

# Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

156. évf. 12. sz.

2025. DECEMBER

ÁRA: 1450 Ft

Előfizetőknek: 1350 Ft



AMIKOR A HORGÁSZAT TÚLTÁPLÁLJA A TAVAT

## Etető vagy terhelő?

Mi lehet a szabadidős célú horgászatból származó tápanyagbevétel szerepe a Balaton eutrofizációjában?

Erre a kérdésre adhat választ a tóban kimutatható foszfor- és nitrogénformák kvantitatív vizsgálata.

Cikkünk a rekreációs horgászat lehetséges környezeti hatásait veszi számba.

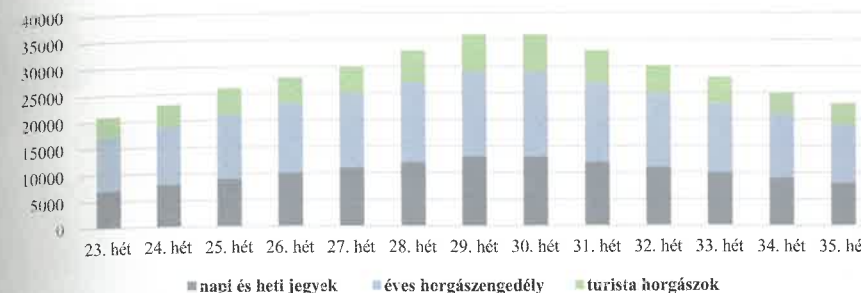
A Balatont, Közép-Európa legnagyobb édesvízi tavát túlnyomórészt szabadidős tevékenységekre, többek között horgászatra használják. Az elmúlt években a horgászati tevékenységek folyamatosan nőttek, a nyári hónapokban a becslések szerint 20 000–35 000 horgász időzik a parton. A Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) jelenleg több mint 1 millió tagot számlál. Annak ellenére, hogy a statisztikai adatok a horgászati tevékenység növekedésére utalnak, a tó vízminőségére gyakorolt hatásairól csak korlátozott adatok állnak rendelkezésre, ami a jelen projekt indoka. Az eredeti hipotézis szerint a horgászok jelentősen hozzájárulhatnak a tó ökoszisztémájának ökológiai integritását veszélyeztető tápanyagterheléshez. Ez elsősorban a haleledek széleskörű, gyakran szabályozatlan használatának köszönhető, mind helyi, mind globális szinten. Ezen etetőanyagok olyan tápanyagokat juttatnak a vízi környezetbe, mint a foszfát, nitrát, nitrit és ammónium, amelyek az édesvízi rendszerekben az algavirágzás és az ökológiai állapotromlás okozói. A célzott vizsgálatok hiánya miatt azonban továbbra is bizonytalan, hogy ezek a táplálékok milyen konkrét hatást gyakorolnak. E kutatás célja, hogy számszerűsítse a növényi tápanyagok kibocsátását haleledelekből, amelyek általában szénhidrát alapúak. A laboratóriumi kísérleteket a Balaton vízből és a kiválasztott etetőanyagokból álló szuszpenziókkal vizsgáltuk, amelyek valós horgászati gyakorlatot tükröző arányokban készültek.

A koncentrációkat, beleértve a foszfát-, nitrit-, nitrát- és ammóniumionokat is, spektrofotométer segítségével határoztuk meg. A kapott adatokat ezt követően összehasonlítottuk más analóg vizsgálatok eredményeivel.

Az édesvízi tavak eutrofizációja káros hatással van az ökoszisztémára és a vízminőségre. Ez a probléma elsősorban a foszforból és nitrogénből álló túlzott növényi tápanyagterhelés miatt jelentkezik, ami a fotoszintetizáló szervezetek, például az algák túlszaporodásához vezet.

A Balaton, napjainkban 600 km<sup>2</sup>-es felületével Közép-Európa legnagyobb sekély édesvízi tava. A tó vízminőségét és ökoszisztémáját nagyban befolyásolja a geológia, az éghajlat és a környező vízgyűjtő terület. Az 5 174 km<sup>2</sup>-es vízgyűjtő terület olyan jelentős folyókat foglal magában, mint a Zala, amely döntő szerepet játszik a tó tápanyagellátásában.

A vízgyűjtő-gazdálkodási terv, amelyet az Európai Unió vízügyi keretirányelv (VKI) ír elő, a víztestek, köztük a tavak, folyók és felszín alatti vizek ökológiai és kémiai állapotának fenntartását és javítását tűzi ki célul. A program a szennyezés csökkentésére, a víz-készletekkel való fenntartható gazdálkodásra, az ár-vizek és aszályok kezelésére, valamint a biológiai sokféleség megőrzésére összpontosít. A Balaton állapota jónak minősül, eutrofizációs szintjét jól kezelik, tápanyagkoncentrációja pedig kiválóan tekinthető (Magyarország Vízgyűjtő-gazdálkodási terve 2015). A tó



1. ábra. Balatoni horgászok száma csúcscsúszszezonzban (júniustól augusztusig)

azonban még mindig eutrofizációs kockázatokkal néz szembe, emellett a horgászatot a vízgazdálkodási terv népszerű tevékenységként emeli ki.

A Balaton rekreációs és turisztikai célú használata prioritás, így a tó körüli horgászat az utóbbi években egyre népszerűbbé vált. Számokban kifejezve ez azt jelenti, hogy 2020-ban, a COVID-19 járványt követően a MOHOSZ adatai szerint a regisztrált horgászok száma Magyarországon meghaladta a 750 000 főt. A Balaton körüli horgásztevékenység jelentős, mintegy 50 helyi horgászegyesület, valamint további egyesületek tevékenykednek a régióban, amelyek mind a Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) felügyelete alatt állnak. Az eladott horgászjegyek száma is folyamatosan emelkedik. A terület évente 50 000-70 000 horgászjegyet ad ki, amelyek között különböző típusok, például éves, heti, napi és regionális engedélyek is vannak. Évente horgászversenyeket rendeznek a tavon, mint például a Nemzetközi Balatoni Pontyfogó Kupát, amely évente 900-1 200 résztvevőt vonz. A júniustól augusztusig tartó főszezonzban hetente 20 000-35 000 horgász látogatja a partszakaszokat (1. ábra), ez a szám a szezonon kívüli hónapokban, tavasszal és ősszel kevesebb. Népszerű horgászhelyek közé tartozik Siófok, Balatonboglár, Fonyód és a tihanyi móló, bár a horgászat a tó egész területén zajlik.

Hazánkban sokféle horgászmodszert létezik, de a legtöbben a fenekező vagy úszós horgászatot alkalmazzák. Az etetőanyagokra pedig azért van szükség, hogy a halakat odacsalják a horoghoz. A haleledeket sokféleképpen lehet csoportokba sorolni: édes és sós, halliszt, magvas és szemes. A haltápok kiválasztása egyéni preferencia vagy szezon alapján történhet.

### Minimodellek a természet szolgálatában

Az akvarisztikában kisebb mikrokörnyezetben volt lehetőségem első kézből megfigyelni az algásodás kialakulásához hozzájáruló fizikai és kémiai környezeti tényezőket, mint például a fényviszonyokat, hőmérsékletet, vízxigényszintet, valamint a foszfát és nitrát,

nitritek jelenlétét, hiszen jelentős részét képezi ezen hobbinak a víz paramétereinek folyamatos ellenőrzése, valamint azok vizsgálata. Emellett saját tapasztalataim közül kiemelném érdekességgé azt a szintén pelletnek nevezett etetőanyagot, melyet akkor használunk, ha valamiért egy pár napig, esetleg egy hétig nincs lehetőségünk minden nap etetni a halainkat. Ez a kis pellet a horgászatban használt etetőanyaghoz hasonló összetevőkből készül, így tehát nem meglepő, hogy akvarisztikai környezetben ugyanolyan algásító hatást fejt ki, mint a kutatásban vizsgált etetőanyagok. Ez a felfedezés szorosan összekapcsolható és ezzel alátámasztja a kutatás eredményeit, valamint felvet további kérdéseket. Például azt, hogy vajon az akvarisztikán keresztül csupán egy akváriumban ki tudunk-e fejleszteni olyan innovatív megoldásokat, amelyek alkalmazhatóak a Balaton víztestének algáktól való megtisztítására, úgyhogy ekképpen modellezést alkalmaztunk a megfelelő paraméterek segítségével.

### AKVARISZTIKAI TAPASZTALATOK A KUTATÁS HÁTTÉRÉBEN

E cikk szerzője évekig szíamí harcoshalakat, majd mexikói törperákákat tartott otthoni akváriumában. Az akvarisztika során az elsődleges kihívások, amelyekkel találkozott, a vízminőséggel és a víztartályon belüli algásodással voltak kapcsolatosak. Többek között emiatt választotta ezt a témát Tudományos Diákköri munkájához. Szenvedélye a környezettudatosság, fenntarthatóság és a klímaváltozás problémái, valamint a hidrobiológia, de érdeklik még a nemzetközi tanulmányok is. Akvarisztikai megfigyelései során azt tapasztalta, hogy az etetőanyagok még kis vízterekben is érezhető tápanyag-felszabadulást és algásodást idézhetnek elő. Ez a felismerés adta az ötletet ahhoz, hogy összefüggéseket keresen, valamint a Balaton esetében is megvizsgálja, milyen mértékben járulhat hozzá a rekreációs horgászat a tó tápanyagterheléséhez és eutrofizációs folyamataihoz.

### Meghatározott koncentráció

A kísérlet során modellező megközelítést alkalmaztunk a tó vízében lévő haleledel koncentrációjának becslésére. Egy tipikus etetési forgatókönyvet szimuláltunk,



ahol egy 20 kilogrammos vödörnyi, 10 kilogramm száraanyag-tartalmú etetőanyagot öntünk bele a 14 köbméteres vízoszlopba.

Bár 20 kilogrammos vödört használtuk standardként, az etetési gyakorlatban más különböző eszközöket is használhatnak, beleértve a 20-30 kilogramm haleledelt tartalmazó vödröket, kisebb csalikosarakat és konténereket. E gyakorlatok alapján a kísérleti koncentráció létrehozásához 0,02 gramm őrölt csalit és 100 milliliter tóvizet mértünk be, ezzel kialakítva a megfelelő 0,2 g/l szuszpenziót.

### Laboratóriumi munka

Ellenőrzött laboratóriumi körülmények között végeztünk kioldódási vizsgálatokat a tápanyag-felszabadulás felmérése céljából. Minden egyes kísérletben 0,02 g halelést szuszpendáltunk 100 ml Balaton-vízben és hőszabályozott, elsötétített kamrában inkubáltuk mintáinkat. Az inkubációt követően spektrofotometriás elemzéssel meghatároztuk az ammónium-, foszfát-, nitrát és nitrít koncentrációját.

Minden egyes ioncsoporthoz naponta vak kontroll-mintákat készítettünk, kizárólag a reagensek és ioncserélt víz felhasználásával, amelyek a zavaró anyagok

hiányának igazolására szolgáltak a kolorimetrikus válasz hiánya révén. Az abszorbanciaméréseket ionspecifikus hullámhosszon végeztük, szabványosított protokollok szerint. A minták elszíneződése, amely a felhasznált reagenssel változott, arányos volt a tápanyagkoncentrációval. A megbízható leolvasás biztosítása érdekében a nagy zavarosságú vagy a sötét elszíneződésű minták esetében szűrést vagy hígítást alkalmaztunk.

### Mérési eredmények

A tanulmány célja annak vizsgálata volt, hogy az eutrofizáció közvetlen okaként azonosítható-e az etetőanyag-használat. A kutatási kérdés megválaszolás érdekében kioldási kísérleteket végeztünk etetőanyag-szuszenziókkal egy négynapos mérési időszak alatt. A minták foszfát-, ammónium-, nitrít- és nitrátkoncentrációját spektrofotométerrel állapítottuk meg. A mérések során kapott eredményeket diagramok formájában mutatjuk be.

### Kioldódási dinamikák

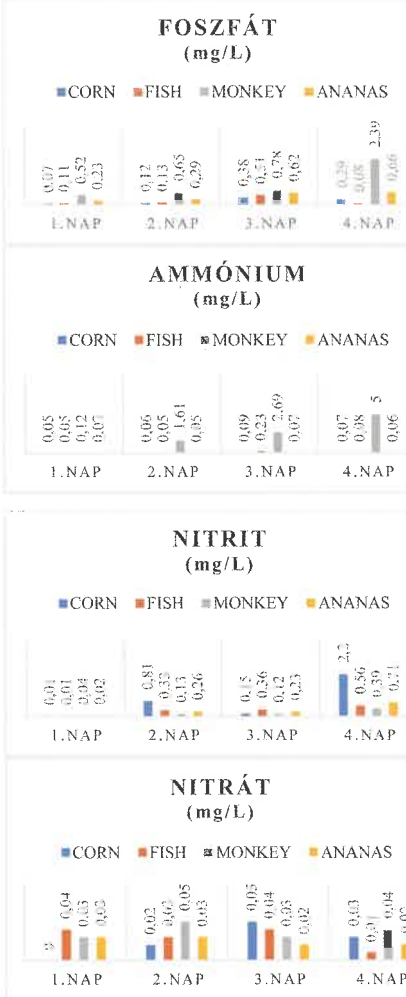
A grafikonok jól szemléltetik a vizsgált haltápokból kioldódott foszfát-foszfor, valamint a teljes szerves-nitrogénmennyiséget. Legfőképpen a MONKEY és

ANANAS etetőanyagok kioldódási dinamikája figyelemre méltó, hiszen mindkettőnél kijelenthető az, hogy jóval nagyobb mennyiségű foszfort és szerves-nitrogént juttatnak a környezetbe a vizsgált 4 napos időszak alatt. Ezen kívül sem a MONKEY, sem az ANANAS etetőanyagból nem értük el a platót, vagyis a maximális kioldódási szintet, amely indokolja a megfigyelési időszak kiterjesztését. Ennek ellenére a jelenlegi adatok már most is jelentős betekintést nyújtanak a vizsgált problémába. Ezen túlmenően az eredmények alapot nyújtanak a horgászathoz használt etetőanyagokból felszabaduló foszfor és a teljes szerves-nitrogén mennyiségének megbízható becsléséhez, amely információt nyújt a rekreációs horgászat okozta tápanyagterhelésről. A már említett megnövekedett kibocsátások összefügghetnek az adott haleledelben található szénhidrát típusával és más olyan összetevőkkel, amelyek befolyásolhatják a nitrogén felszabadulásának sebességét vagy mértékét. A diffúz kioldódás lehetőségét is figyelembe vettük. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy hosszabb megfigyelési időszakra van szükség a kioldódási dinamika megértéséhez.

### Megoldási javaslatok

Az adatok értelmezésénél fontos figyelembe venni, hogy az eredményeket megbízható laboratóriumi műszerek használatával kaptuk, ami szilárd alapot biztosít a későbbi számításokhoz.

Bár az első diagram azt indikálja, hogy a horgászok számának ésszerű becslése 25 000 fő lenne, azonban végül a 30 000-es számot választottuk átlagként. Ez a



2. ábra. Mérési eredmények

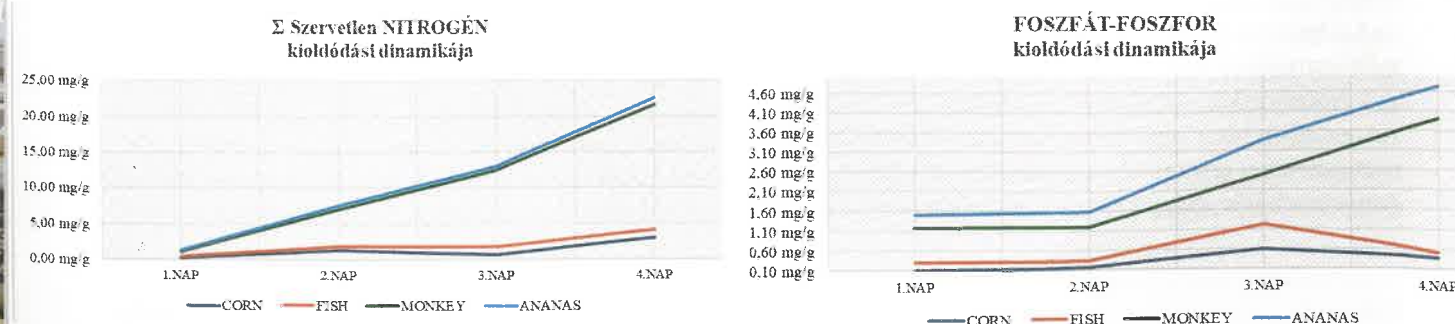
magasabb becslés valószínűleg pontosabb képet ad a heti horgásztevékenységről. Figyelembe véve más adatokat, valamint azt, hogy a legtöbb forrás jócskán alulbecsüli a tényleges számokat, mivel viszonylag kevés nyilvános statisztika áll rendelkezésre a MOHOSZ-adatbázisokból, ezért más statisztikai adatokra kellett támaszkodnunk a horgászok számának pontos meghatározásához.

Az eredményekben napi ingadozást figyeltünk meg, a nyári horgászatnak tulajdonítható foszforkibocsátás hónaponta 1,37 és 4,25 tonna közötti. Az összes szerves-nitrogén esetében a becsült bevétel 1,21 és 20,32 tonna között mozog. Ez a széles tartomány elsősorban a MONKEY etetőanyagban megfigyelt állandóan magas ammónium-kibocsátásnak köszönhető. Ennél a haleledelnél többször is megismételtük a méréseket és ezen minták hígítására is szükség volt, hiszen az emelkedett ammónium- és foszfátszintekből eredő intenzív elszíneződés korlátozta a mérőeszköz működését.

### Az eredmények összehasonlítása

A megállapítások validálása érdekében összehasonlítást végeztünk egy hasonló, bár kevésbé kiterjedt kutatással. Az eredményeink nagyjából összhangban voltak, azonban jelen tanulmány kissé magasabb értékeket mutatott, ezek a különbségek valószínűleg az etetőanyag típus vagy a mérési technikák eltéréseire vezethetők vissza. Bár korlátozott információ áll

3. ábra. Foszfát és Σ szerves-nitrogén kioldódási diagramok



| Kutatási eredmények       |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Oldott foszfor mennyisége |                          |
| tonna/ év                 | 10,12 tonna              |
| tonna/<br>3 hónap         | becsült átlag 2,53 tonna |

4. ábra. Etetőanyagokból származó foszforterhelés meghatározása

rendelkezésre Dr. Istvánovics Vera kutatásáról, amely a Balatoni Limnológiai Kutatóintézethez kötődik. A kutató arról számolt be, hogy évente több mint 2 000 tonna haltáp kerül a Balatonba, a közzétett adatok szerint ez körülbelül 8 tonna foszfor, amely a tó teljes éves foszforterhelésének mintegy 3%-át teszi ki. A horgászati tevékenységeknek tulajdonítható nettó foszforterhelés a becslések szerint évi 4,8 tonna. Ez az érték figyelembe veszi a halbetelepítéssel kapcsolatos bevitelket, valamint a horgászattal és a haltetek eltávolításával járó kibocsátásokat. A Balaton teljes foszforbevitelét pedig körülbelül évi 165 tonnára becsülte. Továbbá véleménye szerint a halak beetetése ennek az értéknek akár 10%-át is kiteheti. Tanulmánya azonban nem foglalkozott a nitrogénkibocsátások kérdésével.

### Megoldások és beavatkozási lehetőségek

A legújabb fejlesztések közé tartozik egy többkomponensű adalékanyag kifejlesztése a MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete által, a Timár Mix Kft-vel együttműködve. Ezt az adalékanyagot úgy tervezték, hogy fokozza a halak anyagcseréjét, miközben csökkenti a szabad ammónia és a hidrogén-szulfid felszabadulását, valamint ezzel potenciálisan mérsékli az algavirágzást. A fejlesztések ígéretes lehetőséget kínálnak a szabadidős horgászat környezeti hatásainak minimalizálására. Ezen fejlemények fényében a tanulmány az ilyen adalékanyagok jövőbeni tesztelése mellett érvel, de ezenfelül szabályozási intézkedéseket javasol. Például az etetőanyag-használat korlátozását, amelyet egyes magyarországi magánhorgásztavaknál már alkalmaznak a fenntartási költségek és a környezetszennyezés csökkentésének érdekében.

A horgászokat, különösen a nagyszabású horgászversenyeken részt vevő fiatalokat célzó oktatási kezdeményezéseket szintén elengedhetetlennek látjuk. A tápanyagterhelés mérséklésének érdekében fontosnak

tartjuk az olyan alternatív horgászmodszerek népszerűsítését, melyekhez nem szükséges etetőanyagot használni.

Összefoglalva, a jelenlegi tanulmány eredményei ráerősítenek a szabadidős horgászattal kapcsolatos aggályokra. Különösen a növekvő turizmussal, az etetőanyagok jelentős ökológiai kockázatot jelentenek a Balatonra nézve. El kell ismernünk, hogy a horgászati tevékenységekből származó szerves nitrogén- és foszforbevitel kétségkívül hozzájárul a tóban kialakuló eutrofizációs folyamathoz.

Az eredmények tehát azt mutatják, hogy a halak beetetése hetente körülbelül 0,11-0,35 tonna foszforral járul hozzá, ami egy három hónapos időszak alatt 1,37-4,25 tonna halmozott foszforbevitelnek felel meg. A szerves nitrogénvegyületek esetében a heti hozzájárulások 0,10 és 1,69 tonna között mozognak, ami ugyanezen időszak alatt 1,21 és 20,32 tonna közötti összbevitelt eredményezett. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a szabadidős horgászat a korábban feltételezettnél jelentősebb szerepet játszhat a Balaton eutrofizációjában.

Nagy szükség van a széleskörű nyilvánosság és lakosság tájékoztatására, a horgászok tudatosságára és tanítására, valamint alternatív, ökológiailag fenntartható horgászati gyakorlatok alkalmazására az édesvízi ökoszisztémák tápanyagdúsulásának mérséklése érdekében.

KOVÁCS ROZINA SÁRA

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, a Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszéken belül, intézményi támogatással valósult meg. Külön köszönet illeti mentoromat, Musa Ildikó tanárnőt. A laboratóriumi méréseket elsősorban önállóan végeztem, Horváth Enikő irányításával, aki segített az itt felmerülő kihívások leküzdésében.

(Tudományos Diákköri Kutatás 2024)

BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék  
Konzulensek: Patziger Miklós és Musa Ildikó)

### IRODALOM

- Istvánovics Vera: Az etetőanyagok használata valóban felelős lehet az algásodásért? (Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, 2021)  
Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási terve (2015)  
Nemcsak a halaknak, hanem a környezetnek is jó ez az új csali? MATE Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete és Timár Mix Kft. (2021)