

SZERNYE FELSZÍNI ÉS KÚTVIZEINEK BIOLÓGIAI VIZSGÁLATA*

BERNÁT NIKOLETT

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, IV. évf. biológia szakos hallgató

A biológiai vízminőség megállapításához a felszíni vizek esetében flórafelmérést, a kútvizek esetében pedig csíranövénytesztet végeztünk.

Egy adott helyszín ökológiai állapotát tökéletesen tükrözi a növényvilág, hisz bármilyen negatív változásra reagálnak, segítségükkel kimutatható az esetleges szennyeződés. A fajlistából arra a következtetésre jutottunk, hogy a felszíni vizek szervesanyag-tartalma magas, tehát eutrofizációs folyamatok zajlanak bennük.

A csíranövényteszt segítségével betekintést nyertünk a kutak vizeinek állapotába is. Ebben az esetben sem kaptunk pozitív eredményt. Szinte az összes vízminta negatív hatással volt a csíranövényekre, tehát ránk, emberekre nézve sem lehet egészséges az ilyen víz.

A két vizsgálat ugyanazon feltevést bizonyította be: a község vízkészlete nagymértékben szennyezett.

ABSTRACT

Для встановлення біологічної якості води застосовували два основні дослідницькі методи: створення списку видів рослин та тесту зародків рослин.

Екологічний стан певної території яскраво відображає рослинний світ, адже вони реагують на будь-які негативні зміни, за їх допомогою можна визначити забруднення середовища. Зі списку видів рослин можемо припускати, що вміст органічних речовин у поверхневих водах високий, тобто у них проходять еутрофізаційні процеси.

За допомогою тесту зародків рослин ознайомилися зі станом вод криниць. У цьому випадку також не отримано позитивних результатів. Майже в усіх зразках набраної води виявили забруднення у певній мірі, які мають відповідний вплив на людей, які споживають цю воду.

BEVEZETÉS

Az élet alapvető egysége a víz, ennél fogva ez az egyik legértékesebb kincsünk a Földön. Fontos megóvnunk természeti kincseinket, így a számunkra nélkülözhetetlen édesvizet, amely Földünk vízkészletének csekély részét képezi, s nem minden esetben hozzáférhető.

Az ipar és a mezőgazdaság fejlődésével egyre nagyobb igényeket támasztunk a természettel szemben, egyre nagyobb pusztításokat végzünk, melynek következményeit mi viseljük. A természetnek okozott károk minden esetben kihatnak az emberiségre. Az ipar és a mezőgazdaság rengeteg vizet beszennyez, elvon, de jelentős mennyiségű édesvíz minőségét károsítjuk a háztartási szennyvízelvezetéssel.

A világ egyik legnagyobb problémája a vízkészlet minőségével kapcsolatos. Óriási mennyiségű szennyező anyagot bocsátunk ki felszíni vizeinkbe, s ezáltal terheljük a felszín alatti vízkészletet is. A vizet ért szennyeződések egy része maradéktalanul eltávolítható, de minden tisztítási eljárás magas költségekkel jár. A szennyezők között találhatóak nehezen vagy egyáltalán nem eltávolítható anyagok is, melyek teljes mértékben károsak egészségügyi szempontból, tehát az adott víz emberi fogyasztásra alkalmatlan.

* A tanulmányt dr. Komonyi Éva lektorálta.

A víz mint ökológiai tényező központi szerepet tölt be az emberiség és a földi élet fennmaradásában és bármilyen életközösség kialakulásában, nélkülözhetetlen a podoszférában, a légkörben egyaránt.

I. RÖVID IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Földünk vízkészletét különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk. Osztályozhatjuk minőségük és felhasználásuk szerint.

1.1. Természetes vizeink

A természetes vizekhez tartoznak a szárazföldi vizek, amely az emberiség számára közvetlenül hasznosítható édesvízkészlet. A Föld vízkészletének mindössze 1%-a, viszont igen nagy értékkel bír, mert ezt hasznosítja az állat- és növényvilág, továbbá a gazdaság működésének alapfeltétele. A Föld vízkészletének 2%-a jég formájában található, mely jelentős szereppel bír. A szárazföldi vizeknek két típusát különböztetjük meg: felszíni vizek és felszín alatti vizek.

A felszíni vizekhez tartoznak a folyók, tavak, mesterséges víztározók. Ezek fontosak a bioszféra igényeinek és a gazdasági-társadalmi szükségletek kiszolgálásában. A folyók átlagos oldott sótartalma 200–500 mg/l. Ezt az értéket a felszín alatti vizek sótartalma felülmúlja. A felszíni vizekben több lebegő anyagot (ásványi, növényi és ipari, mezőgazdasági eredetű) találunk, amely az évszakoktól függően is változhat. Az oxigén fontos szerepet játszik a folyók élővilágában. A baktériumok és egyéb mikroszervezetek lebontják a szerves szennyező anyagokat, míg ők oxigént fogyasztanak, ezáltal végbemegy a folyók öntisztulásának folyamata. A meszes és lúgos kémhatású vizek a savas közegek semlegesítését végzik.

A felszín alatti vizek becsült mennyisége 9 millió km³, a Föld teljes vízkészletének egyötöd része. Jelentőségüket az ivóvízellátás területén tapasztaljuk, hisz a felszíni vizek nem alkalmasak a szennyezettség miatt ezen feladat ellátására. (Bodnár–Fodor–Lechmann 2006).

A felszín alatti vizek fajtái:

- Parti szűrészű vizek: a vízutánpótlás nagy részét felszíni vízből kapja.
- Talajvíz: felszín közeli rétegben található víz, amely az első vízzáró réteggel húzódik. Megfigyelhető az évi járása: téli hullámhegy és nyári hullámvölgy.
- Rétegvíz (mélységi víz) – legtöbbször két vízzáró réteg között található víztömeg.
- Karsztvíz – a talaj karsztosodott kőzetretegei között elhelyezkedő víztömeg (Szanyi–Kovács–Barcza, letöltés ideje: 2013. február 11.).

A felszín alatti vizek fajtái különböző felhasználásra alkalmasak. A talajvizek értékét és felhasználását a mezőgazdasági kemizálás csökkentette. Sok országban járványok, komoly megbetegedések üttek fel fejüket ebből kifolyólag.

A rétegvizek (artézi vagy mélységi vizek) két vízzáró réteg között helyezkednek el 20 métertől akár több száz méterig terjedő mélységben. A rétegvizek a szennyező anyagokat vagy fertőző mikroorganizmusokat nem, vagy nagyon csekély mennyiségben tartalmazhat területenként. Nem tartalmaz oxigént, viszont vasat és agresszív szén-dioxidot csaknem mindig. Oldott sótartalmuk változó: 200–20 000 mg/l. Azok a vizek, melyek sótartalma meghaladja az 1000 mg/l-t már az ásványvizekhez sorolandók. Azokat a vizeket, melyeknek hőmérséklete meghaladja a 26°C-ot, termálvizeknek nevezzük.

Egyre nagyobb gazdasági értékük lesz a karsztvizeknek, amelyek tiszták és ivásra többnyire alkalmasak. Fontos azonban tudnunk, hogy a karsztvizek könnyen elszennyeződnek (például esőzéseknél a víznyelők vizével való keveredés), ezáltal értéküket veszítik.

A légköri vizek becsült tömege 13 000 milliárd tonna, tehát jelentős mennyiség. Ez a vízmennyiség a légköri vízgőzkészlet. Évente kb. 40-szer újul meg. A legnagyobb veszélyt a légszennyezők jelentik erre a vízkészletre nézve. A kén, nitrogén és oxigén különféle vegyületei a légköri nedvességben oldódva savas esőt válthatnak ki, amely az élő szervezetekre és a gazdaságra egyaránt negatív hatással van.

A természetes vizekhez soroljuk a krioszférát, azaz sarki és magashegységi hó- és jégtakarót. Becsült mennyisége ennek a vízkészletnek $24 \times 10^6 \text{ km}^3$, amely több a szárazföldi vizek mennyiségénél. Többnyire hozzáférhetetlen, ezért nem igazán hasznosíthatóak, de fontos tartaléknak számít. Kutatások kimutatták, hogy a Földön található legtisztább víz az Antarktisz jégéből származik. Ez azzal magyarázható, hogy a sarki jég keletkezésekor még nem volt jelen antropogén szennyező hatás (Bodnár–Fodor–Lechmann 2006).

1.2. Vízfelhasználás

A világ vízfelhasználása és ezzel a vízkészlet elszennyeződése folyamatosan növekszik, ezért azt a következtetést vonhatjuk le, hogy nem a rendelkezésünkre álló víz mennyisége, sokkal inkább a minősége mondható elégtelennek. A vízfelhasználás az ENSZ adatai szerint 1967-ben 1989 milliárd m^3 volt, s 2000-re 2,5-szeresére növekedett, tehát 5450 milliárd m^3 -re. Az adatokból is láthatjuk, hogy egyre inkább óvnunk kell természetes vizeinket. A vízfogyasztás növekedését a népesség növekedésével és a világgazdaság fejlődésével

magyarázhatjuk. Feltételezések szerint a vízfogyasztás továbbra is növekvő tendenciát fog mutatni, s ennek következtében nő a vízhiány, és jelentős megszorítások alkalmazására lesz szükség világszerte (például a mezőgazdaságtól vizet kell elvonni) (Bodnár–Fodor–Lechmann 2006).

1.3. Víztisztaság

A víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak összességét vízminőségnek nevezzük. Ennek meghatározása szakszerű mintavétel, valamint helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokon alapszik (fizikai, kémiai és biológiai). A vizsgálati adatok rendszerezésének eredménye a víz minőségének meghatározásához vezet. A vízminőség meghatározására általános módszer nem ismeretes. A tiszta, szennyezett, vagy e kettő között található fokozatokat a vízhasználat célja nélkül nem határozható meg. A vizeket a gyakorlati felhasználás minőségi követelményei alapján célszerű osztályozni ivóvízellátásra, ipari vízellátásra, öntözésre és egyéb vízhasználatra való alkalmasság alapján. A gyakorlatban természetesen a felhasználás szűkebb céljának megadása elengedhetetlen, mindegyik ágazatnak a megfelelő összetételű vízre van szüksége (Percsich 2005).

A biológiai vízminőségen a víz azon tulajdonságainak összességét értjük, amelyek a vízi ökoszisztémák életében jelen vannak és fenntartják azt. Fontos tudnunk, hogy bármilyen emberi beavatkozás különböző mértékű változásokat okozhat ezekben az ökoszisztémákban, melyek az ember szempontjából akár kedvezőtlenek is lehetnek. A biológiai vízminőség a következő négy tulajdonsággal jellemezhető:

1. *Halobitás*: a víz biológiai szempontjából fontos szerves kémiai tulajdonságait foglalja magába. A halobitást a vízgyűjtő terület és a meder összetétele határozza meg. Ha a víz halobitását mesterséges bevezetéssel megváltoztatják,

a benne élő szervezetek mennyisége és összetétele is változik. A halobitás kémiai módszerekkel mérhető, hatással van a vízkezelésre.

2. *Trofitás:* a vízi ökoszisztéma elsődleges szervesanyag-termelésének mértéke, melynek alapja a fotoszintézis. Kiemelkedő szerepe van a tápanyagok jelenlétének, mert ha a növényi sejt felépítéséhez szükséges anyagok közül akár egy is hiányzik, gátló tényezőként fog hatni. Legtöbbször a foszfor tekinthető minimumfaktornak. A magas foszfortartalmú szennyvizek bevezetése a vízi növények elburjánzását okozzák. A trofitás fokának meghatározásához a vízben élő algák számát és klorofilltartalmát mérik.

3. *Szaprobitás:* a vízben található holt szerves anyagok lebomlásának mértékét értjük alatta, amely a heterotróf vízi szervezetek számára táplálékul szolgál. A szaprobitást fokozhatják emberi tevékenységek. A szaprobitás mértékét az élővilág faji összetételének vizsgálatával és kémiai módszerrel határozhatjuk meg. A szaprobitás növekedésével a fajok száma csökken, míg az egyedszám növekszik.

4. *Toxicitás:* a víz mérgezőképességét értjük alatta. A mérgező anyagok jelenléte zavarja a vízi élőlények életműködését, csökkentik életképességüket, akadályozzák az öntisztulást, korlátozzák az ivóvízként való felhasználást. Bizonyos mennyiségben természetesen is keletkeznek mérgek a vizekben (kéalgák toxinja, bomlástermékek: kén-hidrogén, ammónia), de a legnagyobb mennyiségű mérgeket a negatív emberi tevékenység hatására kerül be a vizekbe. A toxicitás mérésére biológiai tesztmódszert alkalmaznak, mértékét azzal a hígítással jellemzik, amelynél adott idő alatt az élőlények fele életben marad.

A halobitás, trofitás, szaprobitás és toxicitás egymástól elválaszthatatlan, közöttük szoros összefüggés figyelhető meg. A magas szervesanyag-tartalmú vizekben a heterotróf

élőlények igyekeznek elbontani azt, ezáltal növekszik a szervesanyagok koncentrációja, így a magas szaprobitás mellett növekszik a trofitás is. A feldúsult tápanyag miatt több alga-szervesanyag keletkezik, a rajtuk élő mikroorganizmusok nagy mennyiségű oxigént fogyasztanak, ennek következtében sok élőlény elpusztul, vagy eltűnik arról a területről, és a redukáló környezetben bomlástermékek keletkeznek, melyek növelik a toxicitást.

A biológiai szennyvíztisztítóknál a szerves anyagokat lebontják, viszont a hagyományos szennyvíztisztítás mechanikai és biológiai fokozatai az oldott szervesanyag-tartalmat nem csökkentik. Folyóknál ez nem jelent veszélyt, de a tavak esetében elindul az eutrofizálódás, amely a tavak feltöltődését rohamos elősegíti (Moser–Pálmai 1992).

1.4. *Vízminőségi osztályok*

A vízminősítés a felhasználás igényeit kielégítő integrált követelményrendszer alapján történik. A minősítés kiválasztott komponensek kívánt és tűrhető határértékei alapján történik. Az integrált komponensrendszer szerint a felszíni vizek öt osztályba sorolhatók:

I. osztály: kiváló víz. Nem tartalmaz szennyező anyagokat, tiszta, természetes állapotú, az oldottanyag-tartalom kevés, az oxigéntelítettség közel teljes, a tápanyagtartalom csekély és baktériumokat gyakorlatilag nem tartalmaz.

II. osztály: jó víz. Külső szennyező anyagokat és biológiailag hasznosítható tápanyagokat kismértékben tartalmaz, mezotróf jellegű víz.

III. osztály: tűrhető víz. Mérsékelt szennyezett víz, melyben a szerves és szervesanyagok és a biológiailag hasznosítható tápanyagok előidézhetik az eutrofizációt. Tartalmazhat szennyvízbaktériumokat is.

IV. osztály: szennyezett víz. Külső eredetű szerves és szervetlen anyagokkal és szennyvízzel terhelt, biológiailag hozzáférhető tápanyagokban gazdag víz. Az oxigénháztartás tág határok között mozog. Különböző baktériumok találhatóak benne, jellemző a zavaros, változó színű víz, és előfordul a vízvirágzás.

V. osztály: erősen szennyezett víz. Szerves és szervetlen anyagokat tartalmaz, szennyvízzel erősen terhelt, esetenként toxikus víz. Szennyvízbaktérium-tartalma csaknem a nyers szennyvízével egyenlő. A káros anyagok és az oxigénhiány korlátozzák az életfeltételeket. A víz nem átlátszó, zavaros, bűzös.

A felszín alatti vizek minőségi jellemzésének alapjait a makrokomponensek (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} kationok, Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^- anionok) arányának, továbbá az oldott sótartalom és a hőmérséklet meghatározása adja.

Az osztályba sorolást a legkedvezőtlenebb vízminőségi jellemző szabja meg. A tényleges ivóvízellátásra használt víz minőségét az országos szabvány előírásai szerint sorolják be (Bodnár–Fodor–Lechmann 2006).

1.5. Vízszennyezés

A vízszennyezés minden olyan hatás, amely a felszíni és a felszín alatti vizek minőségét, ember általi felhasználhatóságát, továbbá a természetes életfolyamatok lezajlását csökkenti vagy megszünteti.

A felszín és a felszíni vizekbe jutott káros komponensek sokfélék lehetnek. Ezeket az emissziókat három csoportba sorolhatjuk:

1. Szervetlen sók: a vizekbe bemosódó műtrágyák halobitásváltozást, illetve trofitásváltozást, az eutrofizációs folyamatok felgyorsulását okozzák.

2. Bomlóképes szerves anyagok és mérgező anyagok: fehérjék, szénhidrátok tápanyagul szolgálnak a heterotróf élőlényeknek, amelyek a szervesanyag-termelés és lebontás egyensúlyát a lebontás irányába tolják el. A biológiai szennyvíztisztítás segítségével csak a biológiailag lebomlásra képes szerves anyagok távolíthatók el. A mérgező anyagok olyan toxikus komponensek, melyek az ökoszisztéma élővilágát elpusztítják, vagy gátolják a vízben jelenlévő organizmusok élettevékenységét.

3. Mikroszennyező komponensek: azok az anyagok, melyek kis koncentráció esetén is kifejtik káros hatásukat (Bodnár–Fodor–Lechmann 2006).

1.5.1. Vízszennyeződést okozó antropogén tevékenységek

A vízkészlet szennyeződéséért nagymértékben a különböző antropogén tevékenységek felelősek. A közép-európai országokban a vízszennyezésért 50%-ban az ipar, míg 25-25%-ban a mezőgazdaság és a háztartások felelősek. Említésre méltóak ezenkívül a közlekedés által okozott szennyezések: úttestről lemosódó, hajókból szivárgó szennyező anyagok stb.

Minden embernek szükségletei vannak, melyek kielégítéséhez vízre van szükség. Ennek eredményeként rengeteg háztartási szennyvizet termelünk, ha ehhez hozzáadjuk a csapadékvizet és az ipari szennyvizet, már városi szennyvízről beszélünk. A szennyvíz minőségére hatással van a lakosság életmódja és a jelenlévő üzemek. Az üzemek szennyvize képezi az ipari szennyvizet.

Értelemszerűen a háztartási szennyvíz összetétele és mennyisége nagymértékben a vízfogyasztástól függ, mert nagyobb mennyiségnél a szennyvíz felhígul, ezáltal szárazanyag-tartalma csökken. A szennyeződés különböző anyagok: szerves anyagok (fehérjék, zsírok,

cukrok, zsírsavak, mosószerek, papír), szervesetlen anyagok (sók, foszfátok, ammónia) és mikroorganizmusok jelenlétét mutatja. Ezek az anyagok lehetnek oldott vagy lebegő állapotban. Egészségügyileg a háztartási szennyvíz tekinthető a legveszélyesebbnek, a szennyező anyagok több mint fele szerves anyag, majd a mikroorganizmusok hatására lebomlanak szervesetlen anyagokká. A kommunális szennyvizek pH-értéke többnyire semleges, amely optimális a biológiai folyamatokhoz.

Az ipari szennyvizeket a felhasználás alapján a következőképpen csoportosíthatjuk: hűtővizek és gőzrendszerek elhasznált vizei; technológiai használt vizek; üzemi szociális használt vizek; az üzem területéről elvezetődő csapadékvíz;

A hűtővizek általában csak hőszennyezésnek voltak kitéve. Legnagyobb hűtővízigénnyel az erőművek rendelkeznek (például egy 100MW teljesítményű erőmű óránként 2000 m³ 11 °C-kal megemelt hőmérsékletű vizet bocsát ki), de jelentős mennyiségű vizet használ fel a vegyipar és a kohászat is. Amennyiben a víz a hűtésen kívül más feladatot is ellát, különböző anyagokkal szennyeződik.

Az üzemi szociális szennyvizek hasonló jellegűek a települési szennyvizekhez, de ezek lényegesen higabbak.

Az ipari technológiák által használt vizek különböző szennyeződésekkel szállítanak, amely függ a termelés jellegétől. A különböző ipari szennyvizek mennyiségi és minőségi összetételüket nézve nagymértékben különböznek egymástól.

A vegyiparra jellemző, hogy folyamatosan változnak a szennyező anyagok a vízben. A kőolaj-feldolgozás, a műtrágyagyártás, gyógyszer-, gumi-, festék-, műanyag-, gáz-, szénfeldolgozó, kozmetikai vagy háztartási cikkek gyártó ipari szennyvizek minősége

eltérő, emiatt egységes tisztítási eljárás ezekre a területekre nem alakítható ki. Minden vegyipari szennyvíz kémhatása savas, vagy lúgos lesz, így elsődlegesen semlegesítésre szorul. A szennyvizek gyakran tartalmaznak olajszerű anyagokat, szénhidrogént és zsírokat.

Szennyvízterhelés szempontjából kevésbé veszélyes a kohó- és gépipar, mivel a legveszélyesebb szennyezőket (cianidok, krómsók) az üzemekben ki kell vonni a szennyvízből.

Az élelmiszeripar jelentős szennyvizet termel, melyre a magas szervesanyag-tartalom jellemző. A legkisebb mértékben szennyezett víz a konzervgyártásból ered, míg a legszennyezettebb a szesz és takarmányélesztő gyártása során. A szennyvizek biológiailag aerob és anaerob tisztítási folyamatokkal bonthatók. A húsipar esetében fontos, hogy eltávolítsák a keletkezett hulladékokat (vér, csont, szaru). A tejiparban igyekeznek a keletkezett szennyvizet az ágazaton belüli újrahasznosítással csökkenteni. A konzerv- és cukoripar szennyvizei kiválóan hasznosíthatók öntözési célokra.

A könnyűiparon belül a legszennyezőbb hatású a vizekre nézve a papír-, textil- és bőripar. A papírgyártás „fehér”, rostanyagot tartalmazó szennyvizét mechanikai úton is elegendő tisztítani, míg a cellulózygyártásnál a „barna”, oldott szennyezőanyagoktól a vizet biológiai úton szabadítják meg. A textilkészítő iparban különböző vegyi anyagok, festékek, mosószerek kerülnek a szennyvízbe. A bőrgyári szennyvizek különböző üledékeket, zsírt, szulfid- és krómionokat tartalmaznak, továbbá a pH-értéket is erősen befolyásolják.

A növekvő urbanizáció és fejlődő ipar hatására a szennyvíztisztítás szükségességének mértéke egyre inkább nő, továbbá a mezőgazdasági szennyvizekre is egyre nagyobb figyelem terelődik. A mezőgazdasági szennyvizek leggyakrabban a talajvíz útján jutnak a vízfolyásokba. A mezőgazdaságból származó szennyvizek

a fokozódó kemizálásnak és az állatok iparszerű tartásának köszönhetőek. A műtrágyák és növényvédő szerek használata elősegítette a mezőgazdaság fejlődését, viszont erős szennyező hatást fejtenek ki a talajra, a termelt növényekre és vizeinkre. Különös veszélyt jelentenek azok az anyagok, melyek az állati és növényi élelmiszerek révén felhalmozódnak az emberi szervezetben, és esetenként csak évek múltán fejtik ki mérgező hatásukat. A gyorsan bomló és kevésbé mérgező anyagok természetbe bocsátásánál is ügyelni kell a megfelelő mennyiségre, mivel a műtrágyák szervesanyag- és sótartalma a vízminőségre káros hatással van.

A mezőgazdaság egyik jelentős vízszennyező forrása a nagyüzemi állattartásból ered. Az állati fekáliát és vizeletet öblítővízzel távolítják el, a kapott termék veszélyes vízszennyező anyag, amely az oxigénháztartásra és az ásványianyag-tartalomra is hatással van, továbbá fertőző kórokozókat is tartalmaz. Fontos megemlíteni viszont, hogy a hígtrágya tápanyagtartalma jelentős, ennél fogva megfelelő kezelés mellett hasznosítható. Újabban jelentős gondokat okoz a „háztáji diffúz” hígtrágyaszennyezés (Moser–Pálmai 1992).

II. A VIZSGÁLAT HELYE ÉS ANYAGA

A vizsgálat helyszíne Szernye volt. A település Ukrajnában, azon belül Kárpátalján a Munkácsi járásban terül el. Tengerszint feletti magassága átlagosan 104 m. Területe 3206 km². A településen többnyire magyar családok élnek. A lakosság száma 2000 fő körül ingadozik.

A vizsgálat anyagát a megszedett vízminták képezték.

A fizikai és kémiai elemzések többnyire a vizek pillanatnyi állapotát tükrözik, és bármennyire gyakran és pontosan végezzük, csak irányadóak lehetnek, nem mutatják az általános állapotot, és nem feltétlenül adnak hírt múltban lejátszódó eseményekről. Egy szeny-

yező hullám áthaladhat a mérőállomáson a mintavételek közti időszakban is (pl. éjszaka). Ezzel szemben az élő szervezetek állandóan ki vannak téve a környezeti tényezők hatásának, így csak azok maradnak meg az adott víztestben, amelyek tolerálják az itt uralkodó tényezők összetett hatásait. A biológiai vízminősítés tehát az életfeltételek és források változásának történetére vonatkozóan is információt nyújt, észre nem vett szennyezések nyomaira bukkanhatunk ezáltal.

Az általunk alkalmazott vízminőségi vizsgálatok pontos, számszerű adatok közlésére nem alkalmasak, de megfelelő az esetleges szennyeződések kimutatására, továbbá a víznek felhasználásra való alkalmassága is tükröződik az eredményekből.

III. A VIZSGÁLAT MÓDSZERE

A vizsgálatok során a terepi szemle mellett két módszer alkalmazására került sor:

1. Flóralista készítése
2. Csíranövényteszt

3.1. Flóralista

A felszíni vizek esetében, ha szennyeződés éri az adott vízfolyást vagy állóvizet, megváltozik a jelen lévő élőlények minőségi és mennyiségi összetétele. A fajkészlet meghatározása a társulások, továbbá az élőhelyek cönológiai jellemzése szempontjából alapvető lépés. Ezen belül a flóralista készítése viszonylag gyors és extenzív eljárás. Egy növényzeti állomány fajkészletének meghatározása akkor végezhető el precízen, ha előzetes lehatárolással rendelkezünk. A projekt jellegétől függően ez lehet például térképen való megjelölés.

A fajlista elkészítéséhez nélkülözhetetlen a fajok pontos ismerete. A vizsgálandó területet célszerű szimmetrikusan kijelölt vagy

elképzelt háló alapegységeinek megfelelően alaposan bejárni, továbbá az adott területen található fajokat feljegyezni a pontos meghatározást követően. A műveletet a vegetációs perióduson belül többször érdemes elvégezni. A módszer kivitelezéséhez elengedhetetlen a terület nagyságának és a vegetációs perióduson belüli mintavételezés számának és időpontjának előzetes meghatározása.

A szimmetrikus háló mértéke függ a vizsgálandó társulás és állomány jellegétől. A háló méreteit szükségszerűen kell meghatározni.

A mintavételezések időpontjai függenek az időjárástól és a növényállomány fenológiai tulajdonságaitól. Általában egy késő nyári-őszi, illetve egy késő tavaszi bejárás szükséges. A vizsgálatot inkább a fenológiai sajátosságok szabják meg, mintsem a naptári időpont.

Egy végleges és teljes fajlista készítése éveket is igénybe vehet, mert mindig fennáll annak a veszélye, hogy az adott vizsgálat során egy-egy faj elkerüli figyelmünket, átmenetileg észlelhetetlen, továbbá vannak olyan évelő fajok, melyek esetleg egy adott év során nem jelennek meg észlelhető formában a talajfelszín fölött. A fajlista ennél fogva mindig kiegészíten mehet keresztül.

Az észlelt fajokat célszerű adatlapon rögzíteni, többször leellenőrizni a meghatározás pontosságát.

A korlátozott fajkészlet meghatározása olyan esetekben szükséges, mikor egy természetes társulás állapotát szeretnénk egy viszonylag gyors módszer segítségével bemutatni és nyomon követni. A módszer kivitelezéséhez szükséges a képzett botanikai tudás és tapasztalat. Kivitelezhetőségének előfeltétele egy olyan lista, amely a természetes társulás karakter- és diagnózis értékű fajait tartalmazza. Ez a módszer alkalmas arra, hogy egy

társulás degradációját azonosítsuk az indikátorfajok jelenlétével. A fajlistáról készült adatlapon szerepelhet a fajok tömeges, gyakori és ritka előfordulásának megnevezése.

Az előre meghatározott munka során egyik legfontosabb feladat egy megfelelő adatlap szerkesztése, amely megfelelő az adatok közlésére. A monitorozások során többféle adattal dolgozhatunk. A biotikai adatközlő lap (BAL) nem egy végleges adatlap, szabadon formálható, tehát egyes részeket kihagyhatunk, de bővíthetjük is.

A BAL három fő részből áll:

- megfigyelő, gyűjtő vagy határozó személy, mintavétel helye és ideje, mintavétel módja és megfigyelt taxonok.
- mennyiségi adat (például: egyedszám, konstancia, borítottság).
- mellékletek, megjegyzések, rajzok.

A BAL elkészítéséhez alkalmazhatunk előre megszabott táblázatot, de készíthetünk saját változatot is, melyben az általunk fontosnak vélt adatokat közölhetjük (Kovácsné Láng-Török 1997).

3.2. Csíranövényteszt

A vízminták minőségének meghatározására ismert egy egyszerű és széles körűen alkalmazott eljárás, melynek neve csíranövényteszt. A módszer segítségével kimutatható az adott vízminta hatása a növényekre. Különböző magvak használatát alkalmazzák, de az egyik legmegfelelőbb a *Sinapis alba*, azaz fehér mustármag. Az eljáráshoz szükség van szakszerűen begyűjtött vízmintákra, desztillált vízre, szűrőpapírra, pontos számozású vonalzóra, pipettára, steril Petri-csészére, vagy egyéb csíráztató edényre, és az előre meghatározott magokra.

A csíranövényteszt során a megfelelő méretű szűrőpapírral bélelt csíráztató edénybe 2 cm³ vizet csepegtetünk a vízmintákból és ezen a felületen csíráztatjuk a magokat. A kontrollminta elengedhetetlen: ugyanezt a folyamatot végrehajtjuk begyűjtött vízminta helyett desztillált vízzel. A mintákat 72 óráig szobahőmérsékleten, sötétben csíráztatjuk,

biológiai minőségére, továbbá ennek eredményeként az esetlegesen felmerülő problémák megoldására tehetünk javaslatot.

IV. EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A Szernyén folytatott vizsgálat különböző eredményekhez vezetett. Összefüggő képet kaptunk

1. táblázat. A csíranövényteszthez használt minősítési kulcs

A gyökerek átlagos hossza a kontroll %-ban	Minősítés
0–5	igen mérgező
6–50	mérgező
51–90	kissé mérgező
91–120	nem mérgező
>120	serkentő

majd a csírák hosszát lemérjük. A legkisebb három értéket figyelmen kívül kell hagynunk minden minta esetében. A kapott értékeket átlagolni kell. Az átlagok és a kontrollminta értékeinek arányát véve ki tudjuk fejezni a vízminták hatását a növényekre egy előre megadott táblázat segítségével. A minősítési kulcsot az 1. táblázat tartalmazza (Felföldy 1987).

Az elvégzett felmérések és vizsgálatok alapján következtetni lehet környezetünk vizeinek

a flóralistáról és a csíranövényteszt is megfelelően szemlélteti a vízminták minőségét.

4.1. A flóralista kapcsán született eredmények és következtetések

A növényfajok felvételezése előre meghatározott 4 fő területen folyt és kiterjedt a vízfolyás közvetlen környezetére és a mederre egyaránt (1. ábra). A meghatározás időpontjait a vegetációs időszak megfelelő részéhez igazítottuk.



1. ábra. A flóralista elkészítéséhez kijelölt területek (fehér színnel jelölve) (Google Earth)

A felmérést három alkalommal végeztük el: 2012. augusztus 24-én és 2013-ban, április 27-én, illetve május 2-án. Egy terület flóralistájának elkészítése időigényes, és mint azt tudjuk, sok esetben évekig is eltarthat, így nem tartjuk kizártnak azt, hogy egyes fajok esetleg még nem kerültek meghatározásra.

A határozás főként a helyszínen történt, de természetesen utólagos ellenőrzésre is sor került. A fajlista elkészítésének célja az volt, hogy esetleges degradációt vagy indikátorfajok jelenlétét állapítsuk meg.

Az indikátor fajoknak három típusát különböztetjük meg:

1. Jelző fajok: egy adott környezeti változást jelez. Például: eutrofizáció esetében a kékalgák megjelenése.

2. Monitor fajok: ezen belül különösen érzékeny fajokkal találkozhatunk, melyek rendkívüli érzékenységet mutatnak. Rövid ideig történő szennyezés kimutatására is alkalmas.

3. Tesztorganizmusok: meghatározott szennyező anyagok kimutatására szolgálnak és toxikológiai vizsgálatokra alkalmasak.

A felszíni vizek bioindikátorok alkalmazásával történő vizsgálata nem újszerű. A módszer előnye, hogy egy rövid ideig történő szennyezés kimutatására is alkalmas.

A felmérés során 141 fajt találtunk a vizsgált területeken (a cikk terjedelmi korlátjai miatt csak azokat soroljuk fel, amelyek a víz minőségével szorosan összefüggnek), és kiderült:

– a vizsgált területek növényvilága fajokban nem túl gazdag, viszont egyedszámban annál inkább. A folyamatos kommunális szennyvízzel való terhelés nagymértékben befolyásolja a vízkészlet állapotát és a benne található élőlények előfordulását. A növényvilág összetételére jellemzőek a magas szerves anyagot kedvelő fajok, vagyis a község állóvizeire az eutrofizáció folyamata jellemző.

– az 1. sorszámú jelölt területen időszakosan vízvirágzás figyelhető meg, amely az algák elszaporodására vezethető vissza. A fonalas algák, zöldmoszatok és egysejtű moszatok kiváló indikátorai a megnövekedett



2. ábra. Mezőgazdaság által szennyezett vízfolyás (Saját felvétel)

dett növényi tápanyag-, vagy szerves anyag-tartalomnak.

Toxikus fémszennyezettségre is találtunk megfelelő indikátor fajt: fésűs békaszőlő (*Potamogeton pectinatus*), amely gyökerével az üledékhez rögzülve a helyhez kötött életmódúak csoportjába tartozik. A megnevezett felszíni víz a szennyezett és az erősen szennyezett kategóriák között változik, ugyanis szennyvízzel terhelt, zavaros, bűzös víztömegekről van szó.

– a 2., 3., illetve 4. helyszín kevésbé van kitéve az ember által folytatott káros tevékenységeknek, azonban a helyzet itt sem mondható kielégítőnek. A part menti sávot és vízfolyást helyenként burjánzó gyékény (Typha), sás (Carex), fűz (Salix), apró békalencse (Lemna minor) vagy egyéb fajok torlaszolják el (2. ábra). Mindegyik vízminta mutatott bizonyos mértékű zavaros-ságot, nagy mennyiségű növényi maradvány volt található bennük.

A felszíni vizekre vonatkozó fajlista alapján megállapítható, hogy tömegesen fordulnak elő a következő fajok: apró békalencse (Lemna minor), békanyál (Cladophora fajok), békaszittyó (Juncus effusus), bodnározó gyékény (Typha latifolia), éles sás (Carex gracilis), fehér árvacsalán (Lamium album), nagy csalán (Urtica dioica), fehér here (Trifolium repens), kecskefűz (Salix caprea) stb., amelyek a mezőgazdasági tevékenységek és kommunális szennyvíz hatásait tükrözik. Ennek eredménye az, hogy az adott vízkészletben az átlagosnál magasabb a szerves anyag koncentrációja, ami a növények és algák elterjedését eredményezi.

A vízkészletek helyreállításához elengedhetetlen lenne csökkenteni a környezetszennyezés mértékét, ezen belül leginkább a szennyvízkibocsátást, hisz mindegyik vízfolyás vagy állóvíz esetén, a terepszemle során bizonyosodott, hogy kommunális és mezőgazdasági szennyvíz áll a szennyezés mögött.

4.2. A csíranövényteszt eredményei és levonható következtetések

A csíranövényteszt elkészítéséhez fehér mustármagot (*Sinapis alba*) használtunk. A magok csírázóképesége 95%-os volt, amit

a csíranövényteszt kivitelezése előtt ellenőriztünk.



3. ábra. Kicsírázott mustármagok (Saját felvétel)

Felszíni vizek vizsgálatának esetében 6 mintavételi ponton gyűjtöttünk be vízmintát. A begyűjtött víz mennyisége 1 dm^3 volt minden esetben. A vízminták begyűjtésének helye a meder közepe volt, tehát a parttól kellő távolságra. Minden vízminta begyűjtése egyazon napon történt és 24 órán belül tesztelésnek vetettük alá. A begyűjtést szűrési folyamat követte.

A csíranövényteszt kivitelezéséhez steril műanyagpoharat, szűrőpapírt, pipettát, alkoholos filcet, csipeszt, megfelelő beosztású vonalzót használtunk.

A műanyagpoharak aljára megfelelő méretű szűrőpapír került, melyen a mustármagokat egyenletesen eloszlattuk, majd 2 cm^3 vízzel borítottuk. A mintákat a megfelelő jelzéssel láttuk el, és az előírtak szerint 72 órán keresztül sötétben csíráztattuk (3. ábra).

2. táblázat. A felszíni vízmintákkal végzett csírateszt eredményei

Felszíni vizek mintavételi pontjai							
Megnevezés	M_deszt.víz	M 01	M 02	M 03	M 04	M 05	M 06
A csírák hossza (mm)	15	16	13	7	7	8	6
	10	12	10	6	7	7	5
	9	10	10	5	5	7	4
	8	9	8	5	4	5	4
	7	8	8	4	2	5	2
	7	6	7	3	0	4	1
	7	5	7	2	0	3	1
	5	5	7	2	0	3	1
	5	4	6	1	0	3	0
	4	4	4	1	0	2	0
Átlag (mm)	7,7	7,9	8	3,6	2,5	4,7	2,4
%	100%	102,60%	103,90%	46,75%	32,47%	61,04%	31,17%

3. táblázat. A felszíni mintavételezés GPS-koordinátái és a mintavételi pontokhoz tartozó vízminták minősítése

Mintavételi pontok megnevezése	A mintavételi pontok GPS koordinátái	Tengerszint feletti magasság/m	A csíranövényteszt általi minősítés
<i>M01</i>	48°21'30.12" É - 22°25'58.13" K	103	<i>nem mérgező</i>
<i>M02</i>	48°21'45.99" É - 22°25'49.01" K	102	<i>nem mérgező</i>
<i>M03</i>	48°22'11.34" É - 22°26'31.32" K	103	<i>mérgező</i>
<i>M04</i>	48°21'58.60" É - 22°27'04.67" K	104	<i>mérgező</i>
<i>M05</i>	48°22'01.96" É - 22°27'31.05" K	103	<i>kissé mérgező</i>
<i>M06</i>	48°22'05.73" É - 22°27'44.69" K	103	<i>mérgező</i>

4. táblázat. A kutakból származó vízmintákkal végzett csírateszt eredményei

Kútvezek mintavételi pontjai										
Megnevezés	M_deszt.víz	M 09	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17
A csírák hossza (mm)	15	10	11	12	12	11	15	9	3	7
	10	9	10	10	9	10	12	7	2	7
	9	7	9	9	8	9	10	7	1	5
	8	6	8	8	7	7	10	5	1	4
	7	4	7	8	7	7	9	4	1	4
	7	4	5	7	5	4	8	4	1	3
	7	3	4	4	4	3	7	3	0	2
	5	3	3	3	4	3	3	3	0	1
	5	3	3	2	4	2	1	3	0	1
	4	1	2	0	3	0	0	2	0	1
Átlag (mm)	7,7	5	6,2	6,3	6,3	5,6	7,4	4,7	0,9	3,5
%	100%	64,94%	80,52%	81,82%	81,82%	72,73%	96,10%	61,04%	11,69%	45,45%

A felszíni vizek esetében kapott csírázási eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

A felszíni vizek mintavételi pontjainak megnevezését, GPS-koordinátáit és a csíranövényteszt által történő minősítést a 3. táblázatban tekinthetjük meg.

A kapott értékekből láthatjuk, hogy a hat felszíni vízminta közül négy valamilyen szinten mérgező hatást fejt ki az élő szervezetekre, a környezet a szennyezés csökkentését igényli.

A kútviizeket frissen, 11 mérési pontból gyűjtöttük. A begyűjtés során ebben az esetben elmaradt a szűrési folyamat, a begyűjtött mennyiség minden minta esetében szintén 1 dm³ volt és 24 órán belül tesztelésnek vetettük alá.

A kútviizek mintáinak csírateszt eredményeit az 4. táblázatban tüntettük fel.

A vizsgált kutak mintavételi pontjainak megnevezése, GPS-koordinátái, illetve a csíranövényteszt által történő minősítése a 5. táblázatban található.

Az elvégzett csíranövényteszt kiértékelése alapján egyértelműen megállapítható, hogy Szernyén a kútviizek minősége egészségügyi szempontból nem megfelelő, hisz a növényekkel szemben is többnyire valamilyen szintű mérgező hatást tanúsítanak.

Ennek oka a mezőgazdasági és kommunális szennyvíz nem megfelelő kezelésének hatására bekövetkező beszivárgás. A talaj természetes szűrőképessége nem képes minden szennyezőt megkötni, ezáltal az beszivárog az ivóvízkészletbe is.

5. táblázat. A kútviizek mintavételezési koordinátái és a vízminták minősítése

Mintavételi pontok megnevezése	A mintavételi pontok GPS-koordinátái	Tengerszint feletti magasság/m	A csíranövény-teszt általi minősítés
M07	48°21'52.92" É - 22°26'57.35" K	106	kissé mérgező
M08	48°21'41.50" É - 22°27'31.19" K	105	kissé mérgező
M09	48°21'47.76" É - 22°27'09.20" K	106	kissé mérgező
M10	48°21'35.73" É - 22°26'54.53" K	105	kissé mérgező
M11	48°22'09.36" É - 22°26'53.71" K	105	kissé mérgező
M12	48°21'58.48" É - 22°26'36.30" K	105	kissé mérgező
M13	48°21'59.13" É - 22°26'38.37" K	105	kissé mérgező
M14	48°21'55.87" É - 22°26'54.38" K	105	nem mérgező
M15	48°21'52.73" É - 22°27'06.52" K	105	kissé mérgező
M16	48°21'49.51" É - 22°26'45.67" K	106	mérgező
M17	48°21'43.65" É - 22°26'50.70" K	106	mérgező

IRODALOMJEGYZÉK

- BOTTA PÁL: *A vízi- és mocsári növényekről*. Budapest, 1987, Mezőgazdasági Kiadó
- DIETMAR AICHELE – M.GOLTE BECHTLE: *Mi virít itt?* Budapest, 2003, Cicero Könyvstúdió Kft.
- DR. KERÉNYI ATTILA: *Környezettan*. Budapest, 2003, Mezőgazda Kiadó
- DR. PERCSICH KÁLMÁN: *Bevezetés a vízanalitikába*. 2005, SZIE MKK Központi Laboratórium
- DR. SÁRKÁNY – KISS ENDRE: *A biológiai vízminősítés módszerelmélete*, 2007, Marosvásárhely

- FELFÖLDY LAJOS: *A biológiai vízminősítés*. 1987, Vízgazdálkodási Intézet
- JAKAB SÁMUEL – FÜLEKY GYÖRGY: *Környezetvédelem TALAJ*. Budapest, 2004, Nemzeti Tankönyvkiadó
- KOVÁCSNÉ LÁNG EDIT – TÖRÖK KATALIN: *Nemzeti biodiverzitás-monitorozó rendszer III. Növénytársulások, társuláskomplexek és élőhelymozaikok*, 1997, Kiadja a Magyar Természettudományi Múzeum
- MARGOT ÉS ROLAD SPOHN: *Melyik virág ez?* Budapest, 2009, Mérték Kiadó
- MAJER JÓZSEF: *Bevezetés a környezettanba biológusoknak*. Pécs, 2005, Pannonöko BT
- MOSEK MIKLÓS – PÁLMAI GYÖRGY: *A környezetvédelem alapjai*. Budapest, 1992, Nemzeti Tankönyvkiadó
- SIMON TIBOR – SEREGÉLYES TIBOR: *Növényismeret*. Budapest, 2011, Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó
- SZŰCS PÉTER – SALLAI FERENC–ZÁKÁNYI BALÁZS–MADARÁSZ TAMÁS: *Vízvédelem. A vízminőségvédelem aktuális kérdései*. 2009, Bíbor Kiadó
- SZANYI JÁNOS – KOVÁCS BALÁZS – BARCZA MÁRTON: *Felszínalatti vízkészletek típusai*
- <https://www.yumpu.com/hu/document/view/20907509/felszin-alatti-vizkeszletek-tipusai> (letöltés ideje: 2013. február 11.)