

XXXI. OTDK Biológia Szekció

FERTŐTLENÍTŐSZEREK HATÉKONYSÁGÁNAK VIZSGÁLATA IVÓVÍZBEN ELŐFORDULÓ ALLOCHTON MIKROORGANIZMUSOK ESETÉN

Szerzők:

Sinkler Réka

Sapientia, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, Műszaki és Társadalomtudományi Kar, Élelmiszeripari mérnöki szak, IV. évfolyam

Koncz Mihály

Sapientia, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, Műszaki és Társadalomtudományi Kar, Környezetmérnöki szak, IV. évfolyam

Kónya István Attila

Sapientia, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, Műszaki és Társadalomtudományi Kar, Környezetmérnöki szak, IV. évfolyam

Témavezetők:

Dr. György Éva

Sapientia, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, Műszaki és Társadalomtudományi Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék

PhD. Laslo Éva

Universitatea Politehnica din București

András Csaba Dezső

Sapientia, Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszereda, Műszaki és Társadalomtudományi Kar, Élelmiszer-tudományi Tanszék

Tartalomjegyzék

1. Kivonat.....	3. old.
2. Elméleti bevezető.....	3. old.
3. Az ivóvizek klórtartalmú fertőtlenítőszerrel és jóddal való kezelése	4. old.
4. A szennyezett ivóvizekben általában előforduló allochton mikroorganizmusok	6. old.
4.1. <i>Escherichia coli</i>	7. old.
4.2. Fekális <i>Streptococcusok</i>	7. old.
4.3. <i>Clostridium perfringens</i>	8. old.
4.4. <i>Pseudomonasok</i>	8. old.
4.5. Mikroszkópikus gombák	9. old.
5. A kutatás célkitűzései	9. old.
6. Vizsgálati anyag és módszerek	10. old.
6.1. A mikroorganizmusok kimutatása céljából alkalmazott tenyésztési eljárások	10. old.
6.2. A fertőtlenítőszeres antimikrobiális hatásának vizsgálata	13. old.
7. Eredmények	14. old.
7.1. Az ivóvíz mintákból kimutatott allochton mikroorganizmusok.....	15. old.
7.2. A fertőtlenítőszeres hatásának eredményei a mikroorganizmusok esetében	23. old.
8. Következtetések	25. old.
9. Irodalomjegyzék	27. old.

1. Kivonat

Munkánk során Kovászna megye keleti régiójában előforduló egyes borvízforrások és kutak vizének mikrobiológiai vizsgálatát végeztük szabványos tenyésztési eljárásokkal. A mintavételi helyek: Kézdivásárhely, Kézdioroszfalu, Fortyogófürdő, Kovászna valamint Zabola területén előforduló borvízforrások és kútvizek. A kiválasztott források és kutak vizét a helyi lakosság rendszeresen fogyasztja ivóvízként. Első lépésben a vízminták mikrobiológiai minőségének vizsgálatára került sor. Meghatároztuk a mezofil aerob telepképző baktériumok összcsíraszámát, az allochton mikroorganizmusok közül a koliform baktériumok, a fekális koliformok és *Streptococcus*ok, a *Clostridium*ok, a *Pseudomonas*ok és a mikroszkopikus penészgombák jelenlétét mutattuk ki. A klóramin és a jód antimikrobiális hatását a vízmintákból izolált *Escherichia coli* és *Pseudomonas fluorescens* törzsek esetében végeztük, az egészségvédelmi szempontból is elfogadható, valamint megfelelően antimikrobiális hatású fertőtlenítőszer koncentráció meghatározása céljából.

2. Elméleti bevezető

A víz létfontosságú minden egyed számára. A föld népességének közel 80%-a olyan területen él, ahol az édesvíz ellátottság nem biztonságos. Az ivóvíz kérdése nemzetközi szinten komolyabb odafigyelést igényel, elsősorban a klímaváltozás és az előrelátható szárazságok következményei miatt (Vörösmarty és mtársai, 2010). Az ivóvíz ellátást mindenki számára hozzáférhetővé kell tenni. Azonban a vízre vonatkozó előírások országonként változnak, eddig még nincs egyetlen megközelítés sem, mely általánosan alkalmazható lenne (WHO, 2008). Romániában az ivóvizek minőségére vonatkozó elvárásokat a 458/2002-es törvény szabályozza (http://www.cdep.ro/pls/legis/legis_pck.http_act_text?id=37178).

Az ivóvíz minőség mindenekelőtt mikrobiológiai tisztaságot jelent. Az ivóvíz 100 cm³-e nem tartalmazhat fekális szennyeződésre utaló baktériumokat (koliform baktériumok, fekális koliformok, enterokokkusok), az összes élő mikrobaszám pedig legfeljebb 100/cm³ lehet 22 °C-os inkubálás esetén, és csak 20/cm³ a 37 °C-on kitenyészthető baktériumszámot illetően (Deák, 2006). Az ivóvizeket szennyező kémiai anyagok normáját, állatkísérletekből és önként

jelentkező embereken végzett íz- és szagérzési vizsgálatokból állapítják meg. A bakteriológiai határértékek viszont nem kísérleteken, hanem több évtizedes tapasztalatokon alapulnak. Itt egyrészt tekintetbe veszik a vízáadó forrás technikai védhetőségét, másrészt annak valószínűségét, hogy hány fekális eredetű, de nem patogén mikroorganizmusra juthat egy-egy ugyancsak enterális eredetű de patogén mikroorganizmus (Kertai, 1982).

A legtöbb élelmiszerhez hasonlóan az ivóvíz sem steril. A víz eredeti (autochton) mikrobaszáma függ a forrástól, a rétegektől, amelyeken keresztül a felszínre jut, az ásványianyag és oxigéntartalomtól. A víz mikroorganizmusai általában aerobok és pszichotrófok, a szaporodáshoz kevés nitrogént és más szerves anyagot igényelnek. Ha szennyeződés nem éri a vizeket, kórokozóktól mentesek. A fekális eredetű szennyeződés (baktériumok, vírusok, paraziták) a megbetegedések leggyakoribb okozója (Deák, 2006).

3. Az ivóvizek klórtartalmú fertőtlenítőszerrel és jódvaló kezelése

Annak ellenére, hogy az ivóvizet szigorúan kezelik, továbbra is kockázatot jelenthet a betegségek megjelenése terén, akár a fejlett országokban is. Sokan számoltak be arról, hogy gyomor-bélrendszeri megbetegedést kaptak, ugyanis a koliformok kimutathatóak voltak a fogyasztókhoz eljutott ivóvizekben a fertőtlenítést követően is (Lee és társai, 2010).

A víz kémiai anyagokkal történő fertőtlenítésének hatékonysága függ az alkalmazott fertőtlenítőszerrel. A leggyakrabban halogénezett szereket alkalmaznak erre a célra. A kémiai fertőtlenítés hatásosságának legfontosabb tényezői az alkalmazott szer koncentrációja, a víz hőfoka és a fertőtlenítésre szánt idő.

A klór széles körben használatos a víztisztítási folyamatokban, mert hatékonyan megsemmisíti a patogén baktériumokat és vírusokat. Az ivóvíz fertőtlenítése az egyik legfontosabb közegészségügyi lépés, mert így jelentősen csökkenthető a kolera, a tifusz, és egyéb a víz által közvetített betegségek mértéke (Yuefeng, 1999).

A klór az egyik legreaktívabb elem, könnyen tud kötődni más elemekhez. A klór és a klórszármazékok hatásmechanizmusa abban nyilvánul meg, hogy a molekulákban felszakítja a kémiai kötések és képes kicserélni egyes baktériumok vegyületeinek atomjait (például az enzimeknél). Ebben az esetben mikor az enzim kapcsolatba kerül a klórral, akkor egy vagy több hidrogén atomja kicserélődik erre. Ez a molekulaszervezet változásához vezet és a legtöbb

esetben disszociációt okoz. Amikor már az enzimek nem működnek megfelelően akkor a sejt elpusztul.

A legfőbb probléma a klórral való fertőtlenítés során, abban nyilvánul meg, hogy a vízben előforduló anyagokkal reagálva trihalometánokat és egyéb melléktermékeket is eredményezhet. A trihalometánok összefüggésbe hozhatók a húgyhólyag és a vastagbél rák kialakulásával (György és mtársai, 2011). A klór nagy dózisban nem kívánatos ízt és szagot kölcsönözhet a víznek és szerves anyagokkal reagálva mutagén fertőtlenítési mellékterméket is hozhat létre (Lehtola és mtársai, 2002). A mono-klóramin jelentős fertőtlenítő hatással rendelkezik, de a közvetlen mikroorganizmus pusztító képessége nem közelíti meg a hipoklórsavét, ugyanakkor jellemző, hogy a klóramin stabilabb vegyület és gyengébb oxidálószer, mint a hipoklórsav vagy a hipoklorit, és antimikrobiális tevékenységét is hosszabb ideig megőrzi (György és mtársai, 2011).

A jód egy esszenciális tápanyag az optimális pajzsmirigy működésnek a fenntartásában úgy a felnőtteknél, mint a csecsemőknél és a gyerekeknél egyaránt. Élettani szempontból a szervezetbe jutó szerves jód nagyrészt a pajzsmirigy hasznosítja a tireoglobulin szintézise céljából. Az első lépést a pajzsmirigy hormonok képződése során a szerves jód átvitele a plazmából a tüszők belsejébe. A jelenség aktív transzport útján valósul meg. A felnőtteknek ajánlatos napi 150–200 µg jód bevitele a szervezetbe, különben golyva léphet fel. Ehhez a napi szükséglethez általában a jódozott kenyéssel és ritkábban az ivóvízzel lehet hozzájutni (Grancea és Percek, 1990; Manitoba, 2005; Haulică, 2009). Magas jódtartalmú táplálkozás során a pajzsmirigy mérete kisebb, mert itt kevesebb sejt is elegendő a jód pajzsmirigyhormonokba való beépítéséhez. Jódhiány táplálkozás mellett a pajzsmirigy normál méretének többszörösére növekedhet extrém esetben gátolhatja a légzést. A golyva oka lehet például az ivóvíz jódhiánya. A következmény pajzsmirigyhormon (trijódtironin T_3 / tiroxin T_4) hiány, amely egyebek mellett fokozza a TSH (tireotrop szabályozó hormon) elválasztást. A krónikusan magas TSH-szint golyvát okoz, mert hatására a folliculáris sejtek megsaporodnak (hiperpláziás golyva). Ezt fokozott T_3/T_4 szintézis követi, ami a pajzsmirigyhormonok vérkoncentrációjának normalizálódását eredményezheti. Az ilyen golyva gyakran akkor is fennmarad, ha az eredeti „golyvakeltő ártalom” (például a jódhiány) megszűnik (Silbernagl, 1994). A heveny jód intoxikáció viszonylag ritka, általában csak a

jódtartalmú anyagokra túlzottan érzékeny személyek kis csoportjára jellemző. Az emberek többségénél nagyobb mennyiségű jódbevitele esetén sem jelentkezik jódbintolerancia (Grancea és Percek, 1990).

A jódbeszívása fertőtlenítés szempontjából eredményesebb, de széleskörben annyira nem elterjedt, mert nem költséghatékony (Manitoba 2005). Azonban meg kell jegyezzük, hogy olyan területeken, ahol az ivóvíz minőségi javítása jóddal történik ott lehetséges lehet a megengedett napi mennyiség többszörösének a bevétele (Howard és társai, 2000). A jódbaktericid hatása mellett ismert a protozoonok, gombák és vírusok elleni antiszeptikus hatása is (Grancea és Percek, 1990).

A jódbiocid hatást fejt ki kémiai tulajdonsága révén, mint erős oxidálószer. A jódbeszívása gyorsan átalakul jódiddá és a vérkeringésbe jut (Bálint, 1981; Backer és Hollowel, 2000). A jódbeszívását számos esetben más műveletekkel kombinálják, mint pl. szűréssel (Preddy és társai, 2009).

4. A szennyezett ivóvizekben általában előforduló allochton mikroorganizmusok

A mezofil aerob telepképző baktériumok összcsíraszámát általános képet ad a víz higiéniai állapotáról, mivel magas szám esetén patogén mikrobák előfordulása is valószínű. A legtöbb vízben előforduló mikroorganizmus 10-25 °C -on képes szaporodni. Ez hozzájárul a víz pszichrofil mikrobiotájának a kialakulásához (Mănescu, 1989). Az ivóvíz eredetű humán megbetegedések legfontosabb kórokozó baktériumai a következők: *Aeromonas sp.*, *Campylobacter jejuni*, patogén *Escherichia coli*, *Legionella sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhi*, *Shigella sp.*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*. A protozoonok csoportjából jelentős a *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis* (Deák, 2006).

A fekáli szennyeződés indikátorai a koliformok, a fekáli koliformok és a *Streptococcusok*, valamint az anaerob spórás szulfitredukáló *Clostridiumok*. A koliformok csoportjába a bélcsatornából származó és szaprofita baktériumok is tartoznak, melyeket a különböző hőmérsékleten végbemenő fermentációs tulajdonságaik alapján különítünk el

egymástól. A koliform baktériumok az *Enterobacteriaceae* család tagjai. Azokat a fakultatív anaerob, Gram-negatív, endospórát nem képző, pálcika alakú baktériumokat nevezzük koliformoknak, amelyek a laktózt 37 ° C -on sav és gázképzés mellett 48 órán belül fermentálják. A fekális koliformok a laktózt 44 ° C -on is képesek fermentálni (György és mtsai, 2005).

4.1. *Escherichia coli*

Csillós, Gram- negatív, rövid pálcá alakú baktérium. Tápanyagok tekintetében igénytelen. Az *E. coli* a normál bélmikrobióta tagja, a kétélűektől kezdődően az emberig. Az emberi faecesben átlagosan 10⁹ csíra/g található. Csíraszámuk individuálisan általában stabil, sőt ugyancsak individuálisan 1-2 szerotípus évekig képviselheti az ún. coli-mikrobiótát (rezidens törzsek), míg például a táplálékkal bevitt „idegen” *E. coli* 7-10 nap alatt eliminálódik a béltraktusból. Az *E. coli* szabályos, magas csíraszámú történő fekális ürítése lehetővé teszi, hogy az *E. coli* környezeti jelenlétét (pl. ivóvizekben, élelmiszerekben) fekális szennyeződésként értékeljük, azaz az *E. coli* fekális, közegészségügyi indikátor szerepet tölt be (Béládi és Nász, 1997).

Klinikai megnyilvánulásai lehetnek: enyhe tünetmentes ürítés, nem-véres hasmenés és akár hemolitikus urémiás szindróma (HUS) is, ami halálos kimenetelű is lehet, és főleg az 5 éven aluli korosztályt érinti. Az *E. coli* való bejelentett fertőzések száma jóval kevesebb, a többi enteriális kórokozók által kiváltott betegségekhez képest, az éves ráta a globális fertőzéseket tekintve 1-3 eset/ 100.000 ember, igaz figyelembe kell venni a földrajzi eltéréseket is (Schets és mtsai, 2005).

4.2. Fekális *Streptococcusok*

Gram-pozitív, láncokat formáló kokkusok, amelyek általában emberi és állati székletben fordulnak elő. Valamennyi tagjuk a Lancefield D szerológiai csoportba tartozik. A fekális *Streptococcusok* csoportján belül azok, amelyek jól tűrik a nátrium-kloridot és a lúgos pH-t az *Enterococcusok*. A legtöbb *Enterococcus* faj fekális eredetű és gyakorlati szempontból a humán fekális szennyeződés indikátoraként jól használhatók (WHO, 2008). Kórokozók

jelentőségük az epeutak és a húgyutak gyulladásában, valamint enyhe lefolyású ételmérgezésekben van. (Béládi és Nász, 1997).

4.3. *Clostridium perfringens*

A *Clostridium perfringens* egy anaerob, Gram-pozitív spóráképző pálca alakú baktérium, és megtalálható a környezetben, az emberi bélcsatornában, az állati ürülékben és a szennyvízben is. A *Clostridium perfringens* spórai magas szintű ellenállást tanúsítanak a kémiai és fizikai kezelésekkel szemben, és a környezetben hosszú időn keresztül életképesek maradnak (Shimizu és mtsai, 2009). Ez a spórák baktérium kitűnik nagyszámú invazív faktórával és exotoxinjaival, amelyek révén sebek és sebészeti beavatkozások esetén sérülési helyeket fertőzve szövetelhalásokat, nagyfokú vizenyőt és gázképződést (gázgangrénát) okoz. Ismertek olyan kórfolyamatai is, amelyek bélhalással járnak illetve az anyaméh fertőzését okozzák.

A természetben, a vad- és háziállatokban általánosan elterjedt baktérium, gyakran rákerül az élelmiszerekre, és általuk megbetegedést okoz. A betegség valójában toxikoinfekció, mivel a tüneteket egyrészt az élelmiszerekben nagy számban ($>10^6$ /g) elszaporodott baktériumok exotoxinja (egy enterotoxin) váltja ki, másrészt a mikroba a vékonybélbe jutva spórázik és eközben is toxint termel. A betegség általánosan félnapos lappangási idő után viszonylag enyhe és gyors lefolyású, hasmenéssel, olykor hányással, lázzal is jár; de 1-2 napra elmúlik (Deák, 2006).

4.4. *Pseudomonasok*

Az ivóvíz higiéniai minőségének bakteriológiai vizsgálatakor a fentiekben említett mikroorganizmusok mellett a *Pseudomonasok* kimutatása is fontos jelentőséggel bír. A *Pseudomonas* genusz tagjai spórák nem képző Gram negatív, poláris csillózatú, obligát aerob, vagy anaerob (nitrát légzés) baktériumok. Széles körben elterjedtek a talajokban és a vizekben. Egyes képviselőik ember- és állatpatogének (Máthé és mtsai, 2005).

A *Pseudomonas aeruginosa* széles körben elterjedt a természetben (víz, talaj) gyakran izolálható azonban nyálkahártyákról, bőrről és az emberi és állati bélcsatornából. Száraz környezetben rövid ideig marad csak életképes, elsősorban vízben élő faj, kis mennyiségű

tápanyag jelenlétében is képes szaporodni, valamint viszonylag magas az ellenállóképessége a fertőtlenítőszerekkel szemben (Mănescu, 1989). Több virulenciafaktora ismert, mint pl.: exotoxin-A, extracelluláris proteázok.

A *Pseudomonas fluorescens* a természetben elterjedt faj, humán jelentőségét az adja, hogy jól szaporodik hűtőszekrények hőmérsékletén és így élelmiszerek romlását idézheti elő (Béládi és Nász, 1997).

4.5. Mikroszkópikus gombák

Régebben a gombákat ritkán vették figyelembe, amikor a patogén mikroorganizmusokat tárgyalták az ivóvízben. Ennek a lehetséges oka az volt, hogy a legtöbb a vízben megtalálható patogén baktérium, vírus és parazita gyakrabban vált ki akut tüneteket és megbetegedéseket az emberekben. A szakirodalom szerint a gombákat tartalmazó ivóvíz nem vált ki akut megbetegedéseket. Az ember így könnyen átsiklik a probléma fölött, de nem szabad elfelejteni, hogy ez krónikus problémát is jelenthet az ivóvízelosztó rendszerekben.

Az elmúlt évtizedekben azonban a patogén, a toxikus és az allergiát kiváltó fajaik közül egyeseket nagy koncentrációban is izoláltak az ivóvizekből.

A gombák számos másodlagos metabolitot termelnek beleértve a toxikus vegyületeket is, melyek közül nagyon sok hatással van az ember egészségre. A gombák, még olyan anyagokat is termelnek, amelyek felelőssé tehetőek a kellemetlen szagok és ízek kialakulásáért. Az ivóvizekben általában előforduló mikroszkópikus gombák a következő nemzetségekbe sorolhatók: *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Penicillium* valamint *Trichoderma*, *Absidia*, *Mucor*, *Mortierella* és *Rhizopus*. Több gomba van jelen a kezeletlen vízben, mint a klórral fertőtlenítettben, a gombaspóra hosszú ideig képes életben maradni, látható fejlődése pedig erősen függ, hogy milyen törzsről van szó (Hageskal és mtársai, 2009).

5. A kutatás célkitűzései:

- Kovászna megye területén megtalálható, néhány borvízforrás és kút vizében előforduló allochton mikroorganizmusok kimutatása szabványos mikrobiológiai módszerekkel. A vízminták mikrobiológiai minőségének meghatározása higiéniai és egészségvédelmi szempontból.

- A klóramin és a jód antimikrobiális hatásának vizsgálata egyes ivóvízből izolált allochton mikroorganizmusok (fekális eredetű *Escherichia coli*, *Pseudomonas*ok valamint mikroszkópikus penészgombák) esetében.
- A szinergikus hatás vizsgálata fertőtlenítőszer kombináció alkalmazása esetén, ennek közegészségtani jelentősége szempontjából: a klór mennyiségének csökkentése és az élettani szempontból megengedett mennyiségű jód hozzáadása által.

6. Vizsgálati anyag és módszerek

Mintavételre 2010. június 28.-án és szeptember 6.-án került sor. A helyszínen mértük a vízminták pH-ját, steril üvegedényekbe gyűjtöttük és megfelelő körülmények között szállítva a mikrobiológia laboratóriumban 24 órán belül feldolgoztuk. Mintavételi helyek: Kézdivásárhely, Fortyogófürdő, Zabola és Kézdioroszfalu. A vízminták közül a fortyogófürdői ásványvíz, a kézdivásárhelyi vízminta ásott kútból származik, a kézdioroszfalui és a Zaboláról származó vízminták fúrt kútból voltak begyűjtve.

6.1. A mikroorganizmusok kimutatása céljából alkalmazott tenyésztési eljárások

A mikrobiológia vizsgálatok során elsőként meghatároztuk a mezofil aerob baktériumok összcsíraszámát. Az egészségvédelmi és higiéniai szempontból jelentős baktériumok: koliformok, fekális koliformok, fekális *Streptococcus*ok, szulfit-redukáló anaerob baktériumok, *Pseudomonas*ok kimutatása tenyésztéses bakteriológiai módszerekkel történt. A fekális koliformok csoportján belül az *Escherichia coli* felismerése, valamint a szulfit-redukáló anaerob baktériumok esetén a *Clostridium perfringens* jelenlétének bizonyítása céljából a megerősítő bakteriológiai vizsgálati módszereket alkalmaztuk.

A mezofil aerob telepképző baktériumok összcsíraszámát lemezöntéssel határoztuk meg. Hígítási sort készítettünk 10^{-3} -ig, majd a mintából és az egyes hígításokból egy-egy ml-t pipettáztunk steril Petri-csészékbe, majd 45 °C-ra lehűtött Nutrient táptalajt töltöttünk és jól összekevertük. Az inkubálás 22 és 37 °C-on történt 48 óráig (Lukacsovics, 2002).

A koliform baktériumok és a fekális koliformok kimutatása céljából laktózlevest készítettünk és fenolvörös indikátort adtunk hozzá. Mintánként 5-5, Durham csövet is

tartalmazó kémcsőbe pipettáztuk a táplevest. A koliform baktériumok esetében az inkubálás 37 °C-on történt, a fekális koliformok esetében pedig 44 °C-on 48 óráig. Ezt követően elvégeztük a fekális eredetű *Escherichia coli* jelenlétének bizonyítása céljából a megerősítő mikrobiológiai vizsgálatokat. Első lépésben a 44 °C-on pozitív reakciót mutató kémcsövekből leizzított kaccsal Endo tápagar felületére oltottunk, 37 °C-on 48 óráig inkubáltuk. Az inkubálást követően azokkal a különálló telepekkel dolgoztunk tovább, amelyek sötétvörös színűek és fémfényűek voltak (Lukacsovics, 2002). A következő lépés az *E. coli* jelenlétének bizonyítása céljából az indol és az oxidázpróba elvégzése. Az indolpróba esetében 5 ml peptonvízbe egy kacsnyi baktériumot oltottunk. 24 óra elteltével minden kémcsőbe 0,2 ml Kovács-féle indol reagenst csepegtettünk. Pozitív reakció esetén piros felülúszó tapasztalható. Az oxidázpróba esetében steril szűrőpapírra oxidáz reagenst csepegtettünk és üvegbot segítségével a papír felületén szétkentünk egy kacsnyi baktérium tenyészetet. Pozitív eredmény esetén a szűrőpapíron kékes-ibolya színeződés látható, negatív eredmény esetén nem figyelhető meg színreakció. A fekális eredetű *Escherichia coli* jelenléte akkor bizonyított, ha indolpróba esetén pozitív reakciót, oxidázpróba során pedig negatív reakciót tapasztaltunk (Maráz és Farkas, 2000).

A fekális koliformok és az *Escherichia coli* kimutatását membránszűrési módszerrel is elvégeztük (Standard International ISO/FDIS 9308-1). Laktóz TTC agart készítettünk (1000 ml desztillált vízbe bemértünk 33 g tergitol agart, 10 g laktózt, 5 g peptont, 3 g élesztőkivonatot, 5 g húskivonatot, 0,025 g brómtimolkéket és 15 g agart, autoklávozás után 5 ml TTC oldatot (1 %-os 2,3,5-trifenil tetrazol-klorid oldat) is pipettáztunk a többi összetevőhöz). A pH-át 7,2-re állítottuk be. A táptalajt steril Petri-csészékbe töltöttük. A szabványba előírtak alapján 100 ml vízmintát vákuumszűrő segítségével mikrobiológiai membránszűrőn átszűrtünk, majd a szűrőkorongokat a táptalaj felületére helyeztük. A sterilításra mindvégig vigyáztunk, gázegő mellett dolgoztunk. Az inkubálás 37 °C-on történt. 24 óra elteltével pirosszínű telepek fejlődtek ki. Tiszta tenyészet készítése céljából szélesztést végeztünk Endo táptalaj felületén. Ezt követően elvégeztük a szabványban előírt megerősítő vizsgálatot a fekális eredetű *Escherichia coli* jelenlétére vonatkozóan: az indol és az oxidáz próbát.

A fekális *Streptococcus*ok kimutatása során első lépésben a megelőző vizsgálatot végeztük el. Nátrium-azid és dupla koncentrációjú nátrium- azid tartalmú táplevest készítettünk:

- Nátrium-azid tartalmú tápleves összetétele: 5,4 g húskivonat, 15 g proteoz-pepton, 7,5 g glükóz, 7,5 g NaCl, 0,2 g Na-azid, 1000 ml desztillált víz.
- Dupla koncentrációjú nátrium-azid tartalmú tápleves összetétele: 9 g húskivonat, 30 g proteoz-pepton, 15 g glükóz, 15 g NaCl, 0,4 g Na-azid, 1000 ml desztillált víz.

Minden egyes vízminta esetén 10 ml-t pipettáztunk egyenként 5 darab 10 ml dupla koncentrációjú Na-azid táplevest tartalmazó kémcsőbe, majd ugyancsak a vízmintából 1 ml-t pipettáztunk egyenként 5 db 10 ml Na-azid táplevest tartalmazó kémcsőbe. Utolsó lépésként a vízmintából 10^{-1} -es hígítást készítettünk és 1 ml-t pipettáztunk egyenként 5 db 10 ml Na-azid táplevest tartalmazó kémcsőbe. Ezt az eljárást minden egyes vízminta esetén megismételtük. Az inkubálás 37 °C-on 24 óráig történt.

A fekális *Streptococcus*ok megelőző vizsgálatát a megerősítő vizsgálat követte. Na-azidot és bromkrezol bíbor tartalmú táplevest készítettünk, melynek összetétele: 20 g proteoz-pepton, 5 g glükóz, 5 g NaCl, 2,7 g K_2HPO_4 , 2,7 g KH_2PO_4 , 2 ml 1 %-os bromkrezol bíbor oldat, 1000 ml desztillált víz. A tápközeg pH-ját 7,2-7,3-ra állítottuk, és autoklávozással sterilizáltuk. Ezt követően steril kémcsővekbe 3 ml táplevest pipettáztunk és a megelőző vizsgálat során pozitív eredményt adó mintákból leoltottunk 1-1 ml-t. Az inkubálás 37 °C-on 24 óráig tartott. Pozitív eredmény esetén az eredetileg vöröses-lilás tápleves sárga színűre változott. A fekális *Streptococcus*ok legvalószínűbb számát a módszerhez tartozó táblázatból a pozitív eredményeknek megfelelő kulcsszám alapján határoztuk meg (Dunca és mtsai, 2004).

Az ivóvíz mikrobiológiai minőségének elemzése során egy másik fontos vizsgálat az anaerob szulfid-redukáló spórák baktériumok (a *Clostridium*ok) jelenlétének a kimutatása. A *Clostridium* tápleves elkészítése után steril kémcsővekbe 9 ml-t pipettáztunk, majd 1-1 ml vízmintát. A kémcsővekbe paraffint helyeztünk, és hőkezelést alkalmaztunk vízfürdőben 80 °C-on. 15 perc elteltével a vízfürdőből kivett kémcsőveket gyorsan lehűtöttük. A paraffin megszilárdulva anaerob körülményeket biztosít. Az inkubálás 37 °C-on történt, 24-48 óráig. Pozitív eredmény esetén a tápleves feketére színeződik, mivel a *Clostridium*ok a szulfidot fekete színű vas-szulfiddá redukálják (Drăgan-Bularda, 2000). A *Clostridium perfringens* jelenlétének bizonyítása céljából 9 ml tejhez 1 ml *Clostridium* tenyészetet adtunk, majd 24 óráig 37 °C-on inkubáltuk. A megerősítő vizsgálatban a *C. perfringens* a tej szivacsos megjelenésű alvadását váltja ki (Mănescu, 1989). A *Clostridium perfringens* jelenlétét egy

másik módszerrel is vizsgáltuk. *Clostridium perfringens* szelektív táptalajon felületi szélesztést végeztünk, üvegbot segítségével, majd a Petri-csészéket anaerob dobozba inkubálni helyeztük 24 óráig 37 °C-on. A doboz légmentes körülményeket biztosított. Pozitív eredmény esetén a táptalaj felületének feketére való színeződését figyelhettük meg.

A *Pseudomonas*ok jelenlétének kimutatására *Pseudomonas* szelektív tápagart készítettünk és felületi szélesztést végeztünk, hajlított üvegbot segítségével. Ezen a táptalajon a *Pseudomonas fluorescens* telepei sárgás-fehér színűek és UV hatására fluoreszkálnak.

A *Pseudomonas aeruginosa* kimutatása membránszűrési módszerrel történt a szabványnak (European Standard prEN 12780) megfelelően. A táptalaj készítése során 45,3 g cetrimid agart, 10 ml glicerolt és 10 g kazein hidrolizátumot feloldottunk 1000 ml desztillált vízben. Autoklávozás után 0,015 g nalixid savat mértünk a táptalajhoz és steril Petri csészékbe töltöttük. A membránszűrés után az inkubálás 28 °C-on történt.

Az ivóvízben jelenlevő mikroszkópikus gombák kimutatása céljából szélesztést alkalmaztunk Czapek-Dox táptalaj felületén a vízmintákból. Az inkubálás 5 napig tartott 28 °C-on. A penészgombákat mikroszkópi preparátumok és telepmorfológiai tulajdonságok alapján azonosítottuk (Bánhegyi és mtsai, 1985).

6.2. A fertőtlenítőszeres antimikrobiális hatásának a vizsgálata

Ivóvízből izolált fekális eredetű *E. coli* és *Pseudomonas fluorescens* törzsek esetében vizsgáltuk a klóramin, a jód és a klóramin+jód fertőtlenítőszer kombináció antimikrobiális hatását.

Első lépésben elkészítettük a baktérium szuszpenziót 10 ml fiziológiás sóoldatba, beállítva a sűrűségét turbidiméterrel ameddig a mért abszorbancia 50 %-ot mutatott. A módszer egy mikrobaszuszpenzió áthaladt fényerősség-változás mérésén alapszik. A mikrobák által elnyelt fény csökkenti a belépő fényintenzitást (<http://www.mokkka.hu/drupal/node/2656>). Kalibráló oldatnak, mindig a sejtnélküli tápoldatot vettük. Négy baktérium törzzsel végeztük a kísérleteket: *Escherichia coli* EC/2 és a vizsgált ivóvíz mintából izolált *E. coli* törzs, *Pseudomonas fluorescens* és általunk izolált *Pseudomonas fluorescens* törzs. Ezt követően steril desztillált vízbe beoltottuk a baktériumokat, hozzáadtuk a fertőtlenítőszereseket a

megengedett minimális és maximális koncentrációban (klóramin esetében: a minimális 1 g/l, és a maximális 10 g/l, a jód esetében: minimális 8 mg/l, maximális 16 mg/l. A fertőtlenítőszer kombinációja esetén pedig a maximálisan megengedett mennyiség felét adagoltuk (5 g/l klóramin+8 mg/l jód). Majd különböző időközönként (0 óra, 3 óra, 6 óra, 24 óra) lemezöntést végeztünk Nutrient tápagarra a sejtszám meghatározás céljából.

7. Eredmények

A mintavételkor végzett mérések során kapott adatok alapján, a kiválasztott vízminták esetében a pH értéke 5,2 és 6,9 között van. Látható, hogy a vizek pH-ja közel négy hónap elteltével is hasonló értéket mutatott (1. táblázat).

1. táblázat. Mintavételi pH értékek

Ssz.	Mintavétel helye	pH (jún. 28)	pH (szept. 6)
1	Kézdivásárhely- Főtér	6,44	6,62
2	Fortyogófürdő	5,28	5,5
3	Kézdioroszfalu	6,83	6,62
4	Zabola-1	6,27	7,3
5	Zabola-2	6,16	7,07
6	Zabola-3	6,95	6,25
7	Zabola-4	6,89	6,7
8	Zabola-5	6,66	6,3

7.1. Az ivóvíz mintákból kimutatott allochton mikroorganizmusok

A 37 °C-on fejlődő, mezofil aerob telepképző baktériumok összcsíraszama szempontjából, a kapott eredmények alapján csak egy esetben, a szeptemberben begyűjtött fortyogófürdői forrásból származó víz (2. minta) minősége elfogadható, mivel a baktériumok száma nem haladja meg a megengedett határértéket (20 TKE/ml) (2. táblázat, 3. táblázat) (STAS 3001-91) (Ogaki és Stănescu, 2003). A többi vízminta esetében viszonylag magas volt a sejtszám, a legmagasabb érték a Zabola-2 mintára jellemző mindkét mintavételkor.

2. táblázat. A mezofil aerob telepképző baktériumok összcsíraszama a vizsgált vízmintákban, 37 °C-os inkubálást követően a júniusban vett vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)	Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)
1	Kézdiv.(Főtér)	$6,2 \cdot 10^3$	5	Zabola-2	$1,31 \cdot 10^4$
2	Fortyogófürdő	10^2	6	Zabola-3	$2 \cdot 10^3$
3	Kézdioroszfalu	$1,8 \cdot 10^3$	7	Zabola-4	$6,6 \cdot 10^3$
4	Zabola-1	$3 \cdot 10^3$	8	Zabola-5	10^2

3. táblázat. A mezofil aerob baktériumok összcsíraszama a vizsgált vízmintákban, 37 °C-os inkubálást követően a szeptemberben gyűjtött vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)	Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)
1	Kézdiv.(Főtér)	$1,5 \cdot 10^3$	5	Zabola-2	$1,27 \cdot 10^4$
2	Fortyogófürdő	1	6	Zabola-3	$3,2 \cdot 10^3$
3	Kézdioroszfalu	$5,9 \cdot 10^3$	7	Zabola-4	$2,8 \cdot 10^1$
4	Zabola- 1	$3 \cdot 10^3$	8	Zabola-5	$1,5 \cdot 10^3$

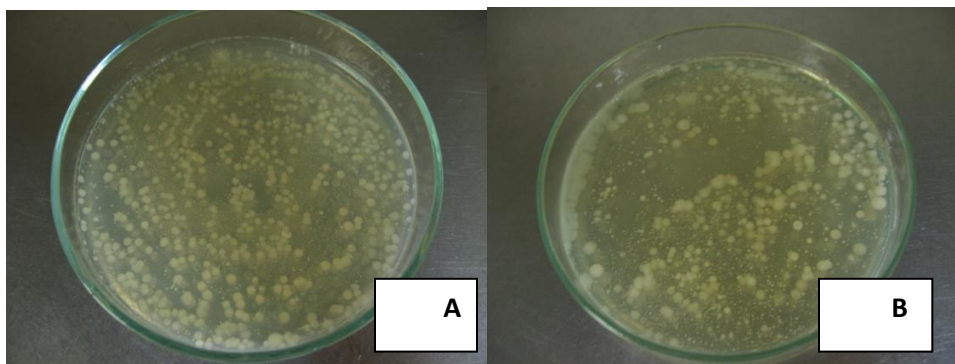
A szabványban előírt 22 °C-on történő tenyésztést is elvégeztük. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy szintén a szeptemberben hozott fortyogófürdői forrásból származó vízminta az egyedüli, amelynek minősége mikrobiológiai szempontból elfogadható, hiszen az összes élő mikrobaszám legfeljebb 100/cm³ lehet 22 °C fokos inkubálás esetén (4. táblázat, 5. táblázat) (STAS 3001-91) (Ogaki és Stănescu, 2003).

4. táblázat. A mezofil aerob telepképző baktériumok összcsíraszama a vizsgált vízmintákban, 22 °C-os inkubálást követően a júniusban vett vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)	Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)
1	Kézdiv.(Főtér)	$>10^4$	5	Zabola-2	$>10^4$
2	Fortyogófürdő	$1,4 \cdot 10^3$	6	Zabola-3	$8,4 \cdot 10^2$
3	Kézdioroszfalu	$6,5 \cdot 10^2$	7	Zabola-4	$1,8 \cdot 10^3$
4	Zabola- 1	$8,8 \cdot 10^2$	8	Zabola-5	$>10^4$

5. táblázat. A mezofil aerob baktériumok összcsíraszama a vizsgált vízmintákban, 22 °C-os inkubálást követően a szeptemberben gyűjtött vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)	Ssz.	Mintavétel helye	Mezofil aerob baktériumok (TKE/ml)
1	Kézdiv.(Főtér)	$3,84 \cdot 10^3$	5	Zabola-2	$4,6 \cdot 10^3$
2	Fortyogófürdő	0	6	Zabola-3	$3,1 \cdot 10^3$
3	Kézdioroszfalu	$4,8 \cdot 10^2$	7	Zabola-4	$4,1 \cdot 10^1$
4	Zabola- 1	$4,5 \cdot 10^3$	8	Zabola-5	$8,8 \cdot 10^2$



1. ábra. Nutrient táptalajon kifejlődött mezofil aerob baktériumok. A: 22 °C-os inkubálást követően, B: 37 °C-os inkubálás során

6. táblázat: A koliform baktériumok kimutatásának eredményei a júniusban vett vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Eredmény					koliszám
1	Kézdiv.(Főtér)	+	+	+	+	-	160
2	Fortyogófürdő	-	-	-	-	-	< 2
3	Kézdioroszfalu	+	+	+	+	+	> 32
4	Zabola-1	+	+	+	+	+	> 160
5	Zabola-2	+	+	+	+	+	> 160
6	Zabola-3	+	+	+	+	-	160
7	Zabola-4	+	+	+	+	+	> 160
8	Zabola-5	+	+	+	+	+	> 160

7. táblázat: A fekális koliformok kimutatásának eredményei a júniusban vett vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Eredmény				
1	Kézdiv.(Főtér)	-	-	-	-	-
2	Fortyogófürdő	-	-	-	-	-
3	Kézdioroszfalu	+	+	+	+	+
4	Zabola- 1	+	+	+	+	+
5	Zabola-2	+	+	+	+	+
6	Zabola-3	+	-	-	-	-
7	Zabola-4	+	+	+	+	+
8	Zabola-5	+	+	+	+	+

A koliform baktériumok kimutatása során a júniusban történt mintavétel eredményei alapján szintén csak a fortyogófürdői vízminta alkalmas emberi fogyasztásra (6. táblázat, 7. táblázat). A többi vízminta esetében a koliszám (koliform baktérium/100 ml víz) meghaladta a megengedett határértéket. A koliszám megengedett határértékei: ásványvíz esetében kevesebb mint 2, ásott kút vizében 21 alatt, fúrt kút vizében pedig kevesebb mint 4,4 (Lukacsovics, 1999). A kézdivásárhelyi és a fortyogófürdői források kivételével az összes vízmintából kimutathatók voltak a fekális koliformok (10. ábra). Ivóvizben nem lehetnek jelen a fekális koliformok. A fekális koliformok és a fekális eredetű *Escherichia coli* kimutatása céljából a membránszűrős és az azt követő megerősítő vizsgálatot is elvégeztük (Standard International ISO/FPIS 9308-1) (11. ábra). Ebben az esetben a fortyogófürdői vízmintából is kimutathatók voltak a fekális koliformok, ez valószínű azért mert ennél a módszernél 100 ml vízmintát használunk és nagyobb az esélye az esetleg kisebb számban jelenlévő baktériumok kimutatásának. A megerősítő vizsgálat a Zabola-5 mintából bizonyította az *E. coli* jelenlétét. Összegzésképpen a két módszer során kapott eredmények alapján egyik vízminta sem ajánlott emberi fogyasztásra.

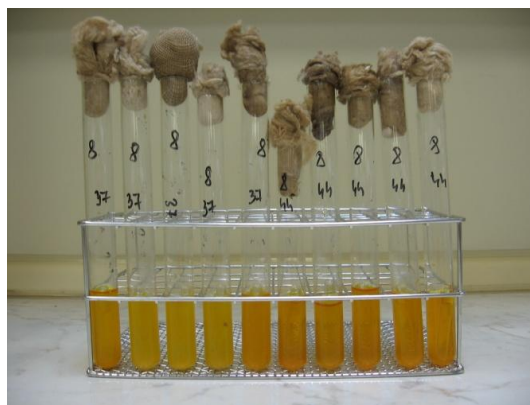
8. táblázat. A koliform baktériumok kimutatási eredményei a szeptemberben gyűjtött vízmintákból

S s z .	Mintavétel helye	Eredmény					koliszám
1	Kézdiv.(Főtér)	-	-	-	-	-	<22
2	Fortyogófürdő	-	-	-	-	-	< 2
3	Kézdioroszfalu	-	-	-	-	-	<4,4
4	Zabola-1	+	+	+	+	+	> 160
5	Zabola-2	+	+	+	+	+	> 160
6	Zabola-3	+	+	+	+	-	160
7	Zabola-4	+	+	-	-	-	51
8	Zabola-5	+	+	+	+	+	> 160

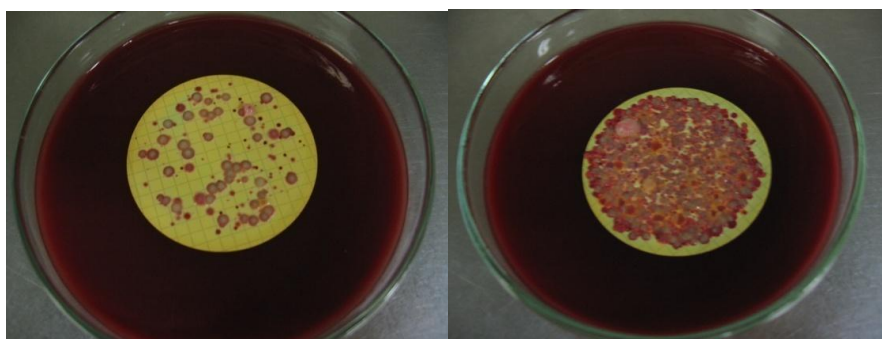
A szeptemberben begyűjtött vízminták esetében a koliszám 3 esetben volt megfelelő (kézdivásárhelyi, fortyogófürdői, kézdioroszfalui vízminták), azonban az összes vízmintából kimutathatók voltak a fekális koliformok amely alapján emberi fogyasztásra egyik vízminta sem ajánlott (8. táblázat, 9. táblázat). A megerősítő vizsgálat eredményei a kézdivásárhelyi, a Zabola-1 és Zabola-2 mintákból fekális eredetű *Escherichia coli* jelenlétére utalnak.

9. táblázat: A fekális koliformok kimutatásának eredményei a szeptemberben vett vízminták esetében

Ssz.	Mintavétel helye	Eredmény					Ssz.	Mintavétel helye	Eredmény				
1	Kézdiv.(Főtér)	+	+	+	+	+	5	Zabola-2	+	+	+	+	+
2	Fortyogófürdő	+	+	+	+	-	6	Zabola-3	+	+	+	+	+
3	Kézdioroszfalu	+	+	-	-	-	7	Zabola-4	+	+	-	-	-
4	Zabola-1	+	+	+	+	+	8	Zabola-5	+	+	+	+	+



10. ábra. A koliformok és a fekális koliformok kimutatása során kapott eredmények a 37 °C-on és a 44 °C-on történő inkubálást követően (Zabola-5 minta)



11.ábra. A membránszűrési módszer alkalmazásakor kifejlődött fekális koliformok

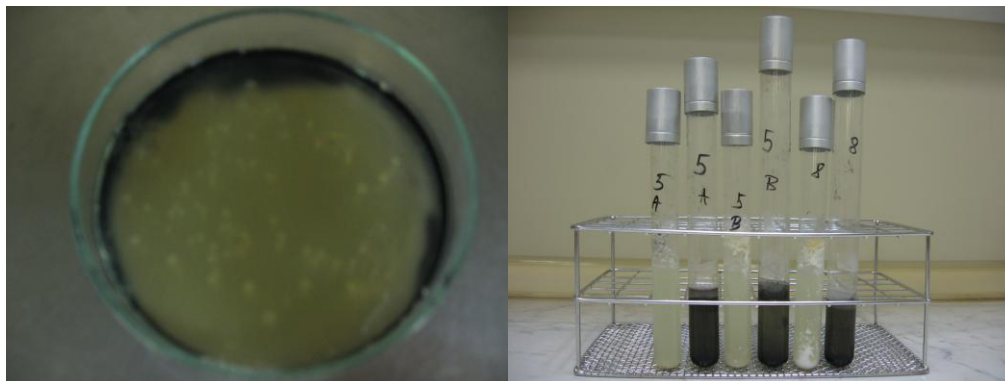
A fekális *Streptococcus*ok vizsgálati eredményei alapján a vízminták minősége kifogásolható (12. ábra), mivel az ivóvízben nem fordulhatnak elő ezek a baktériumok (STAS 3001-91) (Ogaki és Stănescu, 2003). A Zabola-3 és Zabola-4 mintákban volt a legmagasabb a sejtszám 100 ml vízmintában (10. táblázat).



12. ábra: A fekális *Streptococcus*ok megerősítő vizsgálata, a Zabola 4-es vízminta esetén

10. táblázat: A fekális *Streptococcus*ok kimutatásának eredményei, a megerősítő vizsgálat során

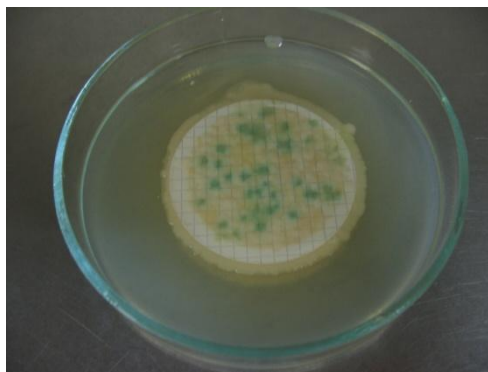
Ssz.	Mintavétel helye	Sejtszám/100 ml
1	Kézdiv.(Főtér)	9
2	Fortyogófürdő	2
3	Kézdioroszfalu	2
4	Zabola- 1	278
5	Zabola-2	130
6	Zabola-3	> 1609
7	Zabola-4	17
8	Zabola-5	> 1609



13. ábra. Pozitív eredmény a *Clostridium perfringens* kimutatása és a megerősítő vizsgálat során

Az anaerob szulfitredukáló baktériumok (*Clostridium*ok) vizsgálata során csak a júliusi vízmintákból kaptunk pozitív eredményt a Zabola-2 és Zabola-5 mintákból. Mindkét megerősítő vizsgálat a *Clostridium perfringens* jelenlétére utal az említett vízmintákban (13. ábra).

A *Pseudomonas*ok vizsgálata során a membránszűrős módszer alkalmazása esetén (European Standard prEN 12780) *Pseudomonas aeruginosa* a Zabola-5 vízmintából volt kimutatható (13. ábra).



13. ábra. A *Pseudomonas aeruginosa* kimutatása membránszűrős módszerrel

A szeptemberi mintavétel során *Pseudomonas* szelektív táptalajon a legtöbb vízmintából kimutatható volt *Pseudomonas fluorescens*.

A júniusi mintavétel során a Zabola-2 vízmintából Czapek-Dox táptalajon penészgombák fejlődtek ki, melyek a meghatározás alapján *Aspergillus fumigatus* és *Aspergillus sparsus*. Az *A. fumigatus* verruculogen mikotoxint termelő penészgomba (14. ábra).



14. ábra: Az ivóvízből kimutatott *Aspergillus fumigatus* mikroszkópi képe.

7.2. A fertőtlenítőszer antimikrobiális hatásának eredményei a vizsgált mikroorganizmusok esetében

A kiválasztott fertőtlenítőszer (klóramin és jód) antimikrobiális hatásának vizsgálata során az egészségvédelmi szempontból megengedett mennyiségeket alkalmaztuk. A laboratóriumi *Escherichia coli* EC/2 törzs esetében 24 óra elteltével nem volt kimutatható élő sejt az alkalmazott fertőtlenítőszer koncentrációk hatására. Ez a baktériumtörzs érzékenyebb a klóramin T antimikrobiális hatásával szemben. A klóramin T és a jód együttes alkalmazása esetén kaptuk a legjobb eredményt, ahol 3 óra után már csak 1 telep fejlődött ki szilárd táptalajon (11. táblázat).

Az ivóvízből izolált *Escherichia coli* esetében is hasonló eredményeket kaptunk (12. táblázat), az adatok kissé nagyobb ellenállóképességre utalnak összehasonlítva az *Escherichia coli* EC/2 törzssel.

11. táblázat. A fertőtlenítőszer hatásának eredményei az *Escherichia coli* EC/2 törzs esetében

Idő (h)	<i>Escherichia coli</i> EC/2 (TKE/ml)				
	Klóramin T		Jód		Klóramin T+Jód
	1 g/l	10 g/l	8mg/l	16 mg/l	5 g/l + 8 mg/l
0	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$
3	10^2	$5 \cdot 10^1$	10^2	$2,5 \cdot 10^1$	1
6	0	0	10^2	3	0
24	0	0	0	0	0

12. táblázat. A fertőtlenítőszer hatásának eredményei az ivóvízből izolált *Escherichia coli* törzs esetében

Idő (h)	<i>Escherichia coli</i> ivóvízből izolált (TKE/ml)				
	Klóramin T		Jód		Klóramin T+Jód
	1 g/l	10 g/l	8mg/l	16 mg/l	5 g/l + 8 mg/l
0	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$
3	$> 10^2$	10^2	$3,5 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^1$	7
6	0	0	$2 \cdot 10^2$	1	1
24	0	0	0	0	0

A *Pseudomonas* törzsek érzékenyebbek az alkalmazott fertőtlenítőszerekkel szemben (13. táblázat, 14. táblázat), összehasonlítva a vizsgált *E. coli* törzsekkel. A legtöbb esetben már 3 óra elteltével nem mutathatók ki élő sejtek, egy kivétellel, amikor a 8mg/l jód koncentráció esetében az ivóvízből izolált *P. fluorescens* esetében 6 óra után is az élő sejtszám 10^2 /ml volt. Ebben az esetben a vizsgálatokat megismételtük a minimális és a maximális érték közé eső

köztes jódtartalommal (12 mg/l). Az eredmények alapján 3 óra után már nem voltak kimutathatók élő sejtek.

13. táblázat. A fertőtlenítőszeres hatásának eredményei laboratóriumban használt standard *Pseudomonas fluorescens* esetében

Idő (h)	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (TKE/ml)				
	Klóramin T		Jód		Klóramin T+Jód
	1 g/l	10 g/l	8mg/l	16 mg/l	5 g/l + 8 mg/l
0	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$
3	$> 10^3$	1	$> 10^3$	1	2
6	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0

14. táblázat. A fertőtlenítőszeres hatásának eredményei az ivóvízből izolált *Pseudomonas fluorescens* törzs esetében

Idő (h)	<i>Pseudomonas fluorescens</i> ivóvízből izolált (TKE/ml)				
	Klóramin T		Jód		Klóramin T+Jód
	1 g/l	10 g/l	8mg/l	16 mg/l	5 g/l + 8 mg/l
0	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$	$> 10^4$
3	$4 \cdot 10^1$	10^1	$3,48 \cdot 10^2$	1	1
6	0	0	10^2	0	0
24	1	0	0	0	0

8. Következtetések

- A vizsgált vízminták közül a Fortyogófürdői ásványvíz a legkevésbé szennyezett, viszont ha figyelembe vesszük az allochton mikroorganizmusok jelenlétére vonatkozó előírásokat, akkor az összes vízminta minősége mikrobiológiai szempontból kifogásolható, fogyasztásra nem ajánlott.
- A klóramin és jódtartalmú fertőtlenítőszer kombináció alkalmazása esetén szinergizmus létezik.
- A klóramin mennyiségének csökkentése által kiváltott gyengébb antimikrobiális hatás, kompenzálható megfelelő mennyiségű jódtartalommal, ami egészségvédelmi szempontból jelentős.
- A vizsgált *Pseudomonas* törzsek érzékenyebbek az alkalmazott fertőtlenítőszerekkel szemben.

9. Irodalomjegyzék

1. Backer H., Hollowell J.: *Use of Iodine for Water Disinfection: Iodine Toxicity and Maximum Recommended Dose*, Environmental Health Perspectives, 108, 2000, 679-684.
2. Bálint P.: *Orvosi Élettan 2. Kötet*, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1981.
3. Bánhegyi J., Tóth S., Ubrizsy G., Vörös J.: *Magyarország mikroszkópikus gombáinak határozó könyve*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1985.
4. Béládi I., Nász I.: *Orvosi mikrobiológia*, Semmelweis Kiadó, Budapest, 1997.
5. Deák T., Lukacsovics F., Reichhard O., Román M., Varga B.: *Mikrobiológiai laborgyakorlatok I.*, Kertészeti Egyetem, Budapest, 2002.
6. Deák T.: *Élelmiszer-mikrobiológia*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2006.
7. Drăgan-Bularda M.: *Microbiologie generală - Lucrări practice*, Cluj-Napoca, 2000.
8. Dunca S., Nimițan E., Ailiesei O., Ștefan M.: *Microbiologie Aplicată*, Editura Technopress, Iași, 2004.
9. Grancea V., Percek A.: *Substanțe de contrast organoiodate*, Editura Medicală, București, 1990.
10. György É., Mészáros I., Mészáros S., Gombos S., Szilágyi J., Both J.: *Néhány csíkszereda-környéki borvíz higiéniai és vegyi jellemzése*, Kárpátmedence ásványvizei II. Nemzetközi Tudományos Konferencia, Hargita Kiadóhivatal, Csíkszereda, 2005, 111-117.
11. György É., Laslo É., András Cs.D., Buzás A.: *Screening of allochthonous microorganisms in drinking water and studies of the faecal originated Escherichia coli isolate survival after the chemical disinfection*, Acta Alimentaria, 40 (1), 2011, 165-171.

12. Hageskal G., Lima N., Skaar I.: *The study of fungi in drinking water*, Mycological research, 113, 2009, 165-172.
13. Haulică I.: *Fiziologie umană*, Editura Medicală, București, 2009, 674.
14. Kertai P.: *Közegészségstan*, Medicina Könyvkiadó, 1982.
15. Lee J., Lee C.S., Hugunin K.M., Maute C.J., Dysko R.C.: *Bacteria from drinking water supply and their fate in gastro intestinal tracts of germ-free mice: A phylogenetic comparison study*, Water Research, 44, 2010, 5050-5058.
16. Lehtola M., Miettinen I., Vartiainen T., Martikainen P.: *Changes in content of microbially available phosphorus, assimilable organic carbon and microbial growth potential during drinking water treatment processes*, Water Research, 36, 2002, 3681–3690.
17. Lukacsovics F.: *Mikrobiológiai gyakorlatok*, Kertészeti Egyetem, Budapest, 2002.
18. Lukacsovics F.: *Mikrobiológiai gyakorlatok II*, Interagent Kiadó, Budapest, 1999.
19. Manitoba Water Stewardship: *Chlorine and Alternative Disinfectants Guidance Manual*, Earth Tech. (Canada) Inc., 2005.
20. Mănescu S.: *Microbiologie sanitară*, Editura Medicală, București, 1989.
21. Maráz A., Farkas Cs.: *Mikrobiológiai gyakorlatok*, Agrár Szakoktatási Intézet, Budapest, 2000.
22. Máthé I., György É., Balázs E.: *Néhány Hargita-megyei ásványvízforrás higiéniai vizsgálata*, A Kárpát-medence ásványvizei, II. Nemzetközi Tudományos Konferencia, 2005, 91-97.
23. Ogaki M., Stănescu R.: *Controlul calității mediului*, Cartea Universitară, București, 2003.
24. Preddy V., Burrow G., Watson R.R.: *Comprehensive handbook of iodine*, Academic Press, 2009.

25. Schets F., During M., Italiaander R., Rutjes S., Zwaluw W., Husman A.: *Escherichia coli O157:H7 in drinking water from private water supplies in the Netherlands*, Water Research, 39, 2005, 4485–4493.
26. Shimizu S., Ootsubo M., Kubosawa Y., Fuchizawa I., Kawai Y., Yamazaki K.: *Fluorescent in situ hybridization in combination with filter cultivation (FISHFC) method for specific detection and enumeration of viable Clostridium perfringens*, Food Microbiology, 26, 2009, 425–431.
27. Silbernagl S., Despopoulos A.: *SH Atlasz, Élettan*, Springer Hungarica Kiadó, 1994.
28. Vörösmarty C.J., Gessner M.O., MvIntyre P.B., Dudgeon D., Prusevich A., Green P., Glidden S., Bunn S.E., Sullivan C.A., Reidz Liermann C., Davies P.M.: *Global threats to human water security and river biodiversity*, Nature, 467, 2010, 555-561.
29. World Health Organization: *Guidelines for Drinking-water Quality*, Third Edition, Incorporating the first and second addenda, Volume 1, Geneva, 2008.
30. Yuefeng F: *Disinfection by products in drinking water*, Division of Epidemiology, Environmental and Occupational Health Consumer and Environmental Health Services, Lewis Publishers, 1999.

Internetes forrásanyagok

1. <http://drimmun.com/egeszseges-taplalkozas2/ivas.html> letöltve: 2011 márc. 3
2. http://www.cdep.ro/pls/legis/legis_pck.http_act_text?id=37178 letöltve: 2011 márc. 22
3. http://technologia.chem.elte.hu/hu/techn_lab_tanar/Viz1_gyakorlat.pdf letöltve: 2011 márc. 21
4. <http://www.mokkka.hu/drupal/node/2656>, letöltve: 2011 márc. 3
5. <http://www.muszeroldal.hu/assistance/ivovizminosites.pdf> letöltve: 2011 márc. 3