

Ifjúsági sarok

A Hidrológiai Közlöny elkötelezett a szakemberek következő generációjának nevelésében. Ennek a küldetésnek a részeként az Ifjúsági Sarok oldalai lehetőséget biztosítanak a középiskolás diákoknak a kutatási eredményeik bemutatására. Arra biztatjuk olvasóinkat, hogy tisztelettel fogadják és támogassák fiatal szerzőinket. Ez a tanulmány a 2025-es Stockholmi Junior Víz Díj magyar versenyére készült.

Egy vödör etetőanyag, egy tó sorsa – Horgászat a Balatonban

A rekreációs horgászatból származó tápanyagbevitel szerepe a Balaton eutrofizációjában: foszfor- és nitrogénformák kvantitatív vizsgálata.

Kovács Rozina Sára¹

¹ XIV Kerületi Teleki Blanka Gimnázium, 1146 Budapest Ajtósi Dürer sor 37. (e-mail: rozinakovacs84@gmail.com)

DOI: 10.59258/hk.20603



Kivonat

Ez a tanulmány a rekreációs horgászat lehetséges környezeti hatásait vizsgálja a Balatonon, Közép-Európa legnagyobb édesvízi taván, amelyet túlnyomórészt szabadidős tevékenységekre, többek között horgászatra használnak. 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 haledelek 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 haledelekből, amelyek általában szénhidrát alapúak. A laboratóriumi kísérleteket 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 eredmények azt mutatják, hogy a halak beetetése hetente körülbelül 0,11-0,35 tonna foszforral adódik hozzá a tó foszformérlegéhez, 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 összebevitt eredményezett. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a szabadidős horgászat a korábban feltételezettnél jelentősebb szerepet játszhat a Balaton eutrofizációjában.

Kulcsszavak

Balaton, rekreációs horgászat, eutrofizáció, etetőanyagok, csali, fenntarthatóság, víztisztaság.

A bucket of bait, the future of a lake – Fishing in Lake Balaton

The role of nutrient inputs from recreational fishing in the eutrophication of Lake Balaton: a quantitative study of phosphorus and nitrogen forms.

Abstract

This study examines the potential environmental impact of recreational fishing on Lake Balaton, the largest freshwater lake in Central Europe, which is predominantly used for leisure activities, including angling. In recent years, fishing activities have steadily increased, with an estimated 20 000 to 35 000 individuals engaging in fishing during the summer months. The Hungarian National Angling Association (MOHOSZ) currently reports its membership exceeding 1 million. Despite statistical evidence indicating a rise in fishing activity, limited data are available concerning its effects on the lake's water quality, thereby prompting this project. The initial hypothesis posited that fish feeders may substantially contribute to the nutrient load that threatens the ecological integrity of lake ecosystems. This is primarily due to the widespread, often unregulated use of groundbait, both locally and globally. Fish feeders introduce nutrients such as phosphate, nitrate, nitrite, and ammonium into the aquatic environment—compounds that are recognized drivers of algal blooms and ecological deterioration in freshwater systems. However, the specific influence of these feeders remains uncertain due to a lack of targeted studies. The objective of this research is to quantify the release of plant nutrients from fish feeders, which are commonly based on corn or fishmeal, along with various additives. Laboratory experiments were conducted using suspensions made from Lake Balaton water and selected fish feeders, mixed in predefined ratios that reflect typical angling practices. Concentrations, including phosphate, nitrite, nitrate, and ammonium ions, were determined by using a spectrophotometer. The data obtained were subsequently compared with findings from analogous studies.

The results demonstrate that fish feeders contribute approximately 0.11 to 0.35 metric tons of phosphorus per week, corresponding to a cumulative input of 1.37 to 4.25 metric tons over a three-month period. For inorganic nitrogen compounds, weekly contributions ranged from 0.10 to 1.69 metric tons, resulting in a total input of 1.21 to 20.32 metric tons during the same duration. These findings suggest that recreational fishing may play a more significant role in the eutrophication of Lake Balaton than previously thought.

Keywords

Lake Balaton, groundbait, recreational fishing, eutrophication, angling, sustainability.

BEVEZETÉS

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 km²-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 km²-es vízgyűjtő terület olyan jelentős folyókat foglal magában, mint a Zala folyó, amely döntő szerepet játszik a tó tápanyagellátásában.

A vízgyűjtő-gazdálkodási terv (VGT), amelyet az EU Víz Keretirányelv (*VKI 2000*) ír elő, egyebek mellett a vizek, köztük a tavak, folyók és felszín alatti vizek ökológiai és kémiai állapotának fenntartását és javítását tűzi ki célul. Magyarország második vízgyűjtő-gazdálkodási tervében (*VGT 2015*) lévő program a szennyezés csökkentésére, a vízkészletekkel való fenntartható gazdálkodásra, az árvizek és aszályok kezelésére, valamint a biológiai sokféleség megőrzésére összpontosít. A Balaton állapota jónak minősül, eutrofizációs szintjét jól kezelik, tápanyagkoncentrációja pedig kiválóan tekinthető (*VGT 2015*). A tó 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 tó körüli horgászat az utóbbi években egyre népszerűbbé vált. Számokban kifejezve ez azt jelenti, hogy 2024-ben, Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) adatai szerint (*MOHOSZ 2024*) a regisztrált horgászok száma Magyarországon meghaladta a 1 000 000 főt. A Balaton körüli horgásztevékenység jelentős, mintegy 50 helyi horgászegyesület, valamint további egyesületek tevékenykednek a régióban, amelyek mind a 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 főszezonban hetente 20 000-35 000 horgász látogatja a partszakaszokat, ez a szám a szezonon kívüli hónapokban, tavasszal és ősszel kevesebb. Népszerű horgász helyek közé tartozik Siófok, Balatonboglár, Fonyód és a Tihanyi móló, bár a horgászat a tó egész területén zajlik.

Hazánkban sokféle horgász módszer létezik, de a legtöbben a fenekedő vagy úszós horgászatot alkalmazzák. Az etetőanyagokra pedig azért van szükség, hogy a halakat odacsálják a horoghoz. A haledeleket sokféleképpen lehet csoportokba sorolni: édes és sós, hallisztes, magvas és szemes. A haltápok kiválasztása egyéni preferencia vagy szezon alapján történhet (*MATE 2021*).

MÓDSZEREK

Meghatározott koncentráció a bemérésekhez

Ebben a tanulmányban modellező megközelítést alkalmaztunk a tó vizében lévő haleledel koncentrációjának becslésére. Egy tipikus etetési forgatókönyvet szimuláltunk, ahol egy 20 kilogrammos vödörnyi, 10 kilogramm szárazanyag-tartalmú etetőanyagot öntünk bele a 14 köbméteres vízoszlopban. Bár a 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 örölt csalit és 100 milliliter tó vizet mérünk be ezzel kialakítva a megfelelő 0,2 g/l szuszpenziót.

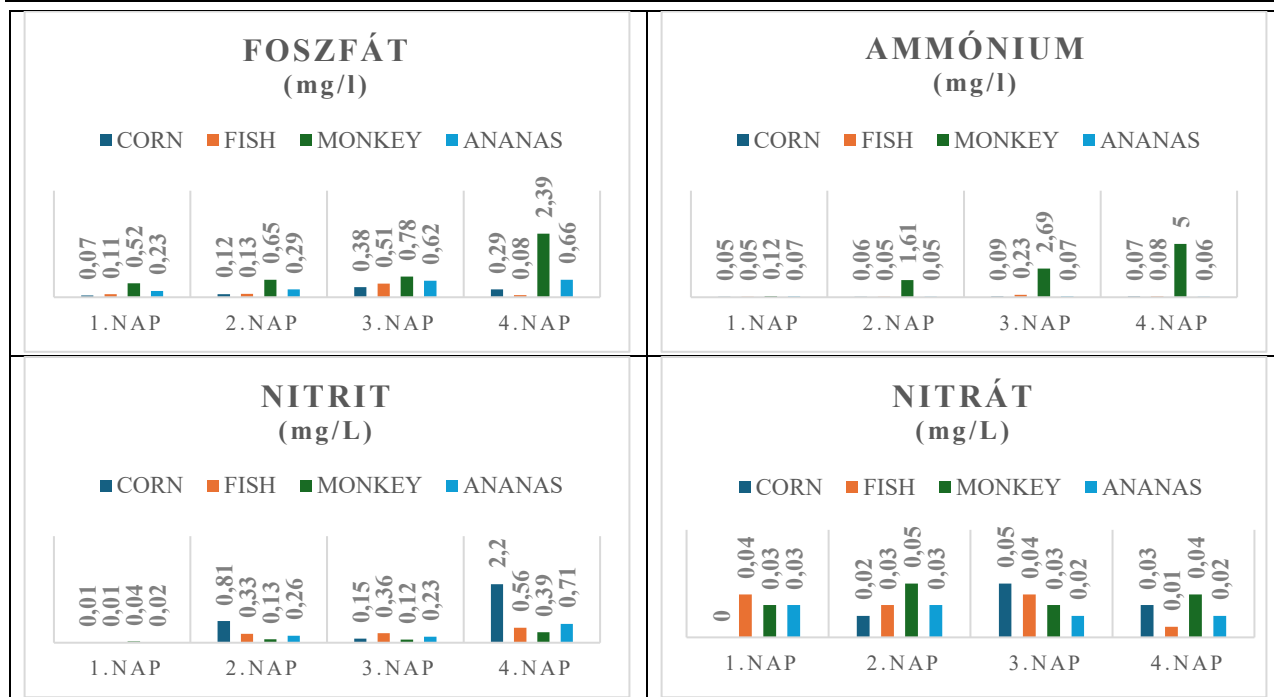
Laboratóriumi munka

Ellenőrzött laboratóriumi körülmények között végeztünk kioldódási vizsgálatokat a tápanyag-fel szabadulás felmérése céljából. Minden egyes kísérletben 0,02 g haleledet szuszpendáltunk 100 ml Balaton-vízben és hőszabályozott, elsötétített kamrában inkubáltuk mintáinkat. Az inkubációt követően spektrofotometriás elemzéssel meghatároztuk az ammónium, foszfát, nitrát és nitrit koncentrációját. Minden egyes ioncsoporthoz naponta vak kontrollmintákat készítettünk, kizárólag a reagensek és ioncserélt víz felhasználásával, amelyek a zavaró anyagok hiányának igazolására szolgáltak a kalorimetrikus válasz hiánya révén. Az abszorbancia méréseket 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.

EREDMÉNYEK

Mérési eredmények

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



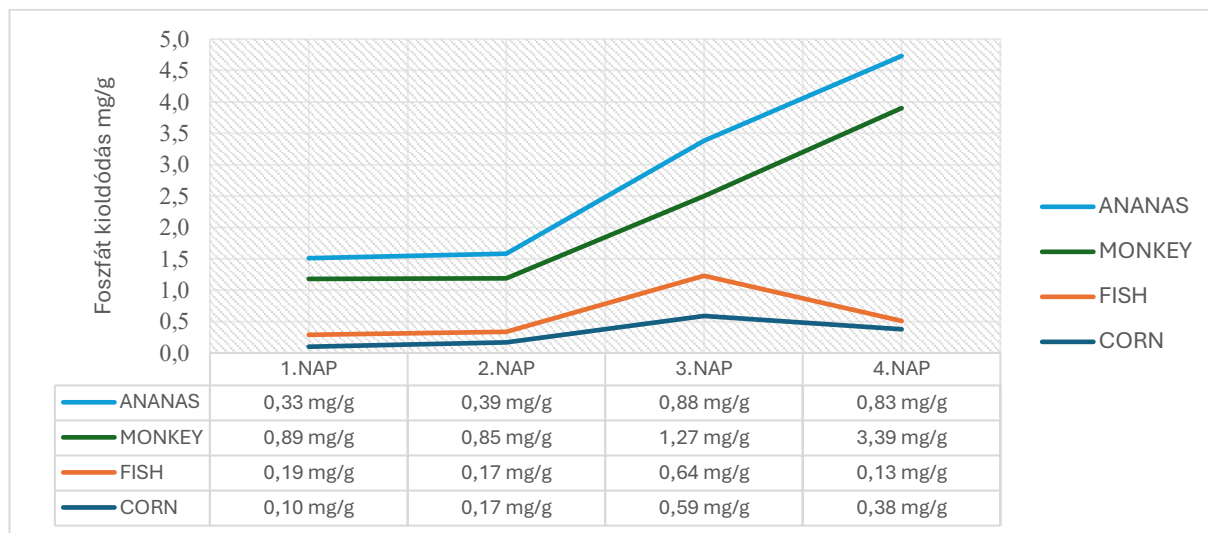
1. ábra. Mérési eredmények a négy féle etetőanyag-szuszpenzió (Corn, Fish, Monkey, Ananas) foszfát-, ammónium-, nitrit- és nitrát koncentrációjáról

Figure 1. Measurement results of the phosphate, ammonium, nitrite and nitrate concentrations of the four types of feed suspension (Corn, Fish, Monkey, Ananas)

Kioldódási dinamikák

Az alábbi grafikon jól szemlélteti az, hogy a MONKEY és az ANANAS haltápok bocsátották ki grammonkénti a legnagyobb foszformennyiséget a vizsgálati időszak alatt. Figyelemre méltó, hogy ezen haleledelek foszforfelszabadulása 4 nap alatt nem érte el a maximumot, ami arra utal, hogy a maximális potenciális felszabadulás még nem valósult meg, és ez indokolja a

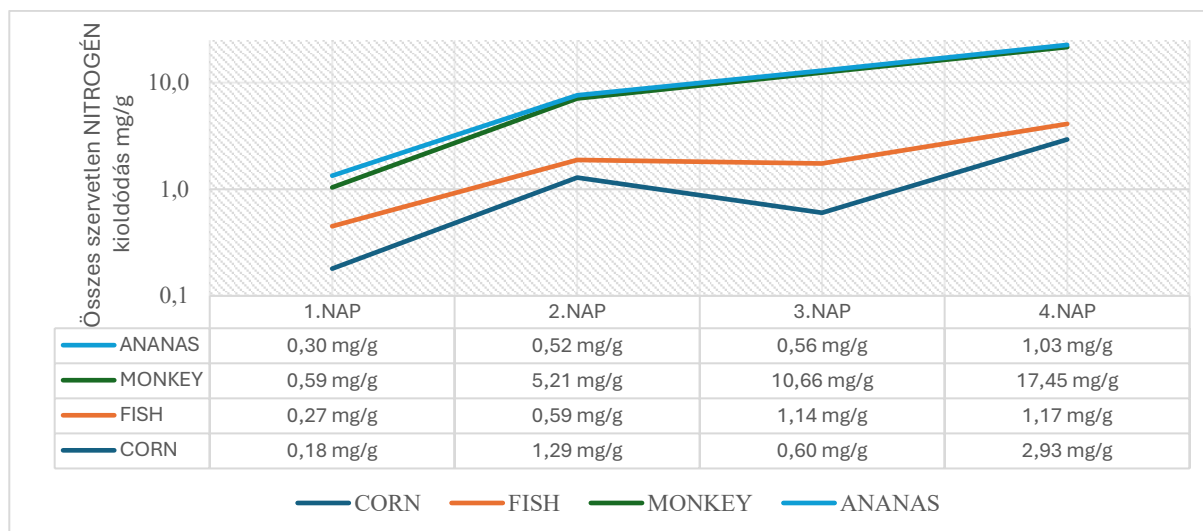
vizsgálati időszak meghosszabbítását. Ennek ellenére a jelenlegi adatok már most is jelentős betekintést nyújtanak a vizsgált problémába. Ezen túlmenően az eredmények alapot nyújtanak a horgászathoz használt etetőanyagokból felszabaduló foszfor és teljes szerves nitrogén mennyiségének megbízható becsléséhez, amely információt nyújt a rekreációs horgászat okozta tápanyag terhelésről.



2. ábra. A haltápok FOSZFÁT kioldódási dinamikája
Figure 2. PHOSPHATE leaching dynamics of fish feeds

Az összes szerves nitrogén meghatározását a nitrogén különböző oxidációs állapotait képviselő ammónium, nitrit és nitrát koncentrációinak összegzésével végeztük. Az eredmények azt mutatják, hogy a MONKEY és az ANANAS etetőanyagok lényegesen nagyobb mennyiségű szerves nitrogént bocsátottak ki, elsősorban nitrit és ammónium formájában, melyhez a nitrát kisebb mértékben járult hozzá. Ez

a megnövekedett kibocsátás összefügghet az adott halelelben 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 időszakokra van szükség a kioldódási dinamika megértéséhez.



3. ábra. A haltápok összes szervetlen NITROGÉN kioldódási diagramja
Figure 3. Leaching dynamics of total inorganic NITROGEN compounds of fish feeds

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS 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 a horgászok heti számának becslése 25 000 fő lenne, azonban végül a 30 000-es számot választottuk átlagként. Ez a nagyobb értéket valószínűsítő becslés pontosabb képet ad a heti horgásztevékenységről.

Az eredményekben napi ingadozást figyeltünk meg, a nyári horgászatnak tulajdonítható havi foszforkibocsátás 1,37 és 4,25 tonna közötti. Az összes szervetlen nitrogén esetében a becsült bevitel havi terhelés 1,21 és 20,32 tonna között mozog. Ez a széles tartomány elsősorban a MONKEY etetőanyagban megfigyelt állandóan magas ammóniumkibocsátásnak 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.

1. táblázat. Etetőanyagokból származó foszfor terhelés meghatározása
Table 1. Determining the phosphorus load from groundbait

Oldott foszfor mennyiség	
tonna/ év	10,12 tonna
tonna/ 3 hónap	becsült átlag 2,53 tonna

DISZKUSSZIÓ

Az eredmények összehasonlítása

A megállapítások validálása érdekében összehasonlítást végeztünk egy hasonló, bár kevésbé kiterjedt kutatással (*Agroinform 2021*). 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 rendelkezésre Dr. Istvánovics Vera véleményéről, amely a Balatoni Limnológiai Kutatóintézethez kötődik (*Szarvas 2021*). 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 tő 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 bevitelt, 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 nitrogén kibocsátások kérdésével (*Agroinform 2021*).

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 (*MATE 2021*). 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 horgásmódszerek 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 foszfor bevitel kétségkívül hozzájárul a tóban kialakuló eutrofizációs folyamathoz.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ez a tanulmány számszerűsíti a szabadidős horgászati gyakorlat hozzájárulását a Balaton, Közép-Európa legnagyobb édesvízi tavának tápanyagterheléséhez. A partmenti horgásztevékenység növekedésével és a haleledek elterjedt használatával kapcsolatban aggodalmak merültek fel az eutrofizációs folyamatok serkentését illetően.

Megbízható adatok szolgáltatása érdekében ellenőrzött laboratóriumi kísérleteket végeztünk a Balatonból származó vízzel, amelyet különböző típusú etetőanyagokkal kevertünk a tipikus használatra jellemző koncentrációban. A tápanyagkoncentrációkat - beleértve a foszfátot, nitrítet, nitrátot és ammóniumot spektrofotometriás módszerekkel mértük. Az eredmények azt mutatják, hogy ezek a haleledek jelentős mennyiségű tápanyagot juttatnak a vízi rendszerbe. A becsült foszfor bevitel a 0,11 és 0,35 tonna között változik hetente, ami 1,37 és 4,25 tonnának felel meg a vizsgált három hónapos időszak alatt. A szerves nitrogén bevitel pedig 0,10 és 1,69 tonna között változik hetente, ez akár 1,21 és 20,32 tonna is lehet a nyári hónapokban.

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a szabadidős horgászat jelentős forrása a foszfor- és szerves nitrogén-kibocsátásnak, amely jelentősen hozzájárul az eutróf állapotok kialakulásához és azok fokozódásához a Balatonban. A tanulmány hangsúlyozza, hogy szükség van a széleskörű nyilvánosság és lakosság tájékoztatására, a horgászok tudatosságára fejlesztésére, valamint alternatív, ökológiailag fenntartható horgászati gyakorlatok alkalmazására az édesvízi ökoszisztémák tápanyagdúsulásának mérséklése érdekében.

A SZERZŐ



KOVÁCS ROZINA SÁRA a Budapest XIV. Kerületi Teleki Blanka Gimnázium tanulója. Évekig sziámi harcoshalakat, majd mexikói törperákokat 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 és a klímaváltozás problémái, valamint a hidrobiológia, de érdekli még a diplomácia is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

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

A kutatás a Tudományos Diákköri Kutatás 2024 keretében, a BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék támogatásával folyt. Konzulensek: Patziger Miklós és Musa Ildikó.

IRODALOMJEGYZÉK

Agroinform (2021). Rossz hírt kaptak a horgászok: az etetőanyagok használata valóban felelős lehet az algásodásért. <https://www.agroinform.hu/kornyezetvedelem/rosszhirt-kaptak-a-horgaszok-az-etetanyagok-hasznalata-valoban-felelos-lehet-az-algasodasert-49371-001>

MATE (2021). Nemcsak a halaknak, hanem a környezetnek is jó ez az új csali - Agroinform.hu

MOHOSZ (2024). A legnagyobb baráti társaság: 1 millió horgász Magyarországon. <https://nyito.mohosz.hu/index.php/szovetseg/19-kozlemenyek/629-a-legnagyobb-barati-tarsasag-1-millio-horgasz-magyarorszagon>. Letöltés: 2025. 07. 24.

Szarvas Zs. (2021). A kutatók szerint a foszforos csali árt a tónak: haltáp mérgezi a Balaton vizét. <https://www.blikk.hu/aktualis/belfold/foszfor-csali-mergezes-balaton-viz/z4w9cq8>

VGT (2015). Magyarország Vízgyűjtő-gazdálkodási terve VIZEINK.HU – VGT Tájékoztatás és Társadalmi Konzultáció

VKI (2000). Víz Keretirányelv. Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelv (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról http://www.euvki.hu/docs/VKI_en_hu_hivatalos_20040901.pdf