

37. OTDK Biológia Szekció

Életet adó vizeink

Német-Deák Bence, Vass Hunor tanulók

Felkészítő tanárok: Gergely Katalin, Kovács Csilla-Éva

Székelyudvarhely, Benedek Elek Pedagógiai Líceum,

Angol-természettudomány szak

Kutatás kezdetének dátuma: 2021 06. 15.

Beküldés dátuma: 2024 12. 09.

Pályamunka terjedelme:

TARTALOMJEGYZÉK

I. Fejezet

1. Bevezetés és elmélet	3
2. Anyag és módszer	3
3. Előzetes eredmények és analízis	4
4. Előzetes következtetések.....	7

II. Fejezet

1. Fiziko-kémiai vizsgálatok	11
Elektrokémiai módszerek	11
Térfogatos módszerek	12
Spektrometriás módszerek	13
2. Mikrobiológiai vizsgálatok	16
3. Parazitológia	21
4. Növényzet	22
Bibliográfia.....	24

I. Fejezet

1. BEVEZETÉS ÉS ELMÉLET

A mai városlakónak fogalma sincs, hogy 100 évvel ezelőtt hány közkútja volt a városnak és ezekből melyiknek volt iható a vize. Székelyudvarhely harmincezres lakosságához képest nincs nagy választék. Már az előttünk járók is azon keseregtek a múlt század végén, hogy városunk olyan szerencsétlen fekvésű ivóvíznek dorgában, hogy alig van pár olyan kútja, melynek vizét a városi emberek élvezhetik. A kutak siralmas állapotban vannak, írja a Székely Udvarhely című lap 1896-ban. Már sokkal korábban, még 1878-ban dr. Solymossy Lajos a főreáliskola tanára elvégzi Székelyudvarhely város vizeinek vegyi vizsgálatát. Mivel mára a kutak nagyrészenek nyoma sincs, ellátogattunk a még ma is fellelhető utódjaikra. Kutatásunk célja a közel 150 éves tesztek megismétlése és összehasonlítása az akkori eredményekkel, ezzel is egy pontosabb képet kapva a kutak akkori állapotáról. Ugyanakkor az elmúlt pár év értékeinek az elemzése is helyet kap.

Az Európai Unióhoz történő csatlakozás szükségessé tette az ivóvíz minőségére vonatkozó Közösségi előírások alkalmazását. Így kiadásra került a kormányrendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről.

A rendelet mikrobiológiai, kémiai, indikátor és mikroszkópos biológiai vízminőségi jellemzőket ad meg, melyeket a megadott gyakorisággal vizsgálni kell. A vízminőségi jellemzőkhöz a rendelet határértékeket is megad.

Az általunk vizsgált kémiai paraméterek az ammónium, nitrit, nitrát, és a permanganát index, illetve a mikrobiológiai paraméterek: a telepszám 22°C-on, telepszám 36°C-on, Coliform baktériumok, Escherichia coli és Enterococcus.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Kémiai vizsgálatok céljából a vízmintát tiszta, zárható palackba tettük, túlfolyásig megtöltöttük és lezártuk. Alkalmas mintavevő edény: új, üvegből vagy műanyagból készült palack, illetve használt, kiürült ásványvizes palack. Legkevesebb 1 liter vízmintára van szükség, mely maximum 12 órán át hűtve tárolható. A mikrobiológiai vizsgálatok elvégzéséhez sterilizált üvegedényekre van szükség.

Az ammóniumion koncentrációjának kimutatására a Merck Spectroquant-114752 módszert alkalmaztuk. Spektrofotométer segítségével 655nm-en mérhető a kékes színű vegyület

abszorbanciája, mely az ammónium és a szalicilát-, illetve hipoklorit ionok reakciója során keletkezik, nitrozo-pentacianoferat (III) jelenlétében.

A nitrit ion koncentrációjának kimutatására a Merck Spectroquant-114776 módszert alkalmaztuk. Savas közegben a nitrit ionok szulfanilsavval reagálnak, diazóniumsó keletkezve, amely az N-(1-naftil) etiléndiamin-dihidrokloriddal lép reakcióba, mely során egy vörös-lilás azo vegyület keletkezik, mely abszorbanciája mérhető spektrofotométer segítségével.

A nitrátok koncentrációjának meghatározásához a Merck Spectroquant-19713 módszert alkalmaztuk.

A permanganát index kiszámítására az SR EN ISO 8467:2001 szabványmódszert alkalmaztuk.

A telepszám 22°C-on és 36°-on meghatározására a SR EN ISO 6222:2004, PS-LM-06 szabványban ismertetett módszert alkalmaztuk. A minták vagy a hígításaik mért térfogatú részeit a megadott táptalajjal elkeverve Petri-csészékben beoltjuk. A lemezek egyik sorozatát 36°C-on 44 óráig, másik sorozatát 22°C-on 68 óráig inkubáljuk. A minták telepképző egységeinek mililiterenkénti számát kiszámítjuk a táptalajban képződött telepek számából.

A coliform baktériumok, illetve az *escherichia coli* kimutatására és megszámlálására a PS-LM-01 módszert alkalmaztuk, mely alapja a membránszűrés. A membránszűrők inkubációja szelektív táptalajon történik, mely során a tipikus laktózpozitív telepek biokémiai jellemzői vezetnek a coliform baktériumok és az *E. coli* kimutatásához és megszámlálásához 2-3 napon belül.

Az enterococcusok kimutatására alkalmazott módszer a SR EN ISO 7899-2:2002, PS-LM-06, mely során az előírt térfogatú vízmintának a baktériumok visszatartására megfelelő, 0.45µm pórusméretű membránszűrőn való szűrésen alapul. A szűrő egy olyan táptalajra van elhelyezve, amely nátrium-azidot, a Gramm-negatív baktériumok fejlődésének elnyomásához, és egy olyan szintelen festékanyagot, azaz 2,3,5-trifenil-tetrazolium-kloridot tartalmaz, amelyet az enterococcusok vörös formazánná redukálnak. A jellegzetes telepek a telep közepén vagy mindenütt, vörös, vörösesbarna vagy rózsaszínű színükkel emelkednek ki.

(DSP Harghita vizsgálati protokolljának módszertana)

3. ELŐZETES EREDMÉNYEK ÉS ANALÍZIS

A legkorábban fellelhető eredmények 1878-ból származnak, melyeket a már feljebb említett Solymossy tanár úr végzett el. A nagyvárosokkal ellentétben a vidéki kisebb-nagyobb helységeknek nem volt vízvezetékellátásuk, így a kút- és folyóvizekből kellett ellátniuk magukat. Ennek tetejében városunk körülményei sem voltak megfelelőek a tiszta ivóvíz

szempontjából. A Küküllő bal partján egy szűk völgyben helyezkedik el. Az ezt határoló kisebb hegynek köszönhetően a talaj tele van homokkővel és konglomerátummal. Ezért víz vizsgálata már akkor fontos volt egészségügyi szempontból a különböző fertőzések és járványos betegségek megelőzése érdekében. Mindösszesen 12 kút vize lett megvizsgálva, ezenkívül a Nagy-küküllő és a Szejke borvize.

I. Székelyudvarhely közkutjainak vegyi vizsgálata:

A kút neve	A víz hőmérséklete	A víz mélysége	Ihatóság	Tisztaság	Keménység	1 0 0 0 r é s z v í z b e n :							
						Klór Cl	Kén-sav SO ₄	Lé-geny-sav NO ₃	Szén-sav CO ₂	Kálcium Ca	Nátrium Na	Kálium K	Szabad amm. NH ₄
Katona-kórház kútja	9,7	3,6	i*	t	19,0	0,0272	0,412	nyom.	0,3540	0,1105	0,0289	-	0,00003
A laktanya kútja	9,7	5,78	i	t	22,5	0,0618	0,0391	nyom.	0,5313	0,1580	0,0631	-	0,00005
Szájdel kút	9,9	4,12	a.i	k.t	28,1	0,1190	0,0659	0,0529	0,7022	0,2020	0,1060	0,0133	0,0002
Csereutcai kút	9,5	5,76	i	t	43,2	0,2028	0,0638	nyom.	0,4696	0,1760	0,0841	-	0,0002
Főispán háza előtti kút	9,8	7,6	n.i	n.t	55,8	0,9614	0,1298	0,2028	1,2068	0,1820	0,6913	0,0407	0,2233
Barátok terén levő kút	10	5,3	a.i	k.t	40,0	0,3315	0,2065	0,868	0,5700	0,1520	0,2764	0,0253	0,0002
Várutcai kút	10	8,5	n.i	k.t	55,8	0,4070	0,1174	0,0905	0,9682	0,2280	0,1929	0,2192	0,0010
Szt-imrei kettős kút	9,8	1,5	i	k.t	25,7	0,2901	0,0778	nyom.	0,5852	0,1800	0,0858	-	0,0002
Kovács-kút	8,7	2,4	i	t	33,3	0,2078	0,0841	0,0508	0,4365	0,2200	0,0723	-	0,0004
Sándor-kút	8,9	6,47	i	t	32,4	0,1472	0,0472	0,0207	0,4285	0,1700	0,0280	-	0,0004
Jézus-kút	8,8	7,7	i	t	25	0,1261	0,0577	nyom.	0,4704	0,2060	0,0130	-	0,00001
Csorgó kút	9,0	1,9	i	t	36	0,1659	0,0673	0,0687	0,5835	0,2380	0,0537	-	0,0002

* Jelmagyarázat: i = iható; a.i. = alig iható; n.i = nem iható; t = tiszta; k.t = kevésbé tiszta; n.t = nem tiszta;

A felsorolás a város alsó részéről, tehát délnyugatról kezdődik. Az utolsó 3 kúton kívül, melyek síkságon helyezkednek el, mindegyik a hegy lábánál vagy közvetlenül azon fekszik. Az első kút a kórház kútja. E kút a Küküllő és Kuvar közt— a völgy közepén fekszik. A vize tiszta, iható mivel ez nem más, mint *természetes úton szűrt Küküllővíz*. Mindez elmondható a soron következő laktanya kútjáról is, mely alig 100 méterre fekszik tőle.

A harmadik, a Szájdél kút már sokkal távolabb fekszik a Küküllőtől, közvetlenül a hegy aljában, így vize nagyrészt a felsőbb területek által elnyelt vízből nyeri. A követelményeknek nem megfelelő, *magas ammónia- és légenysavtartalma* miatt.

A Csereutcai kútnak az előzővel ellentétben *alacsony szervesanyag-tartalma* van, a hegyen helyezkedik el, így a föld konglomerátumos felépítéséből következően jóval keményebb.

A város belsejében találjuk a következő kútát, a főispán háza előtt. A vize a talaj minősége és az állati szenny bele jutása következtében vize *semmilyen ipari célra nem használható*. Egy liter kútvízben majdnem 0,3 g ammónia van, így csak öntözésre vagy tűzoltásra volt használható.

A nyilvános kutak közül a Barátokterén lévő és a Várutcában lévő két kút a Küküllőtől, valamint a hegylábától is majdnem egyenlő távolságban fekszik, vizük hasonlóan *nem ajánlott ivásra*.

A következő három kút a Szentimre városrészben volt fellelhető. Itt már a talaj agyagosabb, kötöttebb volt, ennek ellenére ammónia és légenysav volt bennük. Ettől függetlenül *ihatók voltak*.

Végül a két legtisztább kútra térünk, melyek a hegy aljában voltak. A Jézus kút és a Csorgó kút. Az elsőnél a folyamatos használat miatt a víz nem gyűlt fel, így *nem tartalmazott idegen anyagot*. Mind a kettő tiszta környezetben, szilárd talajon helyezkedtek el.

Viszont ezeken kutakon kívül van a városnak még két főbb vízellátása. A *Küküllő* és a *Szejke borvize*. A Küküllő vize jónak bizonyult, viszont az itt zajló a tímár mesterség miatt, partjai tele voltak rakva bőrökkel, hogy ázzanak meg, így a folyó tele volt állati hulladékokkal és ammóniákkal. Mindezekből egyértelművé vált, hogy nem tudták kihasználni a benne rejlő lehetőségeket. Mivel a *bőrkészítés* jelentős részét képezte az iparnak, elengedhetetlen volt a biztos vízkészlet. Ezenkívül még csupán a folyó mentén lévő *szeszfőzdék* használták. Az ivóvíz hiányát még inkább megerősítette a tény, hogy a majdnem egy fél órára fekvő Szejke vizét kezdték el hozatni az emberek.

A Szejke forrás vize valamivel később került górcső alá, pontosabban 1886-ban. Székelyudvarhely városától nyugatra a szombatfalvi patak völgyében. A forrás enyhén kőolaj szagú savanyúvizet tartalmaz, mely a konglomerátumos talajból emelkedik ki. A minta első ránézésre szénsavas, majd később a leváló vastól sárgás lerakódás képződik az alján.

II. A Szejké borvizének tapasztalati vegyalkata:

	1886
Kálium (K)	0,09465
Nátrium (Na)	0,43125
Kalcium (Ca)	5,03927
Magnézium (Mg)	1,77844
Vas (Fe)	0,04837
Konyhasó (NaCl)	0,65943

A Szejkéfürdő létezéséről elsőként Kibédi Mátyus István orvos tudósít 1764-ben megjelent *Diaetetica* című munkájában, azt írja: „a levező sebeket és bőrön való kiütéseket, ha mossák e vízből, inkább s hamarébb el szárasztja”. Később az ezernyolcszázas években a *hűlésben*, *köszvényben* és *tagzsugorodásban* szenvedő betegeket is ezzel kezelték. Nagy konyhasó, kén és gazdag jódtartalmát emelték ki az ott megfordult természetvizsgálók és orvosok.

Összesítő jelleggel az mondható el, hogy városunk a vízvezeték hálózat kiépítéséig nem bővelkedett ivóvízben. Mivel a víz tökéletes szállító és oldó közegként befogadja a szerves és szervetlen anyagokat, táptalajt biztosít a baktériumoknak, melyek rontják a víz minőségét. Ha az akkori vízminőségi követelményekről beszélünk, amelyek a Bécsi Vízfelügyelő Bizottság által lettek megszabva (1886), bizony kutjaink nagyrésze *nem felelt volna meg*.

4. ELŐZETES KÖVETKEZTETÉSEK

Közel 150 év távlatában rengeteg tényező befolyásolta városunk vízellátását. Közkutjaink rendre eltűntek, szinte nyomuk sincs régi helyüknek. Mostanra az egyetlen és fő vízforrást a *Küküllő* biztosítja. Mára már a vízvezetékrendszer is helyenként előregedett. Léteznek még közkutak, források és ezeknek köszönhetően egy adott területről összegyűjtött minta összehasonlítható akkori másával.

III. A vízelemzési eredmények 2021 áprilisában:

A kút elhelyezkedése	Tisztasága	Ammónium NH ₄	Nitrát NO ₃	Nitrit NO ₂	Oxidálhatóság (Permanganát index)
Megengedett érték	-	max 0,50	max 50	max 0,50	max 5
Keresztvápa utca	tiszta	0,064	14,76	0,016	<0.50
Éltetőút utca	tiszta	0,054	33,87	0.013	<0.50
Lorántffy Zsuzsanna utca	tiszta	0,054	51,34	0.013	0.61
Függetlenség utca	tiszta	0,051	41,36	0.020	<0.50

Mint láthatjuk a táblázaton, minden érték megfelelt a törvényeknek, tehát a víz vegyileg tiszta. Viszont mikrobiológiailag szinte mindegyik kifogásolható. 2018-as adatok szerint a kutakból vett minták nagyrésze meghaladta a határértéket telepszámban 22°C-on (egyes esetekben akár több, mint 300%-al). Ezenkívül a vízben magas **coliform-baktérium, escherichia coli és enterococci* szintek voltak. Mindez azt jelentette, hogy a víz szennyezett és nem ajánlott akármilyen jellegű fogyasztásra. Ennek ellenére a 2021-es legújabb eredmények jelentős fejlődést mutatnak minden szempontból. Egyetlen minta sem haladta meg az előírt 100 ufc/ml-t. A különböző baktériumok közül is csupán az enterococci volt jelen, nem túl magas mértékben. Ettől függetlenül a Keresztvápa utcai kúton kívül egyikük sem deklarált ihatónak a 458/2002-es törvény szerint.

Most, hogy beszéltünk minden kút jellegű vízforrás állapotáról akkor és most, érdemesnek tartom megemlíteni a Szejke forrás borvizének minőségét is ma, illetve 150 évvel ezelőtt.

IV. Szejke borvíz vegyi vizsgálatainak összehasonlítása 150 év távlatában

	Megengedett érték	1877	2017	2021	1877-2021	2017-2021
Ammónium	max 0,50	-	1,785	1,776	-	↓ 0,009
Nitrit	max 0,10	-	0,025	0,019	-	↓ 0,006
Nitrát	max 50	-	<0,50	0,72	-	↑ >0,22
Permanganát index	max 3	-	3,16	3,28	-	↑ 0,12
Vas	-	0,04837	nincs mérve	7,62	↑ 7,57163	-
Szulfidok	-	-	nincs mérve	0,407	-	-

A forrás vize az értékek szerint nem felel meg a 1020/2005-ös törvénynek, a kimagaslóan nagy ammóniumszint miatt, mely több, mint háromszorosa a megengedettnek. Másrészt viszont mikrobiológiai szempontból megfelelő, nem volt kimutatható semmilyenfajta fekális indikátor és a telepszám is idővel teljesen megszűnt.

Végül, de nem utolsó sorban ez az egész témakör nem lenne teljes, ha nem hasonlítanánk össze eredményeinket a még most is meglevő, a régiekkel egy területen levő kutakkal.

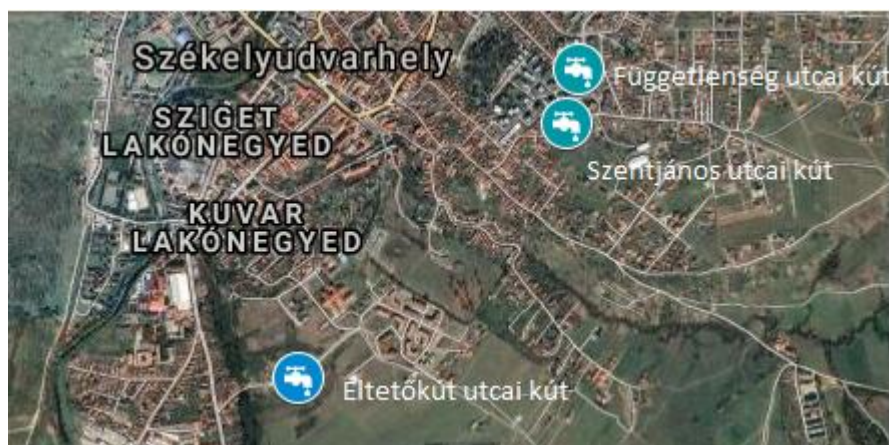
V. Székelyudvarhely kutjainak vegyi elemzése 150 évvel ezelőtt és most:

Év	1877		2018		2021	
Vegyelemek	Ammónim NH ₄	Nitrát NO ₃	Ammónim NH ₄	Nitrát NO ₃	Ammónim NH ₄	Nitrát NO ₃
Éltetőút utca	0,0002	0,0529	<0,04	30,64	0,054	33,37
Függetlenség utca	0,0002	0,0687	0,046	43,72	0,051	41,36
Szentjános utca	0,0002	0,0107	0,005	2,86	0,005	2,94

VI. Az egyes évek közötti értékkülönbség:

Év	1877-2018		2018-2021		1877-2021	
Vegyelemek	Ammónim NH ₄	Nitrát NO ₃	Ammónim NH ₄	Nitrát NO ₃	Ammónim NH ₄	Nitrát NO ₃
Éltetőút utca	↑≈0,0348	↑30,5871	↑0,019	↑2,73	↑0,0538	↑33,3171
Függetlenség utca	↑0,0458	↑43,6513	↑0,005	↓2,36	↑0,0508	↑41,2913
Szentjános utca	↑0,0498	↑2,8493	↑0,000	↑0,31	↑0,0048	↑3,1593

Nem meglepően az idők során itt is megnöttek mind az ammónium, mind a nitrát értékek. Az egyetlen biztosan befolyásoló tényező e vizek nagyrésznél, azok a biológiai vizsgálatok, melyek a túlzottan magas értékeik, miatt e vizek semelyike sem volt iható 2020-as vizsgálatok alapján. Ennek ellenére a 2021-es jelentésben jelentős változás látható, melynek köszönhetően már felhasználható a víz.



II. Fejezet

Az élet forrása.

“Amikor a kút kiszárad, megismerjük a víz igazi értékét.” ~ Benjamin Franklin

Ez a címszó alatt folytatnánk kutatásunkat, egy kicsit hátrahagyva a múltat és jobban koncentrálva a jelenre. A közösségre való tekintettel igyekeztünk Székelyudvarhely forrásainak zömét minél tüzetesebben megvizsgálni, hogy majd annak publikálásával segíthessük annak biztonságos felhasználásában. Az alábbiakban taglalt öt forrás részletes analízisnek volt alávetve és minden szempontból megfigyelve. A vizsgálati szempontok a következők:

Mikrobiológia:

- Baktériumok összcsíraszámának meghatározása 22 °C-on
- Coliform baktériumok
- Escherichia coli
- Pseudomonas aeruginosa
- Clostridium perfringens
- Enterococcus

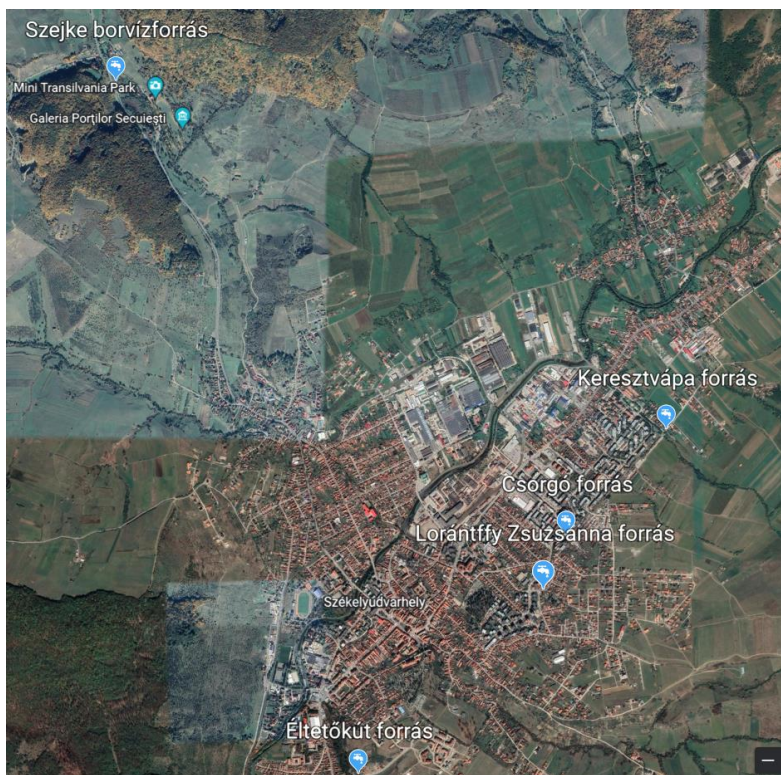
Parazitológia:

- Giardia lamblia

Kémiai analízis:

- Nitrit
- Nitrát
- Ammónium
- Vas
- pH
- Zavarosság
- Permanganát index
- Elektromos vezetőképesség
- Keménység
- Klorid
- Alumínium
- Szín

Az anion analíziseknél szerencsénk volt elutazni a HARVíz csíkszeredai laborjába és jelen lenni azoknak vizsgálata közben és megfigyelni egyes folyamatokat. Szinte minden, a vízben jelentősebb mennyiségben fellelhető kémiai összetevőt kontrollált laboratóriumi körülmények között elemeztünk. A továbbiakban szót ejtünk a vizsgálati módszerekről, amiket a laborban sajátítottunk el. A mikrobiológiai vizsgálatokban a székelyudvarhelyi állatégészségügy segített nekünk, valamint a parazitológiát a Városi Kórház egyik dolgozója végezte el számunkra.



Az fenti képen látható az összes vizsgált forrás Székelyudvarhely szerte.

1. Fiziko-kémiai vizsgálatok

Kémiai vizsgálatok céljából a vízmintát tiszta, zárható palackba kell venni, túlfolyásig meg kell tölteni és lezárni. Alkalmas mintavevő edény: új, üvegből vagy műanyagból készült palack, illetve használt, kiürült ásványvizes palack. Legkevesebb 1 liter vízmintára van szükség, mely maximum 12 órán át hűtve tárolható. A mikrobiológiai vizsgálatok elvégzéséhez sterilizált üvegedényekre van szükség.

Elektrokémiai módszerek

A vízminták pH-értékének meghatározására az SR EN ISO 10523:2012 szabványt alkalmaztuk. A vízminták pH-értékét egy pH mérő műszer segítségével határozzuk meg. A pH-méréshez két elektróda szükséges, egyik közülük pH-érzékeny (ez az üveg membránnal

ellátott pH-elektroda), a másik viszont stabil értéket mutat bármilyen pH-értékű oldatban (ez a referencia elektroda). A pH-érzékeny membránnak köszönhetően, a két elektroda között a pH-értékkel változó potenciálkülönbség alakul ki, amelyet a mérőműszer elektronikája mér és pH-egységben mutat ki a kijelzőn. A vizsgált oldat pH-értéke 2 és 12 között kell legyen, a hőmérséklet 0 – 50 °C közötti, a vezetőképessége pedig kevesebb mint 2000 mS/m.

A vezetőképesség meghatározása esetében az SR EN ISO 27888:1997 szabványt használtuk. A vízminták elektrolit oldatoknak tekinthetők, ezért vezetőképességüket konduktometriás módszerrel mérjük, a konduktométer segítségével. Az oldatban jelenlévő, elektromos erőterben elmozduló töltéshordozók (elektronok, ionok) hozzák létre. Vizes oldatokat vizsgálva, a víz autoprotolízisének termékei (H_3O^+ és HO^-) csak nagyon kis mértékben járulnak hozzá a vezetéshez. Az oldott anionok és kationok koncentrációjától függően megnövekedik a vezetés. Az elektromos tér hatására az oldatban kialakuló ionvándorlás az oka a vízminták elektromos vezetésének, amely additív tulajdonság, mértékét az oldatban jelenlevő összes ion határozza meg. Ezért a konduktometria nem egy szelektív módszer. A vezetőképesség mértékegysége S (Siemens). Minden oldat vezetőképessége hőmérsékletfüggő, ezért ismernünk kell az adott vízminták hőmérsékletét.

Térfogatos módszerek

A térfogatos módszerek esetében, minden vizsgálattal párhuzamosan kontrollvizsgálatot végzünk.

A vízminták permanganát indexének meghatározására az SR EN ISO 8467:2001 szabványt használtuk. A vízmintákat forrásban levő vízágyon melegítjük 5 ml kénsav ($c = 2$ mol/l) és 5 ml kálium-permanganát ($c = 0,002$ mol/l) oldat hozzáadásával 10 percig. A permanganát egy része redukálódik a vízmintában található oxidálható rész által. A feleslegben levő permanganátot 5 ml oxalát oldat ($c = 0,005$ mol/l) hozzáadásával határozzuk meg, megvárva az oldat elszíntelenedését, majd a feleslegben levő oxalátot titráljuk permanganát oldattal ($c = 0,002$ mol/l), amíg a halványrózsaszín árnyalat 30 másodpercig fennmarad. Lejegyezzük a titráláshoz használt permanganát oldat térfogatát, amit a permanganát index kiszámításához használunk. A módszert csak abban az esetben alkalmazhatjuk, ha a klorid ionok koncentrációja kevesebb, mint 300 mg/l. Azokat a vízmintákat, amelyek permanganát indexe magasabb, mint 10 mg/l hígítjuk és azután vizsgáljuk be.

A klorid ion koncentrációjának meghatározása a vízmintákból a MOHR térfogatos módszeren alapul, az SR ISO 9297:2001-es szabvány szerint. A módszer a klorid ionok ezüst

ionokkal való reakciójára épül, mely során ezüst-klorid képződik, amely egy csapadék. Ezüst ion felesleg hozzáadásával ezüst kromát keletkezik, mely vörösesbarna színű oldat. A titrálás során az oldat pH értékét 5 és 9,5 között kell tartani, különben nem csapódik le az ezüst-klorid. Előbb meghatározzuk a vízminták pH értékét, mely kötelező módon 5 és 9,5 között kell legyen. Ha az oldatok pH értéke eltér ettől, salétromsav (HNO_3 0,1 M) vagy nátrium-hidroxid (NaOH 0,1M) oldatok hozzáadásával javíthatjuk ki a pH értéket. A vízmintákhoz hozzáadunk 1 ml kálium-kromát oldatot (K_2CrO_4 $c = 100$ g/l). Az oldatot ezüst-nitrát oldattal (AgNO_3 0,02M) titráljuk, amíg sárgás-vörösesbarna színt érünk el. Lejegyezzük a titráláshoz felhasznált ezüst-nitrát oldat térfogatát, amit a klorid ion koncentrációjának kiszámításához használunk.

Vízkeménységnek a vízben oldott kalcium és magnézium ionok mennyiségét nevezzük. A vízkeménység meghatározására az SR ISO 6059:2008 szabványt használjuk. A kalcium és magnézium ionokat Na_2EDTA oldattal ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2$ $c = 10$ mmol/l) titráljuk 10-es pH értéken. Indikátorként Mordant Black 11-et használunk ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_3\text{O}_7\text{SNa}$), amely egy erős vörös vagy lila színt mutat a kalcium és magnézium ionok jelenlétében. Az oldatban levő szabad kalcium és magnézium ionok reagálnak az EDTA-val, majd az indikátorral reagált kalcium és magnézium ionokkal, így felszabadítva az indikátort, ami ismét színváltást eredményez, erős vörösről vagy liláról kékre. Lejegyezzük a titráláshoz felhasznált EDTA oldat térfogatát, amit a vízkeménység kiszámításához használunk.

Spektrometriás módszerek

A spektrometriás módszerek során, a vizsgálatok elején, etalonálási görbét kell létrehozni minden vizsgált ion esetében, amit lementünk a spektrofotométer memóriájában.

A vízmintákban található ammóniumion koncentrációjának meghatározásához a molekuláris abszorpció módszert UV/VIS tartományban alkalmazzuk, amely az SR ISO 7150-1:2001 szabványban van feltüntetve. Spektrofotométert használva, 655 nm-en mérhető a kékes-zöldes színű vegyület, amely az ammónium ionok reakciója által jön létre szalicilát-, illetve hipoklorit ionokkal, nitrozo-pentaciano-ferát III ionok jelenlétében.

A nitrit ion koncentrációjának kimutatása a vízmintákból az SR ISO 26777:2002 szabványban leírtak szerint történik. Savas közegben, $\text{pH} = 1,9 \pm 0,1$ a nitrit ionok (NO_2^-) reakcióba lépnek a 4-amino-benzol-szulfonamiddal ortofoszforsav jelenlétében, mely során egy diazónium só keletkezik, amely tovább reagál az N-(1-naftil) etiléndiamin-diklórhidráttal 4-amino-benzol-szulfonamid jelenlétében. Egy vörös-lilás vegyület keletkezik, mely abszorbanciája 540 nm-en mérhető spektrofotométer segítségével.

A vízmintákban található nitrát ion koncentrációjának kimutatása az SR ISO 7890-3:2000 szabvány szerint történik. A nitrát (NO_3^-) ionok reakcióba lépnek a szulfoszalicilsavval, amely a nátrium-szalicilát és kénsav reakciója során keletkezik, melyeket a vízmintákhoz adunk. Nátrium-hidroxid oldat hozzáadása után, nitro szulfoszalicilsavat kapunk, amely egy sárga vegyület, melyet 415 nm-en mérünk be a spektrofotométer segítségével.

A vízminták színének meghatározására az SR EN ISO 7887:2012 szabvány C módszerét alkalmazzuk. A vízminták enyhén sárgás-barnás színét 410 nm-en mérjük be a spektrofotométert használva, mely színt összehasonlítunk egy etalon oldat (kálium-hexaklóro-platinát és kobalt-klorid) színével. Az eredményeket mg/l Pt (Hazen) egységekben fejezzük ki. Ezen módszert csak optikailag tiszta oldatok esetében alkalmazhatjuk, ellenkező esetben a vízmintát meg kell szűrni a munkafolyamat elején.

A vasion koncentrációjának meghatározására a vízmintákból az SR ISO 6332:1996 szabvány szerint történik. Az 1,10-fenantrolin reagálva a vas ionokkal egy narancssárgás-piros komplex vegyületet eredményez, amely abszorbanciáját 510 nm-en mérjük be a spektrofotométerrel. A vas III vas II-re való redukálására hidroxilamin-klórhidrátot használunk. Ha az oldatban jelen vannak nem oldott állapotban levő vasderivátumok (például vas-oxidok) szükséges a vízminta előkezelése sósavval (HCl $c = 7,7 \text{ mol/l}$). A vas (II)-1,10-fenantrolin vegyület stabil a 2,5 – 9-es pH intervallumban, és a vegyület színének intenzitása arányos a vas II ionok koncentrációjával, amely összefüggés lineáris 5 mg/l vas II koncentrációig.

A vízmintákban található alumíniumion koncentrációjának meghatározására az SR ISO 10566:2001 szabványt alkalmazzuk. Első lépésként a szűretlen vízmintákhoz salétromsavat (HNO_3 $c = 65 \%$) adunk, míg az oldat pH értéke 1,2 – 1,5 lesz. Az alumínium savban való feloldásához 1 óra hosszat szobahőmérsékleten pihentetjük az így nyert oldatot, majd leszűrjük. Az alumínium ionok reagálnak a pirokatekol lila oldatával ($\text{C}_{19}\text{H}_{14}\text{O}_7\text{S}$ $c = 0,5 \text{ g/l}$) savas közegben, $\text{pH} = 5,9 \pm 0,1$, mely során színes vegyület keletkezik, amely abszorpcióját bemérjük 580 nm-en a spektrofotométerrel.

A vízminták zavarosságának mérése az SR EN ISO 7027-1:2016 szabvány alkalmazásával történik. Az ivóvízben megtalálható oldhatatlan anyagok mennyisége alapvető mutatója a minőségnek. A hordalék, homok, a baktériumok, spórák és a vegyi anyagok üledéke mind hozzájárulnak a víz zavarosságához. Az erősen zavaros víz rosszízü és akár veszélyes is lehet. A zavarosságot turbidiméter segítségével mérik, mely során a bemenő fénynyaláb intenzitásának csökkenése észlelhető a vízmintát tartalmazó mérőcellán való visszaverődése során, tehát a visszaverődő fénynyaláb intenzitása kisebb, mint a bemenő fénynyaláb intenzitása.

Szemponctok	Határérték	Csorgó	Lorántffy Zsuzsanna	Éltetőkút	Keresztvápa	Szejke
pH (C _{H+})	2 – 12	7,14 (25,3 °C)	6,93 (24,8 °C)	7,26 (25,7 °C)	7,32 (24,4 °C)	6,13 (26 °C)
Zavarosság (NTU)	0,06 – 10,00	0,42	0,70	0,48	0,16	2,71
Permanganát index (mgO ₂ /L)	0,55 – 10,00	<0,50 (0,44)	0,56	0,97	<0,50 (0,19)	6,53
Elektromos vezetőképesség (μS/cm)	0,98 – 3000	788 (24,7 °C)	814 (24,3 °C)	847 (24,8 °C)	593 (24,7 °C)	5000,25 (24,5 °C)
Keménysége (°DH)	0,34 – 20,20	21,60	21,99	22,16	16,83	69,17
Ammónium (mg/L)	0,017 – 0,325	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	1,267
Nitrit (mg/L)	0,010 – 0,822	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrát (mg/L)	0,040 – 50	33,16	38,52	29,06	9,74	<0,040
Klór (mg/L Cl)	5,00 – 150	60,91	61,12	37,86	6,82	1450,18
Szín (mg/L Pt)	2,02 – 100,00	<2,02	5,71	<2,02	<2,02	12,12
Alumínium (μS/L)	0,010 – 0,500	<10	<10	<10	<10	<10
Vas (mg/L Fe)	0,020 – 5,000	0,082	<0,02	<0,02	<0,02	18,54

A fenti lista a kémiai analízisek során nyert eredményeket mutatja. Kezdve a pH értékkel, ami a víz savas, vagy lúgos jellegét határozza meg. Amelynek értéke 7-nél kisebb az savas, ellenkezőleg, ami nagyobb, az már lúgos kémhatású.

A zavarosság szintén egy egyszerű és alapvető mutatója a víz minőségének. Ezeknek a kimutatása a legtöbb anionnal együtt egy bizonyos spektrofotométerben valósul meg, amely mennyiségi és minőségi vizsgálatokat végez, a fény intenzitásváltozásának felhasználásával.

Permanganát index, vagyis kémiai oxigénigény a víz szerves anyag tartalmának meghatározására szolgál. Az oxidációhoz szükséges oldott oxigén koncentrációját fejezik ki.

Az elektromos vezetőképesség a vízben oldott sók (anionok és kationok) mennyiségéről ad információt. Minél magasabb a sótartalom, annál nagyobb a vezetőképesség.

A víz keménységét a benne oldott kalcium és magnézium ionok okozzák, amelyek a legtöbbször kőzetekből oldódnak ki. A mi esetünkben a kemény víz nem káros az egészségre, viszont rontcsolja a vízvezetékeket, háztartási eszközöket.

A magas ammóniumérték ipari vagy mezőgazdasági folyamatokra utal a közvetlen környezetben. Nem ismert egészségkárosító hatása, viszont nitrifikáció során nitritté, majd nitráttá alakulhat, illetve szennyeződésre is utalhat.

A nitrit az ammónium ionok átalakulása során kerülhet a vízbe. Ha a nitrifikáció nem teljes, az ammóniumion nitrit formában megreked és gyengíti a vér hemoglobinjának oxigénszállító képességét, súlyos esetben légzési nehézséget is okozhat.

A nitrát állattenyésztés, trágyázás következtében jelenhet meg. Magas koncentrációban a csecsemőknél okoz problémát oxigénhiány formájában, mivel a nitrát a gyomorban nitritté redukálódik.

A kloridok a vízben lehetnek természetes, ipari vagy szennyvíz eredetűek. Nem káros az egészségre. Nagyobb koncentrációban sem veszélyes, viszont az így végbemenő korróziós folyamatok adnak egy fémes ízt a víznek.

A víz színe azok a fizikai tulajdonságai közé tartozik, amiket mind kimutathatunk anélkül, hogy akármilyen reakciót kiváltanánk vagy megváltoztatnánk a kémiai összetételét.

Az alumínium kioldódhat a kőzetből és a talajból és bármilyen vízforrásba belekerülhet. Kis mennyiségben nem ártalmas az egészségre.

A vas nagyobb mennyiségű jelenlétét általában az oxigénhiányos viszonyok teszik lehetővé Fe (II) formában oldva. Ez a felszínre kerülve Fe (III) vegyületté oxidálódik, ami barnás színű csapadékként jelenik meg a felszínen. Az emberi szervezetre nem káros, nagy mennyiségben szín- és ízproblémákat okoz.

A fenti eredmények egy kivételével jó eredményt mutatnak, nincs jele súlyos szennyezésnek, vagy szerves anyagnak. Ennek ellenére láthatjuk, hogy a Szejké vize több szempontból is különleges, eltérő a többitől. Mivel ennek a vize borvíz, így megengedett a határérték átlépése bizonyos anionok és kationok esetében. Sokan gyógyászati hasznát is látják a víznek, mely gyomorproblémára vagy akár sebkezelésre is alkalmas. Mint láthatjuk, ebben az esetben nem megy végbe nitrifikáció, mivel nem jut elég oxigénhez a víz. Külön földalatti tárolótartója van a víznek.

2. Mikrobiológiai vizsgálatok

Kivétel nélkül minden víz tartalmaz különböző mikroorganizmusokat, amelyek különböző forrásokból, például a talajból és a növényzetből származnak, és teljes számuk meghatározása hasznos információt ad a vízminőség értékeléséhez és felügyeletéhez.

A coliform baktériumok Gram-negatív, nem spóráképző, oxidáznegatív, pálca alakú baktériumok, amelyek epesók vagy egyéb hasonló növekedésgátló felületaktív anyagok jelenlétében aerob és anaerob körülmények között képesek növekedni. Ezen baktériumok képesek a laktózt fermentálni 48 órán belül, sav- és aldehidképzés közben, 36 ± 2 °C hőmérsékleten inkubálva.

Az *Escherichia coli* olyan coliform baktérium, amely képes triptofánból indolt képezni 21 ± 3 órán belül. β -glukuronidáz enzimet is képez, amely pozitív metilvörös reakciót ad és képes az L-glutaminsavat dekarboxilálni, de acetyl-metil-karbinolt nem képez, és a citrátot mint egyedüli szénforrást, nem képes hasznosítani, a kálium-cianidot (KCN) tartalmazó folyékony táptalajban nem nő.

A coliform, illetve *E.coli* baktériumok kimutatása a vízmintákból a SR EN ISO 9308-1:2015 szabványban feltüntetett módszer szerint történt. A módszer alapja a membránszűrés, melyet szelektív táptalajon való inkubáció követ 36 ± 2 °C hőmérsékleten 21 ± 3 órán keresztül. Az inkubációs idő eltelte után, kiértékelhetők és megszámlálhatók lesznek az *E.coli* és a coliform baktérium telepek. A coliform baktériumok számlálása esetében, külön el kell végezni egy oxidáz tesztet is, mely azonosítja a valós coliform baktériumokat.

A felhasznált eszközök és üvegedények: hőszabályozó inkubátor, membránszűrő-készülékek, Petri csészék, pipetták, kémcsövek, steril csipesz, steril membránok (pórusméret $0,45 \mu\text{m}$, Ø 47-50 mm), desztillált víz.

A vizsgálatokat lehetőleg a mintavétel után azonnal kezdjük el. Ha ez nem lehetséges, hűtőben, 5 ± 3 °C-on 24 óráig tárolhatjuk a vizsgálatok előtt. Minden mintából átszűrünk 100 ml-t a használt membránszűrőn. A szűrőket megfelelő táptalajra helyezzük (tripton-szója-agar TSA) egy steril csipesz segítségével, vigyázva arra, hogy a szűrők alatt ne maradjon légbuborék, és inkubáljuk 36 ± 2 °C hőmérsékleten, 21 ± 3 óráig. Az inkubációs idő eltelte után, megvizsgáljuk a membránszűrőket és megszámláljuk az összes jellemző telepet.

A β -D-glukuronidáz és β -D-galaktozidáz pozitív reakciót adó *E. coli* baktériumok sötétkék - lilás színű telepeket képeznek. Ezen telepek megszámlálásával kapjuk meg az *E.coli* baktériumok számát a vízmintákból.

A β -D-galaktozidáz pozitív reakciót adó coliform baktériumok rózsaszínes - piros telepeket képeznek. Ezen telepek megszámlálásával kapjuk meg a feltételezett coliform baktériumok számát a vízmintákból. Az oxidáz teszt elvégzése által, meghatározhatjuk a valós coliform baktériumok számát. Az oxidáz teszt elvégzéséhez az oxidázreagenst használjuk, az N,N,N',N'-tetrametil -p-fenilén-diamin-hidroklorid. A valós coliform baktériumok negatív reakciót adnak az oxidázreagenssel, tehát azon telepeket, amelyek nem változtatják meg rózsaszínes – piros színüket számoljuk csak coliform baktériumnak. Azon telepek, amelyek színe kékessé változik a reakció során, nem valós coliform baktérium telepek és ezeket nem vesszük figyelembe. A kapott eredményeket átszámítjuk 100 ml vízmintára.

Az enterococcusok olyan bélbaktériumok, amelyek a 2,3,5-trifenil-tetrazolium-kloridot formazánná redukálják és az aesculint 44 °C-on hidrolizálják.

Az enterococcusok kimutatása a vízmintákból a SR EN ISO 7899-2:2002 szabványban feltüntetett módszer szerint történt.

Az enterococcus bélbaktériumok kimutatása a megfelelő pórusméretű (0,45 µm) membránszűrőn való filtráláson alapul. A membránszűrőt Slanetz Bartley féle táptalajra helyezzük egy steril csipesszel, amely táptalaj nátrium-azidot (a Gram-negatív baktériumok fejlődésének elnyomásához) és egy szintelen festékanyagot, a 2,3,5-trifenil-tetrazolium-kloridot tartalmaz, amelyet a baktériumok vörös színű formazánná redukálnak. A jellegzetes telepek, a telep közepén vagy mindenütt, vörös, vörösesbarna vagy rózsaszínű színükkel emelkednek ki. Ez a folyamat 36 ± 2 °C hőmérsékleten 44 ± 4 órán keresztül megy végbe. Ezután egy megerősítő lépés szükséges, amely során a membránt az összes teleppel együtt egy steril csipesszel áthelyezzük egy 44 °C hőmérsékletű nátrium-epe-aesculin-azid agarra. Ezen a táptalajon az enterococcusok az aesculint 2 órán belül hidrolizálják. A végtermék, a 6,7-dihidroxi-kumarin egyesül a vas III – ionokkal, és egy sárgásbarnától feketéig terjedő színű vegyület keletkezik, amely a táptalajba diffundál (beleszívárog a táptalajba). Megszámolunk minden ilyen színű telepet, a kapott eredményt átszámítjuk 100 ml vízmintára.

A *Clostridium perfringens* (szulfitredukáló, spóráképző, anaerob) baktériumok spórái a környezetben igen elterjedtek, jelen vannak az emberi és állati székletben, a szennyvízben és a talajban. Eltérően az *E. coli*tól és egyéb coliform mikroorganizmusoktól, a spórák a vízben hosszú ideig életben maradhatnak, mivel ellenállóbbak a kémiai és a fizikai behatásokkal szemben, mint a vegetatív formák, ezért távoli vagy szakaszos szennyezést jelezhetnek. Képesek a vízkezelésben szokásos dózisú klórozás elviselésére.

A *Clostridium perfringens* baktériumok kimutatása a vízmintákból az SR EN ISO 26461-2:2002 szabványban feltüntetett módszer szerint történt.

Közvetlenül a felhasználás előtt felolvasztjuk az alaptáptalajt és minden 18 ml-éhez hozzáadunk 1 ml nátrium-szulfít (Na_2SO_3) és 5 csepp vas II –szulfát oldatot (Fe SO_4). Az 1 ml nátrium-szulfít (Na_2SO_3) és 5 csepp vas II –szulfát oldatot (Fe SO_4) közvetlenül a beágyazási eljárás előtt adjuk az agart tartalmazó táptalajhoz.

A vízmintában levő *clostridium perfringens* spórák szelekcióját a vegetatív baktériumok elpusztításához szükséges hőkezeléssel végezzük, ezért a vízmintát 75 ± 5 °C-on 15 percig melegítjük, majd egy hőszigetelt edénybe töltjük át a vízmintát.

A vízmintát $0,2\ \mu\text{m}$ pórusméretű membránszűrőn szűrjük, majd a szűrőt fordítva, a felső résszel lefele egy szulfit-vas-agar táptalajra helyezük ezt követően inkubáljuk $37 \pm 1\ ^\circ\text{C}$ -on 20 ± 4 és 44 ± 4 óráig, majd az összes fekete telepet megszámláljuk.

A *Pseudomonas aeruginosa* egy Gram-negatív, igen ellenálló baktérium, ezért szokták multirezisztensként is emlegetni. Különböző felszíneken képes megtapadni, ezért gyakran a vízhálózat biofilm szennyezettségét jelző paraméter. Talajban és vízben természetes módon alacsony csíraszámokban fordul elő, de a pangó víz és a $20\ ^\circ\text{C}$ feletti víz hőmérséklet kedvez az elszaporodásának.

A *Pseudomonas aeruginosa* baktériumok kimutatása a vízmintákból a SR EN ISO 16266:2008 szabványban feltüntetett módszer szerint történt.

A *Pseudomonas aeruginosa* kimutatása a megfelelő pórusméretű ($0,45\ \mu\text{m}$) membránszűrőn való vízminta szűrésén alapul.

A szűrőket megfelelő táptalajra helyezük egy steril csipesz segítségével, vigyázva arra, hogy a szűrők alatt ne maradjon légbuborék. Majd inkubáljuk $36 \pm 2\ ^\circ\text{C}$ -on 44 ± 4 órán keresztül CN szelektív agaron.

A membránszűrőket 22 ± 2 óra elteltével megvizsgáljuk és megszámláljuk az összes kékes-zöld piocianint tartalmazó telepet. Ezek valós *Pseudomonas* telepek. UV-fényben vizsgáljuk meg a szűrőket, rövid ideig, hogy elkerüljük a membránszűrők sterilizálását.

A fluoreszkáló, de nem piocianinos telepek feltételezett *Pseudomonas aeruginosa* baktériumok, melyek valódiságát acetamid leves (buillon), oxidáz teszt és King's B táptalaj felhasználásával tanulmányozhatjuk.

A membránszűrőket agar táptalajra helyezük és inkubáljuk $36 \pm 2\ ^\circ\text{C}$ -on 22 ± 2 óráig. Csak a vöröses-barnás telepeket vesszük figyelembe. A következőkben oxidáz tesztet végzünk, amely *Pseudomonas aeruginosa* esetében pozitív eredményt ad és színváltozás megy végbe, 10 másodperc alatt lilás-kék színt kapunk.

A továbbiakban elvégezzük a King's B táptalajon való tesztet, mely során $36 \pm 2\ ^\circ\text{C}$ -on legtöbb 5 napig, de általában 24 óra elég, inkubáljuk. Naponta megvizsgáljuk UV-fényben a membránszűrőt. Pozitív eredmény esetében fluoreszkáló telepeket láthatunk.

Végül elvégezzük az acetamid leves (bouillon) tesztet 36 ± 2 °C-on 22 ± 2 óráig, egy-két csepp Nessler- reagenst (kálium-tetraiodo-merkurát, K_2HgI_4) adva hozzá. Pozitív eredmény esetén sárgától téglavörösig terjedő színű baktérium telepeket kapunk.

Eredményként összeadjuk a megszámlált zöldeskék telepeket és az összes többi pozitív teszt eredményt bizonyító telepek számát.

Az összcsíraszám 22 °C-on minden élő és szaporodni képes aerob baktériumok, élesztők és penészek száma 22 °C-on. Ezen baktériumok nagy része emberre ártalmatlan, megbetegedést nem okoz.

Az összcsíraszám 22 °C-on kimutatása a vízmintákból a SR EN ISO 6222:2004 szabványban feltüntetett módszer szerint történt. A vízminták mért térfogatú részeit (1 ml vízminta) a megadott 15 – 20 ml táptalajjal (PCA) elkeverve Petri-csészékben beoltjuk és várunk, míg megszilárdul a Petri-csészék tartalma. A lemezeket 22 ± 2 °C-on 68 ± 4 óráig inkubáljuk, majd az idő elteltével megszámolunk minden telepet, ami a lemezeken megjelent. A minta telepképző egységeinek mililiterenkénti számát meghatározzuk a táptalajban képződött telepek számából.

(A HARVíz csíkszeredai laborjának módszertani katalógusa)

Források	Megengedett érték	Csorgó	Lorántffy Zsuzsanna	Éltetőkút	Keresztvápa	Szejke
Pseudomonas aeruginosa	0 ufc/100ml	5 ufc/100ml	0 ufc/100ml	31 ufc/100ml	0 ufc/100ml	0 ufc/100ml
Clostridium perfringens	0 ufc/100ml	0 ufc/100 ml	4 ufc/100ml	1 ufc/100ml	0 ufc/100ml	0 ufc/100ml
Enterococcus	0 ufc/100ml	9 ufc/100ml	0 ufc/100ml	28 ufc/100ml	0 ufc/100ml	4 ufc/100ml
Összcsíraszám 22 °C-on	100 ufc/ml	178 ufc/ml	49 ufc/ml	226 ufc/ml	22 ufc/ml	32 ufc/ml
Coliform baktériumok	0 ufc/100ml	126 ufc/100ml	67 ufc/100ml	184 ufc/100ml	18 ufc/100ml	11 ufc/100ml
Escherichia coli	0 ufc/100ml	0 ufc/100ml	8 ufc/100ml	5 ufc/100ml	0 ufc/100ml	0 ufc/100ml

A fenti táblázatban látható az öt vizsgált kút biológiai elemzése. Az első szempont szerint vizsgált baktériumfaj a Pseudomonas aeruginosa. Ez egy elég elterjedt faj, mivel sok fertőzés kialakulását okozza. Gyenge immunrendszer esetén nagy halandósági arányt mutat. Ellenáll a legtöbb háztartásban használt tisztítószernek.

Második baktériumfaj a *Clostridium perfringens*, amely fekális indikátorként más szennyeződés vagy akár parazita jelenétét is kimutathatja.

A soron következő alany az *Enterococcus*, amely szennyvíz eredetű szennyezésre utal. Bár lehet kórokozó, nem maga a baktérium jelent egészség kockázatot. Ennek ellenére ivóvízben tilos jelen legyen.

Ezt követi a telepszám meghatározása 22 C°-on, amely az emberre veszélytelen környezeti baktériumok számát jelenti. Ennek az értéke azt határozza meg, hogy az adott környezetben mennyire tudnak baktériumok szaporodni.

Ezenkívül a Coliform baktériumok is helyet kaptak, amely az általános bakteriális szennyezettséget mutatja ki. Emberi fogyasztásra szánt vízben nem lehet ilyenfajta baktériumok jelenléte.

Végül, utolsó szempontként az *E.coli* mértékét mutattuk ki, amely ugyanúgy, mint az összes többi baktérium, fekális indikátor. Önmagában általában nem okoz megbetegedést, viszont mellette jelenhetnek meg nehezebben kimutatható vírusok is.

Levonható a következtetés tehát, hogy minden forrás, melyben fekális indikátor jelenléte fellelhető, nem alkalmas ivásra. A legszélsőségesebb példa erre az Éltetőút utca forrása, mely minden szempontból fekália jelenlétét mutatja a vízben. Emellett a Csorgó forrás szintén magas eredményeket produkált, ami köszönhető a környezetben való aktív mezőgazdasági munkának, istállók jelenlétének, mely mind a két forrás vizét megrontja, valamint a hely elhanyagolt voltát.

Mivel a vízminta nedves időszakban lett véve, így még jobban megfigyelhető a vízbe keveredő szerves anyagot mennyisége. Mikor esik, a víz mindent bemos a talajba, ami aztán a környezettől függően nagymértékben megváltoztathatja a víz szerkezeti összetételét.

3. Parazitológia

A *Giardia* egy olyan egysejtű parazita, amely vízben és állati székletben fordul elő, szennyezett víz vagy élelmiszer által fertőződhetünk vele. Gyakran okoz hasmenést. Ezen kívül okozhat felszívódási zavarokat, a gyerekeknél fejlődésbeli elmaradásokat. A felnőtteknél gyakran nem jelentkezik tünetek. A kórokozónak kétféle alakja van, cisztás és vegetatív. A cisztás alak ellenálló, a széklettel ürül. Szexuális együttléttel is átadható. A parazita a vékonybél felső szakaszán telepszik meg és szívja el a tápanyagokat.

Jelenlétét a szervezetben nehéz kimutatni, mert friss székletre van szükség, amit mikroszkóp alatt kell vizsgálni. Manapság van lehetőség immunológiai technika alkalmazására is, amelynek

lényege a parazita sejtfal-elemeinek a kimutatása. Ehhez a módszerhez már nem kell éljen a kórokozó.

A panaszok általában pár nap alatt megszűnnek, mivel a Giardia kiürül a szervezetből. Megtörténhet, hogy az érintett krónikus hordozóvá válik, ilyenkor a kórokozó hosszabb ideig akár évekig is megtapad a vékonybélben. A fertőzés után nem alakul ki immunitás.

A fertőzést gyógyszeresen szokták kezelni, de kezelhető folyadék és ionpótlással is. Szerencsére a vízminták egyikében sem találtunk semmilyen parazita, féreg petéjét, tojását, cisztáját. Ennek ellenére találtunk érdekes kristályszármazékokat, melyeket nem tudtunk még beazonosítani. Valószínűleg kénkristályok lehetnek, de nem tudjuk biztosan. A jövőben szeretnénk ezt a részét is feltárni a Szejke borvizének.

4. Növényzet

A továbbiakban a források közvetlen környezetében megtalálható növényzetről ejtünk pár szót, megfigyeljük a biodiverzitást. Sajnos a kutatási lehetőségeinket leszűkítették a kedvezőtlen időjárási körülmények, ennek ellenére találtunk pár említésre méltó növényfajt.

A források egytől-egyig legelőkhöz hasonló területen helyezkedik el. Ezeknek egyrésze meg lett művelve, tehát a felszínen termékeny fekete talaj van. A kiépített források csövekkel és cementtel vannak körülvéve, ezeknek nincs a közvetlen környezetében növényzet. A növényzeti összetétel leginkább kaszálóra jellemző. Ezeknek csak kis részét tudtuk beazonosítani, mivel a hideg időjárás miatt még kevés jelent meg belőlük.

Az első, amit megemlítenénk, az a réti boglárka, amely szinte minden területen egyaránt fellelhető volt. A nedves vagy nyirkos, nitrogénben gazdag vályogtalajokat kedveli, éppen ezért nagyon jól megél az ilyen környezetben. Májustól kezd el virágozni, így nem volt még sok belőle.

Gyakori volt még az orvosi székfű, amely nagyobb tömegekben fordult elő egyes helyeken, inkább a szikes talajokban.

A gyermekláncfű szintén könnyen megél akármilyen területen, főleg kaszálókon, szántókon, összességében a füves helyeket szereti.

Ezenkívül fellelhető volt mezei zsálya is, amely inkább száraz talajokban, legelőkön található meg. Elviseli a száraz időszakokat, kedveli a meleget. Szintén májustól kezd virágozni.

Az egyszikű gyep növényzetet megfigyelve, találtunk tavaszi tárnicsot, csomós ebírt, havasi árnikát, sisakvirágot, különböző perjeféléket, valamint tarackbúzát is, amelyek mind május környékén kezdtek el virágozni, így még volt szerencsénk találni párat belőlük.

Ezen vizsgálatok segítettek nekünk abban, hogy jobb belátást nyerjünk egy olyan világba, ami eddig rejtve volt előlünk. Valami olyant tapasztalhattunk meg, amely nem mindenkinek adatik meg. Ezáltal bővült a tudástárunk és megalapoztunk egy jobb jövőt, ami remélhetőleg segíteni tud majd az e forrásokat használó embereknek. A jövőbeli terveink szerint egyre nagyobb területet tárnánk fel a környéken, egyre több kutat és forrást analizálnánk, segítve ezzel az embereken. Másrészt a Szejke forráson további elemzését végeznénk, mivel sok titkot rejt még a vize. Ezek mellett készítenénk Székelyudvarhely városának egy térképet a fellelhető kutakról és forrásokról, valamint ezek minőségéről.

BIBLIOGRÁFIA

FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM:

A Székely-Udvarhelyi Királyi Állami Főreáliskola 8. évi értesítője az 1878/79. iskolai év végén.
(az előzetes eredmények részben ezen szövegből lettek kiemelve)

http://epa.oszk.hu/01600/01617/00005/pdf/szekely-udvarhely_foreal_EPA01617_1878-1879.pdf

A mikrobiológiai vizsgálatokat a székelyudvarhelyi Élelmiszerbiztonsági és Állategészségügyi Laboratórium biztosította számunkra:

<https://omnibus.ro/index.php/hu/katalogus/218-elelmiszerbiztonsagi-es-allategeszsegugyi-laboratorium-laborator-sanitar-veterinar-si-pentru-siguranta-alimentelor>

Az ivóvíz tisztaságának szabályai:

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0100201.kor>

Német- Deák Kinga Iringó – a székelyudvarhelyi víztisztító állomás szennyvíztelepének vezetője

A vegyi és mikrobiológiai vizsgálatokat a DSP Harghita biztosította:



Rezultate-analiza-a pa-Szejke-aprilie-20



Rezultate-analiza-a pa-aprilie-2021-2.pd



Rezultate-analiza-a pa-aprilie-2018-2.pd



Rezultate-analize-bi ologice-si-chimice-iz

A vizsgálatok módszertanát a csíkszeredai HARVíz laborja biztosította számunkra:

<https://harviz.ro/szolgáltatasaik/ivoviz-es-szennyviz-fizikai-kemiai-es-mikrobiologiai-vizsgalata.html>