

Toxinok

A toxinok toxikus hatású kis molekulák, peptidek vagy proteinek, amelyeket élőlények (baktériumok, gombák, növények vagy állatok) termelnek, de lehetnek rekombináns vagy szintetikus molekulák is. A sejtek, szövetek enzimjeivel, sejtreceptoraival kapcsolatba lépve képesek betegséget vagy akár halált is okozni [4].

A baktériumok által termelt toxinok komoly veszélyt jelentenek az egészségre, gondoljunk csak a *Clostridium tetani* által termelt tetanusz toxinra. Ezek jellemzően a mikroorganizmusok szervezetbe jutásával vagy az általuk fertőzött élelmiszereken keresztül jutnak az emberi szervezetbe. A baktériumokhoz hasonlóan, számos gombafaj (penészgombák) is képes toxint termelni, ezeket együttesen *mikotoxinoknak* nevezzük, ezek közül sok gomba az élelmiszereken nő, és azok fertőződését okozzák, mint például a gabonaféléken a fuzárium- és aflatoxinok, amelyek karcinogének, nagyobb mennyiségben akár halált is okozhatnak. A mikotoxinokat sokat vizsgálták élelmiszer-biztonsági szempontból, azonban kevés ismeretünk van sorsukról a környezetben. Egyes szakemberek környezeti szennyezőnek tekintik a gombatoxinokat, azonban jelenleg még nagyon kevés információ áll rendelkezésre, hogy vízi környezetben milyen potenciális hatások lehet, így részletezésükre nem térünk ki.

Ezzel szemben a vízi környezetben megjelenő cianotoxinokról sok információ áll rendelkezésünkre, és jelenlétük komoly következményekkel jár.

A cianotoxinok sorsa a környezetben

A *cianotoxinokat* a cianobaktériumok, vagy más néven kék-zöld algák termelik. A cianobaktériumok fotoszintetizáló baktériumok, amelyek fontos elsődleges termelő szervezetek a vízi környezetben. Tápanyagdús közegben más eukarióta algákkal együtt tömeges elszaporodásra képesek, ami az ún. *algavirágzás* jelenségét eredményezi. Az édesvizekben jellemzően a cianobaktériumok dominálnak, míg a tengeri virágzásokhoz elsősorban az eukarióta algák köthetők. Az algavirágzás sokszor kiömlött festékhez hasonlító, összefüggő foltokat alkot a vízfelszínen, sötétben pedig lumineszcens fényt bocsát ki [178].

A cianobaktériumoknak fontos szerepük van az ökoszisztémában, a földi élet megjelenésében, az őseik által termelt oxigén tette lehetővé a magasabb szerveződési szintű élőlények kialakulását. Túlzott elszaporodásuk viszont ökológiai és egészségügyi következményekkel jár. A cianobaktériumok a cianotoxin-termelés mellett rontják az ivóvíz organoleptikus tulajdonságát, kellemetlen íz- és szaghatást okozhatnak, a víztisztítók hatásfokának csökkentését is eredményezhetik.

A cianotoxinok számos, egymástól szerkezetileg és hatásukat tekintve is eltérő vegyületet jelentenek. Egyetlen faj több cianotoxint is termelhet egyidejűleg.

A cianobaktériumok növekedését számos fizikai-kémiai tényező befolyásolja [179]:

- fényviszonyok,
- áramlás,
- hőmérséklet,
- vízoszlopon belüli keveredés,
- pH,
- tápanyag-koncentráció, elsősorban foszfor és nitrogén.

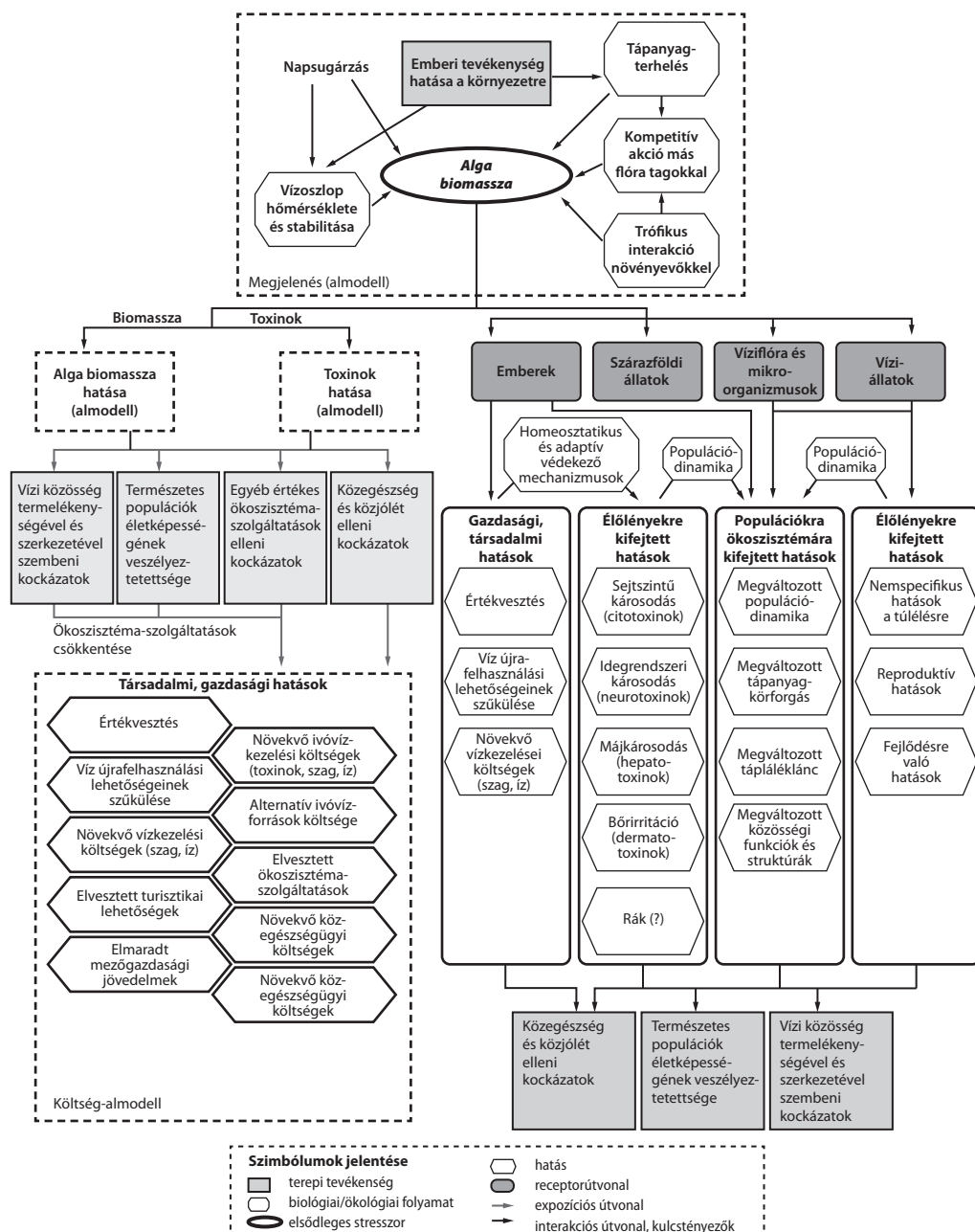
A szennyvíztisztítókból és a mezőgazdasági területek lefolyásaiból származó tápanyag-utánpótlás sok esetben eredményez algavirágzást, amely kagylómérgezéssel, halpusztulással jár, a haszonállatok és vadállatok elhullását is eredményezheti, valamint emberi megbetegedéseket és halált is okozhat. Éves szinten 50–500 ezerre tehető a mérgezések száma, ebből globálisan 1,5% a halálozási ráta [178]. Az emberi szervezetbe közvetlenül vagy közvetve kerülhet cianotoxin. Közvetlenül jellemzően fertőzött ivóvíz fogyasztásával jut a szervezetbe, míg közvetve a bioakkumuláció vagy biomagnifikáció révén felgyülemlett toxint tartalmazó élőlény elfogyasztása révén. A leggyakoribb algatoxinokat az 5. táblázat foglalja össze.

5. táblázat: Néhány jellemző cianotoxin és hatásuk [178, 179]

Toxin	Termelő fajok	Hatás
Mikrocisztinek	<i>Anabaena</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Oscillatoria</i> (<i>Planktothrix</i>), <i>Nostoc</i> , <i>Anabaenopsis</i>	Hepatotoxinok, potenciális karcinogén.
Nodularinok	<i>Nodularia spumigena</i>	A vesében, a szívben, az ivarmirigyekben, az emlősök és a halak izomzatában, a vízi gerinctelenek lábszöveiteiben halmozódnak fel.
Anatoxinok	<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Anabaena planktonica</i> , <i>Aphanizomenon spp.</i> , <i>Cylindrospermum</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Oscillatoria</i>	Neurotoxin, neuromuszkuláris gátlást okoz.
Cilindrospermopszin	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Umezakia natans</i> , <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> , <i>Raphidiopsis curvata</i> , <i>Anabaena bergii</i> , <i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	Hepatotoxin, de káros a vesére, lépre, timuszra és a szívre is, potenciálisan mutagén és karcinogén.
Szaxitoxinok	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Planktothrix</i>	Neurotoxin, a Na-csatornát blokkolja. Bénulásos kagylóméreg.

A cianotoxinok hatása a környezetre és az egészségre

A cianotoxinok környezetre, az egészségre és a társadalomra gyakorolt hatását a 10. ábra foglalja össze.



10. ábra: Mérgező algavirágzások komplex hatása az élővilágra, az egészségre és a társadalomra. Készítette: Vasas Gábor [178] alapján

Fejezetzáró kérdések

1. Mit értünk toxin alatt, melyek a csoportjai?
2. Jellemezze a cianobaktériumokat!
3. Mutassa be a leggyakoribb cianotoxinokat és hatásukat!
4. Milyen káros következményei lehetnek az algavirágzásnak az élővilágra és az egészségre?