

A NAGYSZEBENI HELYŐRSÉGI KÓRHÁZBAN KÉSZÜLT DOLGOZAT.

## A colititer meghatározása és közegészségtani jelentősége a víz bakteriologiai megítélésénél.

A nagyszebeni ozonvíz.

Írta: STERN VILMOS dr. egyet. tanársegéd, a chemiai és bakteriologiai laboratorium vezetője.

A vízvizsgálat még korántsem képezi a közegészségtani problémák egy lezárt fejezetét. A legnagyobb gyakorlottsággal és körültekintéssel véghezvitt helyszíni szemle sem ad abszolút biztonsággal értékesíthető eredményeket. A chemiai vizsgálat is a legtöbb esetben csak retrospektív betekintést nyújt a víz történetébe. Ha a víz momentán állapotáról, veszélyes vagy veszélytelen voltáról kell véleményt mondani, legtöbbször mindkét módszer felmondja a szolgálatot.

Ebben az értelemben azonban a bakteriologiai vizsgálat sem felel meg mindig a hozzáfűzött várakozásoknak. A bakteriologiai vizsgálat eszközei: a csiraszám és a colititer meghatározása és esetleg a kórokozó bakteriumok kimutatása. Egyenlő és mily mértékben hasznosítható vizsgálati módok ezek a víz bakteriologiai megítélésénél?

A bakteriumszám legfőlebb a víz eredetére és szennyezettségének fokára enged következtetést; a szennyeződés eredetére és közegészségtani jelentőségére semminemű újmutatást nem nyújt. Sok bakteriumot tartalmazó víz egészen ártalmatlan lehet, míg kis bakteriumszámot mutató víz nagy veszélyeket rejthet magába. Nagy hátránya a bakteriumszámlálásnak, hogy csak kis mennyiségű víz feldolgozását engedi meg, elég körülményes és kedvező esetben is 2—3 × 24 órát vesz igénybe. A pathogen bakteriumok kimutatása igen alárendelt helyet foglal el a vízvizsgálatban. Rendesen későn terelődik rá a figyelem a vízre, mint fertőző okra, olyankor, amikor, ha a kórokozó bakterium kimutatása sikerül is, inkább elméleti jelentősége van a posthumus-leletnek.

A colibacillus kimutatásának jelentősége manapság sem kiforrott kérdés a vízhygiében. Az eljárás lényege az, hogy a colibacillusnak, mint tipikus bélsárbakteriumnak, jelenléte a vízben a víznek faecaliákkal való fertőzöttségére és így közvetve veszélyességére vallana.

Már maga a kiindulásul szolgáló alapelv is sok vitának képezte tárgyát. Voltak szerzők (KRUSE, WEISSENFELD, KONRICH, GÄRTNER), akik azt állították, hogy a *b. coli* ubiquitár mikroorganizmus; ahova csak az emberi kultúra eljutott, befészkelte magát a coliflora is és így a *b. coli* jelenléte nem lehet alkalmas indikátor a víz szennyezettségének. A vizsgálatok túlnyomó része azonban (FREDENREICH, PETRUSCHKI-PUSCH, KAISER, NEUMANN, QUARTZ, FLÜGGE, FROMME stb.) azt bizonyítja, hogy jó ivóvízben a coli-csoporthoz tartozó bakteriumok nincsenek, vagy csak korlátolt számban szerepelnek.

Mielőtt az irodalmi adatok alapján a megoszló vélemények részletezésébe belemennék, egynehány idevonatkozó kérdés tisztázását kísérlem meg.

*A b. coli fogalmának elhatárolása és fajai:* A *b. coli* egy nagy bakteriumesaládnak gyűjtőneve, amelynek egyedei biológiai tulajdonságaikat tág határok közt változtatják, másfelől serológiai módszerekkel sem azonosíthatók. ESCHERICH, aki a *b. coli* prototypusául a csecsemőszékéből kitenyésztett colit veszi fel, a mindig meglevő, essentialis és az esetlegesen szereplő fakultatív tulajdonságok alapján osztályozza a coli bacillusokat. Az essentialis tulajdonságok: a pálcika alak, gram-negativitás, hiányzó sporaképzés és gelatina folyósítás. Fakultatív tulajdonságok: eukorbontás, motilitás, indolképzés, a tej megalvasztása és a színyanyagok reductiója. Aszerint, hogy milyen mérvben, számban és kombinációban vannak jelen a fakultatív tulajdonságok, a coli-családnak igen sok válfaja képzelhető el. Eldöntetlen még az a kérdés, hogy melyek azok a tényezők, amelyekről az egyes válfajok kialakulása vagy egymásba való átcsapása függ.

A vízben fellelhető colifajok között majdnem az összes alcsoportok képviselve vannak. BROWNE kimutatta, hogy a különböző változatok (*b. coli communis*, *communior*, *acidus lactici*, *anaerogenes*) ellentálló képessége körülbelül egyforma. Nagyobb eltolódás egy válfaj javára sem áll elő, még akkor sem, ha kedvezőtlen életviszonyok közé juttatjuk őket. Arról sem lehet szó, hogy a vízben a colifajok egy irányban változtatnák meg biológiai tulajdonságaikat, szóval, hogy egy külön vízi colitypus létezne. A coli bacillusok indentifikálásánál csak kétféle megoldást lehet elképzelni. Vagy a követelmények maximumával áll elő az ember és az összes essentialis és

fakultatív tulajdonságok jelenlétéhez köti a pozitív diagnoszt, vagy a követelmények minimumát kívánja meg, amikor az essentialis biológiai tulajdonságok alapján állítja fel kórisméjét. Mindkét esetben azonban önkényes lesz az eljárás és így egyik sem követelheti meg magának a kizárólagosság jogát.

*A b. coli ubiquitása:* A *b. coli* rendszertani elhatárolásával szoros összefüggésben áll az ubiquitás kérdése is. Aszerint, hogy milyen követelményekkel léptek fel az egyes szerzők, hogy egy bakteriumot mint *b. colit* identifikáljanak, ugyanazon viszonyok és feltételek mellett más és más eredményre jutottak. WEISSENFELD például megelégszik azzal, hogy egy, a gelatinán szőlőlevélformájú, karélyos kolóniákban növekvő és a gelatinát nem folyósító bakterium gram-negatív, a szőlőcukrot gázképzéssel elerjeszti és nagyobb fokú mozgékonyt mutat. A későbbi szerzők megkívánják, hogy ezenkívül a bacillus a tejet megalvassza, a lakmuszos savót és a BARSIEKOW-oldatokat megvörösítse, a neutralvöröset elszíntelenítse és tipikus vörös kolóniákat alkosson a CONRADI—DRIGALSKY- és az Endo-lemezen.

Az ubiquitas tanának védelmezői azt hozták fel, hogy az embertől származó *b. coli* az állati *b. colitól* nem különböztethető meg és már azért is helytelen az eljárás alapelve, az emberi faecessel való fertőzés. A *coli* bacillust tényleg a legtöbb melegvérű és hüllő béltraktusából sikerült kimutatni. FERREIRA, HORTA és PAREDES 38 emlősfajból és 8 madárféléből tenyésztették ki a *b. colit* és megállapították, hogy az egyes állatfajokból kitenyésztett colitörzsek között biológiai eltérés nincs. EYRE, HOUSTON halból, KISTER osztrigából, BETTENCOURT és BORGES alacsonyrendű vertebratumokból, FROMME a vízi poloskából (*pulex gammarus*) tenyésztette ki a *b. colit*. Ezen leletekkel szemben áll azonban az a tapasztalati tény, hogy az állatvizsgálatokban a *b. coli* kitenyésztése nem sikerül minden esetben, úgy, hogy a külvilágba jutott *coli* bacillusok főforrása mégis csak az emlős-, illetve az emberi szervezet.

Nagyonfontosságuk ebből a szempontból NEUMANN, SONNEN és FROMME vizsgálatait, akik az ember legközvetlenebb környezetében keresték a *b. colit* és vizsgálataikkal ugyancsak nem erősítették meg a *coli* ubiquitásának tanát. A *b. coli* tipikus bélbakterium, de sem rendszeres vízi-, sem rendszeres talajbakterium. Emberi vagy állati dejektumtól mentes talajrétegekben és vízben *b. coli* nem fordul elő. A coliféléknek a külvilágban való szereplése emberi vagy állati szervezettől függő másodlagos jelenség, mert a coliflora elsza-

porodása és térhódítása a vízben vagy a talajban az emberi vagy állati szervezettől függetlenül még nincs bebizonyítva.

De még ebben az értelmezésben is a coli-lelet egy kasuistikus, nem értékesíthető adattal gyarapítaná tudásunkat, amennyiben esetleg egy már lefolyt szennyeződésre vetne fényt. Egészen másképp áll a dolog a coli quantitativ meghatározásával és a sorozatos vizsgálatokkal. Mihelyt ennek a fogalomnak az értékét a maga jelentőségében ismerjük meg, rögtön mintegy maguktól elesnek mindazok a kifogások, amelyek a coli-meghatározás módszereit bármely oldalról is érhetnék.

*A b. coli kimutatására szolgáló módszerek:* Az összes eljárások magva az, hogy valamely táptalaj segítségével az összes vízi baktériumokat felszaporítják és ebből a bakteriumkeverékből — culture totale de l'eau TROUSSAINT — igyekeznek kimutatni a b. colit.

PETRUSCHKI—PUSCH közönséges tenyésztő bouillont, SMITH szőlőcukros levest (1% pepton, 1/2% konyhasó, 1% dextrose), SAITO tejuccukros levest (1% pepton, 1/2% konyhasó, 5% lactose) használ az előkulturában. Az angol-amerikai szerzők (JACKSON, PRESCOTT, WINSLOW, SAWIN, TARBETT, PARKER, STOKES-STONER) többnyire tejuccukros epét (1% lactose), LIGNIÈRES szénaforrázatot (a vizsgálandó víz 3%-os arányában), CHICK phenolos levest (10% dextrose, 5% pepton, 1% phenol) ajánlanak. BULL 2 rész vízhez 1 rész levest ad, amely 1% mannitot és 100 cm<sup>3</sup>-nkint 2 cm<sup>3</sup> neutralvörös oldatot (0.1:100) tartalmaz. HARRISON és v. d. LECH äsculin-epés levest inaugurált. Az äsculin egy glycosida, amely bakteriumhatásra äsculetinre és cukorra bomlik. Az äsculetin a szintén oldatban levő vaseitrattal fekete csapadékot ad. MAC CONKAY oldata 0.5% taurocholsavas natriumot, 2% peptont és 1/2% glukoset tartalmaz. FROMME mindezen eljárásokat összehasonlítva, az 1%-os szőlőcukros levest tartja a legalkalmasabbnak a b. coli kimutatására.

Ezeknek a folyékony táptalajoknak az alkalmazása tulajdonkép két célt szolgál: mint felszaporító eljárás (Anreicherungsverfahren) szerepel, másrészt megújmutatást kell, hogy adjon már az előkultura is, hogy vajjon a későbbi dolgozás rendjén várható-e a b. coli kimutathatósága, — „presumptiv test”. — PETRUSCHKI—PUSCH, akiktől tulajdonkép a colititer elnevezés származik, a vizsgálandó víz különböző mennyiségét keverték ugyanannyi tenyésztő levestel. Az a próba, amely 37°-on 24 óra után megzavarosodott, adta a thermophilentírt és amelyből tényleg sikerült kitenyészteni a b. colit, az volt a colititerre jellemző.

SMITH a szőlőcukros levesben beállott erjedést, gázképzést tekintette a b. colira nézve előbizonyítéknak — „Gas-test.” — Régen ismert tény, hogy egészen ártalmatlan vízi bakteriumok is képezhetnek a szőlőcukorból gázt. WINSLOW és NIEBECHER 775 kifogástalan, tiszta víz közül 41 esetben észleltek gázképződést szőlőcukorból. LANGLEY és BATON 3553 vízpróbából 794 esetben találtak gázképződést és 539 esetben (67%) tudtak b. colit kimutatni. GAGE 70%-ban, STOKES és STONER 50%-ban találtak pozitív gázképzés mellett b. colit. CLARK és GAGE 58 bakteriumfajt találtak, amelyek a szőlőcukrot bontják és köztük 23 olyat, amelyeknek a coli-csoporthoz semmi köze nem volt. Másfelől STONLETON, FULLER—FERGMANN, STOKES—STONER olyan vizekből, amelyeknél a „Gas-test” hiányzott, coli bacillust

tenyésztettek ki. WHIPLE egyező eredményeket talált a „Coli” és a „Gas-test” között. FROMME-nál 673 az Elbéből származó vízpróbából 533 esetben egyezett a „Coli-test” a „Gas-testtel” (79%).

Az ellentmondások megszüntetésére JACKSON azt ajánlotta, hogy csak akkor vegyék fel a priori a b. coli jelenlétét, ha a vízben tejukrot bontó bakteriumok vannak — (*Lactose-test*). PRESCOTT és WINSLOW azt találták, hogy a „Lactose-testtel” nagyobb finomsággal és kisebb hibával lehet dolgozni, mint a „Dextrose-testtel.” WESTON—TARBETT szintén jó eredményről számolnak be. STOKES—STONER csak 10%-ban találtak eltérést a „Coli”- és a „presumtiv-test” közt, de 32%-ban elmaradt a gázképződés, dacára a pozitív coli-leletnek. MARGIL, LAVAGE és LACOMME előkulturál a neutralvörös bouillont, STOKES a neutralvörös-lactose-levest ajánlották; az eljárás nem tudott elterjedni. ELJKMANN mint előbizonyítékot (presumtiv-test) a 46°-on beálló gázképződést tekintette — „*Wärme-test*” —, azon az alapon, hogy ezen a hőfokon a hullóktól származó colifélék és az ártalmatlan vízi bakteriumok nem tenyésznek. CHRISTIAN és THOMANN értékesnek tartják ELJKMANN methodusát; KRUSE szerint nem elég érzékeny az eljárás. VINCENT az egész alapvető elhibázottnak tartja, amennyiben dacára a lefokozott értékenységnek, a magasabb hőmérsék egyáltalán nem gátolja egynehány vízi bakterium kitenyésztését. FROMME szerint is a 46°-os hő gátolja ugyan a b. coli tenyésztését, másfelől hullóból származó b. coli is mutathat 46°-nál gázképzést a szőlőeukorból. 46°-nál beállott erjedés HEHEWERTH szerint sem biztos jele a b. colinak. FEDOROLF vizsgálatai azt mutatták, hogy a melegvériektől származó coli bacillusok is érzékenyek a magasabb tenyésztési hővel szemben, úgy, hogy ELJKMANN methodusával csak nagy coliszám mellett sikerül a b. coli kimutatása.

A különböző eljárásokban különböző módon érvényesül a *quantitativ meghatározás* elve. Rendszerint a vizsgálandó víznek különböző mennyiségeit veszik és a legkisebb mennyiség, amiből még sikerül kimutatni a coli bacillust, szolgáltatja a colititert.

FRAUDENREICH cseppenként adja a vizsgálandó vizet a tejukros leveshez. PARIETTI 9 kémcsővel dolgozik, amelyek mindenikében 10 cm<sup>3</sup> tenyésztő bouillon van. Az I—III. csőbe egy csepp PARIETTI-oldat (4 cm<sup>3</sup> sósav + 90 cm<sup>3</sup> 5%-os phenoldat) és 4 csepp víz, a IV—VI. csőbe 6 csepp PARIETTI-oldat és 8 csepp víz, a VII—IX. csőbe 9 csepp PARIETTI-oldat és 16 csepp víz kerül. Mindkét methodus csak akkor használható, ha a vizsgálandó víz erősen szennyezve van b. colival. MARMANN száraz módszere abban áll, hogy különböző mennyiségű vizet Endolemezen erre a célra szerkesztett szellőztető készülék segítségével bepárol, beszárit és azután vizsgálja az Endolemezen kifejlődött coli-telepeket.

Újabban a colititer kimutatására nagyon célravezetőnek bizonyult az az eljárás, amely savra reagáló reagenst vizs be az előkultura gyanánt szolgáló folyadékba és mint előbizonyítékot (presumtiv test) nemesak a gázképzést, hanem a savtermelést is tekintetbe veszi. (SAURE-test.)

A neutralvörössel készült ilyen táptalajokról már megemlékeztem. (LACOMME, LAVAGE, STOKES, BULIR.)

FLÜGGE lakmuszos levest használ a colititer meghatározására. Az általa inaugurált életképes és nagy elterjedtségnek örvendő eljárás a következő: 5 g. tejukrot, 2.5 g. peptont 100 cm<sup>3</sup> vízben oldunk és ehhez 0.11 g. azolithmint adunk hozzá. Az azolithmint megelőzőleg 3 cm<sup>3</sup> vízben oldottuk. Ezt a törzsoldat-

tot 3 egymásután következő napon sterilizáljuk és a vizsgálandó víz tízszereséhez hozzáadjuk. Most már aszerint, hogy milyen mértékben várható a víznek *b. coli*-val való szennyezettsége, a vizet kisebb-nagyobb részletekre elosztjuk 37<sup>o</sup>-on 24 óra hosszat kelesztjük és úgy vizsgáljuk a beállott színváltozást. Azok a próbák, amelyekben *coli bacillus* volt, 24 óra múltán megvörösödnek. A *b. coli* kitenyészése és további identifikálása egészíti ki a vizsgálatot.

Vegyük a következő példát:

$$\begin{array}{cccccccccccc} 100, & 50, & 50, & 10, & 10, & 10, & 10, & 5, & 1, & 1, & 1, & 1, & 1 \\ + & + & + & + & + & - & - & - & + & - & - & - & - \end{array}$$

A számok jelzik a vizsgálandó víz cm<sup>3</sup>-jeit, a + jel a beállott vörösödést, a — jel a vörösödés elmaradását. Feltételezzük, hogy minden 100 és 50 cm<sup>3</sup>-es próbában rendszeresen, a 10 cm<sup>3</sup>-es próbától kezdődőleg csak elvéve fordul elő *coli bacillus*. Tehát a 10-es próbától kezdve a víz összes mennyiségét vesszük (50 cm<sup>3</sup> és ezt osztva a pozitív leletek számával (3), megkapjuk a colititert ( $\frac{50}{3} = 16.67$  *Kisskalt*).

Ez a számítás csak megközelítő eredményeket ad, mert nem számol a nagyobb közök lehetőségével.

SCHÜTZ és KARRHELL matematikai valószínűségi alapon adják meg a colititer kiszámításának a módját.

### Saját módszerem.

A colititer meghatározására kidolgozott eljárásom nagyjában megegyezik a FLÜGGE-féle methodussal. A vizsgálandó víz különböző mennyiségét tejkukros levestel elerjesztem; a levesbe bevitt festékanyag színváltozása kell, hogy jelölje a beállott eukorbontást és így közvetve a *b. coli* jelenlétét. A kivétel később vizolandó formájának kizárólagos jogosultságát nem akarom hangoztatni; másfelől azonban azt gondolom, hogy nem gyarapítom az irodalmat egy fölösleges vagy kétes értékű ballasztal és az eljárás egyszerűsége és könnyű kivihetősége másokat is az eljárás megkísérlésére indíthat.

A FLÜGGE-féle methodustól az általam kidolgozott eljárás a következőkben különbözik:

1. Szorosabb értelemben vett táptalajul egy tejkukros leves szolgál, mely úgy van adagolva, hogy a kész vízpróbák 1% tejkukrot, 1% peptont és 1/2% konyhasót tartalmazzanak.
2. Indikátor gyanánt nem használtam a drága és a mostanság nehezen hozzáférhető azolithmint, hanem a natriumsulfit által elszíntelenített fuchszint, a kénessavas fuchszint.

A táptalajtechnikába ENDO vezette be ezt az elvet, aki az ily módon előállított tejkukros agarat a typhus diagnózisára használta fel. ARONSON a cholera diagnózisára szerkesztett egy hasonló fuchszin agarat. Folyékony táptalajok szerkesz-

tésére STERN hozta javaslatba ezt az elvet. A kénes-savas fuchsin egyébként mint indikátor sokkal többoldalubb, mint a lakmusz. Nemesak a savi, hanem az aldehyd természetű anyagcsere termékeknek is kitünő reagense és így sok esetben, amikor a lakmusszal színváltozást nem kapunk, a kénessavas fuchsin éles reactiót ad. A színanyag nagyon olcsó, nagyon könnyen hozzáférhető és kezelhető; bizonyos idő múlva önoxydatió következtében elromlik, elveszti indikátor jellegét, azonban ezt a hibaforrást a mindenkori friss előállításal játszva le lehet küzdeni.

3. Lehetőleg egyenlő térfogattal dolgozom, hogy a beállott színváltozás azonos viszonyok között legyen megfigyelhető.

4. A colititert az eddigi szokástól eltérően nem úgy fejeztem ki, hogy egy coli bacillus hány  $\text{cm}^3$  vízben foglaltatik, hanem úgy, hogy 100  $\text{cm}^3$  víz hány coli bacillust tartalmaz.

Az eddigi jelzésmód nehézkes és nem eléggé szemléltető, mert a colititer majdnem mindig ellentmond a bakteriumszámlálás eredményének. Például a mai jelzésmód szerint egy erősen szennyezett víznél a bakteriumszám 560.000, a colititer  $\frac{1}{1000}$  lehetne. Tehát a bakteriumszám igen nagy, a colititer meg igen kicsiny mennyiség. Az általam ajánlott jelzési móddal a colititert kifejező szám nem áll fordított arányban a víz fertőzöttségével, hanem szinte párhuzamosan halad a bakteriumszámmal. Így a kiszámítás is könnyebb és a fogalom is jobban áttekinthető. Például ez adott esetben a bakteriumszám 560.000, a colititer 20.000 volna.

Mindezeknek a szempontoknak a tekintetbe vételével a colititer meghatározását a következőképpen végzem:

*Az alapoldat összeállítása:* 5% pepton, 5% tejcukrot és 2,5% konyhasót vízben oldok. A kész oldat 100  $\text{cm}^3$ -éhez (a szűrés leg-többször mellőzhető) hozzáadok 0,5  $\text{cm}^3$  10%-os alkoholos fuchsin-oldatot és 5  $\text{cm}^3$  10%-os frissen készített natriumsulfit-oldatot.

*A sorozat összeállítása:* A sorozat a körülményekhez képest 14, vagy több tagból áll. A 14 kémecső mindenikébe 2—2  $\text{cm}^3$  alapoldatot pipettázok. Az I—II. kémecsőbe 10—10  $\text{cm}^3$  vizsgálandó vizet, a III—VI. kémecsőbe 5—5  $\text{cm}^3$  vizet és 5—5  $\text{cm}^3$  physiol. konyhasó-oldatot a VII—VIII. kémecsőbe 2,5  $\text{cm}^3$  vizet és 7,5  $\text{cm}^3$  konyhasó-oldatot, a IX—XII. kémecsőbe 1  $\text{cm}^3$  vizet és 9  $\text{cm}^3$  konyhasó-oldatot, a XIII—XIV. kémecsőbe 0,5  $\text{cm}^3$  vizet és 9,5  $\text{cm}^3$  konyhasó-oldatot öntök.

A víz fertőzöttségéhez képest a vizet steril konyhasó-oldattal fel lehet hígítani és 0,1, 0,05, 0,01, 0,005 és 0,001  $\text{cm}^3$ -es próbákat is felállítani. Ha a víz kevésbé szennyezett, akkor 25, 50, 100, 500 és 1000  $\text{cm}^3$  vizet öntök steril lombikokba és külön adom hozzá 20%-nyi mennyiségben az alapoldatot.

A kész sorozat thermostatba kerül és 24, legkésőbb 48 óra után leolvasom a megvörösödött próbák számát. A colititert egyszerű számítással a vizsgálandó víz 100  $\text{cm}^3$ -jére viszonyítva állapítom meg.

Az elmondottak szemléltetéséül álljon itt egy minta jegyzőkönyvemből:

A víz megnevezése		Alap- oldat	Vizsgá- landó víz	Steril konyhasó oldat	Ered- mény	J e g y z e t	
Schewis-víz az ozon-műnél ozonizálás előtt. 1918. március 21-én.	L o m b i k	1.	200	1000	—	+	A coli-bacillus az 5 cm <sup>3</sup> -es próbától kezdve csak elré- ve fordul elő. Tehát a víz összmenyi- ségét és a coliszá- mot innen kezdve vesszük számításba.  30 : 3 = 100 : x X = 10 Colititer = 10 (azaz 10 coli- bacillus esik 100 cm <sup>3</sup> vízre.)
		2.	20	100	—	+	
		3.	10	50	—	+	
		4.	10	50	—	+	
		5.	5	25	—	+	
		6.	5	25	—	+	
	K é m e s ő	I.	20	10	—	+	
		II.	2	10	—	+	
		III.	2	5	5	+	
		IV.	2	5	5	+	
		V.	2	5	5	—	
		VI.	2	5	5	—	
		VII.	2	25	75	—	
		VIII.	2	25	75	—	
		IX.	2	1	9	+	
		X.	2	1	9	—	
		XI.	2	1	9	—	
		XII.	2	1	9	—	
		XIII.	2	05	95	—	
		XIV.	2	05	95	—	

### A nagyszebeni ozonvíz.

Hogy mily mértékben hasznosítható a colititer-meghatározás a víz közegézségtani megítélésénél, annak igen szemléltető példáját nyújtják a nagyszebeni vezetéki víz vizsgálata közben szerzett tapasztalataim.

Nagyszében város vízellátása 1894-ig részint szivattyús és gémes kútakból, részint a Schewis-patak egy malomárkából történt. Ez a malomárok Resinár község alatt ágazott ki a Schewis-patakból, nyílt csatornában haladt a város felső végéig (a mai Társaságház környékéig). Itt a vizet nyílt medencében ülepítették és minden további kezelés nélkül részben fából készült esőveken, részben nyílt csatornákon keresztül a városba, illetve a közkútakhoz vezették. Az így

nyert víz természetesen iszapos, csiradús, nyáron túlmeleg, télen jéghideg, élvezhetetlen és egészségtelen volt.

1894-ben SALBACH müncheni építész javaslatára a Schewis-patak felső völgyében megépítették az első vízszolgáltató művet. A Schewis-patak medrében áramló talajvizet választották kiindulásul, amely a 4—5 méternyi vastag talajrétegen való átszűrődés után természetes úton megtisztult. A patak folyására merőleges vonalban, egymástól 30—40 méter távolságban 5 kútát ástak. A kútakat átlíktatott vaskerettel körülvették és egymással csövekkel összekötötték.

A legalsó kútból eredt a főcső, amely naponta 1700 m<sup>3</sup> vizet szolgáltatott egy gyűjtőmedencébe. Ez a vízmű 1904-ig kifogástalanul működött.

A városi lakosság felszaporodásával a szolgáltatott vízmennyiség kevésnek bizonyult és felmerült a vízmű kibővítésének szükségessége. Hogy az egész talajvizet felfoghassák, az egész Schewis-völgy szelvében egy gyűjtőgaleriát építettek, amelynek csöveit a víz-áthatlan terciár rétegre rakták le. Az így kibővített vízművet 1904-ben adták át a közhasználatnak. Azonban ezzel az újraépítéssel a város közönsége rosszul járt. Míg azelőtt nagyobb esőzések után a víz alig hogy opaleszkált, addig az új vezeték kiépítése után a víz zavaros, sőt iszapos lett néha. 1906-ban DÖRR professor által meg-ejtett vizsgálatok azt mutatták, hogy a gyűjtőkútak vizének bakterium tartalma függ a patak vízbőségétől. A korpuskuláris elemek a patak vízből egynehány órán belül átmennek a kútak vizébe (fluorescein, — élesztőpróbák), vagyis a patak medre és a vízszolgáltató mű között direkt közlekedés áll fenn. Az oka annak, hogy az azelőtt kifogástalanul működő talajszűrés a szolgálatot felmondta, valószínűleg nem egységes. A talajnak a csövek lerakásával kapcsolatos megbolygatása, nagyobb kavicsömegeknek a patak medréből való kibányászása és végül a galeriának nem elég mélyen való elhelyezése magyarázza meg a szűrés elégtelenségét.

Új fejezetet jelent a város vízellátásában a hegyi forrásvezetéknek a kiépítése. A szomszédos gneis kőzetből álló Santa nevű hegység több forrását megfelelő foglalattal látták el és a vizet kellő szellőztetés után a vízműbe bocsátották. 1910-ben készült el ez a hegyi forrásvezeték, amely csak napi 1136 m<sup>3</sup> vizet szolgáltatott.

Ezt megelőzőleg azonban a hatóság okulva az 1908/9. typhus-epidemia veszélyein, sürgősen gondoskodni kívánt a vízjavítás valamely módjáról. Éppen ebben az időben sokat foglalkozott az irodalom az ozonizálással, mint vízjavító módszerrel.

Már 1873. óta (Fox) ismeretes volt, hogy az ozonnak molekulájának vagy stabilitásánál és az ezzel összefüggő erős oxydaló tulajdonságánál fogva bakteriumölő tulajdonsága van. OHRMÜLLER és PRALL végeztek systematikus vizsgálatokat az ozon baktericid tulajdonságát illetőleg és azt találták, hogy majd az összes pathogen bakteriumok ozonhatásra tönkremennek. SCHÜDER--PROSKAUER, aki finomabb methodussal dolgozott, kimutatta, hogy az ozon csak feltétlenül tiszta vízben és csak igen finom keverődés esetében fejtheti ki baktericid hatását. A víz derítésére minden lehető módszert megpróbáltak a timsós lecsapástól a homokszűrésig. A víz és az ozon elkeverésére különféle berendezések jöttek divatba. A homokos keverőtornyokban (Skrubberturm) a felfelé haladó víz és ozon különböző finomságú homok és kavicsrétegen halad át; a de Friese toronyban a vizet az ozonnal egyetemben finom recéjű celluloid szítán keresztül sajtolják át; az emulser berendezésnél a víz lecsés közben keveredik az ozonnal. SCHÖTZ szerint a de Friese-tornyok nem alkalmasak a víz és az ozon finom elkeverésére és így nem nyújtanak biztosítékot a kórokozó csírák elpusztítására. Az első ilyen nagyobb ozonművet a Siemens és Halske cég állította fel Blankenberghe-ben, Ostende mellett. Azután épültek fel a chemnitz-i, wiesbadeni, szebeni, szentpétervári és rovignoi telepek. Az ozonművek jórésznél az üzemet még a felállítás utáni első évben beszüntették, vagy azért, mert a víz chemiai szempontból nem volt alkalmas az ozonizálásra, vagy mert eredményeket nem tudott az ozonizálás felmutatni (Wiesbaden, Chemnitz, Szentpétervár.

Nagyszeben felbuzdulva azokon a kedvező eredményeken, a melyekkel a padeborni vízvezetéki felügyelőség előhozakodott, megépítette Magyarország első ozon-művét. A telep felállítását a SIEMENS és HALSKE cég vállalta és vitte ki oly bravuros gyorsasággal, hogy 1909 nyárutóján már készen állt az ozonmű. Az ozonmű annyi ozont szolgáltatott, hogy később a vezeték hegyi forrásvíz komponensét is ozonizálták (?). Természetesen, hogy akkor, amidőn az ozonnak ily bűbajos hatalmat tulajdonítottak, feleslegesnek gondolták a havasi vezeték további kiépítését és a vízkérdést joidőre megoldottnak gondolták.

A maga fontosságában 1917-ben merült fel ismét ez a kérdés, amikor is az ozonmű kikapcsolását és a havasi forrásvizet szolgáltató vezeték teljes kiépítését határozták el.

Amint a közölt leírásból kitűnik, Nagyszeben vízszolgáltatásának története elég változatos és mozgalmas. Az oka ennek az, hogy Nagyszeben mindig klasszikus helye volt a hydrikus eredetű typhus-epidemiáknak. Amóta Nagyszebennek központi vízellátása volt, pár évi időközökben majdnem rendszeresen megisméltődtek a typhus-járványok. A kórokozó csírákat mindig a víz szállította le Nagyszebenbe. A Schewis-patak, amely még ma is alapja a szebeni vízvezetéknek, átfolyik Resinár havasalji román falun. Az erdélyi román falu fogalmát úgy kell érteni, hogy két egymásfelé néző hegyháton

óriási terjedelemben a legkezdetlegesebb módon, fából, vályogból viskók épülnek, ahol a gazda egy fedél alatt él barmaival és ahol a pöcegödör, kútak stb. ismeretlen fogalmak. A két egymásnak néző hegyhát között folyik a Schewis-patak, amely a hosszan elterülő falu szennyét, ürülékét felveszi és leszállítja a falu végétől alig két kilométernyire eső vízművekhez.

Nagyszében lakosságának sokszor volt alkalma ennek a helytelen berendezésnek hátrányait elszenvedni. Pontos feljegyzések a typhus megbetegedésekről csak 1894-től kezdődőleg állanak rendelkezésre. De addig is a szennyvizet szolgáltató vezeték számos typhus járványnak szolgálhatott kiindulási pontjául. Mint ilyen pusztító typhus járványt az 1866. és 1892-ki járványt jegyezte meg a hagyomány.

1894-ben épül fel a felső Schewis-vezeték. A vezeték 1904-ig működött. Ebben az időszakban a város aránylag mentes maradt a typhus pusztításaitól (l. a táblázatot). 1904. nyarán adják át a kibővített vízművet a használatnak és már 1904. őszén jelentkezik az első epidémia 118 esettel, amibe a könnyű esetek nincsenek beszámítva. 1905-ben 569 esetet jelentenek; 1906/7-ben tömegesebb typhus megbetegedéseket nem észlelnek. 1908-ban ismét jelentkezik egy erősebb typhus eruptio 741 esettel. 1909/10-ben még mindig 100 fölött van a megbetegedések száma.

1909. őszén vették üzembe az ozonművet és 1910. tavaszán épült ki a hegyivíz szolgáltató vezeték-részlet. Hogyan alakul ki a város typhus statisztikája ezután? A városban bár kisebb számban, de állandóan fordultak elő typhus-esetek. A typhusnak ezeknek a kisebb fellángolásait már az ozonművek reputációja érdekében óvakodtak a vízzel kapcsolatba hozni. Elvégre az ozonvíz bakteriumszáma mindig feltűnően alacsony volt és az ozonpróbát is a vízműnél mindig pozitívnak találták.

1916-ban a román invázió idején az ozonmű üzeme egy néhány hétig szünetelt. 1916. őszén tömegesebb megbetegedéseket észleltek, 1917. nyarán pedig rövid 2 hét leforgása alatt 500 typhus megbetegedés fordult elő a városban. A megbetegedések oly hirtelen és tömegesen léptek fel, hogy még a laikusnak is, aki az 1905-ös vagy 1907-es járványokat átélte, már az első időkben a járvány hydrikus eredetére kellett gondolnia.

**Typhus morbiditas és mortalitas Nagyszébenben 1894—1918. években:**

É v	Morbiditas	Mortalitas	Jegyzet	É v	Morbiditas	Mortalitas	Jegyzet
1894*	18	4	A felső Schewis- vezeték felépülése	1907*	741	58	
1895*	7	3		1908*	110	14	
1896*	25	6		1909*	106	8	Az ozonmű felépülése
1897*	33	10		1910**	49	3	A Santa-vezeték kiépülése
1898*	30	2		1911**	24	6	
1899*	13	5		1912**	27	1	
1900*	25	5		1913**	13	—	
1901*	25	3		1914**	30	7	
1902*	48	7		1915**	37	2	
1903*	17	2		1916**	24	—	
1904*	114	18	A vízmű kibőví- tése	1917**	795	49	
1905*	569	51		1918**	70	5	
1906*	34	3					

A víz bakteriologias vizsgálata semmi rendellenességet nem tudott kideríteni. Alacsony bakteriumszám mellett kórokozó bakteriumok nem voltak kimutathatók.

Előállott tehát az a paradox állapot, hogy minden szakértő, sőt maga a vizsgálatot végző prosekter is a vizet tartotta a dühöngő typhusjárvány okának, azt a vizet, amit a tudományos vizsgálat mint kifogástalant jelölt meg.

1917. őszétől kezdve párhuzamosan végzi a vízvizsgálatot a város organuma és a 22. sz. helyőrségi kórház laboratoriuma. Bakteriumszámlálást, colititer meghatározást végeztem és centrifugálással és lecsapási eljárással kórokozó bakteriumot kerestem.

Kórokozó bakteriumot egy esetben sem sikerült kimutatnom.

A bakteriumszámlálást és a colititer-meghatározásokat hetenként végeztem. 4 heti eredmény középértékét véve a táblázatokban a havi átlagos eredményről számolok be.

\* Ungar munkájából idézve.

\*\* A városi tiszti orvosi hivataltól beszerzett adatok.

## A nagyszebeni vezetékvíz bakteriumtartalma és colititere:

I d ő	S a n t a - v í z		S c h e w i s - v í z		O z o n - v í z	
	Bakterium- szám	Colititer	Bakterium- szám	Colititer	Bakterium- szám	Colititer
1917. augusztus ...	12	0	70	20	2	0
szeptember ..	6	0	52	15	0	0
október.....	8	0	25	10	2	0
november....	20	0	64	40	0	0
december ...	2	0	400	50	3	0
1918. január .....	2	0	48	20	0	0
február.....	4	0	600	10	0	0
március .....	2	0	60	10	2	0
április.....	6	0	24	10	2	0
május .....	2	0	74	50	4	0
június .....	6	0	120	20	3	0
július .....	4	0	∞	150	2	15
augusztus ...	2	0	52	40	3	5
szeptember ..	3	0	78	40	2	0

Ami a bakteriumszámot illeti, a Santa-víz (hegyi forrásvíz) egészen kielégítő viszonyokat tüntet fel. A bakteriumszám 20 fölé egy esetben sem emelkedett. A Schewis-víz (szűrt patakvíz) magartartása bakteriologiai szempontból már nem elfogadható. A bakteriumszám  $\text{cm}^3$ -ként rendszeren 50 fölött volt. Tapasztalás szerint különösen nagyobb esőzések után, amikor a szűrés nem folyik le kifogástalan módon és a gyűjtőkútak vize zavaros, majdnem iszapos volt, szökött fel erősen a bakteriumszám. Meglepő jó eredményeket adott a bakteriumszámlálás ugyanennél a víznél ozonizálás után. Ugyanakkor, amidőn a nem ozonizált vízben  $\infty$  volt a bakteriumszám, az ozonvizben mindössze egynehány bakteriumot találtam  $\text{cm}^3$ -nként. Így tehát hogyha csak a bakteriumszámot vettem volna figyelembe, úgy az ozonvizet kifogástalannak kellett volna minősítenem, mert hiszen legtöbbször még a kifogástalan, tiszta hegyi forrásvízben is több bakteriumot találtam, mint az ozonizált vízben.

Milyen viszonyokat tüntet fel a colititer meghatározása? A Santa-víznél a colititer állandóan 0 volt. Tehát a kifogástalan, jó hegyi forrásvíz tényleg nem tartalmazott colibacillust. A Schewis-vízben a colititer 10 és 150 között ingadozott. A szűrt patakvíz tehát meglehetősen sok colibacillust tartalmazott, mielőtt ozonizálásnak vetették volna alá. Az ozonizálás után a priori azt lehetett

volna várni, hogy úgy amint a többi csirák az ozon-hatásra tönkre-  
mennek, a coli bacillusok is elpusztulnak. És tényleg a vizsgálatok  
tulnyomó számában a coliter az ozonvizben 0 volt.

1918. júliusában Resináron, a Schewis-patak forrásvidékén  
nagyobb esőzések vannak. A víz ismét zavarosan folyik be az ozon-  
műbe. A bakteriumszámlálásnál  $\infty$  a bakteriumszám a nem ozoni-  
zált vízben és 2 a már ozonizált vízben. Ugyanakkor a coliter magasra  
szökken (40). Arra lehetett volna gondolni, hogy kísérleti hibáról  
van szó. A vizsgálatot azonos eredménnyel többször megismételtem.  
A colititer egy idő múlva ismét 0-ra szállt le. Ugyanez a jelenség  
július hóban kétszer is megismétlődött (l. a táblázatot).

A colititer változása 1918. július havában:

I d ő	Santa-víz	Schewis-víz	Ozon-víz
	c o l i t i t e r e		
1918. július 1 . . . . .	0	200	40
július 4 . . . . .	0	100	20
július 6 . . . . .	0	40	0
július 8 . . . . .	0	20	0
július 10 . . . . .	0	20	0
július 12 . . . . .	0	20	0
július 14 . . . . .	0	20	0
július 22 . . . . .	0	200	20
július 24 . . . . .	0	40	10
július 30 . . . . .	0	40	0

Foglaljuk össze az elmondottakat!

Nagyszében vízvezetékét közönséges vízi bakteriumokkal és *b. colival*  
erősen fertőzött víz táplálja. A már ozonizált vízben a bakteriumszám  
és a colititer rendes körülmények között ideálisan alacsony. Tapasztalás  
szerint a vezetékvíz nagyméretű typhus járványok okozója. A bakterium-  
számlálás nagyobb esőzések után is, — amikor a zavaros, iszapos víz méltán  
kellheti fel a veszélyesség gyanúját, — sem tud lényegesebb szennye-  
zettséget kimutatni, míg ugyanakkor a párhuzamosan végezett colititer  
meghatározásokból a víz nagymérvű fertőzöttségére lehetett következtetni.

Ez a lelet tudományosan igazolta azt a tapasztalati tényt, hogy  
Nagyszében vize nem kifogástalan és nagy veszélyeket rejt ma-  
gába. A veszély elhárítására két mód állott rendelkezésre: a Schewis-  
részlet szűrőberendezésének és az egész ozonműnek a rekonstruálása,  
vagy a Santa-részlet megfelelő kibővítése az ozonmű üzemen kívül való  
helyezésével. A hatóság helyesen az utóbbi megoldás mellett döntött.

A kérdésnek a gyakorlati jelentőségen kívül elméleti értéke is van. Az iredalom a kezdetben felmerülő és inkább a hiányos vagy téves tapasztalatokon nyugvó ellentmondó hangoktól eltekintve, különböző beállításban tárgyalja a colititer meghatározásának fontosságát. Már PETRUSCHKY szerint az erősen szennyezett vízben mindig található b. coli, amelynek quantitativ meghatározása jó zsinórmértékét szolgáltatja a víz fertőzöttségének. NEUMANN is a coli leletet a víz minőségének megítélésénél igen jó indikátornak tartja. Különösen a *mesterségesen vagy természetesen filtrált vizeknél* fontos a colititer nagysága, mert ebből a víz megtisztulásának mértékére lehet következtetni. A tulajdonképpeni talaj- és forrásvizeknél, már magának a b. colinak jelenléte is meggondolásra kell hogy késztesse a szennyeződésnek az oka felől.

QUARTZ még nagyobb jelentőséget tulajdonít a colititernek. Szerinte a b. coli egy vízidegen mikroorganizmus, ami a víz szennyeződésére mutat akár felületi befolyás, akár elégtelen szűrés következtében. Bizonyos fokig ezt már a rendes esiraszámlálás útján is meg lehet állapítani, *sokkal finomabb útmutató* ebből a szempontból a *colititer*. Természetes, hogy a b. coli jelenléte vagy hiányából a víz kémiai minőségére semmi következtetést sem lehet vonni, azt azonban állítani lehet, hogy olyan víz, amelyben coli bacillust ismételt vizsgálattal sem lehetett kimutatni, közegészségtanilag közvetlen veszélyt nem rejt magába. Ezzel szemben minél több b. coli van egy vízben és minél tipikusabb savképzést mutatnak ezek, annál közelebb van térben és időben a fertőzés forrása és annál veszélyesebb a fertőzés. SCHÜTZ a colititer meghatározásánál a sorozatos megfigyelések fontosságát emeli ki. Igen fontos FROMME megfigyelése. Szerinte únbár a colititer emelkedése a esiraszámmal általában lépést tart, abszolút parallelismusról a kettő között nem lehet beszélni. *Több esetben az alacsony baktériumszám dacára főleg az egyidejűleg talált magas colititer alapján gondoltak a küberendezés hiányosságára*, amit a későbbi pontos vizsgálat igazolt is. A coli-próba tehát adott viszonyok között sokkal érzékenyebb, finomabb eredményt ad, mint a baktériumszámlálás. FROMME a maga gyakorlatából 2 esetet, a DUNBAR gyakorlatából szintén két esetet közöl, ahol tisztán a magas colititer alapján vették fel a víz szennyezettségét. HILGERMANN 5 esetet ír le, ahol szintén a colititer irányította a gyanút a víz jósága ellen. Mindezekben az esetekben a pontos utánjárás igazolta a gyanu jogosultságát és a szennyeződésre okot szolgáltató körülmény — repedt cső, rossz foglálás stb. — kiiktatásával a colititer is leszállt.

Az irodalomban fellelt 9 esethez méltán sorakozhatik a nagyszabeni vízvezeték példája. Növeli az eset érdekességét az a körülmény, hogy egy 30.000 lakóssal bíró város központi vízellátásáról van szó, ahol a chemiai vizsgálat és a bakteriumszámlálás adatai úgyszólván éveken át tévedésben tartották a szakembereket.

Vizsgálataimból élénken világlik elő a sorozatos vizsgálatok jelentősége. STARKEY-nek kétségkívül igaza van abban, hogy egy colistandardot az összes vizekre felállítani nem lehet. Éppen ezen hivatottak segíteni a sorozatos coli vizsgálatok. Így minden vízre önként adódik ki az az állandó, amelynek túllépése a víz friss szennyeződésére mutat rá. Ugyanez az alapelv érvényes a kútvizekre is. Lesznek helyek, ahol a talaj fertőzöttsége miatt minden felületesebb talajvíz tartalmazni fog coli bacilusokat. Itt is természetesen azok a kútak lesznek a legmegfelelőbbek, amelyekben a colititer aránylag a legalacsonyabb lesz és a legkisebb ingadozást fogja mutatni a sorozatos vizsgálatok rendjén.

Annélkül, hogy az általam kidolgozott eljárás részletesebb bírálatába belemennék, rá kell mutatnom arra, hogy összehasonlító vizsgálatokkal kell eldönteni azt, hogy a különböző eljárások közül melyik a legérzékenyebb és hogy aránylag melyiknél esik össze leggyakrabban a „Coli-test“ a presumptiv test-tel.

Különben is a közegészségtan egyik legfontosabb feladata, hogy a colititer meghatározására és kifejezésére *egységes methodust* állapítson meg.

### Irodalom:

- BIELZ: Die Wasserversorgung von Hermannstadt, 1917.  
 BULIR: Arch. f. Hygiene. 62. köt.  
 CHRISTIAN: Arch. f. Hygiene. 54. köt., 386. l.  
 DUNBAR: Zeitschr. f. Hyg. und Infkr. 12. köt., 484. l.  
 ELJKMANN: Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Or. 37. köt., 742. l.  
 ENDO: Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Or. 35. köt., 109. l.  
 FLÜGGE: Zeitschr. f. Med. Beamte. 1908. Mell.  
 FRAUDENREICH: Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Or. 18. köt., 102. l.  
 FROMME: Zeitschr. f. Hyg. u. Infkr. 65. köt., 25. l.  
 " " " " " " 74. köt., 74. l.  
 FEDOROLF: Arch. f. Hygiene. 70. köt. 311. l.  
 GÄRTNER: Festschrift zur 100 jahrl. Stiftung d. Friedrich Wilhelm Instituts 1895.  
 HEHEWERTH: Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Or. 65. köt., 213. l.  
 HILGERMANN: Klin. Jahrb. 22. köt., 315. l.  
 HARRISON u. van der LECH: Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Or. 22. köt., 607. l.  
 KARRHELL: Arch. f. Hygiene. 76. köt., 256. l.  
 KONRICH: Klin. Jahrb. 23. köt., 1. füz.

