

# A kerti tavak kémiája

(Forrás: [http://www.kertito.hu/gondozas\\_vizkemia.html](http://www.kertito.hu/gondozas_vizkemia.html), szerzője ismeretlen)

E cikk rövid összefoglalást nyújt a tavak vizében lejátszódó kémiai és biológiai folyamatokról, valamint arról, hogy hogyan mérjük meg, hogy mi van a vízben, mik a jó és rossz értékek és mit tehetünk az utóbbiak esetén.

Elsőként tisztázzuk a biokonverter fogalmát. Biokonverterként hivatkozunk azokra az eszközökre, amelyeken a vizet átfolyatva, baktériumkolóniák segítségével megszabadítják azt a káros anyagoktól. A köznyelv ezeket gyakran bioszűrőnek nevezi, de a konverter elnevezés jobban fedti a valóságot, mivel itt klasszikus értelemben vett szűrés nem történik (a biokonverterrel egybeépítve természetesen lehet mechanikus szűrő is, de számunkra most nem ez a fontos).

Amikor halakat telepítünk tavunkba, vállaljuk a gondozásukkal járó felelősséget. Ez nemcsak a táplálásukat jelenti, hanem azt is, hogy egészséges környezetet biztosítunk számukra, melyben élhetnek és fejlődhetnek. A víz minősége nagyrészt ellenőrizhető kémiai mérések segítségével. Egy egészséges halakat tartalmazó tó esetében, melyben beállt a biológiai egyensúly, a víz minőségét havonta célszerű ellenőrizni. Rendkívüli események estén és évszakváltáskor viszont érdemes havonta két-három alkalommal is elvégezni a tesztet. Az időben elvégzett teszt megakadályozhatja, hogy a kis problémából katasztrófa legyen. Amikor új tavat indítunk vagy új biokonvertert telepítettünk, napi tesztelés válhat szükségessé, amíg a konverter beindul, majd a rendszer teljes stabilizálódásáig heti tesztelés javasolt.

Beszerzendő víztesztek fontossági sorrendben:

*Feltétlenül szükséges:*

1. pH
2. Ammónia
3. Nitrit
4. Hőmérő

*Jó, ha van:*

5. Alkálitás (vagy karbonátkeménység)
6. Sótartalom
7. Nitrát
8. Vízben oldott oxigén

*Valószínűleg nem szükséges:*

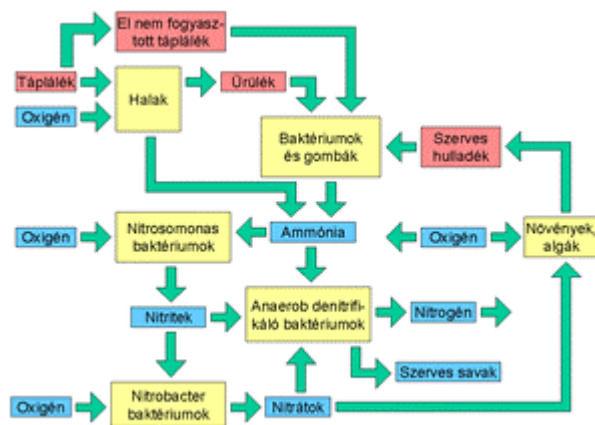
9. Klór
10. Vízkeménység

Rendkívül fontos az is, hogy minél pontosabban tisztában legyünk a tavunkban (plusz a szűrőkben, konverterekben) lévő víz mennyiségével. A kémiai szerek nem megfelelő adagolása katasztrófális következményekkel járhat. Soha ne becsüljük a mennyiségeket, mérjük ki pontosan az adagot.

Ne keverjük össze a víz minőségét a víz tisztaságával. A kristálytisza víz tartalmazhat olyan összetevőket, melyek halálos mérgek a halak számára (pl. klór). A zöld víz - melyet a túlzott alganövekedés okoz - károsága a halakra nem bizonyított, bár a tó tulajdonosa biztos, hogy nem örül neki. A víz tisztaságából tehát a víz minőségére nem, maximum a mechanikai szűrőrendszer hatékonyságára lehet következtetni.

## A nitrogén-ciklus

Egy tó biokonverterrel, növényekkel, halakkal meglehetősen komplex, (valamennyire) zárt rendszer. Minden komponensnek szüksége van a többire a túléléshez és a boldoguláshoz. A ciklus leglényegesebb elemei az ábrán láthatók.



A halak ürülékét és az egyéb szerves hulladékot baktériumok és gombák konvertálják ammóniavegyületekké. Ezek veszélyesek lehetnek a halakra, de egy egészségesen működő, Nitrosomonas baktériumokkal benépesült biokonverter képes az ammóniavegyületeket nitritvegyületekké alakítani. Sajnos, a nitritvegyületek nem kevésbé mérgezőek a halak számára. Ismét a biokonverterre hárul a szerep, hogy Nitrobacter baktériumok révén a nitriteket nitrátokká alakítsa. A nitrátok gyakorlatilag ártalmatlanok a halakra, viszont felhasználhatók a növények és algák számára. Ahogy a növények és algák nőnek, és a halak megeszik őket, a ciklus előlről kezdődik. A Nitrosomonast és a Nitrobactert aerob baktériumoknak nevezzük, mivel az átalakításhoz oxigénre van szükségük.

### **Ammónia**

Az ammónia ( $\text{NH}_3$ ), melyet milliomod egységben mérünk (parts per million, ppm = mg/l), az első mérhető jellemző, mellyel a biokonverter "egészségi állapota" megállapítható. Egészséges biokonverter esetén az ammónia nem lehet jelen mérhető mennyiségben, vagyis a helyes érték nulla. Amikor az ammónia vízben oldódik, részben ionizálódik, pH-tól és hőmérséklettől függően. Az ionizált ammóniát ammóniumnak nevezzük és a halak szempontjából ártalmatlan. Ahogy a pH esik és/vagy a hőmérséklet csökken, az ionizációs folyamat erősödik, ami csökkenti a mérgezés esélyét. Általános irányelvként  $21^\circ\text{C}$  hőmérsékletű vízre, a legtöbb hal képes tolerálni 1 ppm ammónia szintet 7-es pH esetén, 6-os pH esetén viszont akár 10 ppm-et is. 8-as pH esetén már 0.1 ppm is veszélyes.

Többféle teszt kapható, ezek általában az ammónia és ammónium össz mennyiségét képesek mérni, ezért a vízhőmérséklet és a pH ismerete nélkül a mérgező hatás erőssége nem dönthető el. Elegendő annyit megjegyezni, hogy az egyetlen jó mérési eredmény a nulla.

A beszerzendő teszt készlet javasolt érzékenysége 0-1 ppm, különösen ha a tó szokásos pH értéke 7 fölé esik. 7 alatti pH érték esetén szélesebb skálájú készlet javasolt (0-5 ppm). Az ammónia teszt minden tótulajdonosnak kötelező.

### **Hatások**

Az ammónia blokkolja az oxigén átvitelét a kopolyúkból a vérbe. Okozhat azonnali és hosszú távú kopolyúkárosodást is. A nyálkatermelő membránok is elpusztulhatnak, ekkor csökken a külső nyálkaborítás és a bélrendszer felszíne is megsérülhet. Az ammóniamérgezésben szenvedő halak általában lomhának, nehézkesnek tűnnek, gyakran a víz felszínén kapkodnak levegőért.

### **Forrás**

Az ammónia elsősorban a halak kopolyúján keresztül kibocsátásra kerülő gáz, mely a fehérje lebontása során keletkezik. Kisebb másodlagos forrása a halak ürülékének baktériumok által történő feldolgozása.

### *Változásának okai*

Az ammóniát nagyrészt a biokonverterben lévő baktériumok távolítják el (kisebb részben közvetlenül felhasználásra kerül a tóban élő algák által). A Nitrosomonas baktérium elfogyasztja az ammóniát és nitritet termel hulladékként. E művelet nem csak a biokonverterben zajlik, részben a tó falain megy végbe. Az ammónia értéke növekedhet a biokonverter terhelésének növekedése esetén (nagyobb mennyiségű új hal, tavaszi első felmelegedés), amíg a baktériumkolónia hozzájárul a feladathoz. A halak aktivitása gyakran gyorsabban növekszik tavasszal, mint a baktériumoké. Az eldugult biokonverter, vagy az olyan, amelyben a víz csatornákat alakított ki a szűrőanyagban, alacsonyabb hatékonysággal működik és ez is az ammóniaszint növekedését okozhatja.

### *Szabályozás*

Különböző kémiai szerek kaphatók a kereskedelemben az ammóniamérgezés megakadályozására. Ezek többsége formaldehid alapú és kémiai kötést létesít a vízben lévő ammóniával. Ezzel kiiktatja annak mérgező tulajdonságát, de nem távolítja el a tóból; ezt a biokonverter végzi. Fontos tudni, hogy egyes teszttípusok a megkötött ammóniát is mérik, így a mért érték csak akkor csökken, ha a baktériumok már feldolgozták azt. Egészséges biokonverter esetén nincs szükség kémiai anyagokra, legjobb ha soha nem használjuk őket.

*Mit tegyünk, ha ammóniát mérünk a vízben (7.5-ös pH-t feltételezve):*

1. Növeljük a levegőztetést maximumra. Telepítsünk további levegőztetőket, ha módunk van rá.
2. Már beállt tó esetén hagyjuk abba a halak etetését, most induló tó/biokonverter esetén csökkentjük felére az eledel mennyiségét.
3. Ellenőrizzük a biokonverter tisztaságát.
4. 0.1 ppm ammóniaszint esetén végezzünk 10%-os vízcserét. 1.0 ppm esetén 25%-os vízcserét ajánlott. FONTOS: ha az utántöltésre használt víz pH-ja magasabb, mint a tóé, akkor a helyzet csak rosszabb lesz.
5. Kezeljük a vizet ammóniamegkötő szerrel, kétszer annyit felhasználva, mint a mért ammóniaszinthez szükséges mennyiség.
6. Ha az érték 2.5 ppm fölé emelkedik, költöztessük át a halakat.
7. Új tó esetén állítsuk le az esetleges UV szűrőket, ózongenerátorokat és protein skimmer-eket.
8. Teszteljünk újra 12-24 óra múlva.
9. Komoly vészhelyzet esetén fontoljuk meg a pH érték 0.5 egységgel való csökkentését, de ne menjünk 6.0 alá.

### **Nitrit**

A nitrit (NO<sub>2</sub>), melyet szintén ppm-ben vagy mg/l-ben mérünk, a második mutató, mellyel megállapíthatjuk a biokonverter állapotát. Jól működő szűrő esetén a nitrit nem mérhető a tóban, vagyis az ideális értéke nulla. Az alacsony nitrit és magas ammóniaszint azt jelzi, hogy az ammónia-nitrit biokonverter funkció még nem működik, míg az alacsony ammónia és magas nitrit szint a nitrit-nitrát konverzió hiányát jelzi. A nitritet mérő teszt kit minden tótulajdonosnak elengedhetetlen, a javasolt mérési tartomány 0-4 ppm.

### *Forrás*

A nitritet az autotróf Nitrosomonas baktérium állítja elő oxigén és ammónia kombinálásával a biokonverterben és kisebb mértékben a tó falán ( $2\text{NH}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$ ). Ahogy az ammónia esetében írtuk, a nitrit szintje is emelkedhet, ha a biokonverter terhelése hirtelen megnő, mivel időbe telik, amíg a baktériumkolónia mérete hozzáidomul a többletnek.

### *Hatás*

A nitritet másképpen láthatatlan gyilkosként is emlegetik. A tó vize kristálytiszt lehet, mivel a nitrit nem látható. Elsősorban kisebb halakra lehet végzetes hatása már 0.25 ppm-es koncentráció

esetén is, mivel a vér oxigénszállító képességét blokkolva károsítja a halak idegrendszerét, máját, veséjét és lépét. Az ennél alacsonyabb nitrit szint is károsodást okozhat, ha hosszabb ideig áll fenn. A rövid ideig tartó, nagy koncentrációt (tüskét) - melyek a biokonverter indulásakor gyakoriak - gyakran nem vesszük észre, de hónapokkal később a halakat különböző betegségek támadják meg. A nitrittüskén átesett hal jellegzetessége, hogy a kopoltyúfedél felpöndörödik és nem záródik szorosan a hal testéhez.

### *Szabályozás*

A nitrit szabályozásának szinte az egyetlen lehetősége a jól működő biokonverter. A szűrőanyagban élő Nitrobacter baktériumok a nitritből oxigén felhasználásával viszonylag ártalmatlan nitrátot ( $\text{NO}_3$ ) hoznak létre. A Nitrobacter baktérium a folyamat során lényegesen kevesebb energiához jut, mint a Nitrosomonas baktérium az ammónia-nitrit folyamat során, ezért kevésbé szívós. Jellemzően a Nitrobacter baktérium jelenik meg utoljára a biokonverterben és tűnik el elsőként ha valami probléma történik.

Vízcserevel időlegesen csökkenthetjük a nitrit szintet annyi százalékkal, ahány százalékat a víznek kicseréljük. Só hozzáadásával jelentősen csökkenthetjük a nitrit káros hatását, de ezek a módszerek csak vészhelyzetek megoldására alkalmasak, hosszú távú kezelésre nem.

*Mit tegyünk, ha 0.25-nél nagyobb nitrit értéket mérünk a vízben:*

1. Növeljük a levegőztetést maximumra. Telepítsünk további levegőztetőket, ha a nitrit szint nagyobb, mint 1 ppm.
2. Már beállt tó esetén hagyjuk abba a halak etetését, most induló tó/biokonverter esetén csökkentjük felére az eledel mennyiségét.
3. Állítsuk le az esetleges UV szűrőket, ózongenerátorokat és protein skimmer-eket.
4. 1 ppm alatti  $\text{NO}_2$  szint esetén végezzünk 10%-os vízcserét, és minden 1000 liter vízhez adjunk 1.2 kg adalékmentes konyhasót.
5. 1 és 2 ppm közötti szint esetén 25% vízcsere és 2.4 kg só minden 1000 liter víz után.
6. 2 ppm fölött 50%-os vízcsere és 3.6 kg só minden 1000 liter után.
7. 24 óra múlva mérjük újra és ismételjük meg a műveletet, ha szükséges.
8. 4-nél magasabb nitrit szint esetén fontoljuk meg a halak áttelepítését.

### **Nitrát**

A nitrát ( $\text{NO}_3$ , mértékegysége ppm), a harmadik és egyben utolsó mutatója a biokonverter "egészségi állapotának". A nitrátot a Nitrobacter baktérium állítja elő oxigén és nitrit konvertálásával ( $2\text{NO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}_3$ ). A 0 nitrát érték és a nem 0 nitrit érték azt jelenti, hogy a baktériumkolónia még nem fejlődött ki. A "jó, ha van" kategóriába sorolt tesztkészlet javasolt mérési tartománya 0-200 ppm. Egy beállt tóban, melyben rutinszerűen 5-10%-os vízcserét végzünk 2-4 hetente, a nitrátszint általában az 50-100 ppm-es tartományban állapodik meg. Elfogadható értékek: 0-200 ppm.

Míg az ammónia és nitrit mérgező a halak számára, a nitrát jobbra ártalmatlan, bár ha koncentrációja túl magasra szökik, az a Nitrobacter baktériumok tevékenységét gátolhatja, megemelkedett nitritszintet eredményezve. A nitrát a nitrogénciklus utolsó eleme, és a növények életciklusában nagyon fontos szerepet játszik. Ezért nőnek nagyon jól a tó vizével locsolt kerti növények, feltéve, hogy nem adunk túl sok sót a vízhez.

Vegyük észre a nagy különbséget a teszt készletek méréstartományában (ammónia és nitrit: 0-4 ppm, nitrát: 0-200 ppm). Feltéve, hogy a biokonverter 1 ppm ammóniát 1 ppm nitritté, majd 1 ppm nitráttá konvertál naponta, 100 napra lenne szükség (vízcserek esetén többre), hogy a nitrátszint 100 ppm-re nőjön. A nitrát koncentrációja manuálisan elég jól szabályozható vízcserek és növénytelepítés segítségével.

## Hőmérséklet

A hőmérő minden tó fontos tartozéka. Célszerű könnyen leolvasható helyen lebegtetni. Ügyeljünk rá, hogy a hőmérő nagyobb legyen, mint amit halaink le tudnak nyelni.

Ideális vízhőmérséklet: 20-25°C

Elfogadható vízhőmérséklet: 2°-30°C

A tó hőmérséklete késéssel ugyan, de követi a környezetét. A tűző napsütésnek kitett tó nagyobb hőmérsékleti változásokon megy át 24 óra alatt, mint az árnyékolt. A tiszta éjszakai égbolt jelentős mennyiségű hőt vonhat el egy kis tótól és akár a levegő hőmérséklete alá is csökkentheti annak hőmérsékletét.

A biológiai és kémiai események általában gyorsabban történnek magasabb hőmérsékletű, illetve kisebb méretű tavakban. Minden 5°C hőmérsékletemelkedés megduplázza a biológiai aktivitást. Az ammónia mérgező hatása erősödik, a vízben oldható oxigén mennyisége csökken a hőmérséklet emelkedésével. Bár vannak rá példák, hogy koi pontyok túléltek 37°C-os vizet, a 24 fokra szoktatott halak halálozási rátája jelentősen megnő 29°C felett. 26°C felett extra levegőztetésre van szükség. 12°C alatt a koi antitest-termelése leáll és 7°C alatt a hibernációhoz hasonló állapotba kerülnek. A biokonverter baktériumainak szaporodása 5°C alatt szűnik meg.

*A halak etetése a vízhőmérséklet függvényében:*

Kevesebb, mint 10°C: Ne etessünk

10-15°C: Heti 2-4 alkalommal

15-29°C: Napi 2-4 alkalommal

29°C felett: Ne etessünk

Bármennyi is a víz hőmérséklete, soha ne etessük túl a halakat, kérjünk tanácsot ezzel kapcsolatban a szakboltban. Etetés után minél előbb távolítsuk el a tóból az el nem fogyasztott táplálékot.

A halak nem szeretik, ha változások történnek környezetükben, beleértve a hőmérsékletet is. Minden változás stresszt jelent számukra, minél nagyobb és hirtelenebb a változás, annál nagyobbat. Ez az elsődleges oka, hogy a halak jobban fejlődnek nagyobb tavakban. Egy másik stresszes alkalom, amikor a halakat a boltból hazavisszük. Amennyiben a halak már több mint két órája zacskóban vannak, engedjük el őket azonnal, mert a hirtelen hőmérsékletváltozás kockázata kisebb, mint az elhasznált vízé. Egyéb esetekben ha fél óráig úsztatjuk a zacskót a tó vizén, azzal elkerülhetjük a nagy változással járó sokkot. A teljes akklimatizáció néhány napig tart (hőmérséklet, pH, keménység, stb.)

Nyáron némi árnyék, télen némi fedél biztosításán kívül nem sokat tehetünk vagy kell tennünk a tó vízhőmérsékletének befolyásolására.

## A pH-érték

A pontos definíció kedvéért, a pH a hidrogénionok 1 liter vízben grammal mért koncentrációjának a negatív tízes alapú logaritmus, bármit is jelentsen ez. A továbbiakban kerüljük a technikai részleteket, mivel egy tótulajdonosnak nincs szüksége arra, hogy tudja, mi is pontosan a pH. Ami fontos, hogy hogyan mérjük, hogy rendszeresen végezzünk méréseket, és hogy hogyan értelmezzük az eredményt.

Az anyagokban savas és lúgos jellegű komponensek is találhatóak. Ha egy anyagban egy egységnyi savas összetevőre ugyanannyi lúgos jut, akkor semlegesnek mondjuk és a pH értéke 7. A 7-nél nagyobb érték több lúgos, a kisebb több savas összetevőt jelent. Mivel a pH érték 10-es logaritmus alapú, az 1-gyel kisebb vagy nagyobb érték tízszeres különbséget jelent. Például a 9-es pH-jú

folyadék tízszer olyan lúgos, mint a 8-as pH-jú. Savas folyadéokra példa az ecet, a narancslé vagy az akkumulátorsav. Lúgos a szódabikarbóna vagy a szappan. Amikor savas anyagokat lúgosakkal vegyítünk, azok reakcióba lépnek és különféle melléktermékek felszabadulása után olyan anyag keletkezik, melynek pH-ja valahol a két eredeti anyag pH-ja között van. Minél nagyobb a pH különbség, annál több energia szabadul fel. Próbáljunk például egy teáskanál szódabikarbónát beletenni egy fél pohár ecetbe.

Az átlagember is tisztában van azzal, hogy nem érdemes a kezét beledugni akkumulátorsavba vagy nátronlúgba. Valószínűleg a halait se tenné bele. A pH mérésével könnyen eldönthetjük, hogy a víz kémhatása alkalmas-e a halak számára. Az optimális érték 7.0 és 8.5 közé tehető, de 6.0 és 9.0 között még elfogadható. A legtöbb hal még elviseli az 5.0-ás pH-t is, de a biokonverter baktériumai nem. A 9.0 fölötti érték hosszabb távon vesekárosodást okoz.

A pH mérésére kaphatók eszközök cseppek, tabletták, porok, szalagok formájában. Minden tótulajdonosnak kötelező egy szélessávú (pH 5.0 - 10.0) mérőszett beszerzése. Ha nagyobb pontosságra van szükség, léteznek szűk tartományban mérő szettek is, illetve elektronikus eszközök, melyek 0.1 pontossággal mérik a pH-t 1-14-ig. Ezeknek az olcsóbb verziói (100 dollár alatt) viszont hőmérséklet- és elektromosság-függő eredményt adnak. Ezen kívül minden ilyen eszköz rendszeres kalibrációra szorul (minél olcsóbb, annál gyakrabban), ezért a tótulajdonosoknak nem igazán ajánlott.

### **Az alkalitás (lúgosság)**

A pH mérésével nem kaphatunk teljes képet. Ha például desztillált víz pH-ját megmérjük, szinte bármilyen eredményt kaphatunk, mert a legkisebb savas vagy lúgos szennyeződés is jelentős változásokat idézhet elő. Miért?

Példa: tegyük fel, hogy vizünkben 1 egység savas és 1 egység lúgos összetevő található, tehát a víz pH-ja 7. Adjunk hozzá 100 további lúgos összetevőt, így az arány 101:1 lesz, és a pH kicsivel 9 fölé megy. Ha viszont eredetileg 1000-1000 savas és lúgos komponens volt a vízben, akkor 100 egység lúg hozzáadása egyáltalán nem olyan jelentős, és a pH-t mindössze 7.04-re változtatja.

A víz alkalitása a benne lévő lúgos összetevők számával függ össze. Gondolhatunk rá úgy is, mint a pH érték "erőssége". (Létezik az ellenkezője, az aciditás is, de az alkalitást gyakrabban használjuk, mert a legtöbb tó vize lúgos.)

Ha az alkalitás alacsony, akkor egészen kis mennyiségű sav is jelentős pH változást okozhat. Képzeljünk el egy tótulajdonost, akinek a vize 8-as pH-jú. Azt hallotta, hogy a 7-es pH érték jobb, ezért kémiai szerekkel lejjebb viszi a pH-t. A másnapi méréskor a pH ismét 8, ezért megismétli a kezelést. Másnap a pH 7.5. Örömeiben, hogy végre elkezdődött a folyamat, újabb kezelést hajt végre. Másnap azt látja, hogy a pH 5.0, a biokonverter baktériumai elpusztultak és a halai pH sokktól haldoklanak. Minden kezelés csökkentette az alkalitást egészen addig, amíg az utolsó kezelés már drasztikus pH változást okozott.

Az alkalitás összefügg a vízben oldott kalcium, magnézium és egyéb összetevők mennyiségével, ezért a kemény víz alkalitása magasabb. (Ezért sokan karbonátkeménységet (KH) mérnek, és ebből következtetnek az alkalitásra.) A betonozott tavak falából kiszivárgó mész a magas alkalitás egyik fő forrása, de a párolgási veszteség is növeli, mert az anyagok koncentrációja megnő. Csökkenti viszont az alkalitást a baktériumtevékenység, amely savas összetevőket állít elő, és ezek kombinálódnak a lúgos összetevőkkel.

Az alkalitást általában a kalcium-karbonátok ppm-jében mérik úgy, hogy a vizet olyan reagenssel kezelik amely kékre festi, majd addig csepegtetnek bele egy másik savas reagenst, számolva a

cseppeket, amíg a szín meg nem változik. A javasolt teszt készlet 0-200 ppm-ig méri az alkalitást. Az alkalitást mérő teszt javasolt, de nem kötelező az átlagos tótulajdonos számára. Az optimális érték 100 körül van, az 50-200 közötti értékek elfogadhatók.

### **Változások**

A pH és az alkalitás értékénél, amennyiben az elfogadható tartományba esnek, sokkal fontosabb azok VÁLTOZÁSA. Egy tó pH-ja idővel egyensúlyi állapotot vesz fel a feltöltéshez használt víz pH-ja körül, általában 0.5-nél kevesebb eltéréssel. Idővel (hónapok alatt), minden lakó (baktériumok, növények, halak) hozzá szoknak a környezethez. Mindannyiuk számára stresszt jelent, ha új körülményekhez kell alkalmazkodniuk. A gyors pH változások különösen nagy stresszt okoznak a halaknak, hasonlóan az embereknél tapasztalható sokkhoz. A pH 0.5-ös vagy nagyobb változása egy beállt tóban figyelmeztetés, hogy valamilyen rendellenesség áll fent, melynek okát sürgősen meg kell határozni. A hosszabb távú, lassú változásoknak általában más oka van. Az alkalitás és a pH lassú növekedésének leggyakoribb oka a betonozott tavak falából kioldódó mészes. A csökkenő pH leggyakoribb oka a baktériumtevékenység, mely savas összetevőket termel. A betonfalú tavak valamivel magasabb pH mellett stabilizálódnak, mint a fóliás tavak.

A magas alkalitás általában rendszeres vízcserével akadályozható meg (ha a feltöltéshez használt víz alkalitása kisebb, mint a tó vizéé). A növekvő pH trend a betonfal előkezelésével előzhető meg. Az üvegszálás és fóliás tavak alkalitása idővel csökken és pótlásra szorul. Pótlásként használhatunk kalcium-karbonátot, betonkockákat, kagylóhéjat, mészkövet vagy tojás héjat. Az alkalitás 40 ppm-mel történő megnöveléséhez adjunk 40g kalcium-karbonátot minden 1000 liter vízhez. Egy zacskó kagylóhéj, elsüllyesztve a tóban, szintén jó megoldás. Égetett gipszből hosszú távú stabilizátort készíthetünk, ha 1000 literenként 25 gramm gipszet vízzel keverünk, hagyjuk megszilárdulni és a tó olyan helyére tesszük, ahol nagy a vízmozgás. Feloldódása után pótolni kell. Figyeljünk oda nagyon a pH-ra, miközben az alkalitást módosítjuk.

A beállt tavak általában megtartják pH értéküket ha az iszapot és a bomló szerves anyagokat rendszeresen eltávolítjuk a tóból és a szűrőkből. A rendszeres vízcseré (10% hetente kisebb tavaknál, kevesebb nagyobbaknál) és a magas karbonátkeménység (kH) szintén segít a pH stabilizálásában, utóbbit szódabikarbóna rendszeres hozzáadásával érhetjük el. A pH rendszeres figyelése, pl. heti mérések rögzítésével, kiváló jelzőmódszer lehet a kezdődő problémákra. Figyeljünk rá, hogy a pH a nap folyamán is változik (oka: a növények és algák napi ciklusuk során változtatják a vízben oldott széndioxid mennyiségét), ezért igyekezzünk mindig ugyanabban a napszakban mérni. Az alkalitás mérése segít időben észrevennünk a pH ingadozás veszélyét.

Ha a pH "elszabadul" felfelé, növeljük a levegőztetést és végezzünk napi vízcseréket, amíg vissza nem hozzuk a normál értékre. A hirtelen pH csökkenés leggyakoribb oka, hogy a baktériumok aktivitása miatt az alkalitás lecsökkent. A megoldás ilyenkor a levegőztetés növelése, vízcserék és az alkalitás növelése szódabikarbóna segítségével. Mérjünk minden vízcseré után és 24 óra múlva ismét. 6-os és 9-es pH-nál napi 10-25%-os vízcseré javasolt, 5-ös vagy 10-es pH-nál 25-50% naponta. Ha a pH 4 vagy 11, a még élő halakat költöztessük el.

**FONTOS:** Mielőtt emelnénk a pH-t bármilyen módszerrel, feltétlenül ellenőrizzük az ammónia szintjét, és kezeljük, ha nem 0! Kémiai úton csak vészhelyzet esetén változtassuk a pH-t! A pH csökkentése különösen veszélyes a halak számára.

**Fontossága miatt megismételjük, hogy a pH értéke az elfogadható határokon belül mindegy, hogy mennyi, a változások számítanak. Amennyiben a pH viszonylag stabil és 7-8.5 között van, ne kíséreljük meg változtatni, mert több kárt okozunk vele, mint hasznot.**

### **A vízben oldott oxigén**

A Föld légkörének összetétele kb. 78% nitrogén, 21% oxigén és 0.03% széndioxid. Nyomokban egyéb elemi és molekuláris gázok is fellelhetők, de ezeket figyelmen kívül hagyhatjuk, mivel nincs jelenleg ismert hatásuk a tó vizére. A gázok koncentrációja a vízben már egészen más dolog, mivel ez sokkal kisebb és mg/l-ben vagy ppm-ben mérjük. Egy tipikus tó 21 fokos vízében körülbelül 13 mg/l nitrogén, 9 mg/l oxigén és 35 mg/l széndioxid található. A levegő összetevői feloldódnak a vízben, egészen addig a pontig, amíg már a víz nem tud többet felvenni belőlük; ezt telítettségnek nevezzük. A telítettségi pont minden gáznál más és számos tényezőtől függ, ezek közül azonban a hőmérséklet a legfontosabb. Ahogy a hőmérséklet növekszik, a víz egyre kevesebbet tud felvenni a gázokból. Az oxigén esetében például 10°C-os víznél 11.5 mg/l, 21 fokos víznél 9 mg/l és 32 fokos víznél 7.5 mg/l a telítettségi szint. A vízben lévő egyéb vegyületek ezt tovább csökkenthetik. Ha például minden 1000 liter vízhez 5 kg sót adunk (5 ppt), az kb. 1 mg/l-rel csökkenti a víz oxigénfelvételi képességét.

A halak meglepően jól tudnak oxigént kinyerni annak a vízben található alacsony koncentrációja ellenére is. Oxigénfogyasztásuk mértéke szorosan összefügg a víz hőmérsékletével. A hidegvérű halak (pl. koi) testhőmérséklete megegyezik a környezetükével. Anyagcseréjük lényegét enzimek által katalizált, hőmérsékletfüggő kémiai reakciók alkotják. Az anyagcsere és a halak aktivitása a hőmérséklettel nő, növelve oxigénigényüket is. Optimális hőmérsékletnél az oxigénfogyasztás nagy a gyors növekedés és a jelentős aktivitás miatt. Az optimális hőmérséklet fölött a halak stresszt élnek át, mely aktiválja figyelmeztető és védekező rendszerüket, melyek oxigénfogyasztása igen nagy. Mint már láttuk, a hőmérséklet növekedésével csökken az oxigén telítettségi szintje. E két tényező együttesen határozza meg azt a maximális hőmérsékletet, amelyben a halak még életben maradnak.

#### *Hatásai:*

A minimálisan szükséges vízben oldott oxigénszint függ a hal genetikai jellemzőitől, aktivitásának szintjétől, hosszú távú akklimatizációjától, stressztűrő képességétől és a víz hőmérsékletétől. Az olyan vízben, melyben az oxigén szintje 3 mg/l-nél kevesebb, a halak általában nem maradnak életben. Ha a víz koncentrációja 3-4 mg/l közé süllyed, a halak levegőért kezdenek kapkodni a felszínen, vagy összegyűlnek a vízesésnél vagy szökőkútnál (magasabb oxigénkoncentrációjú pontok). A biokonverter baktériumai is pusztulásnak indulhatnak, toxinokat engedve a vízbe, melyek tovább súlyosbítják a helyzetet.

A 3-5 mg/l-es szint általában rövid ideig tolerálható. (A fiatalabb halak kevésbé tolerálják az alacsony oxigénszintet.) 5 mg/l felett a legtöbb vízi élőlény képes tartósan létezni, ha a víz egyéb jellemzői rendben vannak. Ámbár a halak elfogadhatóan érzik magukat és egészségesek maradnak 5-6 mg/l-es koncentráció mellett, az ideális tó vizének oxigénszintje mindig a telítettségi szint közelében van.

#### *Mérés:*

Tablettás, por alapú, cseppek és elektronikus tesztkészletek kaphatók. A javasolt mérési tartomány 0-15 mg/l. Némelyik teszt hamis eredményt adhat különféle kémiai anyagokkal kezelt víz esetén. Az oxigénteszt a "jó, ha van" kategóriába tartozik átlagos tó esetén.

#### *Forrása:*

Ahol a víz levegővel érintkezik (mesterséges vagy természetes eljárás következményeként), oxigén jut a vízbe. A növények nappal a széndioxidot oxigénné alakítják a vízben. A fő oxigénfogyasztók a halak, a növények éjjel és az aerob baktériumok. A szerves anyagok bomlása is oxigént von el.

#### *Szabályozás:*

A halakat nem túl nehéz feladat a szükséges oxigénnel ellátni. A tó felszínén keresztül a víz folyamatosan töltődik oxigénnel, és egy kisebb csobogó elegendő a telítettségi szint



megközelítéséhez. Az erősen túlnépesedett tavaknak szükségük lehet kiegészítő levegőztetésre. A nagy mennyiségű alga is jelentősen csökkentheti a víz oxigénszintjét éjszaka. Fontos a víz jó cirkulációja, hogy minden terület oxigénszintje kielégítő legyen. Az apró buborékokkal történő levegőztetés hatékonyabb, mint a nagyobbakkal. A fűrt kutak vizében gyakran egyáltalán nincs oxigén, ezért ha tehetjük, finom cseppekre szétszórva vagy erősen csobogtatva töltjük fel vele tavunkat.

A vizesések, csobogók mellett más gyakran használt levegőztetési módok a Venturi szelep és a légpumpa levegőztető kővel (airstone) kombinálva. Érdeemes egy tartalék levegőztető pumpát is tartani otthon, ha a tószivattyú elromlana. Ha nincs ilyenünk, akkor a vizet kézzel fröcskölve vagy egy vödörrel merítve és magasról visszaöntve is tudjuk ideiglenesen biztosítani a magasabb oxigénszintet.

Amennyiben a levegőztetés és a víz keringetése áramszünet, vagy egyéb ok miatt megszűnik, több probléma is felmerül. Az oxigén koncentrációja esni kezd és az ammónia szint megnő. A biokonverter baktériumai körülbelül 4 óra múlva kezdenek pusztulni, bár ez a tó méretétől és "népsűrűségétől" is függ. Ha a probléma elhárítása több mint 4 órát vett igénybe, a cirkuláció helyreállítása előtt ajánlott a biokonverter kiöblítése, hogy az elpusztult baktériumok által kibocsátott toxinokat eltávolítsuk. A nitrit és ammónia szintjét még néhány napig gondosan figyeljük.

Az eddig leírtakból következik, hogy az oxigéndús vizet napi 24 órában cirkuláltatni kell a szűrőn keresztül. Rövid karbantartási időszakoktól eltekintve soha ne állítsuk le a keringető szivattyút.

### **Oxigénellátás a halak szállításakor**

Amennyiben a halakat nylonzacskóban szállítjuk, éppen csak annyi vizet töltünk bele, hogy a hátuszonyt ellepje. Nyomjuk ki a levegőt a zacskóból, és adjunk hozzá 5-10-szer annyi oxigént, mint a víz mennyisége. Ez körülbelül 6 órára elég. Ha nem áll rendelkezésre oxigén, csak normál levegő van a zacskóban, az 1-2 óráig elegendő.

Ettől kezdve a fő probléma az ammónia felgyülemzése és a hőmérséklet. Kísérletek eredményei szerint a zacskó 30 perces úsztatása csökkentette a hősök miatt előforduló halálozási arányt, különösen a kishalaknál. A kísérletben a hal 1 óráig volt a zacskóban. A második esetben a hal 4 órát töltött a zacskóban és utána 30 percet a tó felszínén. Ekkor a halálozási arány nőtt. Javaslatunk szerint amennyiben a hal már 2 órát töltött a zacskóban, inkább eresszük azonnal a vízbe, mert a hősök kockázata kisebb az elhasznált víznél. Általános szabály, hogy minél gyorsabban érjünk haza a hallal és kezdjük meg a 30 perces szoktatást, mellyel a hősök elkerülhető (a teljes hozzászokás a vízhez néhány napot vesz igénybe).

Korábban említettük, a pH és az ammónia mérgező hatása közötti összefüggést. A halak a zacskóban lévő víz pH-ját jelentősen csökkentik szén-dioxid kilélegzésével, így a felgyülemlett ammónia kevésbé mérgező. Ha a zacskót kinyitjuk és a szén-dioxid részben eltávozik, vagy a szállításhoz használt vízhez a tó vizéből adunk, a pH hirtelen megemelkedhet, és a vízben oldott ammóniamennyiség súlyosan mérgezővé válhat. Ezért csak közvetlenül a tóba tétel előtt nyissuk ki a halak zacskóját és soha ne keverjük a zacskó vizéhez tóvizet.

### **Sótartalom**

A közönséges konyhasót (NaCl) sokan csodaszerként tartják számon. Ez talán túlzás, de a só valóban hasznos szerepet játszhat. A halak belső folyadékrendszerükben magasabb sótartalmat igyekeznek fenntartani, mint a tó vizéé. A víz ezért ozmózis útján a halak szöveteibe igyekszik, hogy kiegyenlítsa a sószintet. Ezt az extra vízmennyiséget a vesék dolgozzák fel. Bár a só magasabb koncentrációban lassíthatja egyes baktériumszaporodást okozó betegségek kifejlődését, a

leginkább elfogadott elméletek szerint a vízbe kevert só fő haszna az ozmotikus nyomás csökkentése, mely csökkenti a halaknak az ozmózissal bejutó fölösleges víz feldolgozásához szükséges energiaigényét. A felszabaduló energia máshol hasznosulhat a hal immunrendszerében. A só jelenléte ellensúlyozza a nitrit mérgező hatását is, valamint hidegebb vidékeken a víz fagyáspontjának csökkentésére is használják.

A koncentráció növekedésével a só növénykárosodást okozhat, különösen az úszónövények (vízijácint, vízisaláta) érzékenyek rá. Mivel az algák is növények, a só csekély mértékben ezek szaporodását is gátolhatja.

A vízben oldott só mennyiségét nevezzük sótartalomnak és százalékban, ezredrészben (ppt), vagy milliomod részben (ppm) mérjük (10 ppt = 1% = 10000 ppm). Gyakori a só tömegének meghatározása a víz tömegéhez képest is. A koi pontyok belső sótartalma 9 ppt körül van (az emberé is hasonló). A tengervíz sótartalma 35-70 ppt, földrajzi helytől függően.

Ha a koikat sómentes desztillált vízbe tennénk, az ozmotikus nyomás olyan nagy lenne, hogy egy részük képtelen lenne a felesleges víz feldolgozására. Másrészt, ha a tó sótartalma elérni a hal belső sótartalmát, az ozmotikus folyamat leállhat, vagy akár meg is fordulhat, a hal kiszáradását okozva. A sótartalom elfogadható szintje 0-5 ppt. Általában jó ötlet 1.2-2.4 kg sót adni minden 1000 liter vízhez tavasszal és ősszel. Ez viszonylag konzervatív mennyiség, de hacsak nincs lehetőségünk a sótartalom pontos mérésére, kerüljük a nagyobb koncentrációkat. Amennyiben a tóban nitritet mérünk, 2.4 kg sótartalom minden 1000 liter vízre elegendő a toxicitás csökkentésére. Ne felejtsük, hogy a kezdeti adagolás után a pótlás csak a víz kicserélt részére számolandó (nem a teljes tóra és az elpárologott víz pótlását is figyelmen kívül kell hagynunk.) 5 ppt-nél nagyobb sótartalomnak soha ne tegyük ki halainkat (kivételesen ez alól a szigorúan ellenőrzött környezetben lefolytatott rövid távú 25 ppt-s sófürdők, melyeket a gyakorlott haltartók gyógykezelésre használnak).

A sótartalmat só hozzáadásával növelhetjük és vízcserével csökkenthetjük. Lehetőleg a biokonverter kifolyásánál tegyük bele fokozatosan, vagy oldjuk fel egy vödör tóvízben és a széleken egyenletesen elosztva adagoljuk, mert a sóval való közvetlen érintkezés égési sebeket okoz a halakon. Ne használjunk jódozott vagy tapadásgátló adalékkal ellátott sót.

A sóteszt nem kötelező, de ha 4 ppt feletti szintet akarunk állandóan fenntartani, akkor célszerű beszerezni egyet. Elektronikus és kémiai változatok is léteznek, a javasolt mérési tartomány 0-5 ppt.

## **Mérgek: klór, kloramin és szennyezőanyagok**

### ***Klór***

#### *Mérése:*

A klór (Cl), melyet ppm-ben mérünk, gáznemű anyag, melyet a csapvízhez adagolnak a káros baktériumok elpusztítása érdekében. A városi csapvíz általában 0.5-3.0 ppm klórt tartalmaz, de magasabb értékek is előfordulhatnak. Saját fűrt kutakból feltöltött tavak esetén a klór jelenléte valószínűtlen. Többféle tesztkészlet kapható, a javasolt érzékenységi tartomány 0-4 ppm. Egy átlagos tónál nincs szükség klórtesztre. Az egyetlen elfogadható érték a 0 ppm.

#### *Hatása:*

A klór alacsony koncentrációban (kevesebb, mint 0.5 ppm) is gyorsan öl. Az egészen kis mennyiség is megégeti a kopoltyúfedelek szélét, hosszú távú problémákat okozva. Végzetes hatással van a biokonverterben élő baktériumokra is.

#### *Szabályozása:*

Nyitott edényben tárolva a vizet, naponta körülbelül a benne lévő klór 1/4-e párolog el. Ha klórozott csapvizet használunk a tó feltöltéséhez és vizének pótlásához, egy hétig nyitott hordóban tároljuk, mielőtt a tóba engedjük, vagy kezeljük a csapvizet a kereskedelemben erre a célra kapható termékek valamelyikével.

Vigyázzunk, hogy soha ne tisztítsuk ki a biokonverter szűrőanyagát klóros csapvízzel, hacsak nem a sterilizálás a célunk. Használjunk erre tóvizet.

### **Kloramin**

A kloramin klór és ammónia vegyülete, amely szintén előfordulhat csapvízben. Keletkezhet úgy is, hogy ammóniát tartalmazó tóhoz klóros csapvizet adunk. Alacsony koncentrációban nehezen mérhető. Az elfogadható mennyiség 0. Hatása hasonló a klóréhoz, ráadásul sokkal lassabban ürül ki a vízből, mint a klór.

### **Szennyeződések**

Szennyeződés alatt minden olyan anyagot értünk, ami a tóba kerül, de nem oda való. A szennyezőanyagok vagy károsak a halakra, vagy nem, lehetnek láthatóak vagy láthatatlanok, lebeghetnek a felszínen, lesüllyedhetnek a fenékre vagy feloldódhatnak a vízben. Jöhetnek a tavon kívülről (pl. termőföld bemosódás, eső, rovarirtó) vagy a tóból (pl. olajszivárgás a tószivattyúból, mérgező anyag kioldódása a nem megfelelő fóliából). Egyes szennyezőanyagok (levelek, virágpor, döglött patkány) könnyen felismerhetők és eltávolíthatók. Egy részük ideiglenesen megnöveli a biokonverter terhelését, de az kis mennyiségben megbirkózik velük (pl. madárürülék). A legnehezebben azonosíthatók és legkárosabbak a vízben oldódó szennyeződések, amelyek gyakran a talaj bemosódásával vagy az eső által a tó fölé lógó növényzetről lemosva jutnak a tóba. Ezért fontos, hogy tavunkat emelt peremmel építsük. Bejutásuk megelőzésén kívül egyedül vízcserével csökkenthető mennyiségük.

### *Mérgező növények*

Gyakran elkerüljük a tótulajdonosok figyelmét a tó köré ültetett növények veszélyei. Egyes növények magját a halak lenyelhetik és fennakadhat emésztőrendszerükben. Más növények mérgező részeket tartalmaznak. (Néhány példa: amarillisz, békabogyó, datura, padlizsán, nőszirom, jázmin, nárcisz, burgonya, tulipán). Ügyeljünk rá, hogy a tó köré ültetett növényeket azonosítsuk és a mérgező példányokat távolítsuk el, vagy akadályozzuk meg, hogy mérgező részeik a tóba juthassanak.

### **Vízcserék**

A részleges vízcsera csökkenti a vízben oldott anyagok koncentrációját, de teljesen nem tünteti el őket. A tó teljes leeresztését és újratöltését csak végszükség esetén alkalmazzuk. Az algáktól zöld víz problémáját például a teljes vízcsera csak rosszabbá teszi. Ha valaminek a koncentrációját csökkenteni akarjuk, a legkíméletesebb mód gyakran, kis mennyiségű víz cseréje. Ne feledjük, hogy a vízcsera a káros anyagok mellett a hasznosakat is ugyanolyan arányban csökkenti.

Vízcserének nevezzük, amikor a tóból valamennyi vizet leeresztünk, majd friss vízzel feltöltjük. Nem jó módszer a tóra történő "rátöltés", amikor is a fölösleges vizet hagyjuk elfolyani. A vízben oldott anyagok koncentrációja szempontjából nem számít vízcserének az elpárolgott víz pótlása.

Példa: Szeretnénk a só mennyiségét felére csökkenteni. Az alábbi módszerek nagyjából ugyanazt az eredményt adják:

- a. 10%-os vízcsera hét alkalommal.
- b. Egy 25%-os és négy 10%-os vízcsera.
- c. Két 25%-os, majd egy 10%-os vízcsera.
- d. Egy 50%-os vízcsera.

A feladat sürgősségétől függően, a legjobb megoldás mindig a leghosszabb idő alatt, legtöbb alkalmat magában foglaló vízcsere-sorozat.

Az egyetlen dolog, amit nem lehet egyszerűen vízcsérével megváltoztatni, a víz pH-ja. Ennek változása ugyanis függ a tóvíz pH-jától és alkalitásától valamint az újratöltéshez használt víz ugyanezen jellemzőitől. Ha a tó vizéhez magasabb pH-jú vizet adunk, az fel fogja emelni a tó pH-ját, de nehéz megjósolni, hogy mennyivel.

A tó vizének heti-kétheti 5-10%-os cseréje mindenkinek ajánlott, mivel sokféle olyan anyag gyülemlik fel a vízben, melynek eltávolítására ez az egyetlen mód. Az 5% kisebb tavakra (2000 liter alatt), a 10% a 20000 liter fölöttiekre vonatkozik. Csapvíznél ne felejtsük el a klór eltávolítását. Ügyeljünk rá, hogy ne felejtsük ott a feltöltés alatt álló tavat, nehogy kisebb árvíz fogadjon bennünket.

## A zöld víz

Egyes tótulajdonosok életét talán legjobban megkeserítő dolog, amit a köznyelv vízvirágzásnak vagy algavirágzásnak nevez. Van akinél állandóan fennáll, van akinél csak tavasszal fordul elő és egy szűk réteg még soha nem találkozott vele. Állítólag a halakat nem zavarja a dolog, de ezt nehéz eldönteni, mivel nem látjuk őket. Számos cikkben található különféle magyarázatok és a kereskedelemben is sokféle kémiai "varázsszer" és mechanikus eszköz kapható a zöld víz kitisztítására.

A zöld vizet a vízben lebegő phytoplanktonok okozzák. Ezek a mikroszkopikus élőlények (átlagos méretük 15 mikron, 0.0015 cm) az algák családjához tartoznak. Minden tóvízben található belőlük valamennyi, a kristálytisztának tűnő vízben egyszerűen csak kevesebb van.

Az alábbi állítások némileg vitathatónak tűnhetnek, de sok évi kísérletezés eredményei. Véggöveztetésünk szerint a biokonverterben aerob baktériumok egy harmadik csoportja is él, mely elfogyasztja az elpusztult algákat, kibocsátva közben egy enzimet, ami valószínűleg az emésztéshez szükséges. Az enzim fölöslege a vízzel együtt visszakerül a tóba, ahol további algamennyiséget pusztít el.

Az enzim több algafaj ellen is hatékonynak tűnik. Legkevésbé a nem állandóan víz alatt lévő, illetve a magas átfolyási rátával rendelkező részekben hatékony. Ennek a valószínű oka, hogy az algáknak bizonyos ideig érintkezniük kell vele, hogy hathasson.

Az elemzések megmagyarázni látszanak, hogy a természetes tavak és óceánok kutatása során keletkezett tudományos eredmények miért nem működnek a viszonylag zárt rendszernek számító kerti tavak esetében. Nézzünk két szokásos hiedelmet.

*Hiedelem:* az algavirágzás a vízben található különféle tápanyagok (nitrátok, foszfátok) mennyiségével korrelál.

*Tények:* nincs semmilyen bizonyíték arra, hogy lenne összefüggés. Ellenkezőleg, az átlagos tóban a tápanyagszint általában olyan magas, hogy az az érthetetlen, hogy miért nincs állandó algavirágzás. A laborelemzések állandóan magas tápanyagkoncentrációt mutatnak, amely egy erős algavirágzás után még emelkedik is.

*Hiedelem:* a tó árnyékolása megakadályozza az algavirágzást.

*Tények:* az algáknak valóban szükségük van fényre a növekedéshez és szaporodáshoz, de minimális mennyiségű fény elegendő. A kísérletekben a napfény 90%-os csökkentése esetén is jelentős alganövekedés volt tapasztalható. Számos olyan tóra van példa, melyek erősen árnyékoltak és mégis zöldek, és az ellenkezőjére is. Sikeresen akadályozta az alganövekedést a víz átlátszatlanság.

műanyaggal történő letakarása de ez nyilvánvalóan nem alkalmas hosszútávú megoldásnak. A tó árnyékolása ettől függetlenül javasolt a hőmérséklet jobb szabályozása érdekében.

Mi akkor a megoldás? Úgy tűnik, a megfelelően méretezett biokonverter és a helyesen beállított átfolyási arány. A konverternek elég nagyra kell lennie, hogy ezt a harmadik baktériumcsoportot - melynek lényegesen több helyre van szüksége, mint a másik kettőnek - eltartsa. Két fő szabály létezik tehát: 1. a tó vizét legalább óránként egyszer át kell forgatnunk a konverteren. 2. a szűrő keresztmetszetének minden 0.1 négyzetméterére óránként 570 liter (150 gallon) víz jusson. Például egy 5700 literes tónál óránként 5700 liter vizet kell a szivattyúnak átfolyatni a szűrőn és a bioszűrő keresztmetszete 1 négyzetméter kell, hogy legyen. (A szűrőanyag vastagsága annak fajtájától függ.)

A nyomás alatt lévő szűrőkben általában nincs elég hely e harmadik baktériumkolónia számára. Ezért ezeknél a tavaknál szinte mindig szükséges az UV szűrő használata. A jól méretezett UV szűrő igen hatékony, de csak a lebegő algáknál. Arra is mutatnak jelek, hogy az UV sugárzás megszünteti, vagy legalábbis lecsökkenti az algaölő baktériumok enzimtermelését.

## Néhány záró jótanács

Vezessünk naplót a tóval kapcsolatos műveletekről (mérési eredmények, kezelések, karbantartások, vízcserék, halak hozzáadása). Ez később sokat segíthet a problémák megoldásában.

Tartsuk a kémiai tesztek tisztán. Rendszeresen tisztítsuk ki a méréshez használt fiolákat (az öblítés nem elég). A vásárolt tesztekre írjuk rá a vásárlás dátumát, és - ha a csomagoláson más nem szerepel - a folyadék alapúakat egy évnél, a tabletták és por alapúakat két évnél tovább ne használjuk. Alaposan gondoljuk meg, mielőtt bármilyen anyagot juttatunk a tóba. Ismerjük tavunk pontos kapacitását és kezelés esetén gondosan mérjük ki az adagokat. Tartsuk észben, hogy általában jobb nem csinálni semmit, mint kémiailag kezelni a vizet, különösen ha nem vagyunk biztosak benne, hogy probléma van a vízzel. Több hal pusztul el helytelen gyógyszeres és kémiai kezelésektől, mint ammóniamérgezésből.

Legtöbbször a kezdődő probléma első jelei a halakon vehetők észre. Ha megváltozik viselkedésük, itt az ideje elővenni a vízteszteket. Mivel egyébként is a halak figyelése a legjobb dolog egy tóban, ne mulasszunk el rendszeresen eltölteni egy kis időt halainkkal, hogy megismerjük őket.

## Hasznos váltószámok

1 font = 16 uncia (oz) = 454 gramm

1 gallon = 4 quart = 8 pint = 128 uncia

1 gallon = 3.79 liter (amerikai)

1 evőkanál = 3 teáskanál

1 teáskanál = 5 ml = 110 csepp (függ a csepegtetőtől)

1 font/100 gallon = 1200 ppm = 1.20 ppt = 0.120 %

1 köbinch = 0.00433 gallon = 0.0164 liters = 16.4 ml

1 liter (l) = 1000 milliliter (ml) = 0.001 köbméter = 0.264 gal = 61.0 köbinch

1 liter/óra = 1.02 köbinch/perc

1 ml víz = 1 gramm = 1 köbcéntiméter

1 kilogramm (kg) = 1000 gramm (g) = 1000000 milligramm (mg) = 2.20 font

1 százalék (%) = 10 ezredrész (ppt) = 10000 milliomodrész (ppm)

1 ppm = 1 mg/l = 1 font/120,000 gallons = 1 uncia/7500 gallons = 1 g/1000 l