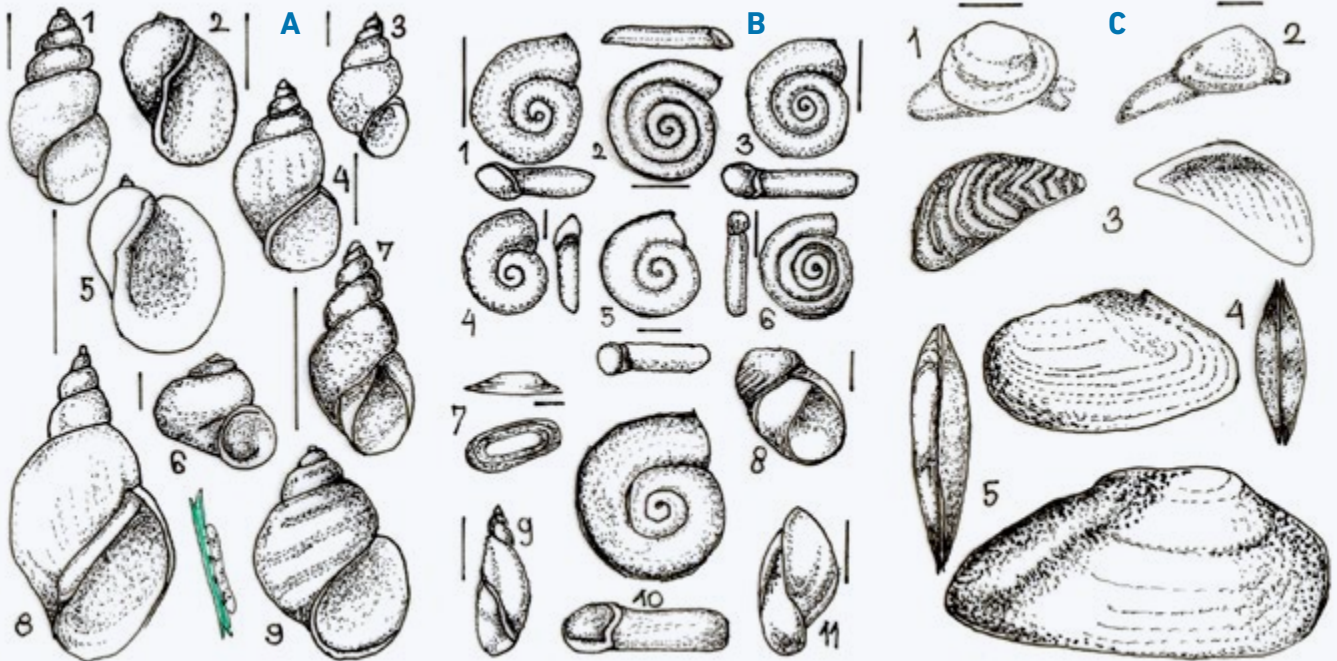
Piócák (*Hirudinea*): 6) *Dina* sp. 7) *Cystobranthus* sp. 8) *Helobdella* sp. 9) *Glossiphonia* sp. 10) *Hirudo* sp. 11) *Haemopsis* sp. 12) *Theromyzon* sp. 13) *Piscicola* sp.

A2-16. ábra: Gyűrűsférgek (Forrás: Moczár 2005, Haw River Watch 2015)

Puhatestűek

Ehhez a nagyszámú fajt magába foglaló élőlénycsoporthoz tartoznak a csigák és a kagylók. Ezek vízi

fajai fontosak, mert táplálékkonkurensai lehetnek a halaknak, de egyes fajukat a ponty és más fenékről táplálkozó hal elfogyaszthatja. Ráadásul vannak olyan halfajok, mint például a tambaqui (*Colossoma macropomum*), amelyek akár a nagyobb csigákat és kagylókat is fel tudják törni és el tudják fogyasztani.



Vízi csigák: **A:** 1) Májmétélyes pocsolyacsiga. 2) Balti mocsárcsiga. 3) Új-zélandi vízicsiga. 4) Közönséges particsiga. 5) Füles mocsárcsiga. 6) Kerekszájú csiga. 7) Tornyos mocsárcsiga. 8) Nagy mocsárcsiga. 9) Fiallócsiga.
B: 1) Tarajos élescsiga. 2) Éles fillércsiga. 3) Közönséges élescsiga. 4) Pitykecsiga. 5) Rácsos tányércsiga. 6) Pogácsa-

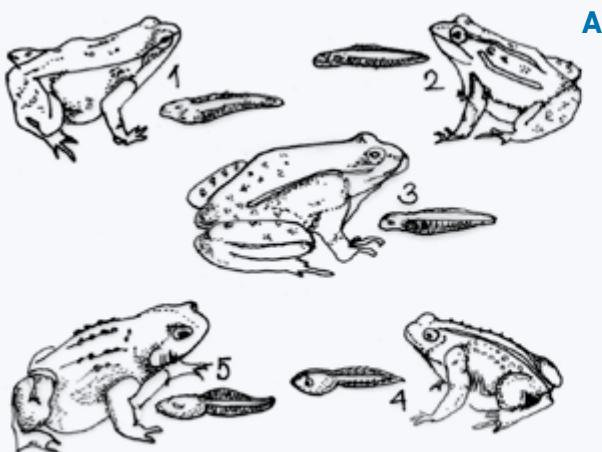
csiga. 7) Pajzscsiga. 8) Bödöncsiga. 9) Nagy balogcsiga. 10) Nagy tányércsiga. 11) Hólyagcsiga
C: Gömb- és borsóbagylók: 1) Törekeny gömbkagyló. 2) Nagy borsóbagyló. 3) Vándorkagyló. 4) Közönséges tavikagyló. 5) Nagy tavikagyló.

A2-17. ábra: Puhatestűek (Forrás: Clegg 1967)

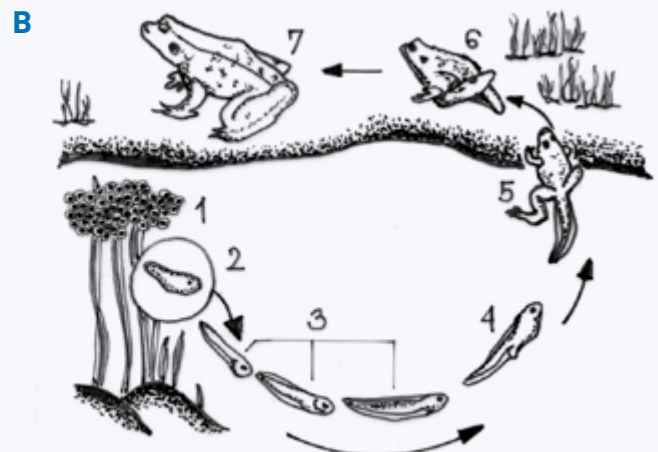
Kétéltűek

A kétéltűek közül a békák és békaporontyok (ebihalak) szerepe fontos a halgazdálkodóknak és haltermelőknél. A kifejlett békák halat fogyasztanak, míg

fejlődő ivadékaik komoly táplálékkonkurensai a halaknak, de a hallárvát és a fejlődő előnevelt ivadékot is előszeretettel fogyasztják. A békák és porontyaik különösen károsak az előnevelő és ivadéknevelő tavakban, ezért az ilyen célra használt tavakat, amikor csak lehet, szárazon kell tartani.



A: 1) Gyepi béka (*Rana temporaria*). Közvetlenül a hibernáció után szaporodik. Az ebihalaknak 12 hétbe kerül, amíg a metamorfózison átesnek. 2) Kecskébéka (*Rana esculenta*). 3) Nagy tavi béka (*Rana ridibunda*). 4) Nádi varangy (*Bufo calamita*). Az ebihalaknak 6-8 hétbe kerül, amíg a metamorfózison átesnek. 5) Barna varangy (*Bufo bufo*). A petéit akár



3-4 méter hosszú kocsonyás szalagokba rakja le. Az ebihal állapot hozzávetőlegesen 8-12 hétig tart. (Clegg 1967). **B:** A békák életciklusa 12-16 hétig tart a mérsékelt égövön. 1) Peték (6-21 nap), 2) Embrió (7-10 nap), 3) Ebihal, 4) A mellső láb kibújik. 5) Kezdődik a tüdővel történő légzés. 6) Ebihal béka és 7) Kifejlett béka.

A2-18. ábra: Békák (Forrás: www.infovisual.info/02/029_en.html)

NÉHÁNY GAZDASÁGILAG FONTOS HALFAJ KÖRNYEZETI IGÉNYE

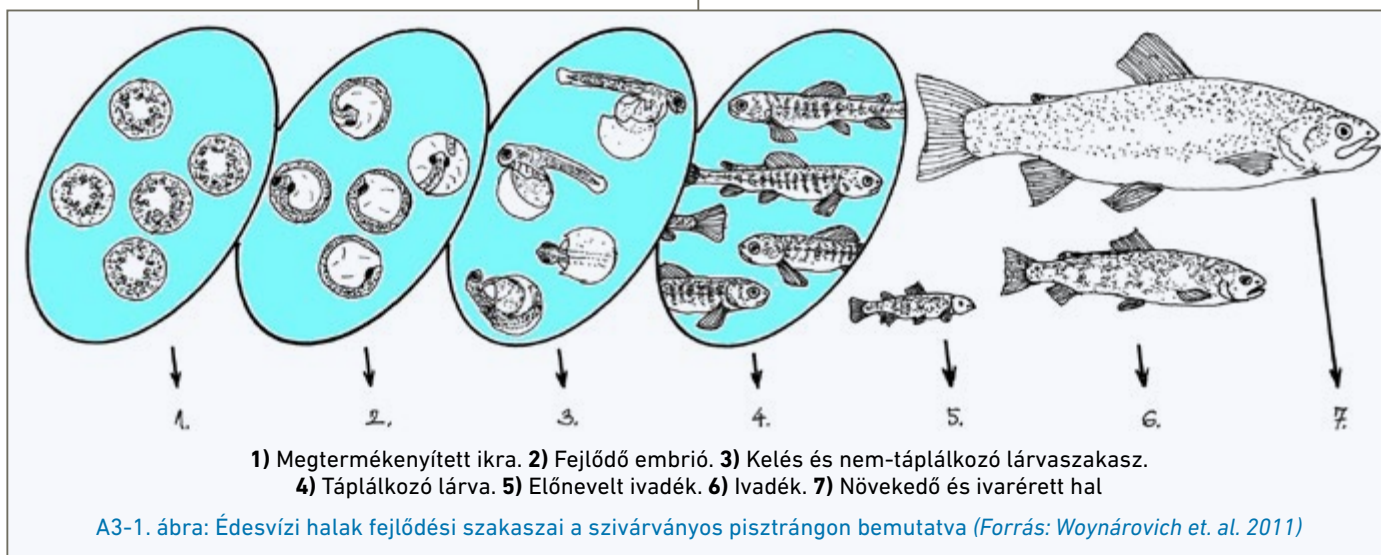
3. MELLÉKLET

Vannak általános és specifikus környezeti feltételek, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a halak és állományaik életben maradjanak és növekedjenek. Mivel nagyon sok eltérő igényű halfaj van, a halak tényleges létfeltételeinek meghatározása összetett feladat. A halak diverzitása miatt a fizikai, kémiai és biológiai vízminőséggel kapcsolatos igényeik is olyan sokrétűek, hogy a szempontok bizonyos csoportosítása nélkül nem lehetne meghatározni a halak környezeti igényeit.

A helyzet még sokrétűbb, ha nemcsak a halfajok, de azok az A3-1. ábrán illusztrált egyes korosztályainak környezeti igényeit is figyelembe vesszük. Az

ívó ikrások és tejesek, a megtermékenyített ikra, a fejlődő embrió, a nem táplálkozó és a táplálkozó hallárva, a növekedő előnevelt ivadék, az egygyaras, a kétnyaras, az áruhal és az anyahal részben vagy teljesen eltérő környezetet/feltételeket igényelnek.

Ma a kormányok többsége szabványokkal segíti, hogy a különböző célra használt vizeknek, így a halgazdálkodásra és haltermelésre használt vizeknek milyen legyen a minősége. Az A3-1. és A3-2. táblázatokban foglaltak akkor válnak hasznossá, ha a fent említett szabványok esetleg hiányoznak.



Vízminőségi mutatók	Növekedéshez szükséges	Életbemaradáshoz szükséges	Elfogadható tartományok	Letális
Víz hőmérséklet (°C)	10-22, 10-16 optimum	20-25	5-10, 17-20	25 felett
pH	7,0-8,0	6,0-7,0 és 8,0-9,0	-	-
Oldott oxigén – O ₂ (mg/L)	7 és felette	7 alatt	-	-
Összsó (‰)	-	0-30	-	-
Kalcium keménység (mg/L)	50-300	300-400	-	-
Ammóniumion – NH ₄ ⁺ (mg/L)	-	-	-	-
Szabad ammónia – NH ₃ (mg/L)	0,0125 alatt	1,8 alatt	-	-
Nitrit ion (mg/L)	0,000012 alatt	0,23 alatt	-	-
Nitrát ion (mg/L)	0,025 alatt	0,25 alatt	-	-
Cink (mg/L)	3,01 alatt	-	0,1-10	-
Alumínium (mg/L)	-	-	0-71	-
Kadmium (µg/L)	-	-	0-5	-
Vas (nmol/L)	-	-	-	2 500
Réz (µg/L)	-	-	55	-

A3-1. táblázat: Halgazdálkodáshoz és haltermeléshez szükséges tényezők – pisztrángfélék (Forrás: Molony 2001)

Vízminőségi mutatók	Növekedéshez szükséges	Életbemaradáshoz szükséges	Elfogadható tartományok	Letális
pH	6,5	6,5-8	8,5 (9,0*)	<4-4,5 – >10-10,5
Oldott oxigén – O ₂ (mg/L)	4*	5-12*	-	Halfajtól függ
Oxigén telítettség (%)	50	70* felett	-	Halfajtól függ
Vezetőképesség (µS/cm)	250*	800 (1000-2700*)	6000*	Halfajtól függ
Összszó (‰)	-	0,5 – 1,5	5,0	Halfajtól függ
Keménység (ppm)	100	120 – 180	300	-
Ammóniumion – NH ₄ ⁺ (mg/L)	-	< 1,0	2,5	pH függvényében
Szabad ammónia – NH ₃ (mg/L)	-	-	0,02	-
Nitrit ion (mg/L)	-	< 0,1 (0,0*)	0,3 (0,2*)	-
Nitrát ion (mg/L)	-	< 20 (1,0-10*)	40 (15*)	-
Szerves nitrogén (mg/L)	-	0,1-0,3*	0,3*	-
Összes nitrogén (mg/L)	-	2,5-10*	15*	-
Kémiai oxigénigény (mg/L)	-	8 (18-22*)	12 (30*)	-
Ortofoszfát ion (mg/L)	-	0,3 (0,6-1,8*)	2,0	-
Kénhidrogén – H ₂ S (mg/L)	-	-	0,002	pH függvényében
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	0,05	0,1
Réz (mg/L)	-	0,2	0,022	1,0
Cián (mg/L)	-	0,01	0,1	-
Összes lebegőanyag (mg/L)	-	1 000	1 500	-

* Horváth és Pékh (1984) szerint

A3-2. táblázat: Halgazdálkodáshoz és haltermeléshez szükséges tényezők – melegvízi halak (Forrás: Papp és Fűrész 2003)

Halfaj	Keltetés (°C)	Nevelés (°C)	Ívás (°C)
Pisztrángok			
Sebes pisztráng (<i>Salmo trutta fario</i>)	1,0-10,0	6,0-17,6	7,2-12,8
Szívárványos pisztráng (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	10,0-12,0	16,0-18,0	10,0-15,5
Szajblingok			
Pataki szajbling (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	1,5-9,0	12,0-18,0	7,1-12,8
Tavi szajbling (<i>Salvelinus alpinus alpinus</i>)	1,5-5,0	5,0-16,0	4
Pérfélék			
Pénzes pér (<i>Thymallus thymallus</i>)	7,0-11,0	6,0-18,0	5,0-8,0
Északi pér (<i>Thymallus arcticus</i>)	7,0-11,0	10,0-12,0	4,0-9,0
Marénafélék			
Vándormaréna (<i>Coregonus lavaretus</i>)	2,0 - 4,0	4,0 - 16,0	3,5-7,5
Tavi maréna (<i>Coregonus clupeaformis</i>)	4,0-6,0	12,0-16,0	nagyobb mint 8,0
Hegyi maréna (<i>Prosopium williamsoni</i>)	kevesebb 6,0	9,0-12,0	kisebb mint 6,0
Egyéb halfajok			
Menyhal (<i>Lota lota</i>)	4,0-7,0	15,6-18,3	0,6-1,7
Fehér tok (<i>Acipenser transmontanus</i>)	14,0-17,0	-	14

A3-3. táblázat: Optimális víz hőmérsékleti értékek irányszámái pisztrángfélék és más hidegvízi halak különböző életszakaszaira (Forrás: Ministry of British Columbia 2015)

Név	Latin név	Táplálkozás	Fő táplálékcsoportok
Hidegvízi halak			
Pataki szajbling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Ragadozó	Hal, rovarok
Tavi szajbling	<i>Salvelinus alpinus</i>	Ragadozó	Hal, rovarok
Sebes pisztráng	<i>Salmo trutta fario</i>	Ragadozó	Hal, rovarok
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Ragadozó	Hal, rovarok
Peled-maréna	<i>Coregonus peled</i>	Mindenevő	Zooplankton, rovarok
Törpe maréna	<i>Coregonus albula</i>	Mindenevő	Zooplankton, rovarok
Vándormaréna	<i>Coregonus lavaretus</i>	Mindenevő	Zooplankton, rovarok
Melegvízi halak			
Csuka	<i>Esox lucius</i>	Ragadozó	Hal
Süllő	<i>Sander lucioperca</i>	Ragadozó	Hal
Kősüllő	<i>Sander volgense</i>	Ragadozó	Hal
Pettyes busa	<i>Hypophthalmichthys noblis</i>	Zooplankton szűrő	Zooplankton
Dévérszeg	<i>Abramis brama</i>	Mindenevő	Bentosz
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	Mindenevő	Bentosz
Ezüstkárász	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Mindenevő	Bentosz
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Növényevő	Vízinövények
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Algaplankton szűrő	Algaplankton
Kínai razbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Mindenevő	Zooplankton, rovarlárvák
Compó	<i>Tinca tinca</i>	Mindenevő	Bentosz
Harcsa	<i>Silurus glanis</i>	Ragadozó	Hal, rovarok
Trópusi halak			
Afrikai harcsa	<i>Clarias gariepinus</i>	Ragadozó	Hal, rovarok
Nílusi tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Mindenevő	Plankton, rovarok

A3-4. táblázat: Néhány gazdaságilag fontos halfaj táplálkozás szerinti besorolása
(Forrás: Woynárovich et. al. 2015, Animal Diversity Web 2019)

Név	Latin név	Víz típusa	Víz hőmérséklet (°C)
Hidegvízi halak			
Pataki szajbling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Patakok és folyók hidegvízű felső folyása	6-10
Tavi szajbling	<i>Salvelinus alpinus</i>	Patakok és folyók hidegvízű felső folyása	6-10
Sebes pisztráng	<i>Salmo trutta fario</i>	Patakok és folyók hidegvízű felső folyása	6-10
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Patakok és folyók hidegvízű felső folyása	6-12
Peled-maréna	<i>Coregonus peled</i>	Patakok és tavak	0.5-3
Törpe maréna	<i>Coregonus albula</i>	Tavak, brakkvizek	0.5-5
Vándormaréna	<i>Coregonus lavaretus</i>	Patakok, tavak, brakkvizek	1-5
Melegvízi halak			
Csuka	<i>Esox lucius</i>	Állóvizek	6-12
Süllő	<i>Sander lucioperca</i>	Állóvizek, folyók lassú folyású szakaszai	10-12
Kősüllő	<i>Sander volgense</i>	Állóvizek, folyók lassú folyású szakaszai	12-18
Pettyes busa	<i>Hypophthalmichthys noblis</i>	Folyók felső folyása	22-24
Dévérszeg	<i>Abramis brama</i>	Állóvizek	16-20
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	Állóvizek	18-22
Ezüstkárász	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Bárhol	18-26
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Folyók felső folyása	22-24
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Folyók felső folyása	21-24
Kínai razbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Bárhol	18-26
Compó	<i>Tinca tinca</i>	Állóvizek	20-22
Harcsa	<i>Silurus glanis</i>	Állóvizek, folyók lassú folyású szakaszai	22-24
Trópusi halak			
Afrikai harcsa	<i>Clarias gariepinus</i>	Bárhol	24 felett
Nílusi tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Bárhol	24 felett

A3-5. táblázat: Néhány gazdaságilag fontos halfaj ivásának helye és víz hőmérséklete
(Forrás: Hoitsy 2002, Woynárovich et. al. 2015)

Név	Latin név	Ikra típusa	Duzzadt ikra átmérője (mm)	Inkubáció hossza (D°)	Víz hőmérséklet (°C)
Hidegvízi halak					
Pataki szajbling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Nem ragadós	-	-	-
Tavi szajbling	<i>Salvelinus alpinus</i>	Nem ragadós	-	452–480	6–12
Sebes pisztráng	<i>Salmo trutta fario</i>	Nem ragadós	-	324–462	6–12
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Nem ragadós	4.2–5.8	312–330	6–12
Peled-maréna	<i>Coregonus peled</i>	Nem ragadós	1.7–2.2	60–80	0.2–2
Törpe maréna	<i>Coregonus albula</i>	Nem ragadós	1.5–2.0	60–90	0.2–2
Vándormaréna	<i>Coregonus lavaretus</i>	Nem ragadós	2.3–3.0	100–200	0.2–4
Melegvízi halak					
Csuka	<i>Esox lucius</i>	Ragadós	2.5–3.0	120–140	6–12
Süllő	<i>Sander lucioperca</i>	Ragadós	1.0–1.5	110–120	10–12
Kősüllő	<i>Sander volgense</i>	Nem ragadós	-	-	12–18
Pettyes busa	<i>Hypophthalmichthys noblis</i>	Nem ragadós	3.7–5.3	26–32	22–24
Dévérkeszeg	<i>Abramis brama</i>	Ragadós	-	-	16–20
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	Ragadós	1.5–2.5	60–70	18–22
Ezüstkárász	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Ragadós	-	-	18–26
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Nem ragadós	3.7–5.3	24–30	22–24
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Nem ragadós	3.7–5.7	24–30	22–24
Kínai razbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Ragadós	-	-	18–26
Compó	<i>Tinca tinca</i>	Ragadós	0.6–0.7	60–70	20–22
Harcsa	<i>Silurus glanis</i>	Ragadós	3.0–4.0	50–60	22–24
Trópusi halak					
Afrikai harcsa	<i>Clarias gariepinus</i>	Ragadós	-	-	24 felett
Nílusi tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nem ragadós	-	-	24 felett

A3-6. táblázat: Néhány gazdaságilag fontos halfaj ikrájának inkubációs adatai (Forrás: Hoitsy 2002, Woynárovich et. al. 2015)

Név	Latin név	Lárva típusa	Nemtáplálkozó lárva mérete (mm)	Nevelés időtartama (D°)	Víz hőmérséklet (°C)
Hidegvízi halak					
Pataki szajbling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	-	-	-	-
Tavi szajbling	<i>Salvelinus alpinus</i>	-	-	-	-
Sebes pisztráng	<i>Salmo trutta fario</i>	-	-	-	-
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Szabadon fekszik a fenéken	14.0–14.5	312–330	6–12
Peled-maréna	<i>Coregonus peled</i>	Szabadon fekszik a fenéken	9.0–10.0	60–80	0.2–2
Törpe maréna	<i>Coregonus albula</i>	Szabadon fekszik a fenéken	8.0–9.0	60–90	0.2–2
Vándormaréna	<i>Coregonus lavaretus</i>	Szabadon fekszik a fenéken	12.0–14.0	100–200	0.2–4
Melegvízi halak					
Csuka	<i>Esox lucius</i>	Először szilárd felületre ragad	-	100–120	8–12
Süllő	<i>Sander lucioperca</i>	Lebeg/mozog a vízoszlopban	-	100–110	10–12
Kősüllő	<i>Sander volgense</i>	Lebeg/mozog a vízoszlopban	-	-	12–18
Pettyes busa	<i>Hypophthalmichthys noblis</i>	Lebeg/mozog a vízoszlopban	-	60–70	22–24
Dévérkeszeg	<i>Abramis brama</i>	Először szilárd felületre ragad	-	-	16–20
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	Először szilárd felületre ragad	-	60–70	18–22
Ezüstkárász	<i>Carassius auratus gibelio</i>	Először szilárd felületre ragad	-	-	18–26

A3-7. táblázat: Néhány gazdaságilag fontos halfaj nem-táplálkozó lárva nevelésének adatai / Folytatás a következő oldalon! >>>



A táblázat folytatása az előző oldalról

Név	Latin név	Lárva típusa	Nemtáplálkozó lárva mérete (mm)	Nevelés időtartama (D°)	Víz hőmérséklet (°C)
Melegvízi halak					
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Lebeg/mozog a vízoszlopban	-	60–70	22–24
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Lebeg/mozog a vízoszlopban	-	60–70	22–24
Kínai razbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Először szilárd felületre ragad	-	-	18–26
Compó	<i>Tinca tinca</i>	Először szilárd felületre ragad	-	100–110	20–22
Harcsa	<i>Silurus glanis</i>	Szabadon fekszik a fenéken	-	70–100	22–24
Trópusi halak					
Afrikai harcsa	<i>Clarias gariepinus</i>	-	-	-	-
Nílusi tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	-	-	-	-

A3-7. táblázat: Néhány gazdaságilag fontos halfaj nem-táplálkozó lárvanevelésének adatai (Forrás: Woynárovich et. al. 2015)

Név	Latin név	Táplálkozó lárva mérete (mm)	Első táplálék mérete (µm)	Első táplálék típusa
Hidegvízi halak				
Pataki szajbling	<i>Salvelinus fontinalis</i>	-	-	-
Tavi szajbling	<i>Salvelinus alpinus</i>	-	-	-
Sebes pisztráng	<i>Salmo trutta fario</i>	-	-	-
Szivárványos pisztráng	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	21–23	250–500	Nagyméretű zooplankton
Peled-maréna	<i>Coregonus peled</i>	9–10	50–150	Kisebb méretű zooplankton
Törpe maréna	<i>Coregonus albula</i>	8–9	50–100	Kisebb méretű zooplankton
Vándormaréna	<i>Coregonus lavaretus</i>	12–14	100–200	Kisebb méretű zooplankton
Melegvízi halak				
Csuka	<i>Esox lucius</i>	11–14	200–500	Nagyméretű zooplankton
Süllő	<i>Sander lucioperca</i>	5–6	50–200	Kisebb méretű zooplankton
Kősüllő	<i>Sander volgense</i>	-	-	-
Pettyes busa	<i>Hypophthalmichthys noblis</i>	6,0–6,5	50–250	Kisebb méretű zooplankton
Dévéreszeg	<i>Abramis brama</i>	-	-	-
Ponty	<i>Cyprinus carpio</i>	6–7	50–250	Kisebb méretű zooplankton
Ezüstkárász	<i>Carassius auratus gibelio</i>	-	-	-
Amur	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	6–7	50–250	Kisebb méretű zooplankton
Fehér busa	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	6–7	50–300	Kisebb méretű zooplankton
Kínai razbora	<i>Pseudorasbora parva</i>			Kisebb méretű zooplankton
Compó	<i>Tinca tinca</i>	4.5–5.5	50–100	Kisebb méretű zooplankton
Harcsa	<i>Silurus glanis</i>	8–9	200–500	Nagyméretű zooplankton
Trópusi halak				
Afrikai harcsa	<i>Clarias gariepinus</i>	-	50–250	Zooplankton
Nílusi tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>	-	-	Plankton

A3-8. táblázat: Néhány gazdaságilag fontos halfaj táplálkozó lárvájának adatai (Forrás: Woynárovich et. al. 2015)

MINTAVÉTELRE ÉS A VIZEK TULAJDONSÁGAINAK MÉRÉSÉRE HASZNÁLT ESZKÖZÖK, TESZT-KITEK ÉS MŰSZEREK SZÁMBAVÉTELE

4. MELLÉKLET

TARTALOM

1. Bevezetés
2. Vízhőmérők
3. Zooplankton, vízi rovarok és halak mintavételére és megfigyelésére használt eszközök
4. A vizek kémiai sajátosságainak mérésére használt tesztkitek és műszerek
5. Gondolatok a vizek kémia sajátosságainak mérésére szolgáló eszközök kiválasztásához

1 BEVEZETÉS

Napjainkban gyakorlatilag minden információ elérhető az interneten. Ez érvényes azokra az anyagokra, eszközökre, kitekre és műszerekre is, melyek a vizek fizikai, kémia és biológiai tulajdonságainak mintázásához és méréséhez szükségesek. Mégis vagy éppen



A4-1. ábra: Vizek minőségének felméréséhez használt terepeszközök

ezért, az ilyen információkat óvatosan kell kezelni, mivel ezek néha félrevezetőek is lehetnek. Ennek a mellékletnek a célja elegendő információ nyújtása ahhoz, hogy a legalkalmasabb eszközök bolti vagy internetes keresése során az esetleges kudarcokat el lehessen kerülni.

2 VÍZHŐMÉRŐK

Látszólag végtelen mennyiségű hőmérő létezik, melyeket a víz hőmérsékletének mérésére használnak. A vízhőmérők fő típusait a következő oldalon az A4-2. ábra mutatja be:

- Fürdőszobai vízhőmérők, általában olcsók, de kevésbé megbízhatók.
- Úszómedencék vizének mérésére árult és használt hőmérők, jók és megbízhatók.
- Alkoholos akváriumi vízhőmérők, jók is és megfigyeshetőek, de pontosságukat ellenőrizni kell.
- Alkoholos vagy higanyos laboratóriumi vízhőmérők, nagyon jók, de nem olcsók, mégis jó befektetés azoknak, akik pontos mérést akarnak.
- Digitális vízhőmérők, jók lehetnek, ha pontosak.

3 ZOOPLANKTON, VÍZI ROVAROK ÉS HALAK MINTAVÉTELÉRE ÉS MEGFIGYELÉSÉRE HASZNÁLT ESZKÖZÖK

Planktonháló

A kézi planktonhálókat rendszerint házilag készítik. Ahogy ezt az A4-3. ábra bemutatja, a hálókörlet különböző anyagokból készülhet. A hálót magát szitászövetet (nyomószövetet) forgalmazóktól lehet beszerezni.

A planktonminta vételének pontos módja, hogy 100 liter vizet átszűrnek a planktonhálón. Gyors állapotfelmérésre az is elegendő, hogy ötször vagy tízszer hozzávetőlegesen egy méter hosszan 20-30 cm mélységben végighúzzák a hálót a vízben. Fontos, hogy ezt minden alkalommal azonos módon tegyék, mert különben nem lesz lehetséges az egyes alkalmakkor kapott eredményeket összehasonlítani.



1) – 2) Fürdőszobai vízhőmérők. 3) Úszómedencei vízhőmérő. 4) Digitális vízhőmérő. 5) Alkoholos akváriumi vízhőmérők. Ezeknek a hőmérőknek érdemes tokot készíteni, egy megfelelően keskeny és merev műanyag csőből. 6) A pontos mérés érdekében a felszínről vízmintát kell venni egy kis edénnyel vagy pohárral, amiben történik a mérés. 7) Több méter mélységből egy rúdra erősített üveggel lehet vízmintát venni (lásd a 3-6. ábrát). A palacknak elég erősnek kell lennie, hogy a víz

nyomásának ellenálljon. 8) A házilag összeállított mintavevő esetében az akváriumi levegőporlasztáshoz használt cső a bicikliszelepből átalakított csonkhoz csatlakozik. Ezen a csövön keresztül távozik a levegő a palackból. 9) Annak érdekében, hogy két méternél mélyebb rétegekbe is le lehessen juttatni a mintavevőt, extra rudat lehet felszerelni, ha a rudak végére szétcsavarozható csatlakozók kerülnek, amiket csavaros fém vízvezeték elemekből lehet összeállítani.

A4-2. ábra: Különböző vízhőmérők és egy házilag összeállítható vízmintavevő

Kézi hálók

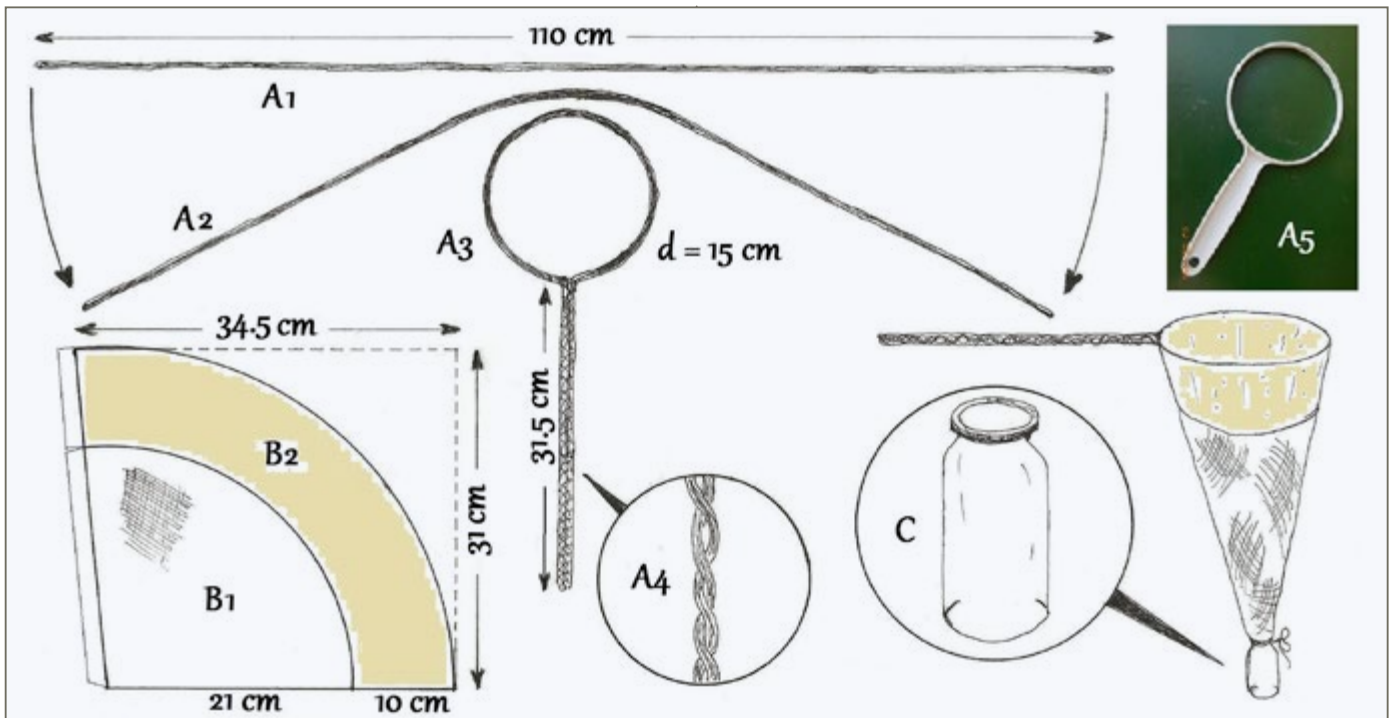
Azok az eszközök, amelyeket az A4-4. ábra mutat be, a hallárva és ivadék mellett az A2-8., A2-9., A2-10., A2-11., A2-12., A2-13., A2-14., A2-15. és A2-16. ábrákon illusztrált vízi szervezetek mintavételére is szolgálnak. A nagyobb keretű kézi hálóval a parti vizekben vagy a vegetáció között lehet mintát venni, mert a nagy hálófelületen a hallárva, kishal, rovarok és lárváik, de az ebihal is fennakad.

Kisebb hálókeretnyélre szerelve lehetővé teszi a takarmányfogyasztás mellett a bentoszból az A2-16. és A2-17. ábrákon illusztrált szervezetek mintavételét is.

Halcsapdák, halászhálók és halmérlegek

A halcsapdák és hálók köre, amelyekkel a halállományból mintát lehet venni vagy a próbahalászatot el lehet végezni, nagyon tág, következésképpen mindegyiket nehéz lenne számba venni. Ezért az A4-5. ábra a legtipikusabbak közül három széles körben használt eszközt mutat be.

A mintavételnél megfogott halakat faj és méretcsoportok (kicsik, közepes és nagy) szerint el kell különíteni. Abban az esetben, ha a halak mérete kiegyenlített, az említett méret szerinti csoportok kialakítására



A1/ Egy kellően merev és vastag, nem rozsdásodó huzal. **A2/** A háló keretének elkészítése egy 15 cm átmérőjű idomon. **A3 – A4/** A fogantyú „befonása”. **A5 – A6/** Egy 15 cm átmérőjű műanyag keret (mint pl. a konyhai szűrőké) szintén megfelel a célnak.

B1/ A hálóanyag (60 mikron*), **B2/** Egy könnyű, de erős vászonanyag, amivel a szitaszövetet a keretre lehet erősíteni, **C/** Átlátszó üvegfolya (üres orvosságos vagy antibiotikus injekciós üvegce).

A4-3. ábra: Planktonháló készítésének lépései



1) Kézi háló kerete (hozzávetőlegesen 60 x 30 cm, maximum 6 mm átmérőjű betonvas), amellyel egy erős szűnyogháló felszerelése után hallárvát, kishalat, vízi rovarokat és lárváikat lehet megfogni. Kézi nyeles háló kerete (hozzávetőlegesen 25 x 25 cm, maximum 6 mm átmérőjű betonvas), amellyel egy erős szűnyogháló felszerelése után takarmány vagy bentosz mintát lehet venni a fenékről. **2)** Mindkettő keret erős szűnyoghálással felszerelve. **3)** A minta megfigyelése.

A4-4. ábra: Kézi hálók vízi rovarok, hallárva és bentosz mintavételéhez

nincs szükség, ami meglehetősen gyakori előnevelt és ivadék nevelése során. A halminta mérésére a horgászok által is használt mérleg, de nagyobb minták esetén hagyományos halmérlegek használata javasolt.



1) Húzóháló. 2) Egy egyszerű halcsapda, melynek terelő hálói nemcsak a halat segítik befogni, de azok mozgásáról is információt adhatnak. 3) A dobóhálót szintén széles körben használják.

A4-5. ábra: Halminta vételéhez használt eszközök

Nagyítók és mikroszkópok

Nagyítók

Kézi nagyítót, amelyeket az A4-6. ábra mutat be, a tóparti gyors megfigyelések során használnak, amikor az a cél, hogy a zooplankton mintában az egyes élőlénycsoportokat (kerekesférgek, ágascsapú és evezőlábú rákok) és fejlődési formáikat megfigyelhessék. Erre a célra a fent felsorolt nagyítók megfelelnek, feltéve, hogy a rajtuk feltüntetett nagyítási értékek megfelelnek a valóságnak:

- Az egyik leghasználhatóbb a jó minőségű, 10-szeres nagyítású becsukható ékszerészlupe. Az ilyen lupékat gyakran szettként gyártják, amiben egy 10-szeres és egy 20-szoros lencse van (lásd az 1. képet az A4-6. ábrán).
- Egy kézi nagyító, amit bélyeggyűjtők használnak, legalább 6-8 szoros nagyítású kell, hogy legyen, ha plankton és kis vízi szervezetek megfigyelésére akarják használni (lásd a 2. képet az A4-6. ábrán).
- Egy lapos edénybe lévő vékony vízmintarétegben jól meg lehet figyelni a zooplankton-szervezetek mozgását, méretét és arányát az összehajtható textillupéval. Ez a nagyító szintén alkalmas szitaszövetek és finom hálóanyagok minőségének és méretének megtekintésére is (lásd a 3. képet az A4-6. ábrán).
- Az állványos nagyítók, hasonlóan a textillupéhoz, segítik a még kevésbé gyakorlott használókat is abban, hogy gyorsan és jól fókuszáljanak a megfigyelendő tárgyra és szervezetre (lásd az 4. és 5. képeket az A4-6. ábrán). Ez a típusú nagyító nagyon alkalmas a termékenyülés becslésére, valamint a fejlődő ikra és a kikelt lárva megfigyelésére.



1) Ékszerészlupe. 2) Kézi nagyítók. 3) Összecsukható talpas textillupé mm beosztással. 4) és 5) Állványos nagyítók.

A4-6. ábra: A halászatban és haltenyésztésben leggyakrabban használt nagyítók és lupék

Mikroszkópok



A4-7 ábra: Sztereomikroszkóp

A mikroszkópok nem tartoznak a halgazdálkodók és haltermelők alapfelszereléséhez, még akkor sem, ha ezek megléte és használata nagy segítség lehet a napi munkában, különösen halkeltetőkben és intenzív halgazdaságokban. Az ikra és lárva megfigyelése mellett halparaziták helyszíni vizsgálatát is lehetővé teszik.

Különbéle mikroszkópok léteznek, melyek közül a drága, kutatásban használtak túlságosan jók ahhoz, hogy ki lehessen használni az előnyeiket. Ezzel ellentétben olcsó „diák” mikroszkópok szintén nem javasolhatók.

Amikor mikroszkóp vásárlására kerül sor, a javasolt nagyítás ne legyen nagyobb, mint 500-szoros és legyen alkalmas arra, hogy ne csak tárgylemezt, hanem Petri csészét is alá lehessen helyezni. Az ilyen mikroszkóp nem olcsó, de ezek ára még mindig elfogadható (lásd az A4-7. ábrát).

4 A VIZEK KÉMIAI SAJÁTÓSÁGAINAK MÉRÉSÉRE HASZNÁLT TESZT KITEK ÉS MŰSZEREK

A vizek kémia sajátosságainak mérésére teszt kiteket és műszereket egyaránt használnak a terepen:

- Teszt kitek, amiket gyors teszteknek vagy vizuális gyorsteszteknek is hívnak, olyan eszközök, amelyeket a vizek egyes kémiai tényezőinek vagy azok adott csoportjának terepen történő mérésére fejlesztettek ki. Az akvaristák számára készült kitek szintén jó minőségűek lehetnek (lásd az A4-8. ábrát). Ezek, ha megbízhatóak, jól használhatók terepen is.

- A műszerek köre, amelyeket a víz kémiai sajátosságainak mérésére fejlesztettek ki, szintén széles. A legtöbbjük egyetlen kémia tényezőt mér, de vannak olyanok, amelyek fontosnak tartott tényezők meghatározott csoportjait tudják mérni, mint például a vízhőmérsékleten túlmenően pH-t, oldott oxigént is mérnek.

HITELES INFORMÁCIÓ AZ INTERNETEN

Amikor az interneten keresik a megfelelő teszt kiteket vagy műszert, érdemes felkeresni azoknak a cégeknek a hivatalos honlapjait, amelyek ezeket gyártják vagy elsődlegesen forgalmazzák.

■ **Beszerezhetőség és alkalmasság:** A jóhírű cégek nemcsak a termék eladására összpontosítanak, de megfelelően érthető háttérmagyarázattal és használati utasítással is ellátják potenciális vevőiket, ami segít a döntésben.

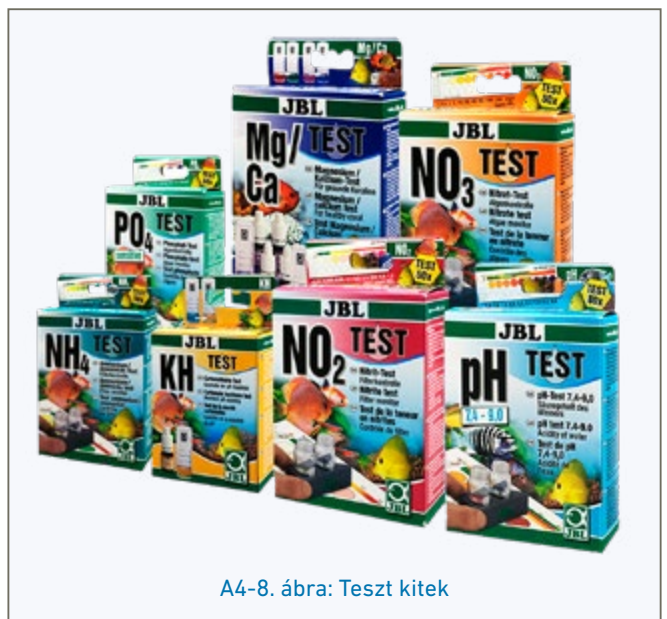
■ **Ár:** Bár a vezető cégeket általában drágának tartják, áraik iránymutatók lehetnek és segíthetnek megtalálni a legmegfelelőbb minőségű és áru terméket/termékeket. Egy termék kiválasztásánál javasolt az óvatosság, ha az ár az átlagtól túlságosan eltér, azaz ha az túl alacsony vagy túl magas. Különösen érvényes ez, ha az ár túl alacsony, mert ilyenkor feltételezhető, hogy hosszú távon az ilyen beszerzés drágának fog bizonyulni.

Vezetőképeség, sótartalom és vízkeménység

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Hordozható TDS mérő (sótartalom és vezetőképesség).
- Refraktométerek.
- Vízkeménységet mérő kitek, mint például az A4-8. ábrán bemutatott darabok.

Halgazdaságoknak nem feltétlenül van szükségük ilyen eszközökre.



A4-8. ábra: Teszt kitek

pH

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- pH indikátorok és tesztcsíkok.
 - pH vizuális kitek, mint például az A4-8. ábrán be-mutatott darabok.
 - Hordozható digitális pH mérő, gyakran digitális hőmérővel és oldott oxigénmérővel egybeépítve.
- A gyakorlati szakemberek számára elegendő egy megbízható indikátor, tesztcsíkok vagy vizuális tesztkit használata.



A4-9. ábra: digitális pH mérő eszköz és tesztcsíkok

Alkalinitás

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Alkalinitást mérő vizuális tesztkitek.
- Alkalinitást mérő digitális műszer.

Halgazdaságoknak nem feltétlenül van szükségük ilyen eszközökre.

Oldott oxigén

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Vizuális oldott oxigénmérő kitek, mint például az A4-1. ábrán bemutatott darabok.
- Hordozható digitális oldott oxigén és oxigén telítettséget mérő műszerek, amelyeket digitális hőmérővel és pH mérővel építenek össze.

A gyakorlati szakemberek számára elegendő egy megbízható vizuális tesztkit használata.

Nitrit és nitrát

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Vizuális tesztkitek nitrit és nitrát mérésére, mint például az A4-8. ábrán bemutatott darabok.
 - Hordozható nitrát mérő műszerek.
- A gyakorlati szakemberek számára elegendő egy megbízható vizuális tesztkit használata.

Foszfor

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Vizuális tesztkitek foszfor (ortofoszfát) mérésére, mint például az A4-8. ábrán bemutatott darabok.
 - Hordozható foszfortartalmat mérő műszerek.
- A gyakorlati szakemberek számára elegendő egy megbízható vizuális tesztkit használata.

Ammónium/ammónia

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Vizuális ammónium/ammónia tesztkitek, mint például az A4-8. ábrán bemutatott darabok.
- Hordozható ammóniumot/ammóniát mérő műszerek.

A gyakorlati szakemberek számára elegendő egy megbízható vizuális tesztkit használata.

Kénhidrogén

A következő típusú eszközöket használják vízmin-ták kiértékelésénél:

- Vizuális tesztkitek kénhidrogén mérésére.
- Hordozható kénhidrogént mérő műszerek.

Halgazdaságoknak nem feltétlenül van szükségük ilyen eszközökre.

5. GONDOLATOK A VIZEK KÉMIA SAJÁTÓSÁGAINAK MÉRÉSÉRE SZOLGÁLÓ ESZKÖZÖK KIVÁLASZTÁSÁHOZ

Dönteni mindig nehéz, hogy milyen analitikai eszközt vegyenek és használjanak a gyakorlati halas szakemberek, azaz vajon tesztkitekre vagy műszerekre essen a választás.

Annak érdekében, hogy könnyen meg lehessen állapítani a döntést befolyásoló legfontosabb tényezőket és biztosítani lehessen a lehető legjobb rövid- és hosszútávra egyformán megfelelő választást, a következőkben összefoglalt pro és kontra érveket szükséges figyelembe venni.

A TESZTKITTEK ÉS MŰSZEREK KÖZÖTTI VÁLASZTÁS PRO ÉS KONTRA ÉRVEI

Mielőtt döntés születik, hogy milyen típusú eszközt szerezzenek be és használjanak, a következő szempontokat szükséges figyelembe venni:

- Az okát és célját annak, hogy miért kell ilyen eszközöket beszerezni, és azokat ki fogja használni és karban tartani.
- Teszt kitek olcsóbbak, de kevésbé pontos mérést tesznek lehetővé, mint azok a műszerek, amelyeket kimondottan terepre fejlesztettek ki.
- A műszerek pontosak és nagyon pontosak, ha megfelelően használják őket. Ugyanakkor nemcsak drágábbak, de rendszeres és speciális karbantartást/kalibrálást is igényelnek (lásd az A4-1. kiemelt magyarázatot).

A fent összefoglaltak miatt alaposan és szisztematikusan számba kell venni minden lehetséges szempontot: [1] Okok és célok. [2] Finanziális és emberi lehetőségek és tényezők. [3] Mérési tartomány és pontosság, ár és beszerezhetőség (beleértve a karbantartást, reagenseket stb.).

A fentiek közül az okok és célok esetében szükséges figyelembe venni, hogy az alapvető cél a vizek pH-értékének és oldott oxigéntartalmának az 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 halászati és haltermelési szakemberek felszereltsége teljessé válik.

A VÍZMINŐSÉGI MUTATÓK MÉRÉSÉHEZ HASZNÁLT MŰSZEREK ESETLEGES SORSA

A4-1. kiemelt magyarázat

Eléggye gyakori, hogy halgazdaságok, melyek egy nemzetközi projekt támogatását élvezik, nagyon érzékeny vízanalitikai műszereket kapnak. Az eredmény nagyon gyakran kiábrándító, aminek két oka van.

- Sem a tényleges szükség, sem a halasgazdák elméleti és gyakorlati felkészültsége nem indokolja, hogy ilyen drága műszereket kapjanak.
- Gyakran a szállított/adományozott műszerek az egyetlenek az országban, ahol sem a gyártóknak, sem a forgalmazóknak nincs képviselője. Ezért nincs gyakorlott és szakszerű karbantartás és szerviz, így még a műszerek kalibrálására használt vegyszerek beszerzése is nehézségekbe ütközhet.

A fentiek miatt az ilyen műszerek közül sok használatlanul porosodik szerte a világban.

A HALAS SZAKMA SZÁMÁRA HASZNOS TOVÁBBI MAGYAR NYELVŰ SZAKMAI ANYAGOK JEGYZÉKE (1953 – 2019) 5. MELLÉKLET

A modern természetesvízi halgazdálkodás és tógazdasági haltermelés kezdetét a XX. század első felére lehet visszavezetni. Ekkor vált a gyakorlati hidrobiológia a halgazdálkodás és tógazdasági haltermelés szerkesztésévé. Ettől kezdve számos értékes összefoglaló munka, önálló szakkönyv és egyetemi jegyzet vagy ezek egyes fejezeteiben található összefoglaló ismeretanyag a halas vizek minőségének állapotát segíti megérteni, felmérni és kiértékelni.

- 2019 A takarmányozás gyakorlati szempontjai a tógazdasági haltermelésben.** Szerzők: Woynárovich András, Kovács Éva, Péteri András
- 2011 Halivadék-nevelés.** Szerzők: Horváth László, Tamás Gizella
- 2011 Ökológiai szemléletű tógazdálkodás.** Szerzők: Horváth László, Béres Beatrix, Urbányi Béla
- 2010 Haltenyésztés.** Szerzők: Bercsényi Miklós, Hancz Csaba, Havasi Máté, Ördög Vince, Szathmári László
- 2007 Haltenyésztés.** Szerzők: Hancz Csaba, Nagy Sándor Alex, Grigorcsy István, Wittner Iлона, Dévai György, Bercsényi Miklós, Magyar István, Orbán László, Lehoczky István, Horváth László, Magyar István, Csaba György, Székely Csaba, Molnár Kálmán, Horváth Zoltán, Szathmári László, Szabó Gergely
- 2007 Vízi környezetünk védelme.** Szerző: Woynárovich Elek
- 2005 Halastavak szerves trágyázása, a szén-trágyázási módszer.** Szerző: Woynárovich Elek
- 2005 Általános limnológia.** Szerző: Padisák Judit
- 2004 Tógazdálkodás – A ponty tenyésztése.** Szerzők: Horváth László, Urbányi Béla
- 2003 Vízminőség, vízvizsgálatok.** Szerzők: Papp Károlyné, Fűrész György
- 2003 Vizeinkről mindenkinek.** Szerző: Woynárovich Elek
- 2000 Halbiológia és haltenyésztés.** Szerzők: Horváth László, Hancz Csaba, Kiss István, Mézes Miklós, Orbán László, Ördög Vince, Szabó Tamás, Szűcs István, Urbányi Béla, Váradi László
- 1999 A zooplankton szervezetek mennyiségi változásainak jelentősége halastavakban és természetes vizekben.** Szerző: Nagy Sándor Alex
- 1997 Halgazdálkodás II.** Szerzők: Bercsényi Miklós, Bíró Péter, Horváth László, Lajkó István, Loydl Péter, Páskándy János, Selmeczy Tibor, Szokolczay József, Tahy Béla, H. Tamás Gizella, Tasnádi Róbert, Tóth László, Tölg István
- 1996 Halgazdálkodás I.** Szerzők: Felföldy Lajos, Gönczy János, Pintér Károly, Széky Pál, Tasnádi Róbert, Tölg István
- 1995 A víz, a vízminőség és a vízvizsgálatok.** Szerzők: Fűrész György, Papp Károlyné
- 1994 Halbiológia horgászoknak.** Szerzők: Péntes Bethen, Tölg István
- 1984 Haltenyésztés.** Szerzők: Horváth László, Pékh Gyula
- 1983 Haltakarmányozás.** Szerző: Tasnádi Róbert
- 1982 Tógazdasági tenyészanyag-termelés.** Szerzők: H. Tamás Gizella, Horváth László, Tölg István
- 1982 Halélettan.** Szerző: Széky Pál
- 1981 Ivadéknvelés.** Szerzők: Horváth László, Tamás Gizella
- 1981 A vizek környezettana – Általános hidrobiológia.** Szerző: Felföldy Lajos
- 1979 A víz fizikai és kémia tulajdonságai.** Szerzők: Dévai István, Dévai György
- 1978 A halastavak anyag- és energiaforgalmának vizsgálata.** Szerző: Ruttkay András
- 1974 A biológiai vízminősítés.** Szerző: Felföldy Lajos
- 1971 Halgazdasági ABC.** Szerzők: Antalfi Antal, Tölg István
- 1968 A halastavi trágyázás módszerei.** Szerző: Németh Sándor
- 1963 A halhústermelés megszervezése és eredményei a Bikali Állami gazdaságban.** Szerzők: Woynárovich Elek, Zámbo István
- 1963 Bevezetés a limnológiába.** Szerző: Sebestyén Olga
- 1962 Hal, halászat, halgazdaság.** Szerzők: Ribíánszky Miklós, Woynárovich Elek
- 1956 A halastavi szervestrágyázás jelentősége.** Szerző: Woynárovich Elek
- 1953 Tógazdasági haltenyésztés a gyakorlatban.** Szerzők: Maucha Rudolf, Erős Pál, Donászy Ernő, Jaczó Imre, Jászfalusi Lajos, Papp Anna, Veszprémi Béla, Woynárovich Elek

WOYNÁROVICH ANDRÁS
KOVÁCS ÉVA
NAGY SÁNDOR ALEX

A VÍZMINŐSÉG ÁLLAPOTÁNAK FELMÉRÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

„A könyv lektorálására való felkérést hidroökológusként örömmel vállaltam, hiszen egy olyan hézagpótló kiadványról van szó, amire már régóta nagy szüksége volt a halas szakmának. Ez a könyv megfelelő szaktudományos háttérrel, a gyakorlati szakemberek igényeihez igazodva mutatja be a címben foglalt nagyon fontos témakört.

Mint minden szakkönyv, elkészülte után ez is nem csak hiányt pótol, de felhívja a figyelmet újabb hiányára is. A könyv alcíme jelzi, hogy természetesvízi körülményekkel is foglalkozik, de valójában csak az állóvizek állapotának felmérésére és értékelésére ad útmutatót. Ezért mindenképpen szükség lenne a vízfolyások fizikai és kémiai sajátosságait, ill. élővilágát bemutató könyvre is, különös tekintettel hazai vízkincsünk megoszlására, s vízfolyásaink korábbi legendás halgazdagságára.

Ez a most megjelent könyv jó kiindulópont ahhoz, hogy a halas vizek, különösen az állóvizek és a halastavak fizikai és kémiai sajátosságait és élővilágát bemutassa, s a természetesvízi halászat és a haltermelés hatékonyságának fokozásában és biztonságosabbá tételében érdekelt gyakorlati szakembereknek iránymutatást és segítséget nyújtson.”

Dr. Dévai György
professzor emeritus, az MTA doktora



AGRÁRMINISZTERIUM