



A MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET
ÉVKÖNYVE

XXXIX. KÖTET, I. FÜZET

ERDÉLYI GYÓGYVIZEK (ÁSVÁNYVIZEK)
KÉMIAI ÖSSZETÉTELE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL
A RITKÁBB ALKATRÉSZEKRE
ÉS EZEK BIOKÉMIAI JELENTŐSÉGÉRE

IRTA: STRAUB JÁNOS

MAGYAR ÁLLAMI FÖLDTANI INTÉZET KIADÁSA

ГОДИЧНЫЙ ЖУРНАЛ ВЕНГЕРСКОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ANNALES DE L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE HONGRIE
YEAR-BOOK OF THE HUNGARIAN GEOLOGICAL INSTITUTE
JAHRBUCH DER UNGARISCHEN GEOLOGISCHEN ANSTALT

VOL. XXXIX. FASC. 1.

COMPOSITION CHIMIQUE D'EAUX MÉDICINALES
(EAUX MINÉRALES) DE TRANSYLVANIE;
LEURS COMPOSANTS PLUS RARES
ET L'IMPORTANCE BIOCHIMIQUE DE CEUX-CI

PAR JÁNOS STRAUB



BUDAPEST, 1950

Kiadja a Magyar Állami Földtani Intézet.

Felelős kiadó: Vitális Sándor 503192. Athenaeum Nyomda N. V. (Fv. : Soproni Béla)

ERDÉLYI GYÓGYVIZEK (ÁSVÁNYVIZEK)
KÉMIAI ÖSSZETÉTELE
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A RITKÁBB ALKATRÉSZEKRE
ÉS EZEK BIOKÉMIAI JELENTŐSÉGÉRE.

Straub János

Thales görög bölcs szerint a víz az a nagy produktív elem, amelyből minden kiindul és amibe minden visszatér. A görög bölcsnek ez a megállapítása arra mutat, hogy a víz nem az az egyszerű valami, aminek a legtöbb ember tartja, hanem a természetnek egy igen csodálatos terméke. A természetben található s a talajból eredő víz (forrás, kút) a kémiaiilag tiszta, ú. n. desztillált víztől lényegesen különbözik. A talaj mélyéből fakadó víz földalatti útjában a talajrétegekből azok kémiai összetételének megfelelően sokféle anyagot old ki s ezért a természetes víz mindig híg vizes oldat, amelynek szilárd anyagtartalma (sótartalma) dönti el elsősorban, hogy valamely természetes víz közönséges ivóvíznek vagy ásványvíznek minősíthető-e? Általában az olyan vizet, amely 1 kg-ja 1 g-nál több szilárd anyagot tartalmaz feloldva, *ásványvíznek* nevezik. Ugyancsak megilleti az ásványvíz elnevezés az olyan természetes vizeket is, amelyek a közönséges ivóvíztől speciális gáztartalmuk (pl. rádiumemanáció, kénhidrogén) vagy magasabb hőmérsékletük által különböznek.

A vegyész feladata eldönteni, hogy a természetes víz minősíthető-e ásványvíznek, ami a víznek *helyszíni* és *laboratóriumi* részletes kémiai és fiziko-kémiai elemzése (analízise) útján történik.

Az ásványvizek ivó- vagy fürdőkéúra alakjában mint igen fontos gyógyító tényezők szerepelnek. Annak az eldöntését, hogy egy ásványvíz minősíthető-e *gyógyvíznek* (milyen betegség ellen) jólképzett balneológus-orvos végzi és pedig a vegyész által a vízről adott kémiai és fiziko-kémiai elemzés alapján. Orvosi szakvélemény egy ásványvízről a kémiai szakvélemény birtokában adható, vagyis a vegyész munkája meg kell hogy előzze az orvosét.

Az erdélyi közismert gyógyvizek eddig¹ közzétett analíziseit vizsgálva, megállapítható, hogy az analízisekből e vizekben rejlő s a gyógyhatás szempontjából értékes *ritkább alkatrészek* legtöbbször hiányoznak illetve meghatározásukra eddig nem tértek ki, holott ezeknek ismerete okvetlenül szükséges, ha a vizek gyógyhatásával

behatóbban akarunk foglalkozni, Ennek szükségességét hazánkban már az 1914-es világháborút megelőző években felismerte F a b i n y i R u d o l f, a kolozsvári egyetem neves kémia professzora. Vizsgálatait a gyógyvizek radioaktivitásának és más ritkább alkatrészeinek (Mn, Ti stb.) meghatározásával kezdte meg, amely vizsgálatok akkor még ritkák voltak és külön felkészültséget igényeltek. Ezekben a vizsgálatokban vett részt mint F a b i n y i tanítványa intézetünk igazgatója, B o d n á r J á n o s professzor, aki F a b i n y i professzorral együtt nagyszabású tervet dolgozott ki Erdély gyógyvizeinek beható tudományos kémiai és biokémiai megvizsgálására. A nagyszabású terv nem valósulhatott meg, de közben intézetünkben egy, a modern analitikai kémia eredményeit szem előtt tartó korszerű ásványvízkutató laboratóriumot rendeztünk be, amelyet felszerelése tekintetében bátran állíthatunk egysorba a külföld hasonló intézményeivel. Megtettünk minden előkészületet, hogy megfelelő időben a régi tervek mégis csak megvalósíthatók legyenek. Emellett minden időnket előtanulmányokra fordítottuk és ezek során szerzett tapasztalataink mind jobban megerősítettek bennünket meggyőződésünkben, hogy a gyógyvizeinkkel igen is szükséges tudományos szempontokból behatóan foglalkozni. Vizsgálataink során sokszor küzdöttünk nehézségekkel, megnemértéssel, amik azonban nem kedvetlenülítettek el, mert mindig az a cél lebegett szemünk előtt, hogy Erdély gyógyvizeit, szigorú, a tudomány jelenlegi állása szerint történő elbírálás alapján kell szenvedő embertársaink gyógyítására felhasználni. Ezért törekedtünk arra, hogy eredményeinket megismertessük a szakkörökkel és felhívjuk rájuk az illetékesek figyelmét.

F a b i n y i professzor intencióinak egy részét az elmúlt évek folyamán megvalósítottuk. Jelen közleményemben az 1941—43. években laboratóriumunkban megvizsgált és tanulmányozott erdélyi gyógyvizeket ismertetem.

A vizsgált 52 gyógyvíz orvosi osztályozását a következő I. táblázat tartalmazza, mindeniknél feltüntetve a vizekben jelenlévő ritkább alkatrészeket. A vizsgált gyógyvizek részletes kémiai analízisének pontos számadatai a dolgozat végéhez csatolt II. nagy táblázatban találhatók.

Megjegyezni kívánom még, hogy jelen beszámolómd tudományos vizsgálódásainknak csak a kezdetét jelenti, minden erőnkkel azon leszünk, hogy vizsgálatainkat a jövőben kiterjesszük és tovább fejlesszük.

Erdély — rendkívül gazdag és ha sokféle gyógyvizei között áttekintést akarunk nyerni és a kémiai analízis adatai alapján a vizsgált 52 ásványvizet gyógyértékük szerint akarjuk osztályozni, legcélszerűbb az ásványvizek csoportosítását a K u n s z t J á n o s

által ajánlott rendszer szerint végezni, amely biztos alapot szolgáltat a vizek orvosi kiértékelésére.

Az A csoportba tartoznak az *alkalikus gyógyvizek*, amelyekben a Na- és HCO_3 -ionok T h a n K á r o l y szerinti egyenértékszázaléka szerepel túlsúlyban, emellett természetesen a kisebb-nagyobb mennyiségben jelenlévő egyéb alkatrészeket is tekintetbe kell venni s így az *alkalikus* főcsoporton belül mint alcsoportok szerepelnek a *szén-savas, enyhén konyhasós és kénes alkalikus vizek*. Ugyancsak ide soroltam azokat az alkalikus vizeket, amelyek átmenetet képeznek a földesmeszes gyógyvizekhez (5, 14, 30, 31. és 40. számú vizek).

Erdély gyógyvizei között az alkalikus típusú vizek a legnagyobb számmal találhatók és páratlanul szerencsés összetételüknél fogva úgy a hazai, mint a külföldi alkalikus vizek között kiváltságos helyet foglalnak el. A legtisztább és legértékesebb lúgos savanyú vizek tartoznak ide. A ritka nagy szabad és félig kötött szénsavtartalom, a jelentékeny mennyiségű litium (árkosi Benkő, sepsibodoki Matild), a jód (árkosi Benkő, kovásznai Horgász, kászoni Répáti, sepsibodoki Matild), a bórsav (árkosi Benkő, kovásznai Horgász, bodoki Matild), továbbá a nehézfémek (réz, ezüst, mangán) és arzén jelenléte a vizek gyógyértékét nagymértékben fokozzák, úgyhogy a világhírű giesshübli, krondorfi vagy bilini stb. vizekkel nemcsak egyenrangúak, hanem azokat felül is múlják.

Az alkalikus gyógyvizek igen értékes alcsoportját képezik az *enyhén konyhasós vizek*, mint amilyen a bikszádi, málnási és románszentgyörgyi stb. vizek. Ezek a vizek európai viszonylatban is egyedülállóak és a gleichenbergi, emsi, selters és vichy-i források vizével nemcsak egyenrangú, de azokat magas nátrium-hidrokarbonát, szokatlan magas bórsav (málnási Mária), jelentékeny jód- és brómtartalmukkal felül is múlják. Ezek közül például a bikszádi Klára-forrás vize az első világháborút megelőző időkben valóságos fogalom volt s híre az ország határán túl is elterjedt. Az elmúlt évtizedekben (ez a fürdő részünkre megközelíthetetlen volt és) a forrás palackozott vize alig volt beszerezhető. Úgyhogy ma ott tartunk, hogy a fiatal orvosgeneráció már azt sem tudja, merre van és miről jó a vize, pedig ez az enyhén konyhasós, alkalikus víz sok biológiailag értékes alkatrészével ásványvizeink egyik igen értékes gyöngyszeme.

Az alkalikus, enyhén konyhasós vizek sorában mint a legtisztább típusú alkalikus víz tűnik ki páratlanul gazdag *kénhidrogén* tartalmával a *kővárfüredi* kénesforrás vize. Ez a hely régi nevén *Garbonác* (vagy *Karbonác*)-fürdő, Nagybánya közelében, még szakemberek körében is alig ismert, pedig páratlanul gazdag kénhidrogén tartalma (95 mg/kg) és összetétele alapján az angolországi híres *Harrowgate* kénes, sós, vasas vizére emlékeztet.

I. TÁBLÁZAT.

Erdélyi ásványvizek* csoportosítása orvosi szempontból.

Sor- szám	Ásványvíz neve és fajtája	Ritkább alkotórészek
A) Alkalikus vizek. (Na, HCO₃)		
A. 1. szénsavas (CO ₂)		
1.	<i>Árkosi Benkő</i>	Jód, radioaktivitás, litium, arzén, bórsav, réz, ezüst.
2.	<i>Kovásznai Horgász</i>	Jód, bróm, litium, arzén, mangán, bórsav.
3.	<i>Kászoni Répáti</i>	Jód, litium, bórsav, réz.
4.	<i>Bodoki Matild</i>	Jód, radioaktivitás, arzén, litium, mangán, bróm, bórsav, réz.
5.	<i>Tusnádi Főkút</i>	Litium, mangán, bórsav, kovasav.
6.	<i>Avasfelsőfalusi Karikás</i>	Radioaktivitás, litium, mangán, bórsav, ezüst, réz, titán.
A. 2. szénsavas, enyhén konyhasós (CO ₂ , Na, Cl)		
7.	<i>Málnási Mária</i>	Jód, arzén, litium, bróm, bórsav, (enyhén vasas)
8.	<i>Bikszádi Klára</i>	Radioaktivitás, jód, arzén, bróm, fluór, litium, mangán, bórsav, réz.
9.	<i>Kovásznai Árpád</i>	Jód, arzén, mangán, bróm, litium, bórsav, (enyhén vasas)
10.	<i>Románszentgyörgyi Hébe I—II.</i>	Jód, bróm, fluór, litium, mangán, bórsav.
11.	<i>Románszentgyörgyi Hébe III.</i>	Jód, bróm, fluór, litium, mangán, bórsav.
12.	<i>Románszentgyörgyi Hébe IV.</i>	Radioaktivitás, jód, bróm, fluór, arzén, litium, bórsav.
13.	<i>Románszentgyörgyi Hébe V.</i>	Radioaktivitás, jód, bróm, fluór, bórsav.
14.	<i>Homoródi Homoród</i>	Radioaktivitás, arzén, litium, mangán, bórsav, kovasav, (enyhén vasas)
A. 3. szénsavas, enyhén konyhasós, vasas (CO ₂ , Na, Cl, Fe)		
15.	<i>Homoródi Fenyves</i>	Arzén, mangán, ezüst, réz.
A. 4. kénes, enyhén konyhasós, szulfátos (H ₂ S, Na, Cl, SO ₄)		
16.	<i>Kővárjüredi kénes</i>	Jód, bróm, fluór, litium, bórsav, réz.
B) Földes-meszes vizek. (Ca, Mg, HCO₃)		
B. 1. szénsavas (CO ₂)		
17.	<i>Borszéki Kossuth</i>	Radioaktivitás, arzén, litium, bróm, fluór, mangán, bórsav, kovasav, (enyhén vasas)
18.	» <i>Ősforrás</i>	Árzen, bórsav, fluór, kovasav.
19.	» <i>Lázár fürdő</i>	Fluór, kovasav.
20.	» <i>László</i>	Radioaktivitás, arzén, mangán, bórsav, (enyhén vasas)
21.	» <i>Madonna</i>	Rádioaktivitás, arzén, mangán, bórsav, (enyhén vasas)
22.	» <i>Arany János</i>	(enyhén vasas)

* A debreceni egyetemi orvosi vegytani intézet által 1941—43-ban vizsgált vizek.

Sor- szám	Ásványvíz neve és fajtája	Ritkább alkotórészek
23.	<i>Borszéki P. Curie</i>	Radioaktivitás, arzén, bróm, fluór, mangán, (enyhén vasas)
24.	» <i>József</i>	Fluór, mangán, (enyhén vasas)
25.	» <i>Főkút</i>	Mangán.
26.	» <i>Lobogó</i>	Fluór, mangán.
27.	» <i>Pásztor</i>	Mangán, (enyhén vasas)
28.	» <i>Petőfi</i>	Radioaktivitás, mangán, (enyhén vasas)
29.	» <i>Ó-sáros fürdő</i>	Radioaktivitás, fluór, réz.
30.	<i>Kászoni Fehérvölgy</i>	Jód, bróm, litium, mangán, bórsav, (enyhén vasas)
31.	<i>Árkosi Glória</i>	Litium, mangán, (enyhén vasas), réz.
32.	<i>Székhelyudvarhelyi Szejke</i>	Radioaktivitás, mangán, bróm, réz.
B. 2. szénsavas, vasas (CO ₂ , Fe)		
33.	<i>Szalár Hősök terén</i>	Mangán, réz.
34.	<i>Előpataki Erzsébet</i>	Arzén, litium, mangán.
35.	<i>Homoródi Mária</i>	Arzén, litium, mangán, kovasav.
36.	<i>Homoródi Anna</i>	Litium, mangán, kovasav, réz, ezüst.
37.	<i>Csikszereda-Zsögödi I.</i>	Arzén, mangán, bórsav, kovasav.
38.	<i>Csikszereda-Zsögödi II.</i>	Arzén, mangán, bórsav, kovasav.
39.	<i>Csikszereda-Katalin</i>	Arzén, mangán, bróm, kovasav.
40.	<i>Csikszereda-Zsögöd III.</i>	Arzén, mangán, bórsav, kovasav.
41.	<i>Csikszereda-Zsögöd IV.</i>	Arzén, mangán, bórsav, kovasav.
B. 3. kénes, szulfátos (H ₂ S, SO ₄)		
42.	<i>Büdöspataki kénes</i>	Radioaktivitás, fluór.
B. 4. Szulfátos, hőforrás (SO ₄)		
43.	<i>Félix-fürdő (Félix f.) 48-25°C</i>	Réz, (enyhén vasas)
44.	<i>Félix-fürdő (Bálint f.) 41-3°C</i>	Réz.
C) Vasas vizek. (Fe)		
C. 1. szénsavas, enyhén konyhasós (CO₂, Na, Cl.)		
45.	<i>Székhelyudvarhelyi Budvár</i>	Arzén, mangán, bróm, réz, ezüst.
46.	<i>Tusnádi Ilona</i>	Mangán, bróm, radioaktivitás, litium, bórsav, kovasav.
47.	<i>Tusnádi Szent Anna I.</i>	Mangán, bróm, bórsav, kovasav.
48.	<i>Tusnádi Szent Anna II.</i>	Mangán, fluór, bórsav, kovasav.
49.	<i>Tusnádi Mikes</i>	Litium, mangán, bórsav, kovasav, réz.
D) Konyhasós vizek. (Na, Cl)		
51.	<i>Székhelyudvarhelyi Kápolnás</i>	Radioaktivitás, litium, mangán, bróm, réz, ón.
E) Egyszerű vizek.		
52.	<i>Kérvőfürdő (Bánffy f.)</i>	Radioaktivitás.

A B csoportba tartoznak a földes-meszes gyógyvizek, amelyeknél a Ca-, Mg- és HCO₃-ionok dominálnak. Ezen csoport első alcsoportjában szereplő szénsavas vizek között a legelőkelőbb helyet a borszéki vizek foglalják el, amelyeket nagy szabad és félig kötött szénsav-tartalmuknál fogva nemcsak az erdélyi, hanem a külföldi hasonló élvezeti és gyógyvizek sorában is különleges hely illeti meg. Így a borszéki *Kossuth* és *Madonna* források vize jelentékeny lítiumtartalmukkal, a *László*, *Petőfi* és *József*-források pedig vas- és mangántartalmukkal, a *P. Curie* forrás vize ezenkívül jelentékeny radioaktivitásával a világhírű schwalbachi, spaai vizek méltó párja.

A földes-meszes savanyú gyógyvizek másik alcsoportját teszik a szénsavas *vasas vizek*, 10 mg/kg-nál magasabb ferro vas (Fe)-ion-tartalommal. Az idetartozó homoródi és előpataki vizek kitűnnek jelentékeny vastartalmukkal és a kísérő nehéz fémnyomok (réz, ezüst, mangán) jelenléte páratlan gyógyértéket kölcsönöz a vizeknek. Manapság egyre jobban bebizonyosodik, hogy a különféle vastartalmú gyógyszerek közül leghatásosabb a gyógyvizekben oldott kétvegyértékű vas (ferro vas), mégpedig azért, mert a vízben oldott igen kis, sőt elenyésző mennyiségben jelenlévő nehézfémek (réz, mangán) és arzén a vas hatását nagymértékben felfokozni képesek.

A földes-meszes vizek egy utolsó alcsoportját képezik a *szulfátos hőforrások*. Erdély hőforrásokban igen szegény és így annál nagyobb értéket képviselnek a Nagyvárad közelében lévő *Félicsifürdő* 48° C-os gyógyvizei.

A C csoportba tartoznak a kimondottan szénsavas *vasas vizek*, amelyek nem alkalikusak, illetve földes-meszesek, hanem enyhén *konyhasósak* (első alcsoport), tehát a domináló alkatrészek Fe és Na-Cl-ionok. Ezek között kiváltságos helyet foglalnak el a tusnádi ásványvizek számottevő mangán-, lítium- és bórsavtartalmukkal és radioaktivitásukkal. Mint egészen ritka összetételű vasas vizet kell megemlíteni (C₂) a Nagybánya közvetlen közelében lévő *Fokhagymás* forrás vizét, amely összetételét illetően hasonló az olaszországi híres *levicói* vitriolos vízhez. Igen erősen vasas (396 mg/kg), timsós, szabad kén-savat, arzént és igen sok nehézfém (réz, cink, higany, mangán, kobalt, nikkel, ón, kadmium, ezüst, arany) jelentékeny mennyiségben tartalmazó víz. E víz szokatlan összetétele magyarázatát találja abban, hogy földalatti útjában kéntartalmú vas- és nehézfémekkel, illetve oxidációs termékekkel jut érintkezésbe.

A D csoportba tartoznak a *konyhasós vizek*. Az efajta vizek Erdélyben elég nagy számmal találhatóak (Parajd, Szováta stb.), mégis csak egy vizet volt alkalmam megvizsgálni és pedig a székelyudvarhelyi *Kápolnás* forrás vizét. Ez a víz az enyhén konyhasós vizek közé tartozik, de kitűnik igen magas lítium- és mangán-, valamint nehéz fémnyom- (ezüst, réz, ón) tartalmával és radioaktivitásával.

Az E csoportba, az egyszerű ásványvizek közé tartozik a kőröfűrdői *Bánffy* forrás vize mint enyhén radioaktív víz.

Ez a rövid, áttekintő ismertetés az általunk megvizsgált erdélyi vizekről mindenkit meggyőzhet arról, hogy sehol a földkerekségen nincs még egy aránylag olyan kis terület, amely olyan gazdag lenne különféle gyógyvizekben, mint Erdély. A páratlan szerencsés összetétel, a sok biológiailag igen értékes, ritka alkotórész e vizek gyógyértékét felbecsülhetetlenné teszik.

Vizsgálatainkból kétségtávol kitűnik, hogy egy teljes kémiai analízis adataiból sok olyan alkotórész jelenlétéről is tudomást szerezhethetünk, amelyekre a régi, hiányos analízis adatai még sejtetni sem engedtek. Mert ha egy 20—30 évvel ezelőtti időből származó ásványvíz analízisadatait nézzük, úgy abban a legtöbb esetben csak mintegy 10—12 alkotórésznek, mint K, Na, Li, Ca, Mg, Fe, Cl, HCO₃, SO₄, SiO₃, CO₂, H₂S-nek mennyileges viszonyait látjuk feltüntetve. Mindenesetre egy ilyen analízis adatai elegendőek ahhoz, hogy belőle megállapíthassuk a víz típusát (savanyú, alkalikus, vasas, kénes stb.), de nem nyújt magyarázatot arra a sokszor nyert tapasztalatra, hogy két, egytípusú víz, mint amilyen pl. a hajdúszoboszlói és debreceni hőforrások vize, gyógyhatásában miért van különbség.

Ha két egytípusú víz gyógyhatásában mutatkozó különbségeket magyarázni akarjuk, ahhoz elsősorban ismernünk kell a vízben igen kis mennyiségben jelenlévő ú. n. mikro és ultramikro elemeket is. A mikro és ultramikro mennyiségek alatt rendszeren 1 mg, illetve egy ezredmilligrammnyi mennyiségeket értünk. Ezek látszólag kicsiny mennyiségek, de ha meggondoljuk, hogy 1 kg vízben valamely elemnek 0.01—1 mg-ja, atomsúlyuknak megfelelően kb. 10¹⁴—10¹⁷ atomot, illetve iont reprezentál, ami még mindig tekintélyes számú ható egységet jelent. A homeopathiában már régóta alkalmaznak bizonyos hatás elérésére ilyen mennyiségeket. Ezért nem lehet kétségbevonni a gyógyvizekben ilyen kis mennyiségben előforduló alkotórészek hatását, kivéve ha egyáltalában fiziológiailag indifferensek.

A még kimutatható oligodinamikus hatás alsó határa a mg néhány tizedrésze, de radioaktív vizeknél ez még jóval alacsonyabb, mert a legerősebben radioaktív gyógyvizek is literenként 1—2 milliomod mg emanációt tartalmaznak és a természetes vizekben előforduló oldott rádium mennyisége még ennél is csekélyebb és legfeljebb néhány-milliomod mg-ot tesz ki, viszont az ilyen végtelen csekély, tehát az ultramikro mennyiségnél is jóval kisebb mennyiségben, 10⁻⁸ mg mennyiségben jelenlévő emanáció vagy rádiumvegyület biológiai hatását már senki sem vonja kétségbe.

Az utóbbi évtizedekben az elemző kémiában bekövetkezett rohamos fejlődés lehetővé tették ásványvizek vizsgálatánál is olyan kolori-

metriás, fotometriás, titrimetriás és spektrálanalitikai eljárások kidolgozását, amelyekkel módunkban áll az ásványvizekben néhány milligramm, illetve ennek még az ezredrészét kitevő mennyiségben előforduló alkatrészeknek nemcsak kimutatását, hanem legtöbbször mennyileges meghatározását is elvégezni. E vizsgálatokból aztán kitűnt, hogy egyes ásványvizekben előforduló elemek száma eléri az ötvenet is és a legtöbb ásványvíz is több mint harminc elemet tartalmaz. A Fresenius-laboratóriumban² végzett spektrális vizsgálatokból kitűnt, hogy réz a legtöbb ásványvízben megtalálható. Ag és Be igen gyakran, míg Ni, Co, Sn, Cd, Wo és ólom egyes esetekben volt kimutatható. A nehézfémek mennyisége 0,01—0,001 mg (10, illetve 1 γ) között van.

Az tény, hogy ezeknek a javarészen igen kis mennyiségben előforduló biológiai alkatrészeknek jelentőségéről még keveset tudunk, de az vitán felül áll, hogy összességükkel az ásványvíz gyógyhatásához okvetlenül hozzájárulnak. Az, hogy ezeknek a mikrobioelemeknek kimutatása vagy mennyileges meghatározása csak felette érzékeny módszerekkel sikerül és így sokszor elkerüli az elemzők figyelmét, nem ok arra, hogy gyógyhatásukat kétségbe vonjuk. Manapság tudjuk, hogy az itt tekintetbe jöhető elemek hordozói oligodinamiás vagy mikrodinamiás, mérhetetlen kicsiny koncentrációtól származó hatásoknak, s hogy ezek az igen kicsiny mennyiségben jelenlévő anyagok az élő szervezetben számos fermentatív és hormonális folyamatra gyakorolnak hatást. Bár az ásványvizek gyógyítóhatását eddig csak egyes esetekben (J, Fe, Cu) sikerült a bennük előforduló ú. n. mikro- vagy nyomelemek jelenlétére visszavezetni, mert minden egyes ásványvíz hatását illetőleg egy önmagában zárt egységet képvisel, — egy individuális só-, helyesebben ion-keveréket, — mégis a fiziológia kutatásai az utóbbi években a természetes vizekben előforduló több nehézfémről oly erőteljes anyagcsere-effektust tudtak kimutatni, hogy ezt a vizek gyógyítóhatásának a megítélésekor okvetlenül tekintetbe kell venni.

Itt ugyan felhozható az az ellenvetés, hogy az ásványvíz mikro és ultramikro alkatrészei említett biológiai aktivitásuk dacára sem bírhatnak jelentőséggel, mert a napi tápszerekkel jóval nagyobb mennyiségben kerülnek a szervezetbe. Ez ellen szól azonban egyrészt az a körülmény, hogy az ásványvizekben előforduló számos bioelem — mint pl. a mangán — a mindennapi tápszerekből igen sokszor hiányzik, továbbá, hogy azok a bioelemek (nehézfémek), amelyek mind az ásványvizekben, mind a tápszerekben előfordulnak, az ásványvizekben relatíve nagyobb koncentrációban vannak jelen, és ami talán a legfontosabb, hogy már oldott állapotban, ami felszívódásukat nagymértékben megkönnyíti. Így az ivókúra alatt a szervezetbe került mikromennyiségű bioelem mennyisége tehát jóval több és hatásosabb, mint a napi táp-

szerrel felvetté. Ma már tudjuk, hogy az élő szervezetnek a vitaminkhoz hasonlóan anorganikus vitaminokra is szüksége van, s amennyiben ezek a tápszerekkel nem kielégítő mennyiségben kerülhetnek csak a szervezetbe, akkor ezt pótolni kell, és a hiánybetegség a megfelelő bioelemet tartalmazó ásványvíz használatával megszüntethető, sőt egy ivókúra folyamán a szükségleten felül a szervezetbe került bioelem a szervezetben felhalmozódhatik s egy ilyen transzmineralizáció a szervezetben mellékfolyamatok megindítására alkalmas lehet. Nem utolsósorban kell megemlíteni azt a körülményt is, hogy egyes fémnyomok katalitikus hatása jelentékenyen megnövekedik bizonyos ionok jelenlétében. Így Bodnár professzor³ azt találta, hogy 28% Fe- és 140% Mn-ion jólmérhetően katalizálja a H_2O_2 bomlását. De ez a katalizáló hatás még nagyobb lesz, ha ugyanakkor HCO_3 -ion is van jelen, mikor is már 0,71% Fe és 0,35% Mn is hatásosnak bizonyult, Így tehát a HCO_3 -ion jelenlétében a mangán hatásosabb és 1 literre átszámítva már 0,007 mg Fe és 0,0035 mg Mn is katalizál.

Az ásványvizekben lévő mikroelemek nagy biológiai jelentőségét olyan biokémiai kísérletek és megfigyelések is bizonyítják, amelyekből a mikrobioelemek nélkülözhetetlen voltára és a szervezet gyógyító és stimuláló hatására lehet következtetni. Bár egyedül abból a tényből, hogy az ásványvizekben szereplő mikroelemek közül számos az emberi szervezetben is megtalálható, még nem lehet szükségszerűen következtetni biológiai fontosságukra, mert mint a táplálékkal, ivóvízzel stb. belekerült ballasztanyagok is szerepelhetnek, de azt sem állíthatjuk teljes bizonyossággal, hogy ezek a szervezetre teljesen hatástalanok lennének és valamely, ha mindjárt alárendelt szerepük is ne lenne az élőszervezet háztartásában. Ezért kell tanulmányozni a mikro és ultramikro bioelemek előfordulását, elterjedését a természetben és nem utolsósorban azokban a természetes vizekben, amelyek kitűnnek gyógyhatásukkal. Az ilyen vizek gyógyhatásával kapcsolatban szerzett, sokszor évszázados tapasztalatokat bár tényként kell elfogadnunk, de manapság már ezen a ponton megállani nem szabad s nem lehet arra a kényelmes álláspontra helyezkedni, hogy a vizsgálati módszerek elégtelenségét hangoztatva, nem teszünk semmit. Manapság már számos igen érzékeny fizikai eszközt is a kémiai és biokémiai kutatás szolgálatába állítottak, s igyekeznünk kell a gyógyvizeknél tapasztalati úton szerzett megállapításokat laboratóriumi vizsgálatokkal alátámasztva magyarázni.

Egy ásványvíz gyógyhatásának a teljes megismeréséhez tehát elsősorban szükséges ismerni az illető víznek a pontos összetételét, tehát nemcsak a nagy mennyiségben jelenlévő s így domináló alkotórészek (mint amilyen a Ca, Mg, Na, Fe, HCO_3 , Cl, SO_4) mennyiségét, hanem ismerni kell a jelenlévő összes ú. n. nyomelemeket és azok

mennyiségét is. Ez természetesen azt jelenti, hogy az eddigi sablonos és száz év óta változtatás nélkül használt módszerekkel szakítani kell, illetve az ilyen vizsgálatokat csak abból a célból kell elvégeztetni, mert a mai fürdőtörvény ezzel megelégszik; de ha súlyt vetünk arra, hogy a gyógyvíz gyógyhatása ne csak a pusztá empirián nyugodjék, úgy ennek a legelső feltétele a víz pontos összetételének a vízben oldott állapotban lévő összes mikro és ultramikro elemeknek pontos ismerete.

Munkám célja volt az utóbbi években megvizsgált erdélyrészi ásványvizekben a ritkább és igen kis mennyiségben jelenlévő és az eddigi elemzők részéről legtöbbször elhanyagolt alkotórészek, mint amilyen a fluor, bróm, jód, mangán, bórsav, arzén, rádiumemanáció, kénhidrogén, litium, továbbá a kovasav mennyiségét meghatározni és közelebbi tanulmány tárgyává tenni, abban a reményben, hogy ezzel is egy lépéssel előbbre juthatunk értékes gyógyvizek gyógyhatásának tudományos alátámasztásában és megismerésében.

I. Az ásványvizek fluórtartalma.

Sor- szám	Forrás neve	Fluór mg/kg	Sor- szám	Forrás neve	Fluór mg/kg
1	Tusnádi Szt. Anna II.	4.829	30	Kovácsnai Árpád	0.526
2	Borszéki Ósforrás	2.068	31	Borszéki Petőfi	0.515
3	Románszentgyörgy III.	1.548	32	Avasfelsőfalusi	
4	Nagybányai Fokhagy- más	1.532		Karikás	0.514
5	Büdöspataki kénes	1.526	33	Félicsfürdői Bálint	0.479
6	Borszéki Kossuth	1.485	34	Málnási Mária	0.479
7	Borszéki Ósáros	1.454	35	Előpataki Erzsébet	0.459
8	Románszentgyörgy V.	1.289	36	Püspökfürdői	
9	Borszéki Lázárfürdő	1.277		Szt. László	0.428
10	Borszéki P. Curie	1.246	37	Homoródi Anna	0.419
11	Kővárfüredi kénes	1.169	38	Tusnádi Főkút	0.399
12	Borszéki József	1.164	39	Csikszeredai Katalin	0.369
13	Románszentgyörgyi IV.	1.145	40	Püspökfürdői Hullám	0.367
14	Bikszádi Klára	1.089	41	Kászonimpéri Fehérkői	0.362
15	Románszentgyörgyi I. és II.	1.059	42	Homoródi Mária	0.339
16	Borszéki Lobogó	1.015	43	Homoródi Homoród	0.331
17	Tusnádi Ilona	0.981	44	Bodoki Matild	0.313
18	Borszéki Madonna	0.760	45	Tusnádi Mikes	0.289
19	Borszéki László	0.736	46	Szalárdi Hősök tere	0.274
20	Borszéki Főkút	0.712	47	Csikszeredai Zsögöd	
21	Kászonimpéri Répáti	0.652		III.	0.272
22	Kérfüredi Bánffy	0.645	48	Homoródi Fenyves	0.264
23	Árkosi Glória	0.645	49	Csikszeredai Zsögöd I.	0.241
24	Árkosi Benkő	0.583	50	Székelyudvarhelyi	
25	Borszéki Arany János	0.562		Szejke	0.195
26	Borszéki Pásztor	0.554	51	Csikszeredai Zsögöd	
27	Tusnádi Szt. Anna I.	0.547		IV.	0.187
28	Félicsfürdői Félix	0.529	52	Csikszeredai Zsögöd	
29	Székelyudvarhelyi Budvár	0.529		II.	0.140
			53	Kovácsnai Horgász	0.131
			54	Székelyudvarhelyi Kápolnás	0.035

I. AZ ÁSVÁNYVIZEK FLUÓRTARTALMA

A többi halogén elemhez viszonyítva a fluór hosszú ideig igen csekély szerepet játszott a biológiában. Jelenléte a szerves anyagokban, főleg a csontokban és fogakban már rég ismeretes és a tradicionális felfogás szerint a csont és fogak keménységére volna hatással. A fluórvegyületek mérgező hatását is régóta ismerik és mégis csak az utolsó 15—20 évben szereztek tudomást a sokkal fontosabb krónikus mérgezésekről. Nyilvánvaló lett, hogy a fluórnak jellemző biológiai hatása van. A krónikus mérgezésnél a fluór a csontra és fogakra hat. A fogak foltosak lesznek, a csontokon osteoporozis mutatkozik, melynek gyengébb elmeszesedés az oka és a mészsók rendszertelen lerakódása.⁴⁻⁶— A fluór mérgező hatásának még az is oka, hogy specifikus hatása van a protoplazmára, valószínűleg a fluór nehezen oldható CaF_2 -dá alakítja át a calciumát. A fluór gátló hatással van az enzimatikus folyamatokra. Legérzékenyebb fluór iránt az anaerob glikolízis; tejsavas erjedésnél is gátlólag hat és egyesek szerint ez is egyik oka mérgező hatásának. A fluór gátlólag hat a vér megalvadására is. *Goldemb erg*⁷ szerint a fluór felvételével együttjár az alapanyagcsere csökkenése is és felteszi, hogy a fluór a thyroxint inaktíválja. A fluór és pajzsmirigy közötti kapcsolatra mutat az a körülmény is, hogy (szarvasmarhákánál) kísérletileg előidézett fluórmérgezéseknél a pajzsmirigy fluórtartalma a normális többszázszorosára (240) is felemelkedhetik, valószínűleg a fluór a thyroxinban a jódot helyettesíteni képes (*Chang*⁸). Úgyhogy *May*⁹ szerint a fluór és jódot antagonizmusáról lehet beszélni. (Saját vizsgálataim is ezt igazolják.) A krónikus fluórmérgezéseknek leggyakoribb tünete a foltos fogzománc, amely az ivóvíz fluórtartalmának a következménye. Azok a vizsgálatok, melyeket nagyrészt az Egyesült Államokban folytattak le, klasszikus példa arra, hogy egy minimális mennyiségben a szervezetbe kerülő alkatrész (bioelem), milyen jelentős biológiai hatások előidézésére képes. Az egyesült-államokbeli kutatók⁶ vizsgálataiból ugyanis kitűnt, hogy az ivóvízben literenként 1 mg fluór az a legalacsonyabb fluórkoncentráció, melynél a foltos fogzománcbetegség fellép azoknál a gyermekeknél, akiknek tejfogát felváltja a maradandó fog. Ha 2,5 mg vagy ennél több fluór van egy liter vízben, már súlyos elváltozások lépnek fel. A legújabb vizsgálatok szerint a határkoncentrációt alacsonyabbra kell tenni, főleg meleg éghajlaton, ahol nagyobb a vízfelvétel, így Indiában már 0,4—0,5 mg fluórt literenként tartalmazó víz állandó élvezete mellett az említett foganomália fellép. A fluór mérgező hatása valószínűleg azon alapszik, hogy a fogképző szervek, az ameloblasztok és odontoblasztok igen érzékenyek fluórral szemben. A fluór valószínűleg gátolja azon enzimatikus folyamatokat, amelyek a meszesedést lehetővé teszik.

Kísérletileg beigazolást nyert, hogy az ivóvízben lévő fluór hatása jóval mérgezőbb, mint a tápszerrel felvett ugyanolyan mennyiségű fluóré. Chanales¹⁰ vizsgálatai szerint fluór okozta ártalmakat enyhíteni lehet jó adagolásával.

A foltos fogzománc fellépte igen sok helyen kimutatható. Legelterjedtebb az Egyesült Államokban, itt 335 endemiás vidék van számontartva, Kanada, Tunisz, Marokkó, Dél-Afrika, Japán, Kína, India és Jávában is megtalálható. Európára vonatkozólag alig van róla feljegyzés, Olasz-, Angol-, Spanyolország, valamint Hollandia egyes vidékein megtalálható. Hazánkra vonatkozólag az irodalomban adat nincs.

A legutóbbi években az Egyesült Államokban végzett igen nagyszámú ivóvízfluórmeghatározásokból az is kitűnt, hogy nemcsak az ivóvíz magas (1 mg-on felüli) fluórtartalma káros a fogazatra és a fogzománc elszínesedését okozhatja, hanem ha az ivóvíz az 1 mg-nál jóval kevesebbet, néhány tized milligramm fluórt tartalmaz literenként, úgy ez elősegíti a fogak elszuvasodását. Tehát a maradandó fogak hibátlan fejlődését s azoknak a különböző külső behatásokkal szemben való ellenállóképességét elsősorban az ivóvízzel a szervezetbe bekerülő elegendő mennyiségű fluór jelenléte biztosíthatja. Az ivóvíz magas fluórtartalma éppen úgy káros a fogazatra, mint annak fluórszegénysége. Ezeknek a megállapításoknak a helyességét igazolják az egészséges, foltos és carieses fogak zománcában és a dentinben végzett kémiai vizsgálatok eredményei.

Egészséges fog zománca tartalmaz	0.0111%	F-t.
Carieses » » »	0.0069%	F-t.
Foltos » » »	0.0250—0.0357%	F-t.
Egészséges fog dentinje tartalmaz	0.0169%	F-t.
Carieses » » »	0.0158%	F-t.
Foltos » » »	0.0375—0.0504%	F-t.

Továbbá azok a kísérletek is, melyeket az Egyesült Államokban már igen nagy számban végeztek a fogszuvasodás megelőzésére a fogaknak 1%-os NaF-oldattal való ecsetelése útján.

Mindezek a megállapítások azt mutatják, hogy a fluór mint bioelem fontos szerepet játszik, amely szerep azonban még távolról sem ismeretes teljesen.

A szervezetbe a fluórtartalmú tápszerek mellett leginkább az ivóvízből kerül be a fluór. A természetes vizek fluórtartalma a talaj összetételétől függ s különböző kőzetek elegyrészeiben (biotit, muszkovit, apatit, fluorit, flogopit) elég gyakran előfordul. A földet felépítő elemek között a fluór a 19. helyen van 0.027%-kal. Vulkanikus vidékek talaja különösen gazdag fluórban, mert a vulkanikus kitoréseknél fluórtartalmú

termékek kerülnek nagyobb mennyiségben felszínre, miáltal a környezet fluórtartalma nagymértékben megnövekedik. A talaj átlagos fluórtartalma kb. 0=02%.

Az utóbbi években nagyszámú ivóvíz fluórtartalmát határozták meg különösen azokon a helyeken, ahol a tarka fogzománc fellépését észlelték. Hazánkban az ivóvizek fluórtartalmát 80 ivóvízben végeztem el^{11a} és köztük 11 olyant találtam, amely 0.5 mg-nál több fluórt tartalmaz. Hogy e 11 helyen a lakosság között jelentkezett-e a foltos fogzománc, nincs tudomásom, de az viszont megállapítható volt, hogy a hazai ivóvizekben túlnyomórészt a fluór mennyisége 0.1 mg körül van, tehát olyan mennyiségben, amely a fogak elszuvasodását elősegíti.

Ásványvizekben a fluórt már régen kimutatták. Marchand 98 megvizsgált francia ásványvíz közül 87-ben a fluór mennyiségét maximálisan 8.1 mg-nak (18 mg NaF) találta. Megállapítása szerint ugyanazon vidékről származó ásványvizek különböző fluórtartalommal bírhatnak. A francia meleg és hideg ásványvizek sorában a fluórtartalom változik a mg törtrészétől egészen 6 mg-ig literenként. *Eau d'Evian* 0.15 mg/l, *Eau de Vichy* 6.32 mg. A fluórban leggazdagabb források vulkanikus eredetűek. A fluórtartalom nagyságára hatással vannak a földrengések. Így a luxeuil-i víz fluórtartalma földrengés után 2.38 mg/l-ről kb. a kétszeresére emelkedett, míg egy év múlva újra az eredeti értéket mutatta. Németországban Fresenius,¹² Svájcban Husemann,¹³ Treadwell¹⁴ végeztek ásványvizekben fluórmeghatározásokat. A karlsbadi Sprudel vizében Berzelius¹¹ (1822-ben) 1.5 mg fluórt (3.1 mg CaF₂-t) állapított meg. A spanyolországi Pireneusokban Casares 4.5—9 mg fluórt talált az ásványvizek egy literében.¹⁵

Hazánkban a legrégebb vizsgálat ásványvíz fluórtartalmára vonatkozólag Than Károlytól¹⁶ származik (1880). Ő a városligeti hőforrás vizében 0.069 mg fluórt talált. Később Schenek (1882) a szklenói Mária forrás vizében 0.21 mg, Vihnyén 0.19 mg fluórt, míg Than és Lengyel Szliácson az első tükörfürdő vizében 0.74 mg fluórt állapítottak meg. A legtöbb ásványvíz analízisénel a fluór meghatározására eddig nem tértek ki, s ha az Országos Balneológiai Egyesület kiadásában évenként megjelenő ismertetőben lévő többszáz elemzést végigtekintjük, egyetlen analízisben sem találjuk feltüntetve a víz fluórtartalmát, dacára annak, hogy az analízisek nagyrésze az utóbbi 10—20 esztendőben készült. Mindenesetre különösnek kell tartani, hogy manapság, mikor a fluór biológiai hatását ismertető közlemények elég szép számmal vannak, akkor még mindig akadnak olyanok, akik egy bioelemről, amely ásványvizekben legtöbbször már nem is nyomokban, hanem igen sokszor néhány milligrammnyi

mennyiségben fordul elő, egyszerűen tudom a fluór meghatározására eddig a legtöbb elemző nem vállalkozott, azt részben meg tudom érteni, mert a Bunsen-től származó fluór-meghatározási módszer sok kívánnivalót hagy maga után és súlyos metodikai hibái vannak, ezzel a módszerrel dolgozva a vízben lévő fluórnak csak elenyésző csekély kis részét lehet meghatározni (ez a megállapítás nemcsak tőlem származik), s így az esetleg ezzel a módszerrel nyert értékek csak megtévesztésre lettek volna jók. Viszont az utóbbi 10—20 évben igen szép számmal jelentek meg mikromódszerek (Willard—Winter, De Boer—Basart, Fellenberg stb.¹⁷) amelyek kivitelezése sokkal egyszerűbb, s a velük kapott értékek a valóságnak megfelelnek. Így a Than által a városligeti hőforrásban talált 0,069 mg/l fluórral szemben a valóság az, hogy 2,8 mg fluór van benne literenként, tehát kb. a negyvenszerese annak, amit Than a Bunsen-féle módszerrel talált.

A közölt adatokból kitűnik, hogy az erdélyi ásványvizek között találunk magas fluórtartalommal bíró vizeket is.

Az ásványvizek fluórtartalmának ismeretét orvosi szempontból igen fontosnak tartom és fontos hiányt kívánok pótolni akkor, mikor ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit itt is ismertetem. A fluór esete klasszikus példa arra, hogy ha azt akarjuk, hogy gyógyvizeink gyógyhatása nem csak a puszta empirián nyugodjék, akkor gyógyvizeink teljes és pontos analízisét kell elvégezni és nem lehet megelégedni a régi hiányos analízisekkel. Manapság már nem vitás, hogy a vízben igen kis mennyiségben jelenlévő alkatrészek közül nem egy sokkal erőteljesebb hatás kifejtésére képes, mint a nálánál nagyobb mennyiségben jelenlévő más alkatrész. Véleményem szerint egy jódtartalmú víz veszít jódhatásából, ha a jód mellett magas a fluórtartalma, amely a jódhatást lerontja, illetve a fluórhatást az esetleg jelenlévő nagyobb mennyiségű jód paralellizálni képes, a két elem között valószínű antagonizmus miatt. A mondottak alapján tehát az asztali vagy gyógyvizeink ivókúrára való alkalmazásánál tekintetbe kell venni azok fluórtartalmát is, mert magas fluórtartalmú víz húzamosabb élvezete esetleg nem lehet indifferens a szervezetre.

II. AZ ÁSVÁNYVIZEK JÓDTARTALMA.

A halogén elemek között a klór után a legjobban tanulmányozott bioelem a jód, s az utóbbi húsz év alatt számos kutató igyekezett az élő szervezetben előforduló jód szerepét tisztázni, illetve szerepére fényt deríteni. Ez a kérdés manapság még nem mondható megoldottnak, de annyit mindenesetre biztosan tudunk, hogy az élő szervezetnek okvetlenül szüksége van jódra és ezt a szükségletét a tápszerek közül

javarészen az ivóvíz útján fedezi, s így nem közömbös, hogy az ivóvíz és ásványvíz, ez a könnyen hozzáférhető jódforrás mennyi jódot tartalmaz.

A jód kis mennyiségben a természetben mindenhol megtalálható, de különösen oly kőzetben fordul elő aránylag nagyobb mennyiségben, amely szerves anyagban gazdag, így olajelőfordulási helyeken a természetes vizek nagyobb mennyiségben szoktak jódot tartalmazni. Itt a jód a plankton-organizmusok testének szétmállásából származik, mintegy mellékterméke az olajképződésnek. Lund²¹ szerint kisebb mennyiségben minden eruptív kőzetben megtalálható, s a kőzetek elmállásakor a jód egyrésze oldható formába megy át és ennek javarészt a talajkolloidok abszorbeálják. Ugyanez történik a talajba beszivárgó vizek jódjával is, amely jódot a levegőből hozták magukkal. A növényzet állítólag szintén képes a levegőből jódot felvenni, s amely jód a növényzet elpusztulásakor a talajba kerül. Humuszos talajok általában jódban gazdagok.²⁰ Ez a tény arra enged következtetni, hogy tőzegtalajokban a jód felszaporodása nem direkt a levegőből történik, hanem kerülő úton a növényzet révén^{22,23}. Érdekes, hogy amíg az olajtelepek vize rendszeren gazdag jódban, addig kősótelepek rendszeren jódmentesek, illetve csak elenyésző kis mennyiségben tartalmaznak jódot.

Minden természetes víz, legyen az felszíni (ásott), vagy forrás vagy mélyfúrású kút vize, kisebb-nagyobb mennyiségben tartalmaz jódot. Vannak vizek, amelyek jódot csak elenyésző kis mennyiségben, ú. n. nyomokban tartalmaznak, a jód mennyisége literenként az egyezred milligrammot, azaz 1 γ -t sem éri el. Az ilyen vizekre azt mondjuk, hogy jódot mérhető mennyiségben nem tartalmaznak. Ha egy víz literenként 1—2 γ jódot tartalmaz, s ilyenek a homokos vidékről és meszes hegyvidékről származó ivóvizek javarésze, azt mondjuk, hogy a víz jódszegény. Az ilyen jódot alig tartalmazó és jódban szegény vizek találhatóak az ország olyan területein, ahol ismeretes a golyva, ez a tipikus jódhánybetegség^{18,19}.

Az Alföld fekete humuszos vagy szikes területén a felszíni kutak és a fúrt kutak lágy, kissé alkalikus vize jódot már nagyobb mennyiségben tartalmaz és a jód mennyisége rendszeren a 10 γ -t is meghaladja, sőt néhány 100 γ -t is kitehet. Az ilyen, jódban relatíve gazdag ivóvizet élvező lakosság körében eddig még egy esetben sem volt észlelhető a golyva fellépte. Az ásványvizek csoportjába tartozó természetes vizek javarésze jódot ilyen mennyiségben tartalmaz. Dacára annak, hogy egy ásványvíz, ha literenként 1 mg alatti jódmennyiséget tartalmaz, nem mondható jódosnak, mégis mint asztali víz állandó élvezet mellett tekintélyes mennyiségű jódot juttat a szervezetbe s a szervezet napi jódszükségletét, ami kb. 100 γ -t tesz ki, bőségesen fedezni

tudja, s az ilyen szervezet nem fog jódhiányban szenvedni. Ebből a szempontból azok az ásványvizek, amelyek literenként 100 γ -nál több, de 1000 γ -nél kevesebb jódot tartalmaznak, tehát a nem kimondottan jódos vizek, a szervezet jódszükségletének fedezésében fontos szerepet tölthetnek be ott, ahol az ivóvíz különben jódszegény.

A kimondottan jódos vizek (literenként 1 mg-nál több jóddal) kémiai jellemüket illetőleg legtöbbször nagyobb mennyiségben nátriumhidrokarbonátot tartalmazó ú. n. alkalikus vizek, míg az erősen jódos vizek, mint például a csízi víz, konyhasót tartalmaz nagyobb mennyiségben, tehát konyhasós víz. Ez látszólag ellentmondásban van a fentebb mondottakkal, hogy t. i. sótelepek jódot alig tartalmaznak; a csízi víz igen magas jódtartalma inkább azzal magyarázható, hogy a víz útjában olajelőfordulási helyeket érint.

Régebben a jódos ásványvizekben lévő aránylag csekély, néhány milligrammot kitevő jódnak hatását lebecsülték. Újabban azonban kimutatták, hogy már igen kis jódmennyiségek is hatásosak s a mikro-jódterápia mint komoly gyógytényező jön figyelembe. Ma már nem fér kétség ahhoz, hogy igen kis jódmennyiségek az életfunkciók zavartalan folytatásához okvetlenül szükségesek. A jódhiány folytán csökken a pajzsmirigy működése s hypothyreosis-tünetek (golyva, elhízás stb.) állanak elő. Ezek ellen jódos ásványvizek fogyasztásával lehet eredményesen küzdeni. Ezt igazolják különben azok a kísérleteink is, amelyeket a hajdúmegyei erősen golyvás Bodahegy községben élő golyvás egyéneknél a debreceni hőforrás szénsavval telített jódos vizével (2.3 mg/l) végeztünk.²⁴

A jódos ásványvizeket sikerrel használják gyulladással megbetegedés ellen is. A gyulladással szerves felhalmozni képesek a jódot, minek folytán csökken a gyulladás intenzitása, amit a jódnak már nagy hígításban (1:100.000) megnyilvánuló értágító és az érfalak permeabilitását fokozó hatására lehet visszavezetni. A jód értágító hatását aztán sikerrel lehet az érlemeszesedés, magas vérnyomás, idült hörghurutok, lobos izzadmányok stb. kezelésére kihasználni. A jódos ásványvizek fenti hatásuk alapján a skrophulosis, csont- és ízületi tuberculosis conservatív kezelésében érvényesülnek szép eredménnyel (Hajdúszoboszló, Csíz).

Gyakorlati tapasztalatok szólnak amellett, hogy az ásványvizekben lévő jód aktívabb, mint az azonos mennyiségben alkalmazott gyógyszeres jód (anorg. jódsó). Arra a kérdésre, hogy mire vezethető vissza az ásványvizek jódjának nagy aktivitása, a kutatások mai állása alapján még határozott választ nem tudunk adni. Saját vizsgálataink is igazolják azt a feltevést, hogy a jód az ásványvizekben nemcsak jód-ion, hanem elemi jód alakjában is jelen lehet. Feltételezhető továbbá, hogy a jód valamely organikus vagy komplex kötésben

is jelen lehet, vagy pedig az ásványvizekben jelenlévő más alkatrészek fokozzák a jód-ion hatását. Ez utóbbi feltevést látszik támogatni az a tapasztalat, hogy ismerünk oly ásványvízalkatrészeket, ilyenek pl. a sok calcium vagy még inkább a fluór, amelyek a jód hatását csökkentik, tehát mint a jód antagonistái szerepelnek. Ebből aztán következik, hogy lehetnek egyelőre még ismeretlen alkatrészek (ionok) is az ásványvizekben, amelyek éppen ellenkezőleg fokozzák a jód hatását.

A jódos ásványvizeknek ivókúrára történő alkalmazásánál igen fontos tudni, hogy vannak egyének, akik a jód iránt érzékenyek és aránylag kis jódadagokra thyreotoxicosissal reagálnak. Az orvosnak tehát egyénileg kell megállapítani a sikeres ivókúrához szükséges jód-mennyiség napi adagját, ami 0.1—0.5 mg között változhatik. A golyva esetében sokkal kisebb adagoknak (0.01—0.5 mg) is megvan a hatásuk.

Az ásványvizek jódtartalma

Sor- szám	Forrás neve	mg/kg	Sor- szám	Forrás neve	mg/kg
1	Málnási Mária	2.556	29	Csikszeredai Katalin ..	0.034
2	Árkosi Benkő	2.455	30	Kászonimpéri Fehérkői	
3	Kovácsnai Árpád	2.372		kénes	0.031
4	Kászonimpéri Fehérkői	1.430	31	Borszéki Lobogó	0.030
5	Sepsibodoki Matild ..	1.361	32	Tusnádi Főkút	0.027
6	Kászonimpéri Répáti	1.153	33	Borszéki Főkút	0.027
7	Kovácsnai Horgász ..	1.110	34	Kászonimpéri Répáti	
8	Kővárfüredi kénes	0.717		kénes	0.025
9	Bikszádi Klára	0.688	35	Borszéki Lázár	0.025
10	Románszentgyörgyi		36	Borszéki József	0.025
	Hébe III. sz.	0.281	37	Borszéki Madonna	0.025
11	Románszentgyörgyi		38	Borszéki Arany János ..	0.023
	Hébe V. sz.	0.281	39	Borszéki Pásztor	0.023
12	Románszentgyörgyi		40	Püspökfürdői Szt.László	0.019
	Hébe I—II. sz.	0.256	41	Homoródi Homoród ..	0.015
13	Románszentgyörgyi		42	Homoródi Mária	0.014
	Hébe IV. sz.	0.256	43	Homoródi Anna	0.013
14	Tusnádi Szt. Anna II. sz.	0.201	44	Székelyudvarhelyi	
15	Kérőfürdői Bánffy	0.190		Szejké	0.012
16	Büdöspataki kénes ..	0.177	45	Félicfürdői Bálint	0.012
17	Tusnádi Szt. Anna I. sz.	0.163	46	Félicfürdői Félix	0.011
18	Székelyudvarhelyi		47	Borszéki Ósáross	0.011
	Budvár	0.160	48	Borszéki Ósforrás	0.011
19	Árkosi Glória	0.144	49	Homoródi Fenyes	0.009
20	Avastelsőfalusi Karikás	0.117	50	Borszéki Petőfi	0.009
21	Tusnádi Ilona	0.106	51	Püspökfürdői Hullám- fürdő	0.008
22	Székelyudvarhelyi		52	Csikszereda—Zsögödi	
	Kápolnás	0.081		I. sz.	nyomok
23	Tusnádi Mikes	0.079	53	Csikszereda—Zsögödi	
24	Borszéki Kossuth	0.066		II. sz.	nyomok
25	Szalárdi Hősök	0.056	54	Csikszereda—Zsögödi	
26	Borszéki László	0.040		III. sz.	nyomok
27	Nagybányai Fokhagy- más	0.038	55	Csikszereda—Zsögödi	
28	Borszéki P. Curie	0.035		IV. sz.	nyomok

Az erdélyrészi gyógyvizek között aránylag kis számmal szerepelnek a kimondottan jódos vizek, de igen szép számmal találunk olyan vizeket is, amelyek néhány tized milligramm jódot tartalmaznak, s az ilyen vizek állandó élvezete — mint azt fentebb említettem — a szervezet jódszükségletét bőségesen tudja fedezni, amely különösen olyan helyeken jöhet tekintetbe, ahol különben a szervezet jódhiányban él.

A jelenleg ismeretes jódos vizek közül különleges és páratlan helyet foglal el a csízi (Gömör megye) Hygaea forrás 27·27 mg/kg jódtartalommal és a közkedvelt hajdűszoboszlói víz 8·07 mg-mal, de néhány mg jódot tartalmazó víz (Debrecen, Pestszenterzsébet, egri Dobó) is található.

III. AZ ÁSVÁNYVIZEK BRÓMTARTALMA

A brómról, mint bioelemről dacára, hogy Balard felfedezése óta (1826) több mint 100 év telt el, mégis nagyon keveset tudunk és biológiai hatása alig tanulmányozott. Damiens (1920)²⁶ vizsgálataiból tudjuk, hogy a bróm hasonlóan a jódhoz a természetben mindenütt kis mennyiségben megtalálható. A föld anyagának 0·006%-a bróm és az elemek elterjedését feltüntető sorozatban a 32-ik helyet foglalja el. A tengervíz brómtartalma Winkler L.²⁷ szerint 54 mg/l és anorganikus kötésben van jelen. Tengervízben a bróm viszonya a jódhoz (Br : J = 1500 : 1), míg a bróm viszonya a klórhoz (Br : Cl = 1 : 288). Damiens szerint az élő szervezetben a brómnak klórhoz viszonyított mennyisége közel állandó, az embereknél 1 : 715, kutyáknál 1 : 600, szarvasmarhák-nál 1 : 833. A napi vizelettel kiválasztott bróm mennyisége körülbelül 0·5 mg%. Régóta ismeretes, hogy az algák képesek szervezetükben brómot felhalmozni, a tengeri állatok közül a szivacsok, csigák stb. szintén képesek erre. Az újabb analitikai eljárások bevezetése óta a különböző testnedvekben előforduló bróm meghatározása is lehetővé vált és a kapott eredmények különféle feltevéseknek vetették meg az alapját. Bernhard és Ucko²⁸ az elsők között hívták fel a figyelmet arra, hogy a vér brómszintjének a szabályozása a belső elválasztású mirigyrendszerrel kapcsolatos ismeretlen úton történik. A szervezetbe juttatott bróm elosztódását az endokrin mirigyrendszerrel kapcsolatban Toxopeus²⁹ vizsgálta : főleg pajzsmirigy- és hipofízis-kivonat hatását figyelte brómmal etetett állatokon. Szerinte a szervezetbe vitt bróm eltolódásában egyedi különbségek voltak, amelyek belsőszekréciós működésre voltak visszavezethetők. Zondek és Bier³⁰ szerint a bróm jelentékeny szerepű anorganikus katalizátornak tekinthető, amely a jódhoz hasonlóan a fehérjékhez kapcsolódva fordul elő. Ezzel teljesen ellentétben van Heubner és Bürgi³¹ véleménye, mely szerint a szervezet eufunkciója szempontjából a bróm nem bír jelentőséggel. Zondek és

Bier először mutattak rá arra a szabályszerűségre, hogy bizonyos lelki folyamatokban, jelesül a cirkuláris hipofízisben a vér brómszintjének jellegzetes eltolódása következik be.

A vér brómszintjének jellemző süllyedését mániás melankóliás betegségi folyamat alatt Nagy Mihállyal³² végzett vizsgálataim is igazolták. Leipert³³ a brómnak, mint nyomelemnek fiziológiai jelentőséget nem tulajdonít, szerinte a bróm eredete a táplálkozással áll szoros kapcsolatban, mert csaknem valamennyi tápszer tartalmazza nyomokban. A szervezetbe ilyen módon bekerült bróm felraktározódhatik és kimutathatóvá válik, ezért vérbrómszintről nem lehet beszélni. Ezzel szemben Paavo Suomalainen³⁴ a sündiszó téli álma alatt végzett vizsgálatait azt mutatták, hogy a brómnak igen fontos fiziológiai szerepet kell tulajdonítani.

III. Az ásványvizek brómtartalma.

Sor-szám	Forrás neve	mg/kg Bróm	Sor-szám	Forrás neve	mg/kg Bróm
1	Románszentgyörgyi Hébe I—II. sz.	6·16	28	Árkosi Glória	1·16
2	Románszentgyörgyi Hébe IV. sz.	6·16	29	Tusnádi Szt. Anna II. sz.	1·09
3	Málnási Mária	6·146	30	Székelyudvarhelyi Szejké	1·06
4	Románszentgyörgyi Hébe III. sz.	6·11	31	Borszéki Petőfi	0·932
5	Románszentgyörgyi Hébe V. sz.	6·06	32	Előpataki Erzsébet ...	0·839
6	Kovácsnai Árpád	5·627	33	Csikszereda—Zsögödi I. sz.	0·800
7	Bikszádi Klára	4·82	34	Csikszereda—Zsögödi II. sz.	0·800
8	Borszéki P. Curie	4·66	35	Csikszereda—Zsögödi III. sz.	0·800
9	Kovácsnai Horgász ...	4·37	36	Homoródi Homoród ..	0·772
10	Székelyudvarhelyi Budvár	4·22	37	Homoródi Mária	0·746
11	Nagybányai Fokhagymás	3·464	38	Borszéki Lobogó	0·733
12	Tusnádi Szt. Anna I. sz.	3·25	39	Tusnádi Főkút	0·720
13	Árkosi Benkő	2·73	40	Büdöspataki kénés ..	0·718
14	Kővárfüredi kénés ...	2·66	41	Borszéki László	0·666
15	Bodoki Matild	2·53	42	Borszéki Pásztor	0·566
16	Kászonimpéri Fehérkői kénés	2·53	43	Homoródi Anna	0·554
17	Kászonimpéri Fehérkői ..	2·42	44	Borszéki Osáros	0·543
18	Tusnádi Ilona	2·10	45	Borszéki Ösforrás ..	0·533
19	Csikszeredai Katalin ..	1·944	46	Homoródi Fenyves ..	0·519
20	Székelyudvarhelyi Kápolnás	1·93	47	Borszéki Főkút	0·475
21	Borszéki Arany J.	1·832	48	Borszéki Madonna ...	0·466
22	Borszéki József	1·50	49	Csikszereda—Zsögödi IV. sz.	0·429
23	Kászonimpéri Répáti kénés	1·49	50	Borszéki Lázár	0·406
24	Borszéki Kossuth	1·47	51	Kérfürdői Bánffy ...	0·385
25	Kászonimpéri Répáti ..	1·41	52	Félicsfürdői Bálint ...	0·100
26	Tusnádi Mikes	1·33	53	Püspökfürdői Szt. László	0·076
27	Avastelsófalusi Karikás	1·30	54	Félicsfürdői Félix	0·071
			55	Püspökfürdői Hullám	0·063
			56	Szalárdi Hősök	0·045

Saját vizsgálataim⁸⁵ Bécsből és az ország különböző részéből származó vérmintákkal azt eredményezték, hogy a bécs, budapesti, gyulai és sátoraljaújhelyi vérminták brómszintje 0·300 és 0·543 mg% között változhatik, míg debreceni középértékben 1·066 mg%. Élelmi-szerekkel és vizelettel végzett vizsgálataim igazolták, hogy a vérpróbák magas brómtartalma ugyan alimentáris viszonyokkal hozható összefüggésbe, de *a vérbrómszint-ingadozások különböző egyéneknél nem nagyobbak, mint a vérjód-szintben mutatkozó ingadozások, s így nincsen okunk kétségbe vonni a vérbrómszint létezését.* Ha a tudomány mai állása szerint még nem is tudjuk megmagyarázni teljes bizonyossággal a bróm szerepét az élőszervezetben, de az ellenkezőjét, vagyis hogy egyáltalában nem volna szerepe, sincs jogunk állítani. Ha a brómnak szerepét tisztázni kívánjuk, úgy nem elegendő a brómot egymagában tanulmányozni, hanem szükséges a többi halogén — klór, jód és fluór — elemekkel együttesen kifejtett hatását ismerni.

A bróm a természetes vizekben kisebb-nagyobb mennyiségben mindig megtalálható, de a hazai ásványvíz elemzésénél a bróm meghatározására eddig nem tértek ki, s így csak igen kevés adat áll rendelkezésünkre. Nemzetközi megállapodás szerint azokat az ásványvizeket mondhatjuk brómosnak, amelyek kg-ként 5 mg, illetve ennél több brómot tartalmaznak. Svájci törvények szerint 4 mg/kg brómot tartalmazó víz már brómosnak minősíthető. Számos vízelemzésem során tett megállapításaim szerint, a bróm mennyisége mindig több, mint a jódé és pedig körülbelül 3—5-ször több.

Az ásványvízben lévő bróm biológiai hatásáról még kevés adat áll rendelkezésünkre. Glasser és Ranftl⁸⁶ szerint a hallei jód-brómos Tasziló-forrás vize egereknél kimondott sedatív hatást fejtett ki. Ugyanezt tapasztaltuk a hallei jód-brómos Tasziló-forrás vizével teljesen meggyező összetételű csizi jód-brómos vízzel kezelt embereknél. Bourbonnelles-Bains brómos (50 mg/kg Br), majdnem jódmentes hévvízeivel végzett fürdőkúra kimondott euforiát, általános megnyugtatóssal álom-mélyülést, fájdalomnyhülést okozott.⁸⁷ Hasonló megfigyeléseket szereztek más brómos hévvízeknél, de ezek csekély száma még mindenestre messzebbmenő következtetések levonására nem jogosítanak fel.

A megvizsgált vizek között nyolcban a brómtartalom 4 mg-nál nagyobb, de elég nagy számmal vannak olyanok, amelyek 1 mg körül tartalmaznak brómot.

Kifejezett brómhatást eddigcsak brómban gazdag ásványvizeknél, mint amilyen a csizi (70 mg) vagy az ausztriai hallei (50 mg) jód-brómos vizek észleltek, de ez nem zárja ki, hogy kevesebb brómot tartalmazó ásványvizek állandó élvezet mellett ne fejthetnének ki hasonló sedatív hatást, mert a bróm a szervezetben felhalmozódhatik és hatása kedvező ion-milióben (nehéz fémek jelenlétében) erősen felfokozódhatik.

IV. AZ ÁSVÁNYVIZEK BÓRSAVTARTALMA.

Bertrand és mások vizsgálataiból tudjuk, hogy a bór az élőszervezetben mindig megtalálható. De hatásmechanizmusáról, valamint az állati és emberi szervezet háztartásában való szerepéről még keveset tudunk. Bizonyos, hogy a növények fejlődéséhez a talajban bizonyos mennyiségű bórsav jelenléte szükséges. A talaj bórhiánya különböző növénybetegségeket idéz elő, viszont ha a talaj sok bört tartalmaz — Arizona pusztái — úgy a növényzet fejlődésében visszamarad. Már minimális mennyiségű bór igen kedvezően befolyásolja a növényzet fejlődését és a termés hozamot a duplájára emeli (Scharrer és Schropf), sőt a cukorrépa cukortartalmát jelentékenyen felemeli. Rehm szerint a bórsav a növényekben úgy hat, hogy elősegíti a kationok, gátolja az anionok felvételét. Az előbbieket savanyú közegben, az utóbbiak pedig alkalikus közegben érvényesülnek. Erősen savanyú bórsavas cukorvegyületek keletkeznek, amelyek a plazmakolloid izoelektromos pontját megváltoztatják; ezáltal tolódik el a kation- és anionfelvétel viszonya.

IV. Az ásványvizek bórsavtartalma

Sor-szám	Forrás neve	mg/kg HBO ₂	Sor-szám	Forrás neve	mg/kg HBO ₂
1	Málnási Mária	671.0	28	Borszéki Lázár	23.7
2	Kovácsnai Árpád	431.0	29	Csikszereda—Zsögödi	
3	Románszentgyörgyi Hébe V.	272.1		IV.	21.2
4	Románszentgyörgyi Hébe III.	268.4	30	Árkosi Glória	19.5
5	Románszentgyörgyi Hébe I—II.	268.4	31	Borszéki László	19.3
6	Románszentgyörgyi Hébe IV.	262.7	32	Borszéki Főkút	18.9
7	Tusnádi Ilona	222.2	33	Csikszereda—Zsögödi	
8	Tusnádi Szt. Anna II.	213.6		III.	18.5
9	Kovácsnai Horgász ..	200.0	34	Borszéki P. Curie	18.0
10	Sepsibodoki Matild ..	200.8	35	Borszéki József	14.2
11	Árkosi Benkő	198.3	36	Borszéki Pásztor	14.2
12	Tusnádi Szt. Anna I.	155.9	37	Borszéki Madonna	13.0
13	Bikszádi Klára	95.8	38	Borszéki Lobogó	12.6
14	Kászoni Répáti	83.5	39	Borszéki Arany J.	12.3
15	Avafelsőfalusi Karikás	76.7	40	Borszéki Ósáros	9.5
16	Tusnádi Mikes	62.0	41	Szalárdi Hősök t.	8.7
17	Kászoni Fehérkői	60.2	42	Borszéki Petőfi	8.5
18	Borszéki Kossuth	49.6	43	Nagybányai Fokhagy- más	7.9
19	Homoródi Homoród ..	49.7	44	Büdöspataki kénes ..	6.5
20	Tusnádi Főkút	42.7	45	Félix f. Bálint	6.3
21	Homoródi Mária	41.7	46	Székelyudvarhelyi Kápolnás	5.6
22	Homoródi Fenyves ..	36.1	47	Székelyudvarhelyi Szejke	3.3
23	Borszéki Ósforrás	36.9	48	Székelyudvarhelyi Budvár	2.2
24	Csikszereda—Zsögödi		49	Félix f. Félix	3.6
	II.	33.5	50	Előpataki Erzsébet ...	nyomok
25	Csikszereda—Zsögödi I.	29.4	51	Kérőfürdői Bánffy ...	3.8
26	Homoródi Anna	25.6	52	Csikszeredai Katalin ..	nyomok
27	Kővárfüredi kénes	25.6			

Szervezetünk bórszükseglete pontosan még nem ismeretes. Kétség-telen, hogy elég nagy mennyiségben vehetünk fel bórt károsodás nélkül. A gastro-intestinális apparatus mind a bórsavat, mind a bóraxot jól resor-beálja. Javarészüket a vesék választják ki. Az egyetlen feltűnő változás az, hogy a zsírok elégeése meggyorsul, ezért az utóbbi időkben soványító kúránál bórsavas készítményeket szintén használnak. A bórsavas készítmények ellenkező hatásúak, mint az arzénpreparatumok. Így nem lenne lehetetlen, hogy a bórsav hatását a szervezetben indirekte fejtí ki, fokozza a pajzsmirigy működését. Erre mutat az a megállapít-ás, hogy bórsavas készítmények alkalmazásakor idegrendszeri tüne-tek lépnek fel. Emiatt bórsavas készítmények forgalomba nem hoz-hatók.

A természetes vizekben mindig jelen van bórsav: mennyisége azonban tág határok között változhatik. Egyáltalában nem ritkák magas bórsavtartalmú vizek Olaszországban, Japánban. A bórsav a természetben vulkánikus kitöréseknél található. Az ilyen származású közetben átszivárgó víz nagyobb mennyiségben vesz fel bórsavat.

A legtöbb hazai ásványvíz elemzésénél a bórsav mennyileges meg-határozását eddig mellőzték. Legfeliebb annyit említettek meg, hogy a bórsav nyomokban található. Ez érthető is, mert eddig a bórsav meg-határozására szolgáló módszerek körülményesek voltak. Az újabb időben kidolgoztak mikro-eljárást (Schulek,³⁹ Sumuleanu és Bo-tezat u⁴⁰), mellyel már néhány cm³ vízben is lehetővé válik a bórsav pontos és kényelmes meghatározása. Szerintük határoztam meg nagyon sok hazai ivó- és ásványvízben a bórsavat. Vizsgálataimból kitűnt, hogy Nagyalöldünk ivóvizei jelentékeny mennyiségű bórsavat tartal-maznak. Ezért a talaj és amelyből fakadnak, kell, hogy jelentékeny mennyiségű bórsavat tartalmazzon.

A német fürdőtörvény szerint bórsavas víznek csak az tekinthető, amelyik legalább 5 mg/kg bórt tartalmaz. Ez aránylag alacsony érték. A németországi vizek között aránylag kevés tartalmaz ennél jóval többet (20—25 mg/kg), az erdélyi ásványvizek legtöbbszörének bórsav-tartalma viszont ennél jóval magasabb. Így *Háromszék* vármegye délnyugati részében közel egymás mellett fekvő *Málnási Mária* (671 mg), *Kovácsnai Árpád* (431 mg), *Kovácsnai Horgász* (200 mg), *Bokodi Matild* (200 mg), *Árkosi Benkő* (198 mg) források vize, valamint a *Tusnádi Ilona* (222 mg) és *Szent Anna* (213 mg) források vize és a Beszterce-Naszód vármegyei *Románszentgyörgyön* lévő *Hébe*-források mindegyike (262—272 mg) jelentékeny mennyiségű bórsavat tartalmaz. Mint a fejezet bevezetésében is említettem, a bór hatásméchanizmusát ma még tökéletesen nem ismerjük. Szerény véleményem szerint az előbbi gyógy-vizek bórtartalmukat tekintve az európai ásványvizek sorában kivált-ságos helyet foglalhatnak el.

V. ÁSVÁNYVIZEK MANGÁNTARTALMA.

A mangán földünk felépítésében résztvevő elemek sorában 0,08%-kal a 14. helyet foglalja el. Ha egy elem a természetben ilyen gyakran fordul elő, feltehető, hogy szerepe jelentős az élővilágban. Bertrand állapította meg először (1921-ben), hogy a növényi szervezetben a mangán mindig megtalálható, legnagyobb mennyiségben a levelekben, rügyekben, szaporodószervekben és a magban. Ugyancsak Bertrand⁴¹ vizsgálatai után tudjuk, hogy az állati szövetekben is mindig előfordul, különösen a csiraszervekben. Orent és McCollum,⁴² továbbá Oetlingen vizsgálatai szerint mangánmentes táplálkozás mellett hím állatoknál here-degeneráció és sterilitás, nőstényeknél az anyai ösztön elvesztése jelentkeznek, valamint utódok életképtelenek voltak. A mangánmentes koszt kezdetén a szervezetnek még bizonyos mangántartaléka van. Ezért nőstényeknél csak a 2. generáció veszti el nemzőképességét. Ezek a vizsgálatok arra utalnak, hogy a mangán öröklési szempontokból is jelentős. A mangán valószínűleg mint intermedier tényező áll kapcsolatban a szaporodási és növekedési jelenségekkel azáltal, hogy egyes vitaminok vagy a gonadotrop hormon működését teszi lehetővé. A magzat májának mangántartalma jelentékeny; ezt első életévében teljesen felhasználja, mert az anyatej mangántartalma igen csekély (tehéntejé még kevesebb). Mangánban leggazdagabb szervünk az uterus, különösen a terhesség alatt, majd a máj, vese, míg az izom, ideg és tüdő mangánban szegényebb. Az agy szürke állománya mangánban gazdagabb, mint a fehér állomány. A mangánt először a vérplazmában mutatták ki, míg a haemoglobin nem tartalmaz mangánt. Különös, hogy arterioszklerózis esetén az elmeszesedett szervek feltűnően sok mangánt tartalmaznak, míg rendszeren a csontok mangántartalma jelentéktelen. A tápszerek közül a rozs mangánban aránylag gazdagabb, mint a liszt. A fehér cukorból teljesen hiányzik a mangán. Igen jellegzetes, hogy növények etiolált leveleiben, szemben a zöld levelekkel, nagyon kevés a mangán (Bertrand). Embereknél és állatoknál anémia esetében mind a máj, mind a pankréász feltűnő kevés mangánt tartalmaz (Richards).⁴³

A gyomor és bélcsatorna a mangánsókat aránylag könnyen veszi fel. Nagyobb mennyiségű mangán bevitele a szervezetbe más ásványi anyagoknak (vas) felvételét megnehezíti. A mangán épp úgy, mint a vas, főként a máj által az epével választódik ki (circulatio enterohepatica), míg a bélnyálkahártya és a vesék útján csak kisebb mértékben (Gautier és Richard).⁴⁴ Berg szerint mégis a vizelet mangántartalma nagyobb, mint vastartalma.

Bertrand⁴⁵ mutatott rá arra, hogy a mangán mind az állati, mind a növényi anyagcserében nélkülözhetetlen. A mangán hatását oxidáló

tulajdonságában keresték, amennyiben a mangán katalitikusan oxigént képes átvinni. B a r e n s t e i n szerint a mangánnak a vérkataláz működésénél van szerepe, enzimeket aktivál, így például a szövetproteinázt (S t e r n), szükséges még az antitestek képzéséhez is. Mangán jelenléte okvetlenül szükséges a légzéshez, különösen a növényeknél, ahol valószínűleg direkt úton hat, ugyanis megállapították, hogy mangánhiány esetében a zöldlevelekben klorózis lép fel. Bizonyos, hogy szervezetünkben a mangán nem tekinthető ingeranyagnak, hanem építőkönek s mint ilyen különösen a mirigyek felépítéséhez szükséges. A mangán nem hat a vértest képzésére, viszont a vaskészítmények hatását a mangán bevitele fokozza. A haemoglobin képződéséhez a vason kívül még réz is szükséges, s valóban a vas a rézzel és mangánnal együtt sokkal erőteljesebb hatású.

Mc C a r r i s o n⁴⁶ szerint az állatok táplálkozásánál a tápszerben mint alsó határérték 617700 s. r. tápszerben 1 s. r. $MnCl_2$ jelenléte kívánatos, ilyen mangánmennyiségek mellett a növekedés, a testsúly, étvágy ésszaporodás biztosított. Az emberi szervezet napi mangánszükséglete E v e r s o n és D a n i e l s⁴⁷-nek gyermekekkel végzett vizsgálatai szerint 6—8 mg-ra (testsúly kg-ként 0·2—0·3 mg Mn) tehető. Ezt a mangánmennyiséget az élőszervezet a napi tápszerekkel veszi fel. Mivel a fontosabb tápszereink (tej, fehér kenyér, zsír, hús, halak, sajt) majdnem teljesen mangánmentesek, nehogy a fentemlített szaporodási rendellenességek, vagy madaraknál megfigyelt rendellenes csontfejlődések lépjenek fel, gondoskodni kell az esetleg fellépő mangán-hiánybetegségek leküzdésére felhasználható természetes mangánforrásokról. Elsősorban az ásványvizekre kell gondolnunk. Ha egy víz literenként 1 mg mangánt tartalmaz, már ez Mc C a r r i s o n szerint egymagában elegendő a szervezet mangánszükségletének a fedezésére. Ha E v e r s o n magasabb értékét vesszük alapul, úgy az ásványvizek csak egyik mangánforrása lehetnek a szervezetnek, amely a mangánszegény tápszerekkel együtt fedezi a szervezet mangánszükségletét.

A mangán jelentősége abból is kitűnik, hogy a máj mangántartalma cukorbanál erősen megnő. N e g e l i n és L o h m a n⁴⁸ vizsgálatai szerint az élesztőben levő cukor lebontását a mangán katalizálja. Valószínűleg egyes ásványvizek (például a homoródi) antidiabetikus hatása, más nehéz fémek mellett, *mangántartalmával* is hozható összefüggésbe, és ezzel magyarázható, hogy mangánban gazdag ásványvizeket (például a tusnádit) női és gyermekbetegségeknél (növekedési zavarok) már régóta alkalmazzák.

A talajban és kőzetekben a mangán mint a vas kísérője a vas magnéziumszilikátok izomorf alkatrészeként fordul elő. A mangán vízben oldott mennyisége függ a jelenlévő szénsav és bikarbonát mennyiségétől, ezért legtöbbször aránylag kis koncentrációban van jelen. Egyes

esetekben, például vitriolos vizekben, *Nagybányán* nagyobb mennyiségben is jelen lehet. A talajvíz mangántartalma évszakonként ingadozik, nyárvégén a legnagyobb, ami valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a magasabb talajhőmérséklet folytán előálló fokozott gőzképződés több mangánt képes oldatba vinni.

Az általunk vizsgált ásványvizek között a nagybányai *Fokhagymás* forrás úgynevezett *«vitriolosvíze»* kitűnik igen magas mangántartalmával (42·2mg/kg), azonkívül jelentős még a tusnádi *Szent Anna II.* és *I., Mikes* és *Ilona* források vize.

V. Az ásványvizek mangántartalma

Sor-szám	Forrás neve	mg/kg Mn	Sor-szám	Forrás neve	mg/kg Mn
1	Nagybányai Fokhagymás	42·20	25	Csikszereda—Zsögödi II.	0·33
2	Tusnádi Szt. Anna II.	2·90	26	Csikszereda—Zsögödi I.	0·32
3	Tusnádi Szt. Anna I.	2·70	27	Borszéki Főkút	0·32
4	Tusnádi Mikes	2·40	28	Homoródi Fenyves	0·30
5	Tusnádi Ilona	1·95	29	Románszentgyörgyi Hébe III.	0·30
5	Székelyudvarhelyi Budvár	1·50	30	Borszéki Kossuth	0·29
7	Székelyudvarhelyi Szejke	1·25	31	Előpataki Erzsébet	0·28
8	Kovácsznai Horgász	0·90	32	Románszentgyörgyi Hébe IV.	0·25
9	Kovácsznai Árpád	0·90	33	Szalárdi Hősök tere	0·25
10	Székelyudvarhelyi Kápolnás	0·85	34	Árkosi Glória	0·22
11	Csikszereda—Zsögödi III.	0·52	35	Bikszádi Klára	0·21
12	Homoródi Anna	0·50	36	Tusnádi Főkút	0·20
13	Homoródi Mária	0·50	37	Borszéki Lobogó	0·20
14	Kászónimpéri Fehérkői	0·50	38	Borszéki László	0·20
15	Borszéki P. Curie	0·50	39	Borszéki Arany	0·18
16	Bodoki Matild	0·49	40	Borszéki Ösforrás	0·15
17	Csikszereda—Zsögödi IV.	0·49	41	Borszéki Lázár	0·15
18	Borszéki Petőfi	0·40	42	Románszentgyörgyi Hébe V.	0·14
19	Homoródi Homoród	0·40	43	Borszéki Madonna	0·13
20	Borszéki József	0·38	44	Borszéki Ósáros	0·13
21	Csikszereda—Zsögöd Katalin	0·36	45	Árkosi Benkő	0·12
22	Románszentgyörgyi Hébe I—II.	0·35	46	Félicsfürdői Félix	0·06
23	Borszéki Pásztor	0·33	47	Kászónimpéri Répáti	0·05
24	Avafelsőfalusi Karikás	0·33	48	Félicsfürdői Bálint	0·02
			49	Kérőfürdői Bánffy	nyomokban
			50	Kővárfüredi kénes	nyomokban
			51	Büdöspataki	nyomokban
			52	Málnási Mária	nyomokban

A fenti táblázat ásványvizei között van egynéhány, amelynek mangántartalmát már mások is meghatározták. Ha az előbbi vizsgálatok értékeit az általunk találtakkal összehasonlítom, úgy a mi értékeink egy kivételével minden esetben jelentékenyen kisebbnek adódnak (zárjelben saját értékeink).

szentgyörgyi Hébe források		Radulescu szerint (1932)		13.7 mg/kg Mn	0.3
Kovácsnai Horgász	»	Hankó	»	5.9	» » 0.9
Kérőfürdői Bánffy	»	Orient	»	(1933) 3.0	» » (—)
Bodoki Matild	»	Hankó	»	(1885) 1.9	» » 0.5
Székelyudvarhelyi Budvár	»		»	1.2	» » 1.5
Málnási Mária	»	Hankó	»	(1902) 2.2	» » (—)
Bikszádi Klára	»	Lengyel	»	(1891) 0.3	» » 0.2

A régebbi analizések ilyen magas mangánértékeit nem tartom valószínűnek. Mindenesetre érdemes lenne a vizek mangántartalmát időszakonként megvizsgálni, mert — mint fentebb említettem — a talajvizek mangántartalma évszakonként erősen ingadozik. Bár ez a mélyből fakadó vizeknél nem látszik valószínűnek.

A vizsgált ásványvizekben talált mangánmennyiségek első pillanatra igen kevésnek látszanak. Szerény megítélésem szerint a tusnádi, kovácsnai és homoródi vizek 1—2 mg/kg mangántartalma azonban mindig elegendő ahhoz, hogy állandó élvezetük mellett szervezetünk igen finom és érzékeny mangánegyensúlya fenntartható legyen, valamint szervezetünk bizonyos mangántartalékhoz jusson.

VI. AZ ÁSVÁNYVIZEK ARZÉNTARTALMA.

Arzén is, mint a mangán, mind a szerves, mind a szervetlen világban kis mennyiségben mindenütt megtalálható. A természetes vizek, a talaj, a kőzetek tartalmazzak arzént, a kultúrált talaj átlagban 1 mg%-t. A talajból az arzén a növényekbe kerül, általuk az állatba és emberbe. Mindennapi táplálékunkkal, ivóvízzel, valamint a levegővel (por!) állandóan csekély mennyiségű arzén jut a szervezetbe. Ezek a szervezet arzéntartalmának természetes forrásai. Ezek előrebocsájtása után érthetővé válik, hogy ha elég érzékeny eljárással vizsgáljuk az emberi szerveket és váladékokat, azokban mindig találunk legalább nyomokban arzént. *Vámosy*⁴⁹ vizsgálata szerint a pigmentben dúsabb (fekete) haj több arzént tartalmaz, mint a világosabb (szőke). Élelmiszerek közül a halak különösen magas arzéntartalmúak. Ezzel magyarázható Svédországban az emberi vizelet fiziológiásan magas arzéntartalma. Érdekes *Hohnes* és *Remington*⁵⁰ vizsgálata: szerintük a csukamájolaj aránylag nagyobb mennyiségű (0.14—0.5 mg%) arzént tartalmaz.

Még mindég nincs eldöntve az a kérdés, hogy vajjon az arzén az élősejt működéséhez szükséges-e, vagy pedig a táplálékkal csak véletlenül bekerülő depóanyag. Való az, hogy az arzén élettani szerepéről

szintén keveset tudunk. De mind több és több megállapítás szól amellett, hogy az arzén egyes fiziológiai folyamatokban szerepel. Végtelen kicsiny mennyiségű arzén serkentőleg, de már lényegtelenül nagyobb mennyiség gátlólag hat az enzimekre (Santesson⁵¹). Különösen az oxidációs folyamatokra van bénító hatással, s ennek következtében a sejt anyagcseréjénél az asszimiláció háttérbe szorítja a disszimilációt (Kramár és Tomcsik)⁵², ami bizonyos anyagok (például fehérje) elraktározódását eredményezi. A pajzsmirigyhormon alkotórésze, a thyroxin az oxidációs anyagcseréjét serkenti, így fogyást eredményez, viszont az arzén az oxidatív anyagcsere bénítása folytán hízást eredményez. A thyroxin ennél fogva az arzénnek antagonistája. Guthmann és Grassa normális asszony vérének arzéntartalmát 63,81%-nak találta, míg a menstruáció alatt ez az érték 50%-kal megnövekedett, a terhesség 5—6. hónapjában pedig 2281%-ra, tehát a normális közel négyszerezésére emelkedett.

Az arzén biológiai hatása folytán balneológiailag újabban az arzénes vizeket is külön osztályba sorolják. Mivel az arzén a legtöbb természetes vízben kis mennyiségben mindig előfordul, ezért a természetes vizet csak akkor mondjuk arzénesnek, ha annak egy kilogrammjában legalább 0,7 mg As = 1 mg HAsO₂ = 1,3 mg HAsO₄ van jelen.

Egyes vizek (főleg talajvizek) magas arzéntartalma nem ásványi eredetű, hanem gyártelepek szennyvizei által megfertőzött talajból származik. Ez a szennyeződés még sokszor 300 méteres körzetben is kimutatható. A sziléziai *Reichenstein*ben, ahol régen nagyobb mennyiségű arzéntartalmú kőzeteket halmoztak fel, a talajvíz literenként 10 mg arzént is tartalmaz. Az ilyen vizek azonban nem sorolhatók az arzénes vizek osztályába, mert arzéntartalmuk nem természetes, a többi ionokhoz viszonyítva rendkívül nagy és rendszeres fogyasztásuk krónikus megbetegedéseket okoz (reichensteini betegség).

Az ásványvizekben az arzén eredetileg 3 vegyértékű alakjában van jelen, de a legtöbb vízben a levegő oxigénje, a vas katalitikus hatása folytán azt rövidesen 5 vegyértékűvé oxidálja; ezért a legtöbb ásványvíznél a pH alapján, az arzén tartalmát HAsO₄-ion alakjában tüntetjük fel, míg ha az illető vízben (például Dürkheim) az arzén 3 vegyértékű alakjában van jelen, akkor HAsO₂-ben adjuk meg.

Magas arzéntartalmú vizek állandó használata ivóvíz alakjában az arzén erős biológiai hatása miatt nem tanácsos, mert az krónikus mérgezésekhez vezethet, ami fehérjeanyagcsere-zavarokban (arzenmelanózis) és elszarusodásban (hiperkeratózis) nyilvánul meg (reichensteini betegség).

A 3 vegyértékű arzén sokkal erőteljesebb biológiai hatás kifejtésére képes, mint az 5 vegyértékű. Így az ásványvizekben jelenlévő 5 vegy-

értékű arzén a szervezetbe kerülve 3 vegyértékűvé redukálódik és mint ilyen fejti ki a hatását. Mivel ez a folyamat bizonyos időt vesz igénybe, az 5 vegyértékű arzén toxicitása csak addig kisebb, míg akut adagolásról van szó; krónikus adagolásnál ez a megkülönböztetési határ elmosódik.

A szervezetbe jutott arzén egyrésze felszívódik, felnemszívódott része pedig a bélsáron keresztül változatlanul hagyja el a szervezetet. A felszívódás a bélnyálkahártyák útján megy végbe. A reszorbeálódott arzén kis része később a bélfalak, de főleg a vese, ill. a vizelet útján kiválasztódik. Ez a folyamat igen hosszú ideig (hetekig) tart. A felszívódott arzén főrésze a bőrben, körömben (Bodnár),⁵³ hajban halmozódik fel és a hajhullással, illetve a felső bőrrétegek lehámlásával (desquamatio) hagyja el ismét a szervezetet. A szervezet az arzént perorálisan adagolva nem tudja megszokni, mint a morfint stb., hanem csupán védekezik ez ellen oly módon, hogy a bélnyálkahártya arzénnel töményítődik, miáltal a felszívódás nagymértékben csökken.

VI. Az ásványvizek arzéntartalma.

Sor- szám	Forrás neve	mg/kg As	Sor- szám	Forrás neve	mg/kg As
1	Kovászna-Vajnafalva forrásvíz	0.943	17	Árkosi Benkő	0.032
2	Nagybányai Fokhagy- más	0.734	18	Csikszereda Zsögödi II.	0.030
3	Borszéki P. Curie	0.150	19	Homoródi Fenyves	0.029
4	Paptamási Lythinia	0.107	20	Borszéki László	0.028
5	Románszentgyörgyi Hébe IV.	0.099	21	Má nási Mária	0.028
6	Kovásznai Árpád	0.094	22	Borszéki Ósforrás	0.022
7	Bodoki Matild	0.092	23	Homoródi Mária	0.022
8	Csikszereda-Zsögödi IV.	0.080	24	Borszéki Kossuth	0.018
9	Kovásznai Horgász	0.070	25	Homoródi Homoród	0.010
10	Borszéki Madonna	0.066	26	Románszentgyörgyi Hébe III.	nyomokban*
11	Bikszádi Klára	0.048	27	Románszentgyörgyi Hébe V.	»
12	Árkosi Glória	0.045	28	Homoródi Anna	»
13	Csikszeredai Katalin	0.040	29	Borszéki Főkút	»
14	Csikszereda-Zsögödi I.	0.040	30	Félixfürdői Bálint	»
15	Csikszereda-Zsögödi III.	0.040	31	Félixfürdői Félix	»
16	Előpataki Erzsébet	0.040	32	Kászoniméri Fehérköi	»
			33	Kászoniméri Répáti	»

* Arzént nyomokban tartalmazó ásványvíz kg-ként 0.005 mg (=5γ)-nál kevesebb arzént tartalmaz.

Ásványvizekben az arzén biológiai hatását kedvezőleg befolyásolják a benne mindig jelenlévő ionok és sók. Főleg a vas az, mely az arzénnel egyetemben a vörös vörsejtek képződését fokozza. Legmegfelelőbb az arány, ha 0.5 mg vasra 0.01 arzén esik. Ezért vasban szegény arzénes vizeknél vasat külön is szoktak adagolni. Az arzénes gyógyszerek per-

orális adagolása a gyomorban sokszor kellemetlen hatást vált ki, amely hatást arzénos vizek fogyasztásánál nem tapasztalunk. Ilyenkor főleg a konyhasó az, amely ezeket a zavaró tüneteket nagymértékben tompítani képes. Az arzénos vizek gyengén hashajtó hatása is igen értékelt mellékhatás.

Mivel az arzén a vörös vérszettek képződését fokozza, azért az arzénos ásványvizeket vérszegénység ellen kiterjedten használják. Hatása abban áll, hogy a vértképző csontvelőt serkenti. Arzénos vizekkel sokkal jobb hatást értek el vérszegénységnél és klorózinál (sápkór, a pubertas idejében észlelhető a nőknél, mint a vérszegénység egy fajtája), mint arzénos pilulákkal. Ez azzal magyarázható, hogy az ásványvízben oldott arzén könnyebben szívódik fel és hatását a jelenlévő nehéz fémnyomok is fokozzák, különösen a vas, de a mangán és a réz is. Olyan arzénos víz, amelyikben nincs megfelelő mennyiségű vas, klorózisra hatástalan. Ez érthető, mert a vas jelenléte, mint a vér alkotórésze, okvetlenül szükséges. Az arzén ezenkívül a fehér vérszettek elszaporodására (leukocitózis) kimondottan gátló hatással van és ezért fehérvérűség ellen használják. Arzénos ásványvizeket használunk akkor is, ha fokozott pajzsmirigyműködés okozta betegségről, mint Basedow és hyperthyreotikus esetekről van szó.

Mіндеzen megállapítások figyelembevételére után kézenfekvő, hogy az ásványvizek arzéntartalmának ismerete, azaz annak meghatározása gyógyászatilag is fontos. Eddig csak a legkritikább esetben tértek ki az arzén meghatározására és így természetes vizeink arzéntartalmáról teljes tájékozatlanságban vagyunk. Ennek magyarázatát abban találjuk, hogy a természetes vizekben legtöbbször csak néhány század mg. mennyisége van jelen. Az arzén meghatározására megfelelő mikromódszer nem áll rendelkezésre, jöllehet az arzén kimutatására és tájékoztató meghatározására törvényszéki esetekben már rég alkalmazták az úgynevezett Marsh-féle próbát. Intézetünkben Bodnár professzor és Szép Ödön⁵⁴ által kidolgozott mikromódszerrel kellő gondossággal és körültekintéssel végezve a meghatározást, igen pontos és megbízható adatokat nyerhetünk. Ezzel a módszerrel már 10—50 ccm vízben is lehetővé válik az arzén meghatározása. Intézetünkben közel 10 év óta ezzel a módszerrel végzett számos arzénmeghatározás eddig is sok értékes adattal gazdagította a szakirodalmat.

VII. AZ ÁSVÁNYVIZEK RADON-(RADIUMEMANÁCIÓ-)TARTALMA

A természetes vizek rádioaktivitását a bennük oldott rádiumsók vagy bomlási termékük, az ú. n. emanáció okozza, ezért megkülönböztetünk rádiumos és rádiumemanációs (radon) vizeket. A rádiumos és radon vizek között lényegbeli és hatásbeli különbségek vannak. A rádiu-

mos vizek rádiumsójukat a mélyen fekvő rádiumban gazdag kőzetekből oldották ki; a radonos vizek az emanációjukat, mint emanációt szintén a föld mélyében, kőzetrészekből, vagy mélyedésekben veszik fel, anélkül, hogy rádiumtartalmú kőzettel érintkezzenek. A rádiumos és radonos vizek között lényeges hatásbeli különbség is van. A rádiumos vizek a hosszú életű rádium jelenléte folytán gyakorlatilag korlátlan aktivitásúak, jóllehet a rádium az időegység alatt relative kevés sugarat bocsájt ki, viszont ez a hatása állandó. A vízzel a szervezetbe jutott rádium fixálódik, míg a rádiumemanáció (radon) tartalmú vizek hatása állaskor gyorsan eltűnik. A radon u. i. rövid élettartamú (3.8 nap), s így ezeknek a vizeknek rádióaktivitása csak akkor érvényesülhet, ha a vizet a forrásnál használják.

Az ásványvizek rádióaktivitását legtöbbször radon okozza és csak néhány esetben származik az oldott rádiumsótól. A radon kis mennyiségben minden mélyebb földrétegből felszínre kerülő friss vízben megtalálható. Némelykor még nagyobb mennyiségben, mint azt kezdetben feltételezték és ezért sokan azt hitték, hogy a könnyen bomló és illékony rádiumemanációnak kell tulajdonítani számos forrásvíz csodálatos gyógyhatását. Későbbi vizsgálatok kiderítették, hogy a rádiumemanáció földünkön különböző mennyiségekben, de mindenütt előfordul.

A kőzetek rádiumtartalma elég eltérő lehet, így a leggazdagabb az uránszurokérc, amelynek kg-ként 0.2 mg a rádiumtartalma a többi kőzeteké ehhez képest elenyészően csekély, középértékben 2×10^{-12} g Ra/g kőzet. A savanyú (kovasavban gazdag) kőzetek (gránit, porfir) rádióaktív anyagokban gazdagabbak, mint a bázisos kőzetek.

Vulkánikus ásványokban és kőzetekben a rádium átlagos mennyisége:

Porfir	.....	6.62×10^{-12} g	Ra/g kőzet.
Szienit	.....	4.90	»
Gránit	.....	4.08	»
Plagioklász	.....	3.06	»
Trachit	.....	1.76	»
Dolerit	.....	0.85	»
Bazalt	.....	0.84	»

Üledékes kőzetekben:

Homokkő	.....	1.56×10^{-12} g	Ra/g kőzet.
Agyag	.....	1.30	»
Mészkö	.....	1.15	»

A tengervíz rádiumtartalma $2 \cdot 10^{-13}$ g Ra/ml víz.

A rádioaktív anyagtartalom súlya végtelenül csekély, ezért a radon tömegét fizikai egységekre vonatkoztatva mennyilegesen meghatározni nem lehet. Meghatározása azon alapszik, hogy a *levegőt ionizálni képes* és ezáltal előidézett vezetőképességét mérjük. Ez a módszer annyira finom, hogy az eddig ismert legérzékenyebbnek bizonyult módszereket, a színképelemzés érzékenységét is sokszorosan felülmúlja. Ugyanis míg a nátriumsárga vonala akkor, amikor a nátrium mennyisége 10^{-10} g, már nem látható, addig a rádiumnak 10^{-12} g, sőt annál még kisebb mennyisége eléggé pontosan és könnyen megismerhető.

Újabban inkább a nemzetközileg elfogadott egység használata terjedt el, a Curie (C), mely a jövőben a radioaktivitás egyedüli mértékül fog szolgálni. Egy Curie az az emanációmennyiség, amely zárt térben 1 g rádiummal van egyensúlyban. Gyakorlati mértékül a Nanocuriét (nC) vagy Millimikrocuriét (m μ C), ez 10^{-9} Curie, alkalmazzák. Igen elterjedt a radontartalom kifejezése ú. n. *Mache*-egységekben, a régebbi analízisek radontartalma ebben van megadva.

1 Mache-egység = 0,364 m μ C vagy nC

1 Nanocurie (nC) vagy millimikrocurie (m μ C) = 2,75 Mache-egység.

1 Eman = 0,1 m μ C = 0,275 Mache-egység.

1 Mache-egység = 3,64 Eman.

A magyar és német fürdőtörvények szerint radioaktívnek tekinthető az a forrásvíz, amely kg-ként 3—4 Mache-egységnyi rádiumemanációt tartalmaz. A tapasztalatok szerint ilyen emanációmennyiség már hatásos lehet.

A rádiumsóktól származó aktivitást ezzel szemben rádiumra számítva súlyszerint adják meg. Rádiumsókat tartalmazó ásványvizek alsó határértékét 10^{-10} g rádiumban szabták meg, ez a rádium a víznek állandó 0,1 nC, azaz 0,275 Mache-egységnyi aktivitást kölcsönöz.

A rádioaktív vizekben található rádiumemanáció hatása az eddigi megállapítások szerint ebben áll: csillapítja a reumás izom- és idegbántalmakat, elősegíti a húgysav kiválasztódását, leszállítja a vérnyomást. Természetesen a rádiumsót tartalmazó gyógyvizek az előbb említett hatások fokozottabb és erélyesebb kifejtésére képesek. A vegetatív idegrendszer izgatása folytán az alapanyagcserét, szív működést, a melegtermelést, a nemi szervek, valamint a mirigyek működését fokozza.

A megvizsgált erdélyi ásványvizek között kitűnik radioaktivitásával a *románszentgyörgyi* 4. és 5. számú *Hébe*-forrás vize igen magas emanációtartalmával (52 és 54 Mache-egység), valamint a *borszéki Pierre Curie* forrás vize (21 Mache-egység). Még vagy 15 forrás vize tartalmaz 3—4 Mache-egységnyi emanációnál többet, vagyis a jelenleg érvényes fürdőtörvény alapján rádioaktívnek minősíthető.

Az ásványvizek közül többnek radontartalmát 1926-ban Athanasiu⁵⁵ és 1910-ben Weszelszky⁵⁶ is meghatározták. Az általuk talált értékeket összehasonlítva saját értékeimmel a két érték között csak lényegtelen különbségeket találtam, ami egyrészt kísérleti hibának, másrészt annak tulajdonítható, hogy különböző évszakokban végzett vizsgálatok eredményeit kellett összehasonlítanom.

VII. Az ásványvizek radon-(radiumemanáció) tartalma.

Sorszám	Helység és forrás neve	Vizsgálat ideje	Hőmérséklet		Radiumemanáció (Radon)	
			víz	levegő	m μ C-ben	régebbi vizsgálat
	<i>Arhos</i> (Háromszék vm.)					
1	Benkő	43. 3. 3.	5.5 ⁰	4.5 ⁰	1.06	
2	Gloria	43. 3. 4.	9.5 ⁰	5.2 ⁰	0.42	
	<i>Avasfelsőfalú</i> (Szatmár vm.)					
3	Karikás	41. 5. 10.	10.0 ⁰	16.0 ⁰	2.18	
	<i>Bikszád</i> (Szatmár vm.)					
4	Klára	42. 4. 6.	14.2 ⁰	22.0 ⁰	1.86	
5	Endre	42. 4. 6.	14.1 ⁰	22.0 ⁰	1.46	
6	István	42. 4. 6.	14.1 ⁰	22.0 ⁰	3.35	
7	Új	42. 4. 6.	14.3 ⁰	22.0 ⁰	1.85	
	<i>Bodok</i> (Háromszék vm.)					
8	Matild	43. 3. 1.	9.1 ⁰	1.1 ⁰		
	<i>Borszék</i> (Csik vm.)					
9	Főkút	42. 4. 6.	9.0 ⁰	3.5 ⁰	0.75	0.22*
10	Lázár	42. 3. 11.	7.8 ⁰	3.5 ⁰	0.18	0.19—0.25*
11	Lobogó	42. 4. 6.	8.8 ⁰	3.5 ⁰	0.52	
12	Ósáros	42. 3. 11.	7.7 ⁰	3.5 ⁰	0.94	
13	Károly	42. 3. 11.	6.7 ⁰	0.5 ⁰	0.28	0.33*
14	Arany	42. 3. 11.	7.8 ⁰	0.5 ⁰	0.50	0.37—0.43*
15	Madonna	42. 3. 11.	9.0 ⁰	0.0 ⁰	0.81	0.45—1.12*
16	László	42. 3. 11.	8.6 ⁰	0.0 ⁰	2.07	0.91*
17	Kossuth	42. 3. 11.	5.2 ⁰	— 2.0 ⁰	1.35	0.46—0.72*
18	Petőfi	43. 3. 11.	3.5 ⁰	— 0.3 ⁰	1.66	0.31—0.36*
19	Ős	42. 3. 11.	3.8 ⁰	— 14.0 ⁰	0.64	
20	P. Curie	42. 3. 11.	3.0 ⁰	— 14.0 ⁰	7.87	
21	Pásztor	42. 3. 11.	1.5 ⁰	— 1.0 ⁰	0.56	0.44—0.46
	<i>Büdöspatak—Nagyilonda</i>					
22	Kénes	42. 6. 13.	16.6 ⁰	26.5 ⁰	1.27	
	<i>Félix fürdő</i> (Bihar vm.)					
23	Félix	41. 6. 21.	41.0 ⁰	20.0 ⁰	0.07	
24	Bálint	41. 6. 22.	48.25 ⁰	22.0 ⁰	0.36	0.27—0.50**
	<i>Előpatak</i> Háromszék vm.)					
25	Erzsébet	43. 10. 17.	9.0 ⁰	11.0 ⁰	0.16	

* Athanasiu⁵⁴ vizsgálatai (1926).

** Weszelszky⁵⁵ vizsgálatai (1910).

Sorszám	Helység és forrás neve	Vizsgálat ideje	Hőmérséklet		Radiumemanáció (Radon)		
			víz	levegő	m μ C-ben	régebbi vizsgálat	
	<i>Csikszereeda-Zsögöd</i>						
26	I. számú	43. 9. 5.	8·0 ⁰	— 4·5 ⁰	0·04		
27	II. számú	43. 9. 5.	8·0 ⁰	— 4·5 ⁰	0·05		
28	III. számú	43. 9. 5.	14·7 ⁰	1·5 ⁰	0·05		
29	IV. számú	43. 9. 5.	10·0 ⁰	1·5 ⁰	0·07		
30	Katalin	43. 9. 15.	20·75 ⁰	20·1 ⁰	0·40		
	<i>Homoród (Udvarhely vm.)</i>						
31	Anna	41. 6. 9.	7·0 ⁰	17·0 ⁰	0·45		
32	Mária	41. 6. 9.	9·5 ⁰	21·0 ⁰	0·39		
33	Homoród	41. 6. 9.	9·0 ⁰	25·0 ⁰	1·23		
34	Fenyves	41. 6. 9.	8·7 ⁰	20·0 ⁰	0·42		
	<i>Kászonjakabfalva</i>						
35	Fehérkő	41. 10. 5.	8·0 ⁰	11·0 ⁰	0·37		
36	Répati	41. 10. 5.	7·0 ⁰	9·3 ⁰	0·29		
37	Répati kénés	41. 10. 5.	9·0 ⁰	13·0 ⁰	0·35		
	<i>Kérvőfürdő</i>						
38	Bánffy	42. 6. 13.	14·1 ⁰	23·0 ⁰	1·93		
	<i>Kővárjüred</i>						
39	kénés	41. 8. 23.	12·0 ⁰	17·5 ⁰	0·07		
	<i>Kovácsna</i>						
40	Pokolsár	41. 10. 7.			0·17		
41	Tóth-u. 34.	41. 10. 7.	9·7 ⁰	6·0 ⁰	0·37		
42	Horgász	41. 10. 8.	9·0 ⁰	12·0 ⁰	0·45	0·28*	
43	Galamb I.	41. 10. 8.	10·0 ⁰	6·5 ⁰	0·25		
44	Galamb II.	41. 10. 8.	10·0 ⁰	6·5 ⁰	0·36		
45	Árpád I.	41. 10. 9.	10·8 ⁰	12·0 ⁰	0·43		
	<i>Nagybánya</i>						
46	Fokhagymás	41. 8. 22.	12·0 ⁰	17·5 ⁰	0·16		
47	Borpaták	41. 8. 22.			0·22		
	<i>Málnás (Háromszék vm.)</i>						
48	Mária	43. 10. 19.	9·0 ⁰	11·0 ⁰	0·18		
	<i>Román-szenigörgy</i>						
49	1—2. számú	42. 1. 8.	11·3 ⁰	1·4 ⁰	0·18	0·24—0·39*	
50	3. számú	42. 1. 8.	11·3 ⁰	1·4 ⁰	0·19	0·37—0·38*	
51	4. számú	42. 1. 8.	11·2 ⁰	1·4 ⁰	19·76	9·25—11·35*	
52	5. számú	42. 1. 8.	11·0 ⁰	1·4 ⁰	19·15	11·2—15·0*	
	<i>Püspökfürdő (Bihar vm.)</i>						
53	Szent László	41. 6. 22.	40·25 ⁰		0·28	0·34**	
54	Hullámfürdő	41. 6. 22.	30·0 ⁰		0·85		
	<i>Szalárd (Bihar vm.)</i>						
55	Hősök terén	41. 6. 20.	13·0 ⁰		0·77		
	<i>Székelnyúdvárhely</i>						
56	Szejke	41. 5. 20.	10·0 ⁰	16·0 ⁰	1·03		
57	Budvár	41. 5. 20.	10·0 ⁰	16·0 ⁰	0·66		
58	Kápolnás	41. 5. 20.			1·02		
	<i>Tusnád</i>						
59	Tiszási	41. 6. 14.	19·0 ⁰		3·75		
60	Kovács (Oltpart)	41. 6. 14.	9·0 ⁰		0·73		
61	Kovács Szemvíz	41. 6. 14.			0·61		
62	Ilona	41. 6. 15.	22·25 ⁰	16·0 ⁰	1·70		
63	Szent Anna I. ..	41. 6. 15.	19·0 ⁰	16·0 ⁰	0·97		
64	Szent Anna II. ..	41. 6. 15.	21·0 ⁰	16·0 ⁰	0·78		
65	Mikes	41. 6. 16.	15·0 ⁰	13·5 ⁰	1·13		
66	Főkút	41. 6. 16.	8·0 ⁰	13·5 ⁰	0·97		

* Athanasiu⁵⁴ vizsgálatai (1926).

** Wesselsahy⁵⁵ vizsgálatai (1910).

VIII. AZ ÁSVÁNYVIZEK KÉNHI-DROGÉNTARTALMA

Az utóbbi évtizedek vizsgálatai nagyban elősegítették a kén- és kénhidrogén élettani szerepének — legalább részben való — tisztázását, egyszersmind lehetővé tették a kén balneológiai vonatkozásainak felfedését.

Hammett kísérleteiből tudjuk, hogy az —SH csoportot tartalmazó vegyületek az élő sejt növekedését serkentik. Például a badeni kénes víz elősegíti a növények hosszanti növekedését, növeli az auxin hatását, ellenben a gyökérzet növekedését gátolja. Mások megállapításaiból tudjuk, hogy a két vegyértékű kén (S=) a sejtek fermentatív, elsősorban oxido-redukciós munkáját serkenti és lehetővé teszi egyébként nem erjeszthető anyagok mint a borostyánkősav, tejsav és glicerin elerjesztését. Kénhidrogén elősegíti glikogén lebontását, az enzimatis triozofoszfát dehidrállását, azaz a szénhidrát-anyagcsere fontos részfolyamatát. Az oxidációt elősegítő hatás a *zstrokra* is kiterjed. Így a kénes vizek növelik a diasztáz és tripszin hatásait. Növeli a karbamid (nitrogén) kiválasztását s ezzel párhuzamosan csökkenti a vér karbamid-tükrét, különösen akkor, ha az a normálisnál magasabb volt. Terápiai szempontból igen fontos, hogy mind a vizeletben, mind az izzadságmirigyek excretumában növeli a húgysav kiválasztását. Hasonlóan exakt módon magyarázható a kénes vizeknek köszvénynt gyógyító tulajdonsága is, ami még a kénes víz Ca-tartalmától is függ.

A kénes vizek cukorbajt gyógyító hatása már régebben ismeretes, lényegét azonban csak újabban vizsgálták. Megállapították, hogy vércukor a kénesvizek alkalmazási módjától függetlenül süllyed. Így pl. a *luchoni* radioaktív kénes víz olyan erősen lecsökkenti a vércukrot, hogy hipoglikémiás tünetek léptek fel. A kénes vizek vércukorcsökkentő hatása legerősebben parenterális adagolásnál mutatkozik, legnagyobb-részt a kolloidális kénnek és a polithionátoknak tulajdonítható. H_2S - és Na_2S -nek nincs ilyen hatása és ezért a vércukornak a csökkentése az —S—S— csoportnak tulajdonítható, amely az *insulinban is jelen van*. Jellemző a kén farmako-dinamikai aktivitására, hogy a legkisebb hatásos adag perorálisan 1 mg/kg, subcután 17/kg és intravénásan 0.017/kg. A kénes vizek hatására a vérből eltűnő cukor részben az izomzatban, részben a májban, mint glikogén tárolódik. Ismeretes, hogy a cukorbajos szervezet állandóan ként veszít, és a vér kén glutathion tartalma csökken, továbbá a kiürített kén csak nagyon kis mértékben oxidálva, azaz abnormisan magas %-ban elemi kénből áll. Diabetes esetén tehát a szervezet nem tudja a ként lekötöni és az átalakított ként szükséges mértékben oxidálni. Kénes vizek adagolása úgy segít ezen, hogy fokozza a kén visszatartását, s a celluláris oxidációs folyamatokat, valamint a vér glutathiontartalmát növeli. A kénnek inzulinhoz ha-

mikor tioszulfát, politionátok és szulfátok keletkeznek. Tioszulfátot frissen merített forrásvízben is találtak, ami azt jelenti, hogy már eredetileg is jelen lehet a kénes vízben. Hogy eredetileg is vannak-e jelen polyszulfidok a kénes vizekben, az még nincs eldöntve — mindenesetre állásközben keletkezhetnek. Az alacsony oxidációs formában lévő kénfélésegeket együtt *összes kénnek* vagy titrálható kénnek nevezzük. *Ez a fogalom tehát az SO₄-ra nem vonatkozik.* Az alsó határérték 1 kg vízre vonatkoztatva 1 mg összes-kén. Gyakran előfordul azonban 100 mg összes kéntartalmú ásványvíz is, ami a kéntartalom igen nagy ingadozására utal. A kénes vizekben a kén természetesen más ásványi anyagokkal kombinálva fordul elő — konyhasó, vas stb. —, a szénsavtartalom azonban rendszerint minimális. A tulajdonképpeni kénes források vize legtöbbszörre alkalikus. Mivel a kénes ásványvizek különösképpen labilisak és bomlékonyak, így eredményesen csak a forrásnál használható és ritkán szállítható.

A levegő H₂S tartalma 17/1-nél már biológiailag hatásos, míg 1507/1 már toxikus. Így kénes fürdőkben a fürdőkabin levegője 10—207/1-t tartalmazhat, a közeli helyiségek levegője 1—37/1-t, a környezet levegője pedig 17/1 körüli mennyiséget. Szabad H₂S-ben gazdag forrásoknál (Kővárfüred 96 mg/1 H₂S) a fürdőhelyiség levegőjébe káros koncentrációban kerülhet H₂S. Ezt úgy előzhetjük meg, hogy a kádak töltése alulról történjék; ennek az a nagy előnye még, hogy a víz felületén a levegő oxigénjének hatására keletkező kénréteg megakadályozza a H₂S-nek a vízből való elillanását. A kádak töltése alatt a kabin szellőztetéséről kell gondoskodni. H₂S-nek könnyen előállítható a kabinokban minden gyógyászati és biokémiai hatásos koncentrációja egészen a toxikusig.

VIII, Az ásványvizek kénhidrogén (H₂S)-tartalma.

Forrás neve:	HS-ion mg/kg	Régebbi vizsgálatok (H ₂ S) mg/kg
Kővárfüred (Garbonác)	92.6	Lengyel 360.0
Répáti kénes	19.1	
Fehérkői kénes	6.5	
Büdöspataki kénes	1.1	Hankó: 8.0
Kérőfürdő Bánffy	nyomokban	Orient (1933) 23.8
Félicfürdő Félic	nyomokban	Horváth (1835)

A vizsgált nem nagyszámú kénes források között különleges helyet foglal el a Nagybánya mellett fekvő Kővárfüred (Garbonác) alkalikus, enyhén konyhasós, vasas vize, mely jelentékeny (96 mg/1) H₂S-et tartalmaz. Lengyel Béla régebbi vizsgálata szerint H₂S tartalma még ennél is jelentékenyen nagyobb (360 mg/1), de a mi

értékünk alapján is Erdély kénhidrogénben leggazdagabb ásványvizeknek mondhatjuk. Szerencsés összetétele folytán (alkalikus, konyhasós, vasas) az angliai világhírű *Harrogate* vizével tartom egyenrangúnak.

Jóval kisebb mennyiségben tartalmaznak H_2S -t a kászoni kénes vizek, amelyek, sajnos, még foglalat nélkül csurgadoznak. Létezésüket a székely borvízforrások fáradhatatlan neves kutatóján, *Bányai János* kívül nagyon kevesen ismerik Erdélyben.

IX. AZ ÁSVÁNYVIZEK LITIUMTARTALMA

A litium földünk szilárd kérgének felépítésében 0,004%-ban vesz részt és ezzel az elemek gyakoriságát feltüntető táblázatban a 28. helyet foglalja el. A sokkal gyakrabban előforduló nátriumhoz (2,63%) és káliumhoz (2,40%) képest ez a mennyiség jelentéktelennek látszik. A litium juvenilis eredetű alkatrésze a víznek vagy litiumszilikátok hidrolitikus bomlási és kilúgozási terméke. Sóttelepülésekben igen ritkán fordul elő. Ezzel szemben az alsó- és felsőkagylós mészben gyakrabban található. Növényi organizmusokban felhalmozódhatik a litium. Különösen gazdag lehet litiumban az olyan ásványvíz, mely savanyú eruptív kőzetekben, így elsősorban gránitpegmatitokban folyik át, mert ezek gyakran igen magas litiumtartalommal tűnnek ki, bár ez sem általánosítható.

Azokban az ásványvizekben, melyek csak kevés (0,01 g/l alatt) nátriumot tartalmaznak, kevés a litium mennyisége is (0,1 mg/l alatt), ezzel szemben nagymennyiségű nátrium jelenléte esetén rendszeren nagyobb (1 mg/l felett) a litium mennyisége is.

A litium húgysavoldó hatását manapság többen kétségbe vonják, illetve kétségesnek tartják, hogy az ásványvizekben jelenlévő kis-mennyiségű litiumnak ilyen hatást lehetne tulajdonítani. *Steffen*⁵⁶ kísérleti úton ezt igazolta. Itt csak az vitás, hogy azok az ásványvizek, amelyeket erre a célra használt, tényleg litiumosnak mondhatók-e? Fürdőprospektusokban sokszor olvashatjuk, hogy literenként néhány tizedmilligrammot tartalmazó ásványvizet már litiumosnak mondanak, sőt a laikusok megtévesztésére az egyenérték százalékot szokták megadni, ami tényleg nagy értéket mutat. Szerintem, ezektől litiumhatást nem is várhatunk és a fokozott húgysavkiválasztást egyszerű vízhatásnak, illetve konyhasós vizeknél ez utóbbinak is kell tulajdonítani.

A német fürdőtörvény szerint csakis az olyan ásványvíz tekinthető litiumosnak, amely kg-ként legalább 3 mg litiumot tartalmaz. Ha ebből a szempontból vizsgáljuk az erdélyi ásványvizeket, úgy igen szép számmal találunk kimondottan litiumos vizeket (*Árkosi Benkő*,

Sepsibodoki Matild, Málnási Mária, Székelyudvarhelyi Kápolnás, Románszentgyörgyi III. sz.) és olyan vizeket, amelyek legalább 1 mg/kg litiumot tartalmaznak. Ezekben az ásványvizekben tíz-tizenötszöröse van annak a litiummennyiségnek, mint amennyi sok litiumosnak reklámozott vízben van. Megítélésem szerint az előbb említett erdélyi (Árkosi Benkő, Málnási Mária stb.) gyógyvizekkel végzett tudományos vizsgálatokkal lehetne eldönteni, hogy litiumhatásról lehet-e beszélni. Én úgy hiszem, igen!

IX. Az ásványvizek litiumtartalma.

Sor-szám	Forrás neve	Li mg/kg	Sor-szám	Forrás neve	Li mg/kg
1	Árkosi Benkő	8.660	21	Kászonimpéri Répáti	0.560
2	Málnási Mária	6.066	22	Tusnádi Anna I. sz.	0.320
3	Sepsibodoki Matild	5.507	23	Székelyudvarhelyi Budvár	0.300
4	Székelyudvarhelyi Kápolnás	4.600	24	Székelyudvarhelyi Szejke	0.210
5	Románszentgyörgyi III.sz.	3.550	25	Csikszeredai Katalin	0.160
6	Románszentgyörgyi IV.sz.	2.500	26	Kérőfürdői Bánffy	0.150
7	Bikszádi Klára	2.500	27	Csikszereda-Zsögödi IV. sz.	0.150
8	Románszentgyörgyi I—II.	2.205	28	Csikszereda-Zsögödi I. sz.	0.120
9	Románszentgyörgyi V. sz.	2.100	29	Tusnádi Anna II. sz.	0.120
10	Árkosi Glória	1.785	30	Csikszereda-Zsögödi II. sz.	0.100
11	Előpataki Erzsébet	1.665	31	Csikszereda-Zsögödi III. sz.	0.100
12	Kászonimpéri Fehérkő	1.250	32	Félicsfürdői Bálint	0.090
13	Avasfelsőfalu Karikás	1.200	33	Félicsfürdői Félix	0.080
14	Homoródi Anna	0.800	34	Büdöspataki kénes	0.050
15	Homoródi Homoród	0.800			
16	Kovásznai Horgász	0.750			
17	Kovásznai Árpád	0.650			
18	Tusnádi Mikes	0.650			
19	Tusnádi Ilona	0.650			
20	Tusnádi Fókút	0.583			

X. AZ ÁSVÁNYVIZEK KOVASVTARTALMA

Amilyen fontos eleme a szén az organikus kémiának, ugyanolyan fontosságú a szilícium földünk anorganikus vegyületei között. Jelzi ezt az, hogy a természetben leggyakrabban előforduló elem, sorrendben a 2. Clarke szerint a litoszféra kvarctartalma 12.6%. Ehhez jön még számtalan kovasavvegyület, amelyek közül a leggyakoribbak az alumiumszilikátok, úgyhogy a föld anyagának körülbelül egynegyedrésze kovasav (szilícium). A szerves világban sem ritka s valószínűleg fontos szerepet tölt be. A kovamoszatok testét szilíciumdioxid alkotja. A növények szilíciumtartalmát összefüggésbe hozzák azok mechanikai szilárdságával és a parazitákkal szemben tanúsított ellenállóképességével. Az állati szervezet kötőszöveteinek ellenállóképessége szintén összefügg a szilíciumtartalommal. A vér állandóan tartalmaz szilíciumot. A pankréász feltűnően magas szilíciumtartalmú, talán szer-

vezetünk szilíciumdepója. Mindezek alapján természetesnek látszik, hogy a szilíciumnak fontos szerepet tulajdonítottunk számos kórfolyamatban (tüdőtuberkulózis, cukorbetegség, bőrbetegségek, stb.), bár a szilícium biológiai szerepe nem eléggé tisztázott. A természetben található és a különböző tápszerek útján a szervezetbe kerülő szilíciumtartalmú anyagok felhasználhatósága igen különböző lehet. Valószínű, hogy a szervezetünk csak bizonyos állapotú szilíciumot vehet fel, elsősorban a természetes vizekben oldható kovasavat. Fresenius⁵⁷ szerint bennünk a kovasav legtöbb esetben molekulárisan diszpergálva van jelen, rendszeresen dikovasav (legfeljebb 6 mol. H_2SiO_3 [metakovasav]) alakjában. Kétségtelen, hogy ebben az összetételben a kovasav pedig igen jói reszorbeálódik.

X. Az ásványvizek kovasavtartalma,

Sor- szám	Forrás neve	H_2SiO_3 mg/kg	Sor- szám	Forrás neve	H_2SiO_3 mg/kg
1	Csikszereda-Zsögödi Katalin	137.55	28	Borszéki P. Curie	54.04
2	Tusnádi Főkút	133.90	29	Kászonimpéri Répáti	49.95
3	Tusnádi Ilona	128.45	30	Borszéki József	49.72
4	Borszéki Ósforrás	119.15	31	Árkosi Glória	49.43
5	Tusnádi Szent Anna II.	114.50	32	Málnási Mária	47.45
6	Csikszereda-Zsögödi III.	111.30	33	Borszéki Arany	42.66
7	Csikszereda-Zsögödi II.	111.30	34	Félicsfürdői Félix	41.80
8	Csikszereda-Zsögödi IV.	110.52	35	Félicsfürdői Bálint	40.70
9	Tusnádi Szent Anna I	110.08	36	Kővárfüredi kénes	41.47
10	Homoródi Homoród	106.20	37	Kászonimpéri Fehérkő	38.95
11	Tusnádi Mikes	105.20	38	Borszéki Petőfi	35.04
12	Homoródi Anna	104.75	39	Kovásznai Árpád	34.67
13	Homoródi Mária	104.75	40	Kérfürdői Bánffy	33.55
14	Borszéki Kossuth	100.81	41	Borszéki Pásztor	33.28
15	Csikszereda-Zsögödi I.	98.78	42	Ósáros	32.24
16	Homoródi Fenyves	95.83	43	Kovásznai Horgász	30.75
17	Borszéki László	66.80	44	Székelyudvarhelyi Szejke	28.91
18	Borszéki Lázár	68.12	45	Székelyudvarhelyi Kápolnás	26.97
19	Szalárdi Hősök	63.51	46	Bikszádi Klára	24.07
20	Előpatáki Erzsébet	62.92	47	Sepsibodoki Matild	21.70
21	Borszéki Főkút	62.01	48	Árkosi Benkő	20.80
22	Borszéki Lobogó	57.21	49	Büdöspataki kénes	19.17
23	Borszéki Madonna	55.73	50	Avasfelsőfalui Karikás	15.86
24	Románszentgyörgyi Hébe V.	54.60	51	Székelyudvarhelyi Budvár	14.52
25	Románszentgyörgyi Hébe V.	53.70	52	Nagybányai Fokhagymás	7.85
26	Románszentgyörgyi Hébe V.	51.07			
27	Románszentgyörgyi Hébe V.	50.10			

A természetes vizek közül a hévizek nagyobb mennyiségben tartalmaznak kovasavat. Egyes nemhőforrások, ha lúgosak és szabad szénsavat tartalmaznak, szintén magasabb kovasavtartalmúak.

Baden-badeni hőforrások	112—126 mg/kg	
Karlsbadi hőforrások	71—74	▷
Gleichenbergi Klausen-forrás.....	71	▷
Vichy Hautrevier-forrás.....	71	▷

A híg ásványvizek (akratotermák) sikosságát a nagyobb mennyiségben jelenlévő kovasavnak tulajdonítják, mert a kovasav finom hártya alakjában a bőrre rakódik. Schulz és Heffermann⁵⁹ szerint a híres schlangenbadi vizeknek a bőrre gyakorolt regeneráló hatását a víz kovasavtartalma okozza és egyes bőrbetegségeknel (ekcéma, prurigo, psoriasis, urticaria), valamint nyálkahártyabántalmaknál (bélben vagy vaginában) zuhanyozás vagy irrigálás alakjában igen jó eredményt érnek el.

Jóllehet az ásványvíz kovasavjának szervezetünkben kifejtett hatása nem eléggé tanulmányozott, mégis egyes ásványvizek alkalmazásánál tapasztalt jelentős eredmények létrehozásában szerepelhet egyéb alkotórészek mellett a víz nagyobb szilíciumtartalma is.

XI. AZ ÁSVÁNYVIZEK NYOMELEMEI

(Cu, Ag, Au, Co, Ni, Zn, Ti, Mo, Hg, Sn, Cd, stb.)

Az utóbbi években a természettudományok és biológia valamennyi területén észrevehető, hogy mindinkább fokozott figyelem fordul a legkisebb dimenziójú világ felé. Ennek az alapját annak felismerése képezi, hogy a kutatás előrehaladtával egy előítélet, amely oly sokáig uralkodott, mely szerint azoknak az anyagoknak kell a sejt életében a legfontosabb szerepet betölteni, melyek a legnagyobb mennyiségben vannak jelen, lassan veszített értékéből. Így pl. számos elmélet és feltevés a fehérjék domináló funkciójáról tesz említést; ezzel szemben más szerves és szervetlen anyagokat, amelyek a sejtben vagy a szervezetben sokkal kisebb mennyiségben vannak jelen, figyelmen kívül hagytak, jelenlétüket véletlennek tartották s így nem tulajdonítottak fontosságot nekik. Az újabb kutatómódszerek bevezetésével és alkalmazásával kitűnt, hogy az élőszervezetben előforduló és azelőtt nélkülözhetetlennek tartott elemeket, az ú. n. bioelemeket nem 10—14 elem képezi, mint azt régen hitték, hanem számuk jóval nagyobb, 30—40-re tehető. Ezek igen kis mennyiségben állandóan megtalálhatók az élőszervezetekben s jelenlétük a szervezet normális működéséhez okvetlenül megkívánatik. Tehát az élőszervezet, de az élettelen anyag tulajdonsága, magatartása csak részben van a fő építőkövek tulajdonságával megszabva, hanem *a totális, vagyis az élőanyaghoz egészen elenyésző, sokszor alig felismerhető mennyiségben hozzákeve-*

redett anyagok által is. De ezen törvénynek általános érvényessége kétségtől csak azóta vált teljes egészében ismertté, mióta a modern fizika, kémia és fiziológia módszerei az elképzelhetetlen kicsiny anyagmennyiségeket is felismerhetővé tették, például az elektronmikroszkóp, spektrálanalízis, rádióaktivitás mérésével, stb. Ilyen végtelenül kifinomított felszerelésű módszerekkel újabban beigazolást nyert, hogy mérhetetlen anyagnyomok, sőt egyes molekulák éppúgy uralkodnak a laboratóriumi élettelen anyag reakcióján, mint a növények, állatok fejlődésén, növekedésén, betegségén vagy halálán.

Az ásványvizek, iszapok a már régóta ismert főalkatrészekén kívül egész sorát tartalmazzák a kismennyiségben előforduló elemeknek (30—50), melyeket régen teljesen figyelmen kívül hagytak, amelyek azonban kétségtől a gyógyvíz és iszap gyógyhatásánál döntő jelentőséggel bírnak. A mai ismereteink szerint ezek a bélen, bőrön keresztül kerülhetnek a szervezetbe, vagyis ivókúránál, vagy fürdőkúránál hatásosak. Amennyiben a szövetekben valamennyi nyomokban van jelen, már eleve számolni kell ezeknek az elemeknek biológiai jelentőségével. Igen sajátos ezek hatásmódja. Míg az ásványvizekben, mint egyszerű sók, illetve ionok vannak jelen, addig, amint a szervezetbe kerülnek, megváltozik a kötőmódjuk. A sejtekben a fehérjéhez speciális struktúrával kapcsolódnak bele, ezáltal hatásosságuk megsokszorozódik és bizonyos irányba terelődik, tehát a legnagyobb mértékben specializálódnak. Így például: a vas egy részletfunkciója a katalitikus H_2O_2 bontóhatás; azáltal, hogy a sejtekben bizonyos fehérjékhez kapcsolódik, hatásossága több milliárdszorosára növekedik. Vagy azáltal, hogy ugyanazon elem különböző fehérjéhez kapcsolódik, teljesen különböző biológiai funkcióra válik képessé: a hasnyálmirigy hormonja (inzulin), az epifízis működésén uralkodó (gonadotrop) hormon a hipofízis elülső lebenye, a CO_2 kiválasztását és a foszfátlehasadást végző carboanhidráz és foszfátáz enzimek kémiai természetüket illetőleg mind cinkfehérjevegyületek. Mivel ezek a fémfehérjevegyületek életfontosságúak, ezért az ilyen fémeket joggal nevezhetjük *anorganikus vitaminoknak*, mivel a szervezetbe jutásuk éppoly nélkülözhetetlen, mint az igazi vitaminoké. Ide tartoznak a majdnem minden ásványvízben előforduló nyomelemek (Cu, Mn, Zn, Co, Ni, Ti, Ag, Mo) és valószínűleg még mások is, melyeknek funkciója még nem eléggé ismert. Az ásványvizek nyomelemeinek az életfolyamatokban való részvételére abból is következtethetünk, hogy egyesek a szervekben felhalmozódnak (Ti a tüdőben, Mo a máj- és lépben, Ni a pankréaszban, Ag a nyelvben, stb.) vagy bizonyos esetekben a vérben megnövekedett mennyiségben lépnek fel (As a menstruáció alatt).

A nyomelemek gyógyhatásánál a Liebig által 100 évvel ezelőtt felfedezett és az egész táplálkozásban érvényes *»minimum*

törvénye itt is érvényes, mely szerint a minimumban jelenlévő elem döntő valamennyi nyomelem hatásánál és így az egyén jóléténél. Ebből következik, hogy a nyomelemek hatásukat illetőleg egymással kapcsolata és már egyetlenegynek a kiesése valamennyinek a harmonikus összjátékát megzavarja, s az általános közérzet károsodását idézheti elő. Az ásványvizek nagy gyógyhatásának jelentősége abban áll, hogy ezek sokszor igen magas, de minden esetben kielégítő nyomelemeik útján a *Liebig-féle minimum törvény* nem teljesülése folytán előállható zavarokat könnyen kiküszöbölhetik. Így magyarázható az ásványvizeknek számos olyan gyógyhatása, amit máskép magyarázni csak részben vagy egyáltalában nem sikerül. Így például egyes ásványvizek gyógyhatását ízületi reumánál nagyrészt a vízben jelenlévő Mn, Zn és Mg-nak a csont fel- és átépítésénél kifejtett normalizáló hatásával magyarázhatjuk, amennyiben a csontok ezekből az elemekből jelentős mennyiséget tartalmaznak; vagy egyes vizek antidiabetikus hatása a bennük lévő Cu, Zn, Tl és más elemek jelenlétére vezethető vissza; vérszegénységet gyógyító hatásukat pedig a vas, réz, molibdén, arzén, kobalt jelenléte szabja meg. Ebből kitűnhet, hogy a nyomelemek ismerete fontos adatot szolgáltat az ásványvizek és egyéb természetes gyógytényezők hatásmechanizmusának felderítésénél.

Manapság még nem tudjuk eléggé értékelni egyes fémnyomoknak életfontosságát. Nagy a valószínűsége annak, hogy a fentebb említett és már részben ismert biológiai hatású nehéz fémeken kívül az ásványvizekben még más nehéz fémnyomok az emberi szervezetben életfontosságú működést végeznek, vagy legalább a szervezet egészségének megtartásában vagy visszaszerzésében szerepet játszanak.

Ebből a szempontból a vizsgált erdélyi ásványvizek szerencsés összetételűek. Fémnyomokban páratlanul gazdag a *Nagybánya* közelében lévő *Fokhagymás* forrás vize, amely közel áll a levicói vízhez, de számos értékes fémnyomot tartalmaznak még az árkosi, kásonimpéri, avasfelsőfalusi, bikszádi, homoródi, székelyudvarhelyi, tusnádi és félifürdői források vizei (lásd I. táblázat).

Ezen a téren még számos feladat megoldása vár ránk. Ha azt akarjuk, hogy a *tudományos fürdőtant* (balneológiát) kiépíthessük, elsősorban az ásványvizek minden alkatrészre kiterjedő pontos összetételét kell megismerni. Erre törekedtünk vizsgálataink során. Bár a kitűzött célt csak részben értük el, de tudjuk, hogy helyes úton járunk és szemünk előtt lebeg mindig az a végső cél, hogy itt is, mint mindenütt, az *empíriát a tudományosan megalapozott rendszabályokkal tudjuk pótolni.*

A vizsgált 52 erdélyi ásványvíz részletes analízise.*

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Árkosi Benkő | 27. Homoródi Anna |
| 2. Árkosi Glória | 28. Homoródi Fenyves |
| 3. Avasfelsőfalusi Karikás | 29. Homoródi Homoród |
| 4. Előpataki Erzsébet | 30. Homoródi Mária |
| 5. Bikszádi Klára | 31. Kászonimpéri Répáti |
| 6. Büdöspataki kénés | 32. Kászonimpéri Fehérkői |
| 7. Borszéki Arany | 33. Kérőfürdői Bánffy |
| 8. Borszéki P. Curie | 34. Kőváfüredi Kénés |
| 9. Borszéki Főkút | 35. Kovásznai Árpád |
| 10. Borszéki József | 36. Kovásznai Horgász |
| 11. Borszéki Kossuth | 37. Málnási Mária |
| 12. Borszéki László | 38. Nagybányai Fokhagymás |
| 13. Borszéki Lázár | 39. Románszentgyörgyi Hébe I—II. |
| 14. Borszéki Lobogó | 40. Románszentgyörgyi Hébe III. |
| 15. Borszéki Madonna | 41. Románszentgyörgyi Hébe IV. |
| 16. Borszéki Pásztor | 42. Románszentgyörgyi Hébe V. |
| 17. Borszéki Ósáros | 43. Sepsibodoki Matild |
| 18. Borszéki Petőfi | 44. Székelyudvarhelyi Szejke |
| 19. Borszéki Ősforrás | 45. Székelyudvarhelyi Budvár |
| 20. Csikszereda—Zsögödi I. | 46. Székelyudvarhelyi Kápolnás |
| 21. Csikszereda—Zsögödi II. | 47. Szalárdi Hősök |
| 22. Csikszereda—Zsögödi III. | 48. Tusnádi Főkút |
| 23. Csikszereda—Zsögödi IV. | 49. Tusnádi Ilona |
| 24. Csikszereda—Zsögödi Katalin | 50. Tusnádi Mikes |
| 25. Félixfürdői Bálint | 51. Tusnádi Szent Anna I. |
| 26. Félixfürdői Félix | 52. Tusnádi Szent Anna II. |

* A debreceni tudományegyetem orvosi vegytani intézete által 1941—43-ban vizsgált vizek (Igazgató: Dr. Bodnár János egyet. ny. r. tanár.)

Analízis adatai	I Árkosi Benkő		2 Árkosi Glória	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ⁺)	32·660	0·6538	11·310	0·8793
Natrium (Na ⁺)	1652·000	56·6248	248·472	32·8446
Lithium (Li ⁺)	8·660	1·0070	1·785	0·7818
Calcium (Ca ⁺⁺)	540·500	21·3096	225·338	34·1785
Strontium (Sr ⁺⁺)	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ⁺⁺)	nyomokban	—	nyomokban	—
Magnesium (Mg ⁺⁺)	313·644	20·3300	123·685	31·0790
Vas (Fe ⁺⁺)	2·594	0·0730	2·597	0·2827
Mangan (Mn ⁺⁺)	0·120	0·0018	0·219	0·0242
Alumínium (Al ⁺⁺⁺)	nyomokban	—	0·270	0·1000
Réz (Cu ⁺⁺)	nyomokban	—	nyomokban	—
Ezüst (Ag ⁺)	nyomokban	—	—	—
		<hr/> 100·0000		<hr/> 100·0000
Anionok:				
Fluór (F ⁻)	0·583	0·0240	0·645	0·1032
Chlor (Cl ⁻)	554·000	12·2289	52·750	4·5227
Brom (Br ⁻)	2·728	0·0267	1·159	0·0441
Jód (J ⁻)	2·455	0·0151	0·144	0·0033
Hydrocarbonat (HCO ₃ ⁻)	6773·143	87·6532	1906·982	94·9975
Sulfat (SO ₄ ⁻²)	3·200	0·0521	5·200	0·3292
Arsenat (AsO ₄ ⁻³)	nyomokban	—	nyomokban	—
		<hr/> 100·0000		<hr/> 100·0000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	198·300		19·470	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	20·800		49·425	
Összes oldott só	10105·387		2649·451	
Szabad szénsav CO ₂)	2378·600		1654·750	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00764		1·00232	
Fagyáspontcsökke- nés	0·488°		0·1230°	
Osmosisos nyomás	5·880 atm.		1·482 atm.	
Hidrogénkitevő (p _H)	8·99		8·80	
Radiumemanáció (Radon)	10·56 Eman		4·19 Eman	
Hőmérséklet	5·5° C (4·5°)		9·5° C (5·2°)	
1 kg víz száraz- maradék	6772·0 mg		1726·6 mg	
Víz minta vételezése**	1943. III. 3.		1943. III. 4.	

* Zárjelben lévő hőmérséklet a levegő hőmérsékletét jelenti.

** Valamennyi vízminta személyes felelősséggel a helyszínen vételezve.

Analízis adatai	3 Avassfelsőfalusi Karikás		4 Előpataki Erzsébet	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	67·450	3·920	16·900	0·8562
Natrium (Na ·)	779·649	76·989	331·690	28·5706
Lithium (Li ·)	1·200	0·393	1·665	0·4752
Ammonium (NH ₄ ·) ..	0·090	0·011	25·450	2·7945
Calcium (Ca ··)	111·848	12·689	416·900	41·2079
Magnesium (Mg ··) ..	26·425	4·938	144·420	23·5260
Vas (Fe ··)	3·000	0·246	27·920	1·9809
Mangán (Mn ··)	0·330	0·027	0·280	0·0202
Aluminium (Al ···) ..	3·129	0·787	2·580	0·5685
Strontium (Sr ··) ..	nyomokban	—	—	—
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	—	—
Titan (Ti ··)	nyomokban	—	—	—
Réz (Cu ··)	nyomokban	—	—	—
Ezüst (Ag ·)	nyomokban	—	—	—
		<u>100·000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·514	0·061	0·459	0·0478
Chlor (Cl ')	340·000	21·770	70·900	3·9610
Brom (Br ')	1·295	0·036	0·839	0·0208
Jod (J ')	0·117	0·002	0·096	0·0015
Sulfat (SO ₄ '')	0·890	0·041	5·600	0·2319
Hydrocarbonat (HCO ₃ '')	2097·790	78·090	2949·067	95·7334
Carbonat (CO ₃ '') ..	—	—	—	—
Arsenat (AsO ₄ '') ..	nyomokban	—	0·074	0·0040
		<u>100·000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	76·728		nyomokban	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	15·860		62·920	
Organikus anyag ..	—		—	
Összes oldott só	3526·315		4057·761	
Szabad szénsav(CO ₂)	1683·000		2785·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00280		1·00350	
Fagyáspont- csökkenés	0·250°		0·22°	
Osmosisis nyomás ..	3·00 atm.		2·65 atm.	
Hidrogénkitevő (PH)	6·83		7·47	
Radiumemanáció (Radon)	21·84 Eman		1·60 Eman	
Hőmérséklet	10·0° C (16·0°)		9·0° C (11·1°)	
1 kg víz száraz- maradéká	2546·0 mg		2462·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. V. 10.		1943. X. 17.	

Analízis adatai	5 Bikszádi Klára		6 Büdöspataki kénés	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	52·320	0·9126	9·940	1·09315
Natrium (Na ·)	3117·500	92·4435	135·014	25·24710
Lithium (Li ·).....	2·650	0·2604	0·050	0·03053
Calcium (Ca ·)	110·120	3·7472	254·800	54·66250
Magnesium (Mg ·) ..	45·240	2·5370	53·600	18·96672
Strontium (Sr ·) ..	1·180	0·0184	—	—
Barium Ba ·)	nyomokban	—	—	—
Vas (Fe ·)	1·170	0·0286	nyomokban	—
Mangan (Mn ·)	0·210	0·0052	nyomokban	—
Aluminium (Al ·) ..	0·622	0·0471	—	—
Réz (Cu ·)	nyomokban	—	—	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·00000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	1·089	0·0391	1·526	0·34532
Chlor (Cl ')	1700·550	32·7060	138·500	16·79730
Brom (Br ')	4·850	0·0414	0·718	0·03870
Jod (J ')	0·650	0·0035	0·177	0·00602
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	6000·380	67·0572	720·452	50·80505
Sulfat (SO ₄ '')	10·570	0·1501	365·850	32·00761
Phosphat (PO ₄ '''') ..	nyomokban	—	—	—
Arsenat (AsO ₄ '''') ..	0·186	0·0027	—	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·00000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	95·760		6·520	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	24·070		19·167	
Összes oldott só	<u>11169·117</u>		<u>1706·314</u>	
Szabad szénsav(CO ₂)	2287·680		293·000	
Kénhidrogén (H ₂ S) ..	—		1·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00752		1·00103	
Fagyáspont- csökkenés	0·532°		0·075°	
Osmosisos nyomás..	6·41 atm.		0·904 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	10·30		7·68	
Radiumemanáció (Radon)	26·2 Eman		12·7 Eman	
Radium	0·45 · 10 ⁻⁹ g Ra		—	
Hőmérséklet	12·65° C (23°)		16·6° C (26·5°)	
1 kg víz száraz- maradéká	7950·600 mg		1230·0 mg	
Víz minta vételezése	1943. VI. 5.		1942. VI. 11.	

Analízis adatai	7 Borszéki Arany J.		8 Borszéki P. Curie	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	7·070	0·5545	20·160	1·6117
Natrium (Na ·)	82·100	10·9465	128·533	17·5100
Lithium (Li ·)	0·205	0·0905	0·070	0·0316
Ammonium (NH ₄ ·)	1·150	0·1954	1·250	0·2171
Calcium (Ca ·)	382·200	58·4780	327·000	51·1216
Magnesium (Mg ·)	115·282	29·0689	111·200	28·6505
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	5·875	0·6467	3·275	0·3649
Mangan (Mn ·)	0·175	0·0195	0·500	0·0570
Aluminium (Al ·) ..	nyomokban	—	1·250	0·4356
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·562	0·0907	1·246	0·2054
Chlor (Cl ')	28·400	2·4560	31·950	2·8230
Brom (Br ')	1·832	0·0704	4·662	0·1828
Jod (J ')	0·023	0·0006	0·035	0·0009
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	1938·000	97·3823	1885·131	96·7879
Sulfat (SO ₄ ')	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	12·320		18·000	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	42·657		54·038	
Összes oldott só:	2617·851		2588·300	
Szabad szénsav(CO ₂)	2120·800		1569·920	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00220		1·00220	
Fagyáspont- csökkenés	0·160°		0·170°	
Osmosisos nyomás ..	1·9360 atm.		2·05 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·42		6·44	
Radiumemanáció ..	5·02 Eman		78·73 Eman	
Hőmérséklet	7·8° C (0·5°)		3·0° C (—14·0°)	
1 kg víz száraz- maradék	1664·0 mg		1654·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. III. 11.		1942. III. 15.	

Analízis adatai	9 Borszéki Főkút		10 Borszéki József	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	16·380	1·3546	18·780	1·5215
Natrium (Na ·)	97·330	13·4091	120·386	16·5815
Lithium (Li ·).....	0·220	0·0968	0·300	0·1369
Ammonium (NH ₄)	1·250	0·2219	0·200	0·0351
Calcium (Ca ··)	362·917	57·8960	392·200	61·9940
Magnesium (Mg ··) ..	101·168	26·6565	73·833	19·2323
Strontium (Sr ··) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	0·313	0·0358	2·400	0·2723
Mangan (Mn ··)	0·315	0·0367	0·375	0·0432
Aluminium (Al ···) ..	0·822	0·2926	0·520	0·1832
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·712	0·1199	1·164	0·1940
Chlor (Cl ')	26·625	0·4030	39·760	3·5520
Brom (Br ').....	0·475	0·0234	1·499	0·2594
Jod (J ')	0·027	0·0007	0·026	0·0006
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	1853·552	97·2190	1857·400	96·1940
Sulfat (SO ₄ ').....	3·520	0·2340	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	18·941		14·200	
Metakosavas (H ₂ SiO ₃)	62·010		<u>49·724</u>	
Összes oldott só:	2546·567		2572·767	
Szabad szénsav (CO ₂) ..	3635·720		2837·120	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00200		1·00260	
Fagyáspont- csökkenés	0·080°		0·140°	
Osmosisos nyomás ..	0·964 atm.		1·69 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·26		6·34	
Radiumemanáció ..	7·53 Eman		2·82 Eman	
Hőmérséklet	9·0 °C (3·5°)		6·7° C (0·5°)	
1 kg víz száraz- maradék	1626·0 mg		1570·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. III. 12.		1942. III. 11	

Analízis adatai	I Borszéki Kossuth		I2 Borszéki László	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	46·930	1·9041	33·020	2·0923
Natrium (Na ·)	281·300	19·3610	129·320	13·9310
Lithium (Li ·)	1·848	0·4216	0·360	0·1285
Ammonium (NH ₄ ·) ..	—	—	—	—
Calcium (Ca ·)	656·200	51·8412	440·800	54·4890
Magnesium (Mg ·) ..	200·500	26·1008	142·100	28·9495
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	3·637	0·2062	2·100	0·1850
Mangan (Mn ·)	0·275	0·0159	0·200	0·0180
Aluminium (Al ·) ..	0·850	0·1492	0·750	0·2067
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	1·485	0·1237	0·736	0·0959
Chlor (Cl ')	88·750	3·9630	43·310	3·0260
Brom (Br ')	1·465	0·0290	0·666	0·0206
Jod (J ')	0·066	0·0008	0·034	0·0008
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	3695·670	95·8835	2321·280	96·4380
Sulfat (SO ₄ ')	nyomokban	—	8·125	0·4187
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	49·560		19·260	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>100·810</u>		<u>66·800</u>	
Összes oldott só:	5129·346		3208·861	
Szabad szénsav (CO ₂)	2930·400		2508·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00390		1·00270	
Fagyáspont- csökkenés	0·200°		0·200°	
Osmosisos nyomás..	2·41 atm.		2·41 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·50		6·32	
Radiumemanáció ..	13·47 Eman		20·71 Eman	
Hőmérséklet	5·2° C (—2·0°)		8·6° C (0·0°)	
1 kg víz száraz- maradéka	2746·0 mg		2074·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. III. 11.		1942. III. 12.	

Analízis adatai	I ³ Borszéki Lázár-fürdő		I ⁴ Borszéki Lobogó	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	26·620	1·7135	14·940	1·3448
Natrium (Na ·)	129·830	14·5390	66·862	10·2345
Lithium (Li ·)	0·350	0·1269	0·250	0·1268
Ammonium (NH ₄) ..	0·850	0·1213	1·150	0·2243
Calcium (Ca ·)	429·030	53·8497	347·833	61·0814
Magnesium (Mg ·) ..	143·990	29·5007	92·200	26·6830
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	0·180	0·0162	0·200	0·0252
Mangan (Mn ·)	0·150	0·0137	0·200	0·0256
Aluminium (Al ·) ..	0·425	0·1190	0·650	0·2544
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	1·277	0·1691	1·015	0·1880
Chlor (Cl ')	42·600	3·0237	22·010	2·1824
Brom (Br ')	0·406	0·0127	0·733	0·0322
Jod (J ')	0·025	0·0005	0·030	0·0008
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	2343·947	96·6790	1688·385	97·3805
Sulfat (SO ₄ ')	2·200	0·1150	2·950	0·2161
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	23·676		12·627	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	68·120		57·210	
Összes oldott só :	3213·676		2309·245	
Szabad szénsav (CO ₂)	2553·320		2466·200	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00280		1·00180	
Fagyáspont- csökkenés	0·140°		0·070°	
Osmosisos nyomás ..	1·686 atm.		0·843 atm.	
Hidrogénkitevő (p _H)	6·40		6·21	
Radiumemanáció ..	1·75 Eman		5·17 Eman	
Hőmérséklet	7·8° C (3·5°)		8·8° C (3·5°)	
1 kg víz száraz- maradéká	2046·0 mg		1396·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. III. II.		1942. III. II.	

Analízis adatai	15 Borszéki Madonna		16 Borszéki Pásztor-kút	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	32·450	2·2964	24·000	2·326
Natrium (Na ·)	131·158	15·7790	92·460	15·252
Lithium (Li ·)	0·560	0·2234	0·120	0·065
Ammonium (NH ₄ ·) ..	—	—	1·400	0·295
Calcium (Ca ·)	395·808	54·6467	349·600	66·254
Magnesium (Mg ·) ..	118·800	27·0308	49·800	15·260
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	0·113	0·0111	1·775	0·241
Mangan (Mn ·)	0·125	0·0126	0·325	0·045
Aluminium (Al ·) ..	nyomokban	—	0·620	0·262
		<hr/> 100·0000		<hr/> 100·000
Anionok:				
Fluor (F ')	0·760	0·1107	0·554	0·110
Chlor (Cl ')	43·310	3·3796	40·825	4·374
Brom (Br ')	0·466	0·0161	0·566	0·027
Jod (J ')	0·025	0·0006	0·023	0·001
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	2133·200	96·4930	1533·553	95·488
Sulfat (SO ₄ ' ')	nyomokban	—	nyomokban	—
		<hr/> 100·0000		<hr/> 100·000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	13·010		14·200	
Metakovaszav (H ₂ SiO ₃)	55·730		33·280	
Összes oldott só :	2925·515		2143·101	
Szabad szénsav (CO ₂)	2434·840		1931·600	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00250		1·00200	
Fagyáspont- csökkenés	0·150°		0·130°	
Osmosisos nyomás ..	1·181 atm.		1·57 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·28		6·34	
Radiumemanáció ..	8·08 Eman		5·64 Eman	
Hőmérséklet	9·0 °C (0·0°)		1·5 °C (—1·0°)	
1 kg víz száraz- maradéká	1832·0 mg		1774·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. III. 12.		1942. III. 11.	

Analízis adatai	17 Borszéki Ósáros-fürdő		18 Borszéki Petőfi	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	7·530	0·9882	8·520	0·8263
Natrium (Na ·)	31·081	6·9346	35·760	6·0365
Lithium (Li ·)	0·161	0·1155	0·210	0·1174
Ammonium (NH ₄ ·) ..	1·350	0·3840	—	—
Calcium (Ca ··)	222·200	56·8900	306·707	59·3790
Magnesium (Mg ··) ..	80·846	34·1147	104·000	33·1896
Strontium (Sr ··) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	0·356	0·0654	1·140	0·1537
Mangan (Mn ··)	0·125	0·0225	0·400	0·0565
Aluminium (Al ···) ..	0·850	0·4851	0·550	0·2374
Réz (Cu ··)	nyomokban	—	—	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	1·454	0·3927	0·515	0·1052
Chlor (Cl ')	14·200	2·0550	22·490	2·4610
Brom (Br ')	0·543	0·0340	0·932	0·0452
Jod (J ')	0·011	0·0005	0·009	0·0004
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	1152·320	97·1204	1531·500	97·3882
Sulfat (SO ₄ ')	3·720	0·3974	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	9·470		8·520	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>32·240</u>		<u>35·040</u>	
Összes oldott só :	1558·457		2056·293	
Szabad szénsav (CO ₂)	1300·376		2688·400	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00120		1·00190	
Fagyáspont- csökkenés	0·065°		0·165°	
Osmosisos nyomás ..	0·783 atm.		1·99 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·65		6·18	
Radiumemanáció ..	9·35 Eman		11·65 Eman	
Hőmérséklet	7·7 C° (3·5°)		3·5 C° (—0·3°)	
1 kg víz száraz- maradéká	956·0 mg		1178·0 mg	
Vízmintha vételezése	1942. III. II.		1942. III. II.	

Analízis adatai	19 Borszéki Ősforrás		20 Csíkszereda-Zsögöd I.	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	40·970	1·6746	8·880	1·5370
Natrium (Na ·)	233·630	16·2359	147·671	42·2690
Lithium (Li ·)	0·345	0·0794	0·120	0·1170
Ammonium (NH ₄ ·)	0·800	0·0709	—	—
Calcium (Ca ··)	720·635	57·4660	97·392	32·8816
Magnesium (Mg ··)	185·200	24·3388	39·411	21·9285
Strontium (Sr ··) ..	nyomokban	—	—	—
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	0·400	0·0227	4·050	0·9814
Mangan (Mn ··)	0·150	0·0087	0·319	0·0785
Aluminium (Al ···) ..	0·580	0·1030	0·275	0·2070
		100·0000		100·0000
Anionok:				
Fluor (F ')	2·068	0·1739	0·241	0·0858
Chlor (Cl ')	63·900	2·8800	21·500	4·1020
Brom (Br ')	0·533	0·0107	0·800	0·0677
Jod (J ')	0·011	0·0001	0·050	0·0025
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	3701·400	96·9350	862·540	95·6494
Sulfat (SO ₄ '')	nyomokban	—	0·650	0·0915
Arsenat (AsO ₄ '''') ..	0·030	0·0003	0·080	0·0011
		100·0000		100·0000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	36·940		29·430	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	119·152		98·780	
Összes oldott só :	5106·734		1308·189	
Szabad szénsav (CO ₂)	2904·000		952·900	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00270		1·00130	
Fagyáspont- csökkenés	0·220°		0·071°	
Osmosisos nyomás ..	2·65 atm.		0·856 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·46		8·00	
Radiumamanáció ..	6·37 Eman		0·364 Eman	
Hőmérséklet	3·8 °C (—14·0°)		8·0 C° (—4·5°)	
1 kg víz száraz- maradéká	2853·0 mg		916·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. III. 11.		1943. III. 5.	

Analízis adatai	21 Csíkszereda—Zsögöd II.		22 Csíkszereda—Zsögöd III.	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	7·380	1·2500	5·110	1·7444
Natrium (Na ·)	156·150	44·9633	63·180	36·6675
Lithium (Li ·)	0·100	0·0954	0·100	0·1923
Ammonium (NH ₄ ·) ..	0·850	0·3120	0·150	0·1110
Calcium (Ca ·)	98·450	32·5321	46·489	30·9615
Magnesium (Mg ·) ..	35·588	19·3782	24·967	26·7884
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	—	—
Vas (Fe ·)	5·070	1·2053	6·870	3·2841
Mangan (Mn ·)	0·330	0·0796	0·516	0·2508
Aluminium (Al ···)	0·250	0·1841	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·140	0·0488	0·272	0·1911
Chlor (Cl ')	20·500	3·8286	20·050	7·5471
Brom (Br ')	0·850	0·0704	0·750	0·1253
Jod (J ')	0·040	0·0021	0·055	0·0058
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	883·280	95·9664	420·680	92·0168
Sulfat (SO ₄ '")	0·540	0·0745	0·410	0·1139
Arsenat (AsO ₄ '") ..	0·065	0·0092	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	33·540		18·480	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>111·300</u>		<u>111·300</u>	
Összes oldott só :	1354·423		719·379	
Szabad szénsav (CO ₂)	664·300		1100·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00139		1·00067	
Fagyáspont- csökkenés	0·083°		0·036°	
Osmosisos nyomás..	1·000 atm.		0·434 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	8·11		8·10	
Radiumemanáció ..	0·44 Eman		0·55 Eman	
Hőmérséklet	8·0 C° (-4·5°)		14·7 C° (1·5° C)	
1 kg víz száraz- maradéká	936·0 mg		502·0 mg	
Víz minta vételezése	1943. III. 5.		1943. III. 5.	

|Analízis adatai	23 Csíkszereda—Zsögöd IV.		24 Csíkszereda Katalin	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	12·950	3·7087	10·440	2·8776
Natrium (Na ·)	78·920	38·4256	72·427	33·8007
Lithium (Li ·)	0·150	0·2420	0·165	0·3937
Ammonium (NH ₄ ·)	nyomokban	—	—	—
Calcium (Ca ·)	51·313	28·6700	63·873	34·3930
Magnesium (Mg ·)	29·446	27·1091	26·133	23·1600
Strontium (Sr ·)	nyomokban	—	—	—
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	—	—
Vas (Fe ·)	4·100	1·6442	13·560	5·2338
Mangan (Mn ·)	0·494	0·2014	0·360	0·1442
Aluminium (Al ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·187	0·1102	0·369	0·2093
Chlor (Cl ')	56·020	17·6904	31·000	9·4216
Brom (Br ')	0·429	0·0604	1·944	0·2621
Jod (J ')	0·045	0·0044	0·034	0·0029
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	446·724	81·9720	508·511	89·8064
Sulfat (SO ₄ '')	0·620	0·1445	1·250	0·2805
Arsenat (AsO ₄ '')	0·075	0·0181	0·074	0·0172
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	21·220		nyomokban	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	110·520		<u>137·550</u>	
Összes oldott só :	813·213		867·790	
Szabad szénsav (CO ₂)	1075·000		1240·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00079		1·00110	
Fagyáspont- csökkenés	0·053°		0·04°	
Osmosisos nyomás	0·639 atm.		0·48 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	8·32		6·702	
Radiumemanáció	0·73 Eman		4·0 Eman	
Hőmérséklet	10·0 C° (1·1°)		20·75 C° (20·1°)	
1 kg víz száraz- maradék	545·0 mg		748·0 mg	
Víz minta vételezése	1943. III. 5.		1943. IX. 15.	

Analízis adatai	25 Félicfürdői Bálint		26 Félicfürdői Félic	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kálium (K ·)	5·960	1·2308	3·550	0·7424
Nátrium (Na ·)	33·355	11·7108	20·977	7·4590
Lithium (Li ·)	0·090	0·1047	0·080	0·0942
Calcium (Ca ·)	165·000	66·4783	157·180	64·1460
Magnesium (Mg ·)	29·941	19·8855	40·114	27·0467
Strontium (Sr ·) ..	1·900	0·3503	0·180	0·0336
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	0·175	0·0506	1·025	0·2930
Mangan (Mn ·)	0·020	0·0059	0·060	0·0178
Alumínium (Al ·) ..	0·210	0·1881	0·180	0·1628
Réz (Cu ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·479	0·2050	0·529	0·2282
Chlor (Cl ')	14·400	3·3028	15·400	3·5600
Brom (Br ')	0·100	0·0102	0·071	0·0073
Jod (J ')	0·012	0·0007	0·011	0·0007
Sulfat (SO ₄ '')	279·360	47·3003	276·500	47·0770
Hydrocarbonat (HCO ₃ '')	369·050	<u>49·1810</u>	366·000	<u>49·1268</u>
		100·0000		100·0000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	6·270		3·640	
Metakóvasav (H ₂ SiO ₃)	<u>40·700</u>		<u>41·800</u>	
Összes oldott só :	947·022		927·397	
Szabad szénsav (CO ₂)	316·800		305·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00110		1·00105	
Fagyáspont- csökkenés	0·05°		0·048°	
Osmosisos nyomás ..	0·60 atm.		0·58 atm.	
Hidrogénkitevő (p _H)	7·10		6·96	
Rádiumemanáció ..	0·728 Eman		3·64 Eman	
Hőmérséklet	48·25 C° (22·0°)		41·3 C° (22·0°)	
1 kg víz száraz- maradéká	0·8205 mg		810·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. VII. 10.		1941. VII. 10.	

Analízis adatai	27 Homoródi Anna		28 Homoródi Fenyves	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	25·134	2·416	21·300	2·614
Natrium (Na ·)	188·540	31·516	216·482	45·170
Lithium (Li ·)	0·800	0·443	0·250	0·173
Calcium (Ca ·)	139·100	26·693	70·190	16·820
Magnesium (Mg ·)	106·683	33·730	62·656	24·722
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ·)	—	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	15·750	2·169	38·228	6·571
Mangan (Mn ·)	0·500	0·070	0·300	0·052
Alumínium (Al ·)	6·960	2·963	7·300	3·878
Réz (Cu ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Ezüst (Ag ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·000</u>		<u>100·000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·419	0·100	0·264	0·066
Chlor (Cl ')	218·080	23·690	222·000	30·031
Brom (Br ')	0·554	0·027	0·519	0·032
Jod (J ')	0·013	0·001	0·009	0·001
Sulfat (SO ₄ ')	3·100	0·249	0·066	0·008
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	1202·516	<u>75·933</u>	888·360	<u>69·862</u>
		<u>100·000</u>		<u>100·000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	25·580		36·140	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>104·750</u>		<u>95·828</u>	
Összes oldott só :	2037·579		1659·892	
Szabad szénsav (CO ₂)	1837·300		2626·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00129		1·00109	
Fagyáspont- csökkenés	0·155°		0·110°	
Osmosisos nyomás ..	1·867 atm.		1·325 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·92		6·61	
Radiumemanáció ..	4·45 Eman		4·22 Eman	
Hőmérséklet	7·0 C° (15·0°)		8·7 C° (15·1°)	
1 kg víz száraz- maradéka	1170·0 mg		1251·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. VI. 10.		1941. VI. 10.	

Analízis adatai	29 Homoródi Homoród		30 Homoródi Mária	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	31·240	2·567	31·950	2·513
Natrium (Na ·)	408·6693	57·083	282·155	37·724
Lithium (Li ·)	0·800	0·370	0·300	0·133
Calcium (Ca ·)	110·600	17·735	137·100	21·043
Magnesium (Mg ·) ..	75·311	19·898	141·797	35·859
Strontium (Sr ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	7·250	0·834	8·500	0·936
Mangan (Mn ·)	0·400	0·047	0·500	0·056
Aluminium (Al ·) ..	4·120	1·466	5·100	1·736
Ezüst (Ag ·)	—	—	nyomokban	—
		100·0000		100·0000
Anionok:				
Fluor (F ')	0·331	0·055	0·339	0·055
Chlor (Cl ')	518·000	46·637	339·000	29·470
Brom (Br ')	0·772	0·030	0·746	0·028
Jod (J ')	0·015	0·001	0·014	0·001
Sulfat (SO ₄ '')	0·062	0·004	0·081	0·005
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	1003·907	<u>53·273</u>	1393·935	<u>70·441</u>
		100·0000		100·0000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	49·480		41·700	
Metakóvasav (H ₂ SiO ₃)	106·200		104·700	
Összes oldott só :	2367·181		2487·917	
Szabad szénsav (CO ₂)	2361·500		2886·700	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00170		1·00175	
Fagyáspont- csökkenés	0·170°		0·175°	
Osmosisos nyomás ..	2·05 atm.		2·109 atm.	
Radiumemanáció (Radon)	12·27 Eman		3·93 Eman	
Hidrogénkitevő (pH)	6·41		6·78	
Hőmérséklet	9·0 C° (15·0°)		9·5 C° (15·0°)	
1 kg víz száraz- maradéká	1729 mg		1582·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. VI. 10.		1941. VI. 10.	

Analízis adatai	31 Kászonimpéri Répáti		32 Kászonimpéri Fehérkő	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	23·140	0·7217	22·870	1·2166
Natrium (Na ·)	1542·311	80·5572	357·870	32·3503
Lithium (Li ·)	0·560	0·0970	1·250	0·3746
Calcium (Ca ·)	167·384	10·0346	406·050	42·1600
Magnesium (Mg ·) ..	86·222	8·4826	108·910	18·6180
Strontium (Sr ·) ..	2·450	0·0673	2·100	0·0997
Barium (Ba ·)	0·688	0·0123	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	0·575	0·0251	9·125	0·6798
Mangan (Mn ·)	0·050	0·0022	0·500	0·0378
Aluminium (Al ···)	nyomokban	—	19·300	4·4632
Réz (Cu ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·652	0·0285	0·362	0·0068
Chlor (Cl ')	87·500	2·9648	156·011	9·1420
Brom (Br ')	1·410	0·0211	2·420	0·0829
Jod (J ')	1·150	0·0108	1·430	0·0230
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	4926·237	96·9685	2664·553	90·7119
Sulfat (SO ₄ '')	0·250	0·0063	nyomokban	—
Fosfat (PO ₄ '')	nyomokban	—	—	—
Arsenat (AsO ₄ '') ..	nyomokban	—	0·750	0·0334
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	83·500		60·160	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>49·950</u>		<u>38·950</u>	
Összes oldott só :	6974·029		3852·611	
Szabad szénsav (CO ₂)	2639·000		2970·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00545		1·00162	
Fagyáspont- csökkenés	0·270°		0·140°	
Osmosisos nyomás ..	3·25 atm.		1·69 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·93		7·83	
Radiumemanáció (Radon)	2·87 Eman		3·36 Eman	
Hőmérséklet	7·0° C (10·0° C)		8·0° C (11·0°)	
1 kg víz száraz- maradék	4258·0 mg		2570·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. IX. 29.		1941. IX. 29.	

Analízis adatai	33 Kérőfürdői Bánffy		34 Kővágfőrdői kénés	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	7·600	1·4074	3·834	0·0557
Natrium (Na ·)	220·490	69·4263	3828·704	94·6106
Lithium (Li ·)	0·150	0·1565	0·850	0·0700
Ammonium (NH ₄ ·) ..	—	—	7·015	0·2210
Calcium (Ca ·)	61·700	22·2816	73·913	2·1440
Magnesium (Mg ·) ..	11·300	6·7282	61·115	2·8056
Strontium (Sr ·) ..	—	—	0·020	0·0003
Barium (Ba ·)	—	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	nyomokban	—	1·050	0·0106
Mangan (Mn ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Aluminium (Al ·) ..	nyomokban	—	1·300	0·0822
Réz (Cu ·)	—	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·645	0·2458	1·169	0·035
Chlor (Cl ')	105·300	21·4410	2204·550	35·2960
Brom (Br ')	0·385	0·0358	2·664	0·0190
Jod (J ')	0·190	0·0108	0·717	0·0030
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	523·380	62·1014	6580·924	61·2260
Sulfat (SO ₄ '')	107·255	16·1652	289·440	3·4210
Arsenat (AsO ₄ '') ..	nyomokban	—	—	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	3·770		25·640	
Metakóvasav (H ₂ SiO ₃)	<u>33·554</u>		<u>41·470</u>	
Összes oldott só :	1075·419		13124·361	
Szabad szénsav (CO ₂)	80·000		390·000	
Kénhidrogén (H ₂ S)	nyomokban		95·164	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00086		1·00980	
Fagyáspont- csökkenés	0·05 C°		0·672 C°	
Osmosisos nyomás..	0·6 atm.		8·09 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·77		7·15	
Rádiumemanáció ..	19·3 Eman		0·73 Eman	
Hőmérséklet	14·1 C° (23·		12·0 C° (17·5°)	
1 kg víz száraz- maradék	7500·0 mg		10013·0 mg.	
Víz minta vételezése	1942. VI. 14.		1941. VIII. 23.	

Analízis adatai	35 Kovácsnai Árpád		36 Kovácsnai Horgász	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	125·670	2·4916	10·920	0·2938
Natrium (Na ·)	2467·670	83·1928	1714·100	78·5100
Lithium (Li ·)	0·650	0·0726	0·750	0·1137
Ammonium (NH ₄ ·)	nyomokban	—	0·125	0·0076
Calcium (Ca ··)	215·714	8·3438	205·950	10·8450
Magnesium (Mg ··) ..	82·726	5·2734	110·695	9·5905
Strontium (Sr ··) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	11·980	0·3326	1·125	0·0424
Mangan (Mn ··)	0·900	0·0254	0·900	0·0345
Aluminium (Al ···) ..	3·060	0·2578	4·800	0·5625
		100·0000		100·0000
Anionok:				
Fluor (F ')	0·526	0·0214	0·131	0·0073
Chlor (Cl ')	1577·825	34·4731	713·500	21·1716
Brom (Br ')	5·627	0·0612	4·370	0·0575
Jod (J ')	2·372	0·0141	1·110	0·0088
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	4521·500	57·4016	4341·126	74·9710
Sulfat (SO ₄ ' ')	25·200	0·4067	172·480	3·7838
Arsenat (AsO ₄ ' ' ') ..	0·174	0·0029	nyomokban	—
Borat (BO ₂ ')	420·900	7·6190	—	—
		100·0000		100·0000
Vegyületek:				
Metaborsav (HBO ₃)	—	—	213·613	—
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	34·667	—	30·750	—
Összes oldott só :	9497·161	—	7526·445	—
Szabad szénsav (CO ₂)	2480·000	—	2206·000	—
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00700	—	1·00533	—
Fagyáspont- csökkenés	0·55 C°	—	0·450 C°	—
Osmosisos nyomás..	6·04 atm.	—	5·42 atm.	—
Hidrogénkitevő (pH)	6·80	—	7·69	—
Radiumemanáció ..	4·25 Eman	—	4·51 Eman	—
Hőmérséklet	10·8 C° (12·0°)	—	9·0 C° (12·0°)	—
1 kg víz száraz- maradéká	7194·0 mg	—	5124·0 mg	—
Vizminta vételezése	1943. X. 18.	—	1941. X. 7.	—

Analízis adatai	37 Málnási Mária		38 Nagybányai Fokhagymás	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Hidrogén (H ·)	—	—	1·320	3·71875
Kalium (K ·)	84·500	1·4712	22·730	1·65176
Natrium (Na ·)	3099·785	91·1844	8·650	1·06846
Lithium (Li ·)	6·066	0·5949	nyomokban	—
Ammonium (NH ₄ ·) ..	—	—	2·125	0·33466
Calcium (Ca ·)	145·714	4·9493	85·557	12·16857
Magnesium (Mg ·) ..	27·929	1·5657	86·400	20·18455
Strontium (Sr ·) ..	—	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	9·617	0·2345	396·630	40·34663
Mangan (Mn ·)	nyomokban	—	42·200	4·36510
Cink (Zn ·)	—	—	13·320	1·15739
Réz (Cu ·)	—	—	0·080	0·00710
Molibden (Mo ·) ..	—	—	0·050	0·00568
Higany (Hg ·)	—	—	0·001	0·00003
Aluminium (Al ·) ..	nyomokban	—	47·440	14·99130
Cobalt (Co ·)	—	—	nyomokban	—
Nikkel (Ni ·)	—	—	nyomokban	—
Ón (Sn ·)	—	—	nyomokban	—
Cadmium (Cd ·) ..	—	—	nyomokban	—
Ezüst (Ag ·)	—	—	nyomokban	—
Arany (Au ·)	—	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·00000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·479	0·0172	1·532	0·19926
Chlor (Cl ')	1248·085	23·9600	nyomokban	—
Brom (Br ')	6·146	0·0523	0·064	0·00227
Jod (J ')	2·556	0·0137	0·038	0·00085
Sulfat (SO ₄ '')	25·950	0·3679	1685·846	99·71410
Phosphat (PO ₄ '') ..	—	—	nyomokban	—
Arsenat (AsO ₄ '') ..	0·052	0·0008	1·359	0·08352
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	6775·880	75·5882	—	—
Hydroszulfid (HS ') ..	—	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·00000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	671·000		91·874	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>47·450</u>		<u>7·850</u>	
Összes oldott só :	12151·249		2495·066	
Szabad szénsav (CO ₂)	2383·000		—	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00890		1·0023	
Fagyáspont- csökkenés	0·64 C°		0·098 C°	
Osmosisos nyomás ..	7·71 atm.		1·18 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·63		2·72	
Radiumemanáció ..	1·82 Eman		1·6 Eman	
Hőmérséklet	9·90 C° (9·4°)		12·0 C° (17·5°)	
1 kg víz száraz- maradék	9272·0 mg		2480·0 mg	
Víz minta vételezése	1943. X. 19.		1941. VIII. 23.	

Analízis adatai	39 Románszentgyörgyi Hébe I		40 Románszentgyörgyi III.	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	154·976	3·1610	151·410	3·1042
Natrium (Na ·)	2233·210	77·6217	2121·550	76·0040
Lithium (Li ·)	2·205	0·2533	3·550	0·4100
Calcium (Ca ·)	297·647	11·8446	317·994	12·7288
Magnesium (Mg ·) ..	102·565	6·7273	102·893	6·7825
Strontium (Sr ·) ..	1·150	0·0209	1·375	0·0252
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	1·275	0·0365	1·875	0·0538
Mangan (Mn ·)	0·350	0·0102	0·300	0·0009
Alumínium (Al ···)	3·667	0·3253	9·989	0·8906
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	1·059	0·0445	1·548	0·0653
Chlor (Cl ')	1681·500	37·8200	1679·732	37·9717
Brom (Br ')	6·160	0·0615	6·110	0·0613
Jod (J ')	0·256	0·0016	0·281	0·0017
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	4749·460	62·0724	4712·250	61·9000
Sulfat (SO ₄ ')	nyomokban	—	nyomokban	—
Nitrat (NO ₃ ')	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	268·387		268·390	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>50·100</u>		<u>51·070</u>	
Összes oldott só :	9553·966		9489·287	
Szabad szénsav (CO ₂)	2233·000		2233·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00702		1·00720	
Fagyáspont- csökkenés	0·470 C°		0·465 C°	
Osmosisos nyomás ..	5·70 atm.		5·48 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	6·61		6·94	
Rádiumemanáció ..	1·8 Eman		1·89 Eman	
Hőmérséklet	11·3 C° (1·4°)		11·3 C° (1·4°)	
1 kg víz száraz- maradéká	7000·0 mg		7026·333 mg	
Vízmintha vételezése	1942. I. 8.		1942. I. 8.	

Analízis adatai	41 Románszentgyörgyi IV.		42 Románszentgyörgyi V.	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	169·150	3·4712	155·940	3·2875
Natrium (Na ·)	2197·250	76·6596	2107·143	75·5436
Lithium (Li ·)	2·500	0·2890	2·100	0·2494
Calcium (Ca ·)	297·646	11·9165	279·422	11·4923
Magnesium (Mg ·)	103·593	6·8350	104·220	7·0637
Strontium (Sr ·)	1·020	0·0186	0·825	0·0155
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	1·875	0·0539	2·025	0·0597
Mangan (Mn ·)	0·250	0·0073	0·140	0·0042
Aluminium (Al ·)	8·391	0·7489	25·136	2·3041
		100·0000		100·0000
Anionok:				
Fluor (F ')	1·145	0·0486	1·289	0·0559
Chlor (Cl ')	1676·225	37·9300	1658·481	38·6418
Brom (Br ')	6·160	0·0618	6·060	0·0625
Jod (J ')	0·256	0·0016	0·281	0·0016
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	4712·250	61·9580	4539·925	61·2382
Sulfat (SO ₄ ')	nyomokban	—	nyomokban	—
Nitrat (NO ₃ ')	nyomokban	—	nyomokban	—
		100·0000		100·0000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	262·746		272·115	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	53·700		54·600	
Összes oldott só:	9494·207		9210·102	
Szabad szénsav (CO ₂)	2327·000		2050·600	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00663		1·00721	
Fagyáspont- csökkenés	0·455 C°		0·450 C°	
Osmosisos nyomás	5·36 atm.		5·30 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·06		7·10	
Radiumemanáció	197·6 Eman		191·46 Eman	
Hőmérséklet	11·2 C° (1·4°)		11 C° (1·4°)	
1 kg víz száraz- maradék	7016·166 mg		6849·0 mg	
Víz minta vételezése	1942. I. 8.		1942. I. 8.	

Analízis adatai	43 Sepsibodoki Matild		44 Székelyudvarhelyi Szejké	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	54·386	1·8258	nyomokban	—
Natrium (Na ·)	1312·000	74·6986	117·990	18·079
Lithium (Li ·)	5·507	1·0415	0·210	0·106
Ammonium (NH ₄ ·)	—	—	nyomokban	—
Calcium (Ca ··)	238·517	15·5853	125·860	22·133
Magnesium (Mg ··)	63·020	6·7860	194·825	56·508
Strontium (Sr ··)	—	—	nyomokban	—
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	0·847	0·0398	0·250	0·032
Mangan (Mn ··)	0·494	0·0230	1·250	0·160
Aluminium (Al ···)	nyomokban	—	7·634	2·982
Réz (Cu ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·313	0·0216	0·195	0·036
Chlor (Cl ')	362·500	13·3877	56·640	5·625
Brom (Br ')	2·532	0·0415	1·056	0·047
Jod (J ')	1·361	0·0140	0·012	0·001
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	4007·540	86·0036	1629·920	94·291
Sulfat (SO ₄ ' ·)	19·500	0·5316	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	200·800		3·336	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	21·700		28·910	
Összes oldott só :	6291·017		2168·088	
Szabad szénsav (CO ₂)	2254·800		2427·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00604		1·00215	
Fagyáspont- csökkenés	0·380 C°		0·140 C°	
Osmosisos nyomás ..	4·58 atm.		1·69 atm.	
Hidrogénkitevő (p _H) ..	9·14		6·90	
Rádiumemanáció ..	11·87 Eman		10·25 Eman	
Hőmérséklet	9·1 C° (1·1°)		10·0 C° (15·0°)	
1 kg víz száraz- maradéká	4513·500 mg		1058·0 mg	
Víz minta vételezése	1943. III. 1.		1941. VI. 15.	

Analízis adatai	45		46	
	Székelyudvarhelyi Budvár		Székelyudvarhelyi Kápolnás	
	mg/1 kg	egyenérték %	mg/1 kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	2·229	0·0331	0·880	0·043
Natrium (Na ·)	3698·781	93·6050	847·205	70·373
Lithium (Li ·)	0·300	0·0251	4·600	1·266
Ammonium (NH·)	0·620	0·0195	nyomokban	—
Calcium (Ca ··)	119·800	3·4888	88·390	8·428
Magnesium (Mg ··) ..	45·251	2·1690	121·076	19·021
Strontium (Sr ··) ...	nyomokban	—	nyomokban	—
Barium (Ba··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	30·100	0·6143	0·550	0·037
Mangan (Mn ··)	1·500	0·0317	0·850	0·059
Aluminium (Al··)	0·210	0·0135	3·653	0·773
Ezüst (Ag ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Réz (Cu ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Ón (Sn ··)	—	—	nyomokban	—
		<hr/>		<hr/>
		100·0000		100·000
Anionok:				
Fluor (F ')	0·529	0·0162	0·349	0·035
Chlor (Cl ')	5375·000	88·2218	1638·325	88·264
Brom (Br ')	4·220	0·0309	1·945	0·046
Jod (J ')	0·160	0·0007	0·081	0·001
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	1717·860	11·6186	372·100	11·654
Sulfat (SO ₄ ')	9·200	0·0008	nyomokban	—
Nitrát (NO ₃ ')	nyomokban	—	—	—
		<hr/>		<hr/>
		100·0000		100·000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	2·240		5·560	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	26·965		14·521	
Organikus anyag ..	nyomokban		—	
Összes oldott só :	10534·962		3100·085	
Szabad szénsav (CO ₂)	1096·000		150·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00757		1·00221	
Fagyáspont- csökkenés	0·55 C°		0·220 C°	
Osmosisos nyomás ..	6·89 atm.		2·65 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·69		7·45	
Radiumemanáció ..	6·60 Eman		10·20 Eman	
Hőmérséklet	10·0 C° (15·0°)		15·5 C° (16·0°)	
1 kg víz száraz- maradéká	9589·0 mg		2810·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. VI 15..		1941. VI. 15	

Analízis adatai	47 Szalárd Hősök-terén		48 Tusnádi Főkút	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	6·670	0·2835	97·500	3·7720
Natrium (Na ·)	386·000	27·9006	791·396	52·0603
Lithium (Li ·)	0·180	0·0430	0·583	0·1271
Ammonium (NH ₄ ·) ..	0·250	0·0250	nyomokban	—
Calcium (Ca ·)	305·000	25·2910	250·399	14·0101
Magnesium (Mg ·) ..	327·500	44·7780	199·440	24·8120
Strontium (Sr ·) ..	3·100	0·1176	5·250	0·1812
Barium (Ba ·)	0·900	0·0218	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	12·700	0·7560	0·300	0·0162
Mangan (Mn ·)	0·250	0·0151	0·200	0·0110
Aluminium (Al ·) ..	4·156	0·7684	0·654	0·1101
Réz (Cu ·)	nyomokban	—	—	—
		100·0000		100·0000
Anionok:				
Fluor (F ')	0·270	0·0240	0·399	0·0317
Chlor (Cl ')	18·300	0·8597	91·000	3·8839
Brom (Br ')	0·045	0·0009	0·720	0·0120
Jod (J ')	0·056	0·0007	0·027	0·0003
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	3630·720	99·1147	3884·541	96·0730
Sulfat (SO ₄ ')	nyomokban	—	nyomokban	—
		100·0000		100·0000
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	8·730		42·700	
Metakóvasav (H ₂ SiO ₃)	63·514		133·900	
Összes oldott só :	4768·345		5499·009	
Szabad szénsav (CO ₂)	3288·600		2109·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00270		1·00394	
Fagyáspont- csökkenés	0·17°		0·24°	
Osmosisos nyomás ..	2·05 atm.		2·69 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·29		7·90	
Radiumemanáció (Radon)	7·65 Eman		9·7 Eman	
Hőmérséklet	13·0° C (22·0°)		8·0° C (13·5°)	
1 kg víz száraz- maradéká	3075·000 mg		2807·000 mg	
Víz minta vételezése	1941. VI. 20.		1941. X. 10.	

Analízis adatai	49 Tusnádi Ilona		50 Tusnádi Mikes	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	93·720	2·8639	52·450	5·7675
Natrium (Na ·)	1290·023	71·9296	357·602	66·7671
Lithium (Li ·)	0·650	0·1199	0·650	0·4019
Ammonium (NH ₄ ·) ..	12·350	0·8764	2·950	0·7018
Calcium (Ca ·)	272·363	17·3968	57·900	12·4000
Magnesium (Mg ·) ..	57·335	6·0362	26·570	9·3778
Strontium (Sr ·) ..	3·250	0·0949	2·960	0·2899
Barium (Ba ·)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ·)	12·900	0·5915	25·500	3·9190
Mangan (Mn ·)	1·950	0·0908	2·400	0·3750
Aluminium (Al ·) ..	nyomokban	—	nyomokban	—
Réz (Cu ·)	—	—	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·981	0·0661	0·289	0·0652
Chlor (Cl ')	2231·850	80·5300	581·495	70·3886
Brom (Br ')	2·106	0·0337	1·332	0·0715
Jod (J ')	0·106	0·0010	0·079	0·0025
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	920·490	19·2744	419·070	29·4722
Sulfat (SO ₄ ')	3·560	0·0948	—	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·0000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₂)	222·206		61·960	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>128·450</u>		<u>105·200</u>	
Összes oldott só :	5254·287		1698·497	
Szabad szénsav (CO ₂)	2190·000		2550·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00388		1·00132	
Fagyáspont- csökkenés	0·308 C°		0·132 C°	
Osmosisos nyomás ..	3·71 atm.		1·53 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·78		7·88	
Radiumemanáció ..	17·0 Eman		11·3 Eman	
Hőmérséklet	22·25 C° (15·5°)		15·0 C° (13·5°)	
1 kg víz száraz- maradék	4762·0 mg		1350·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. X. 10.		1941. X. 10.	

Analízis adatai	51 Tusnádi Szent-Anna I.		52 Tusnádi Szent-Anna II.	
	mg/l kg	egyenérték %	mg/l kg	egyenérték %
Kationok:				
Kalium (K ·)	157·620	6·9985	198·800	7·58784
Natrium (Na ·)	894·240	67·4950	1029·186	65·48381
Lithium (Li ·)	0·320	0·0800	0·120	0·02671
Ammonium (NH ₄ ·) ..	9·250	0·8900	9·200	0·76105
Calcium (Ca ··)	133·315	11·5478	244·100	18·17347
Magnesium (Mg ··) ..	78·442	11·1985	52·400	6·43043
Strontium (Sr ··) ..	5·100	0·2020	4·300	0·14980
Barium (Ba ··)	nyomokban	—	nyomokban	—
Vas (Fe ··)	15·000	0·9325	23·000	1·22931
Mangan (Mn ··)	2·700	0·1706	2·900	0·15758
Aluminium (Al ···) ..	2·510	0·4847	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·00000</u>
Anionok:				
Fluor (F ')	0·547	0·0500	4·829	0·37918
Chlor (Cl ')	1554·900	76·1243	1899·250	79·93600
Brom (Br ')	3·250	0·0706	1·092	0·02029
Jod (J ')	0·163	0·0023	0·201	0·00238
Hydrocarbonat (HCO ₃ ')	830·820	23·6365	803·980	19·66217
Sulfát (SO ₄ '')	3·250	0·1163	nyomokban	—
		<u>100·0000</u>		<u>100·00000</u>
Vegyületek:				
Metabórsav (HBO ₃)	155·972		200·840	
Metakovasav (H ₂ SiO ₃)	<u>110·080</u>		<u>114·500</u>	
Összes oldott só :	3957·479		4565·698	
Szabad szénsav (CO ₂)	2260·000		2070·000	
Fiziko-kémiai adatok:				
Fajsúly	1·00274		1·00310	
Fagyáspont- csökkenés	0·284 C°		0·282 C°	
Osmosisos nyomás ..	3·42 atm.		3·40 atm.	
Hidrogénkitevő (pH)	7·87		7·86	
Rádiumemanáció ..	9·7 Eman		7·8 Eman	
Hőmérséklet	19·0 C° (16·0°)		21·0 C° (16·0°)	
1 kg víz száraz- maradéká	3238·0 mg		4168·0 mg	
Víz minta vételezése	1941. X. 10.		1941. X. 10.	

MIKROANALITIKAI KÉMIAI MÓDSZEREK ÁSVÁNYVIZEK RITKÁB ALKATRÉSZEINEK MEGHATÁROZÁSÁRA.

Straub János és munkatársaitól.

(Kivonat dr. Spatz Endre, néhai dr. Vadász Ernő, dr. Hegedűs András, Bogányi Alice, dr. Szabó Sándor és dr. Parády Zoltán doktori értekezéséből.)

Az utóbbi évtizedekben az elemző kémiában bekövetkezett rohamos fejlődés lehetővé tette ásványvizek vizsgálatánál is olyan kolorimetriás, fotometriás, titrimetriás és spektrálanalitikai eljárások kidolgozását, amelyekkel módunkban áll az ásványvizekben néhány mg, illetve ennek még az ezredrészét kitevő mennyiségben előforduló alkatrészeknek nemcsak a kimutatását, hanem legtöbbször mennyileges meghatározását is.

Az erdélyi ásványvizek vizsgálatát megelőző időkben már berendeztünk intézetünkben egy, a modern analitikai kémia eredményeit szem előtt tartó korszerű ásványvízvizsgáló laboratóriumot, melyet bátran állíthattunk egy sorba a külföld hasonló intézményeivel. Megtettünk minden előkészületet az erdélyi ásványvizek vizsgálatának elvégzéséhez, így már meglévő mikromódszereket alapos kritikai tanulmány tárgyává tettünk, hogy azok mennyiben alkalmasak ásványvizek vizsgálatára és esetleges módosításokkal alkalmassá tettük.

Az alább ismertetett módszerek javarészből mikromódszerek, ami annyit jelent, hogy míg a múltban ilyen vizsgálatok elvégzéséhez — ha ilyen vizsgálatra egyáltalában sor került — több száz liter vizet kellett volna felhasználni, addig módszereinkkel az összes alkatrészek meghatározását már kb. 10 liter vízzel elvégezhetjük. Valamennyi módszer az orvosi-vegytani intézetben készült doktori értekezések témáját képezte; ezen kívül számos esetben próbáltuk ki és ellenőrizzük őket. Módszereinket, mint igen jól beváltakat, nagyon ajánlhatjuk azoknak, akik hasonló vizsgálatokkal kívánnak foglalkozni.

Az alábbiakban közlöm az ásványvizekben lévő lithium, kálium, nátrium, fluor, jód, bróm, arzén, valamint a bórsav meghatározására használt módszereket.

I. LITHIUM MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBE.

O. Procke és A. Slouf szerint Szabó Sándor módosításával.

I. A meghatározás lényege :

A lithiumot ferriperjodát káliumperjodátos és káliumhidroxidos oldatával 95—98°C-on LiKFeJ_6 alakban lecsapjuk, a világossárga színű amorf csapadékot leszűrjük, majd kimosás után híg kénsavban oldjuk és szilárd KJ-ot adva hozzá, a kiváló jódot $n/10 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -tal, vagy $n/10 \text{ Na}_3\text{AsO}_3$ -tel titráljuk.

2. A meghatározáshoz szükséges reagensek :

1. *Telített alkoholos oxin-oldat.* Desztillálással megtisztított alkoholhoz addig adunk 8-oxichinolt (Merck pro anal.), míg egy kevés feloldatlan marad.

2. cc. NH_4OH . Merck pro anal. készítmény.

3. *Sósavgázzal telített ethanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).* 94—95%-os etilalkoholt frissen kihevített CaO-ról ledesztillálunk. Egyliteres száraz gázbevezető lombikba kb. 700 ml alkoholt töltünk és hűtés nélkül közepes áramban szilárd NH_4Cl -ből és cc. H_2SO_4 -ból (technikai készítmények) fejlesztett HCl gázt vezetünk bele mindaddig, míg az először rohamosan elnyelődő gáz nagy buborékban távozik. Ezután a megnőtt térfogatú oldatot lehűtjük és a gázbevezetést megismételjük. Az így készült oldat kb. 28,5—29% HCl gázt tartalmaz.

4. *n HCl.* Merck pro anal. készítményből hígítjuk.

5. *KOH + K_2CO_3 .* 100 ml vízben 20 g KOH-ot (Kahlbaum puriss. pro anal. in rot.) és 20 g K_2CO_3 -ot (Kahlbaum pro anal.) oldunk.

6. *2 n KOH.* Kahlbaum vagy Schuchard pro anal. készítményből 12,3 g-ot oldunk 100 ml vízben. Az oldatot paraffinozott üvegben tartjuk.

7. *Káliumferriperjodát reagens.* 2,3 g KJ_6 -ot (Kahlbaum puriss.) 10 ml 2 n KOH-ban oldunk és hozzáadunk 2 ml mólos FeCl_3 -oldatot ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Kahlbaum pro anal.) 40 ml 2 n KOH hozzáadása után addig rázzuk, míg a keletkezett csapadék feloldódott, azután az egészet 100 ml-re feltöltjük. Paraffinozott üvegben tartjuk és hetenként frissen készítjük.

8. *n/4 KOH (mosófolyadék).* Tömény (kevés CO_2 -ot tartalmazó) KOH-ból hígítással készítjük.

9. *n/10, ill. n/50 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.* Szokott módon készül. Títere meghatározás előtt $n/10$, ill. $n/50 \text{ KJ}_6$ -tal meghatározható.

10. *Keményítő oldat.* 1 g oldható keményítőt (Amylum solubile Kahlbaum) kevés vízzel összerázzuk és hozzáadjuk 100 ml forrásban lévő vízhez. Mindig frissen készítjük.

II. *20%-os szulfoszalicilsav.* Merck pro anal. készítményből 20 g-ot 100 ml desztillált vízben oldunk.

12. *LiCl törzsoldatok* készítéséhez különlegesen tisztított Li_2CO_3 -ból indulunk ki. 200 g puriss. LiCl -ot (Ca, Sr, K, Na szennyezést tartalmaz) 500 ml vízben oldunk, az oldatot forrásig melegítjük és kevés $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ot adunk hozzá, mire a Ca és Sr, valamint kevés Li leválik. Az oldatot megsűrjük, s a tiszta szűrletből feleslegben adott $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -tal lecsapjuk a Li_2CO_3 -ot. A csapadékot leszűrjük, kevés hideg vízzel ki-mossuk, majd hozzáadjuk 500 ml vízhez. Lassú kavargatás közben Kipp-készülekből CO_2 -ot vezetünk vízbe, hogy a Li_2CO_3 oldódását LiHCO_3 képződéssel növeljük. $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ órai CO_2 bevezetés után leülepitett csapadékról az oldat tisztáját leöntjük, megsűrjük és a LiHCO_3 -ot forralással elbontjuk. A kicsapódott igen tiszta Li_2CO_3 -ot leszűrjük, kevés hideg vízzel mossuk és 105° -on szárítjuk. Az anyalúggal és az oldatlanul maradt Li_2CO_3 -tal megismételjük a CO_2 bevezetést, forralást és így az egész Li_2CO_3 -ot részletekben átcsapjuk. Az így előállított Li_2CO_3 tisztasága megfelel a spektráltisztaság fokának (idegen anyag legfeljebb 0.0001%). A Li_2CO_3 -ból LiCl oldatot úgy készítünk, hogy a lemért mennyiségű sót kiszámított mennyiségű n sósavval semlegesítjük. Két oldatot készítünk: 1 ml = 1 mg és 1 ml = 100 γ Li tartalommal. A lemérendő Li_2CO_3 súlya 1 liter oldathoz 5.3235, ill. 0.5324 g, a közömbösítéshez szükséges n HCl 144.1, ill. 14.41 ml.

A lithium mennyiségének és alkalmazandó reagens mennyiségének viszonya.

2 ml n KOH-ban van Li γ	Ekvivalens reagens ml	Alkalmazandó reagens ml	Reagens felesleg %
100	0.73	1.00	37
90	0.66	1.00	52
80	0.58	1.00	72
70	0.52	1.00	92
60	0.44	0.90	105
50	0.37	0.80	116
40	0.29	0.65	124
30	0.22	0.50	127
20	0.15	0.35	133
15	0.11	0.25	132
10	0.073	0.20	138

Az ásványvíz előkészítése és a meghatározás kivitele :

Egy liter vizsgálandó ásványvizet kétliteres főzőpohárban 2 csepp metiloranzs mellett normál sósavval közömbösítve 5 ml sósav felesleggel megsavanyítjuk, majd aszbesztlapon $\frac{1}{5}$ -ére besűrítjük. A még meleg oldathoz az ásványvízben oldott sók mennyisége szerint 50—150 ml cc. hidegen telített alkoholos oxin-oldatot adunk, majd az oldatot 5—10 ml cc. NH_4OH -dal meglúgosítjuk. A keletkezett csapadékról az oldatot

25 G₄ jelű üvegszűrőn nagyobb szivatópalackba leszűrjük és a csapadékot 2 × 20 ml NH₄OH-dal gyengén meglúgosított vízzel kimossuk. A szűrlet, ha az oxint elegendő feleslegben használtuk, erősen sárgaszínű. A mintegy 400 ml térfogatú szűrletet nagyobb platinacsészében vízfürdőn szárazra pároljuk, a maradékot pedig légszárítószekrényben a hőmérséklet gyors emelésével 180—200° C-on hevítjük. Ez alatt az oxichinolin felesleg legnagyobb része szublimál, s a visszamaradt sötömeg az alkáliloklidok mellett NH₄Cl-ot, kevés Ca-ot és Mg-ot tartalmaz. Az NH₄Cl teljes elűzése és a visszamaradó kevés oxin elroncsolása végett a hevítést elektromos kemencében folytatjuk. A sötömeget, a hőmérsékletet lassan emelve, 500°-on ½ óráig hevítjük. Elektromos kemence hiányában a hevítést kettős aszbesztlapon is végezhetjük, de így a hőmérsékletet nem tudjuk olyan egyenletesen tartani. A hevítés alatt az NH₄Cl teljesen eltávozik, 500°-on viszont mérhető lithiumvesztés nem következik be. A visszamaradó sötömeget sósavval megnedvesítve, az oldáshoz éppen szükséges desztillált vízben oldjuk, az oldathoz cseppenként kétszeres térfogatú sósavval telített ethanolt adunk az alkáliloklidok főtömegének a leválasztása végett. Az oldatot 3G₄ jelű üvegszűrőn megsűrjük, a szűrőn maradt csapadékot 2 × 5 ml sósavval telített alkohollal kimossuk. Az egyesített szűrleteket desztillált vízzel felhígítva platinaedényben vízfürdőn szárazra pároljuk. A maradékot 10 ml vízben feloldjuk és 10—12 csepp 20% KOH-t és 20% K₂CO₃-ot tartalmazó lúgoldattal lecsapjuk az oxinos leválasztás után visszamaradó kevés Ca-ot és Mg-ot. A csapadékot 3G₄ jelű üvegszűrőn leszűrjük és kevés KOH + K₂CO₃ tartalmú vízzel utánamossuk. A szűrletet sósavval megsavanyítva kezdődő sókiválásig bepároljuk, s az előbb leírt módon eljárva megismételjük az alkáliák leválasztását.

A szűrletet 50 ml-es Erlenmeyer-lombikba bepároljuk, a kevés maradékot 1 ml normál sósavval felvesszük és az alkáliák utolsó nyomait 2 ml sósavval telített alkohol hozzáadásával lecsapjuk, majd egy óra múlva szűrjük. A szűrőn maradó csapadékot 3 × 2 ml sósavval telített alkohollal mossuk, majd az egyesített szűrleteket 25 ml-es Duran-üvegből készült Erlenmeyer-lombikban szárazra pároljuk.

A maradékot 1 ml vízben feloldjuk, 1 ml Zn KOH-dal meglúgosítjuk, s forrásban lévő vízfürdőn három percig előmelegítve, annyi reagenst adunk hozzá, amennyi a tájékoztató meghatározás alapján várható mennyiségnek megfelel. A reagens hozzáadása után 15 percig vízfürdőn tartjuk, majd a csapékos oldatot hideg vízbe állítva lehűtjük. A LiKFeJO₆ csapadékot 3G₄ jelű üvegszűrőn leszűrjük és 3 × 2 ml n/4 KOH-dal mossuk. A szűrő alsó részét az ottmaradt mosófolyadéktól desztillált vízzel leöblítjük, a csapadékot kevés híg kénsavban oldjuk, az oldatot 50 ml-es Erlenmeyer-lombikba szivatjuk és a szűrőt 2 × 5 ml desztillált vízzel utánamossuk.

Az oldathoz 8—10 csepp 20%-os KJ-ot adunk, a kiváló jódot frissen meghatározott titerű $n/10$, vagy $n/50$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -tal, keményítő indikátor mellett megtitráljuk.

1 ml $n/10$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 77.11 \gamma$ Li.

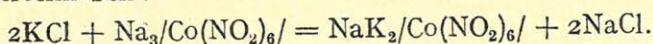
A módszer nagy érzékenysége miatt az alkalmazandó reagensek nagymértékben tiszta anyagból készítenők.

II. KÁLIUM MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBEN.

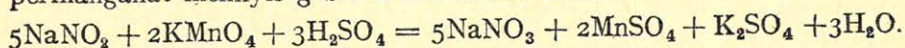
Kramer-Tisdall szerint Parády Zoltán módosításával.

1. A meghatározás lényege :

A vízben lévő K-ot Na-kobaltinitrittel lecsapjuk az alábbi egyenlet értelmében :



A lecsapott K-kettőssőt permanganáttal eloxidáljuk és az elfogyott permanganát mennyiségéből a K kiszámítható.



1 ml 0.01 n $\text{KMnO}_4 = 0.065$ mg K (elméleti).

2. A meghatározáshoz szükséges reagensek :

1. $\text{Na}_3/\text{Co}(\text{NO}_2)_6/$ -oldat. Barna üvegben, jégszekrényben kell tartani. Négy hétig áll csak el. Előállítás a következő :

a) 25 g kristályos $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -et 50 ml desztillált vízben oldunk és hozzáadunk pontosan 12.5 ml jégecetet.

b) 120 g NaNO_2 purissimumot 180 ml vízben enyhe melegítéssel feloldunk. Kihülés után az oldat kb. 220 ml.

Az egész a) oldathoz szivatópalackban 210 ml b) oldatot öntünk vékony sugárban állandó rázogatózás közben. Rögtön barnaszínű NO_2 -gázok keletkeznek. Mindaddig vezetünk rajta keresztül levegőt, míg az összes NO_2 nincs kihajtva. Egy éjjelre jégszekrénybe tesszük, majd szűrjük és barna üvegbe öntjük. Használat előtt az oldatot szűrni kell. A kész oldat $\text{pH} = 5.7$.

2. 4 n H_2SO_4 , 20 ml cc. kénsavat 100 ml-re feltöltünk.

3. $n/50$ KMnO_4 . $n/10$ -ből frissen készítenők.

4. $n/100$ Na-oxalát. $n/10$ -ből hígítva (nach Sörensen).

Előkészítés a meghatározáshoz. Kiindulási mennyiség a víz alkálitartalma szerint $\frac{1}{2}$ —1 liter között váltakozik. A K meghatározása előtt — feltéve, hogy a K-mennyiség nem túlságosan kevés — ajánlatos eredeti térfogatra hígítani az előkészített oldatot és abból 2 ml-t venni a meghatározásához.

Ajánlatos a Na-ot is ugyanebben az előkészített oldatban meghatározni.

A vizsgálandó oldatot néhány csepp metiloranzs jelenlétében sósavval megsavanyítjuk, majd a CO_2 eltávolítása céljából felforraltatjuk és telített $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -t adunk hozzá feleslegben. Ezután melegen szűrjük. A szűrlethez forró $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -ot adunk, hogy a $\text{Ba}(\text{OH})_2$ feleslegét kicsapjuk. Ismét szűrjük, a szűrletet 160° -on szárítjuk. A maradékot gyengén izzítjuk (kezdődő vörös izzásnál jobban nem szabad), hogy az ammóniumsók eltávozzanak. Hevítés után a maradékot kevés vízzel felvesszük és az esetleg még jelenlévő $\text{Ba}(\text{OH})_2$ eltávolítása végett forró ammóniumkarbonátot adunk hozzá. Ismét szárazra pároljuk, majd gyengén izzítjuk. (Ez utóbbi művelet elhagyható, feltéve, hogy először nem alkalmaztunk sok $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -ot.) Ezután a maradékot kevés vízben oldjuk és frissen készített HgO -dal 2 óra hosszáig digeráljuk, hogy az esetleg még jelenlévő MgCl_2 -ot oldhatatlan MgO -dá alakítsuk. Ezután szűrünk, a szűrletet bepároljuk és a HgCl_2 -ot gyenge izzítással eltávolítjuk. A maradékot kevés vízzel felvesszük, sósavval szárazra pároljuk, majd ismert mennyiségű vízben oldjuk és ezáltal nyerünk egy olyan oldatot, mely már csak alkáliákat tartalmaz. A HgO -dal való digerálás tapasztalatunk szerint elhagyható, mert az esetleg visszamaradó kismennyiségű Mg már nem zavar.

3. A meghatározás kivitele :

Négy centrifugacsőbe belemérünk $1-1$ ml vizet és lassan, cseppenként 2 ml reagenst adunk hozzá állandó rázogatózás közben. Állani hagyjuk 45 percig. Ezután még hozzáadunk 2 ml desztillált vizet és jól elkeverjük, majd fél óráig erősen centrifugáljuk. Ezután leszivatjuk egy kapilláris csővel, melynek vége vissza van hajlítva. A centrifugacső forgatása közben annak falán leengedünk 5 ml vizet anélkül, hogy a csapadékot felkevernénk, s utána 5 percig centrifugáljuk abból a célból, hogy a centrifugacső falához tapadó reagenssel keveredjék. Ezt a mosást még háromszor megismételjük. Az utolsó mosóvíznek szintelennek kell lennie. Ezután 2 ml kénsavat és egy kihúzott üvegbottal a folyadékot a csapadékkal elkeverjük. Ezután forró vízfürdőre helyezzük 1 percig, ill., ha sok a csapadék, másfél percig. A rózsaszíneződésnek nem szabad eltűnnie. Hasonlóképpen nem szabad az oldatnak megbarnulnia, mert ilyenkor a meghatározás elromlott. A felesleges permanganátot 2 ml $n/10$ oxaláttal megbontjuk és az oxalát feleslegét $n/50$ permanganáttal visszatitráljuk gyenge rózsaszínig. Az oxalátot gyorsan adjuk hozzá és a titrálásnak forró oldatban kell történnie.

Számítás: 1 ml $n/100$ permanganát eloxidálja a K-kettőssé bizonyos mennyiségét, mely 71,7 K-nak felel meg. De az oxidációhoz és a visszatitráláshoz $n/50$ permanganátot használunk, ezért az elhasznált permanganát mennyiségét meg kell szorozni kettővel. Ebből az oxálsav mennyiségét és a vakpróbaértéket (0,03 ml $n/50$ KMnO_4) le kell vonni.

III. NÁTRIUM MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBE.

Dregus M. szerint, Parády Zoltán módosításával.

1. A meghatározás lényege:

A nátriumot cinkuranilacetáttal lecsapjuk, mint nátriumzinkuranilacetátot ($\text{Na Zn/} \text{UO}_2\text{/}_3\text{/CH}_3\text{COOO/}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$). A csapadékot vízben oldva fenolftalein jelenlétében $n/10$ NaOH-dal titráljuk.

2. A meghatározáshoz szükséges reagensek:

1. Zn-uranilacetát Kolthoff szerint.

a) oldat: 20 g uranilacetátot oldunk enyhe melegítéssel 36 ml, 10%-os ecetsav és 64 ml desztillált víz keverékében.

b) oldat: 60 g Zn-acetátot melegítéssel feloldunk 18 ml 10%-os ecetsav és 82 ml desztillált víz keverékében.

A két oldatot még melegen összeöntjük és 24 órai állás után megsűrjük. Sötét jénai üvegben, jól bedugva, hosszú ideig áll. Használat előtt, ha nem kristálytisztá, megsűrjük.

2. Savanyú mosóalkohol. 500 ml 90—96%-os alkoholhoz 50 ml 10%-os ecetsavat és kb. 0.5 g erre a célra készített Na-Zn-uranilacetátot adunk, az egészet többször erősen összerázzuk és a telített oldatot egy nap múlva szűrjük.— A hármas sötét úgy készítjük, hogy tiszta NaCl-oldatból a Na-ot lecsapjuk (pl. 10 ml 1%-os NaCl, 20 ml alkohol és 30 ml reagens) alkohollal kimossuk és sötét helyen szárítjuk. A Cl reakció kimaradásáig mossuk a csapadékot.

3. Közömbös mosóalkohol. Ugyanúgy készül, mint az előbbi, de ecetsav hozzáadása nélkül. Állás közben a bejutó CO_2 megzavarosítja, ezért jölzáró üvegben kell tartani.

4. Fenolftalein. 1 g fenolftaleint 100 ml alkoholban oldunk és az oldatot csepegtető üvegbe öntjük.

5. $n/10$ NaOH. A szokásos módon készül. Karbonátmentesítés céljából frissen oltott meszet adhatunk hozzá, egy napig állni hagyjuk és szűrjük.

Fontos, hogy a víz: alkohol: reagens aránya 1:2:3 legyen.

3. A meghatározás kivitele:

Az előkészített oldatból veszünk 1 ml-t, ill. kevés Na esetén 2 ml-t, adunk hozzá 2 ml 96%-os alkoholt és 3 ml reagenst. 15 percnyi állás után centrifugáljuk kb. 5 percig. Most a csapadék fölött lévő oldatot visszahajlított végű kapillárisal leszivatjuk. Ezután 2—3 ml savanyú mosóalkoholt adunk hozzá, ismét 5 percig centrifugálunk és leszivatunk. A savanyú mosóalkohollal való mosást mégegyszer megismételjük, majd kétszer közömbös alkohollal mossuk. Mosáskor a csapadékot mindig jól fel kell keverni. A kimosott csapadékot rázással jól felkavarjuk és

CO₂-mentes vízzel (frissen kifőzött és lehűtött desztillált vízzel) 100 ml-es Erlenmeyerbe öblítjük és a centrifugacsövet többször utánaöblítjük, hogy az oldat térfogata 30—40 ml legyen. Az így kapott oldatot 2 csepp fenoltalein hozzáadása után n/10 NaOH-dal titráljuk mikrobürettából. A csapadék oldását a titrálásnak nyomon kell követnie, hogy az oldat a levegőből ne vegyen fel CO₂-t. Közvetlen napfény hatására a csapadék elbomlik.

Számítás: azon az alapon történik, hogy a csapadék 1 molekulája 9 mol NaOH-ot fogyaszt. Mivel 1 mol. hármassó 1 atom Na-ot tartalmaz, 1 ml n/10 NaOH elméletileg 0.256 mg Na-nak felel meg. Azonban tekintettel kell lenni arra, hogy a titrálás elméleti végpontján a színátmenet nem éles és ezért határozott piros színig titrálunk, ami éles határral jelentkezik, de kb. 2% túltitrálást jelent. Azonkívül reagenseink és a desztillált víz mindig tartalmaznak valamennyi Na-ot, amit a módszer érzékenysége miatt nem lehet elhanyagolni. Ez a többlet általában 10 γ Na. Ezek szerint 1 ml n/10 NaOH = 243 γ Na-mal. Nem szükséges a vizet feltétlenül előkészíteni abban az esetben, ha a Ca mennyisége nem haladja meg 10-szeresen a Na mennyiségét. Ellenkező esetben a hiba 10%-nál nagyobb. Zavar a K akkor, ha a Na-hoz viszonyítva 20—30-szoros mennyiségben van jelen, ez azonban nem igen fordul elő. A Liza-
varó hatásától csekély-mennyisége miatt, el lehet tekinteni.

IV. FLUOR MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBEN.

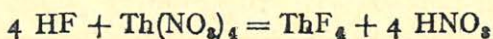
Willard és Winter szerint Fellenberg módosításával.

A fluor-meghatározásokat a Fellenberg által módosított és javított Willard- és Winter-féle módszerrel végeztük. Az általunk már több, mint tíz éve használt módszer, ha kellő szakértelemmel és körültekintéssel alkalmazzuk, kifogástalan és megbízható eredményeket szolgáltat.

1. A módszer lényege

a következő: A fluortartalmú anyagból cc. kénsavval felszabadított hidrogénfluoroszilikátot megfelelő hőmérsékleten (125—130°C) vízgőzzel frakcionáltan átdestilláljuk. Az egyes frakciókat, esetleges semlegesítés után, meghatározott mennyiségű alizarinszulfosavaszóda és sósav hozzáadása után ismert töménységű thoriumnitrát-oldattal titráljuk, míg a sárgás szín a rózsaszínűbe csap át és thoriumtetrafluorid keletkezik. A folyamatot a következő egyenlettel fejezhetjük ki:

$2 \text{H}_2\text{SiF}_6 + 3 \text{Th}(\text{NO}_3)_4 + 6 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{ThF}_4 + 12 \text{HNO}_3 + 2 \text{H}_2\text{SiO}_3$
Hasonlóképpen megy végbe a thoriumnitrát titerének megállapítása NaF-dal.



A valóságban az egyenletben szereplő $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ -nak csak a fele mennyisége fogy el, ami a koncentrációviszonyokkal magyarázható, illetve azzal, hogy a jelenlévő sósavtól a thorium kettős sója (ThF_2Cl_2) keletkezik, ezért az elfogyott $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ -nak megfelelő fluorértéket egy empirikus táblázatból kell kiolvasni.

Ha az összes fluort a $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ megkötötte, mint ThF_4 -t, akkor a következő részlete a $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ -nak a jelenlévő alizarinszulfosavas nátriummal ú. n. thoriumalizarin lakkot ad, melynek színe vörös.

A módszernél ügyelni kell a forrás elhúzóadásának megakadályozására, mert késlelt forrásnál gyenge lökés is elegendő ahhoz, hogy a kénsav finom köd alakjában a szedőbe átmenjen. Az ily. módon a szedőbe kerülő kénsav az eredményt növeli, mert a kénsav a fluorhoz hasonlóan reagál a thoriumnitráttal, bár annál harmincszor gyengébben. A késleltetett forrás megakadályozására elegendő néhány kapilláris csövecske és cukorszén alkalmazása. A Merck-féle pro anal. kénsav is tartalmaz fluort, amitől a kénsavat úgy szabadítjuk meg, hogy porceláncsészében 4—5% súlyvesztésig bepároljuk. Még ilyen esetben is kapunk vakpróbaértéket, ami a készülék üvegyagának fluortartalmától eredhet, bár ez ellen szól az, hogy a különböző üvegből készült edények ugyanazt a vakpróbaértéket adják. A titrálás sósavas közegben történik, nagyobb mennyiségű sósav azonban zavarja a titrálást, ezért a desztillálás előtt a kloridokat Ag_2SO_4 -al kötjük meg.

2. A meghatározáshoz szükséges reagensek :

1.) 0.01 n thoriumnitrát-oldat. Készítjük Merck-féle $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ kb. 4 H_2O -ból. A készítmény tisztaságát úgy állapítjuk meg, hogy meghatározott mennyiségét kiizzítjuk és utána mint ThO_2 -ot mérjük. Ha a készítmény pl. 99.4% tisztaságúnak adódik, akkor 1 liter oldat készítéséhez lemérünk 1.3883 g $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ -ot.

2.) Alizarin reagens. 0.125 g alizarinszulfosavas nátriumot oldunk 1 liter desztillált vízben. Célszerű egy törzsoldatot készíteni (0.5 g oldva 1 literben) és ezt esetenként megfelelően hígítani.

3.) Thoriumnitrát sósavas oldata. 16 ml 0.01 n $\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ -oldatot 37.5 ml n. sósavval elegyítem és feltöltöm 1 literre.

4.) Fluormentes kénsav. 400 ml cc. kénsavat egy 500 ml-es porceláncsészében 4—5% súlyvesztésig bepárolunk. A bepárolás a gőzöléstől számítva 20 percig tart.

5.) n HCl.

6.) Cukorszén-szuszpenzió. 2 g saccharózt 0.5 g pro anal. Na_2CO_3 -al és kevés vízzel elkeverünk. Tecklű-égőn azbeszt drótháló felett addig melegítjük, míg az anyag megbarnul, majd megfeketedik. Ekkor finom porrá dörzsöljük és elektromos kemencében kb. 2 óráig 300° alatt tartjuk. Ilyenkor a tégelyre feltesszük a fedőt, hogy a szén ki ne fusson. A kihűlt

anyagot finom porrá törjük, vízzel összerázzuk, kvant. szűrőpapíron szűrjük és jól kimossuk. A szűrőpapírról lekapart szénét 50 ml kétszer desztillált vízzel összerázzuk.

7.) *Fluormentes desztillált víz.* Szükséges a desztillált vizet KMnO_4 jelenlétében újra ledesztillálni.

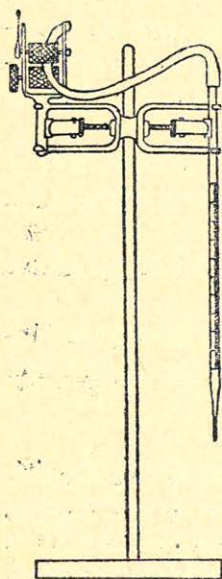
A készülék leírása.

50 ml-es hegyben végződő Claisen-féle lombikot vízgőzfejlesztővel kapcsolunk össze úgy, hogy a gőzbevezető cső vége a lombik aljáig érjen, hasonlóképen helyezünk el egy 150° -os hőmérőt. A lombik másik nyílását gumidugóval zárjuk. A párlatok felfogására a lombik elvezetőcsövét Liebig-féle hűtővel (40 cm) kötjük össze és alája 10 ml-es jelzéssel ellátott kémcsöveket helyezzük el.

3. A meghatározás kivitele.

Egyszersmindenkorra szükséges megállapítani, hogy mennyi a reagens fluor tartalma, és mennyi az a Th-oldat, amely a gyenge rózsaszín előidézéséhez szükséges; ez az, amit vakpróbának nevezünk.

Fluorban szegény vízből 50 ml-t, 1 ml fluormentes n Na_2CO_3 jelenlétében platina csészében szárazra párolunk. (Fluorban gazdag vizekből 10 ml-t bepárlás nélkül használhatunk.) A szárazmaradékot 10 ml kétszer desztillált vízzel és 3 csepp cc. kénsavval felvesszük és átvisszük a desztilláló lombikba. Ezután néhány mg Ag_2SO_4 -ot, 6 ml cc. kénsavat, 2 csepp cukorszénszuszpenziót és 3—4 forrkapillárist téve a lombikba, hozzákezdünk a desztilláláshoz. A vízgőzfejlesztéssel egyidejűleg a Claisen-lombikot is mikrolánggal melegítjük, ügyelve arra, hogy a lombik tartalmának hőmérséklete 124 — 126° között mozogjon, amit a lángokkal szabályozhatunk. A desztillálás kb. félórát vesz igénybe, mialatt kémcsőben 3—4 tíz ml-es párlatot fogunk fel. Az egyes frakciókat külön titráljuk.



1. ábra

Titrálás.

A frakciókhoz 0.2 ml alizarinszulfosavas nátrium-oldatot és 0.5 ml sósavas Th-oldatot adunk és titráljuk 0.01 n Th-mérőoldattal. Össze-hasonlító szín gyanánt 10 ml desztillált vízhez 0.2 ml alizarin- és 0.5 ml sósavas Th-oldat által előállított vörös szín szolgál.

A titráláshoz 0.1 ml-es és 0.001 ml beosztású pipettából házilag készült speciális bürettát szoktunk használni.

A kémcsőben lévő folyadékoszlop színét mindig felülről nézzük. Közvetlen napfényen vagy mesterséges fény mellett ne titráljunk, legjobb napfényes időben, szórt fény mellett titrálni.

A fluor mennyiségének kiszámítása az elhasznált $n/100 \text{ Th}(\text{NO}_3)_4$ -ből.

$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ ml	γF	$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ ml	γF	$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ ml	γF	$\text{Th}(\text{NO}_3)_4$ ml	γF
0.002	0.08	0.102	7.10	0.202	16.20	0.480	43.0
4	0.18	4	7.30	4	16.40	90	44.0
6	0.30	6	7.50	6	16.60	0.500	45.0
8	0.50	8	7.68	8	16.80	10	46.0
0.010	0.50	0.110	7.85	0.210	17.00	20	47.0
2	0.63	2	8.05	2	17.20	30	48.0
4	0.76	4	8.23	4	17.40	40	49.1
6	0.89	6	8.40	6	17.60	50	50.2
8	1.02	8	8.60	8	17.80	60	51.3
0.020	1.15	0.120	8.80	0.220	18.00	70	52.4
2	1.28	2	9.00	2	18.20	80	53.5
4	1.40	4	9.20	4	18.40	90	54.6
6	1.57	6	9.38	6	18.60	0.60	55.7
8	1.70	8	9.55	8	18.80	1	56.8
0.030	1.83	0.130	9.72	0.230	19.00	2	57.9
2	1.97	2	9.90	2	19.18	3	59.1
4	2.10	4	10.05	4	19.34	4	60.2
6	2.23	6	10.20	6	19.50	5	61.3
8	2.35	8	10.40	8	19.65	6	62.4
0.040	2.50	0.140	10.60	0.240	19.80	7	63.4
2	2.65	2	10.78	2	20.0	8	64.8
4	2.77	4	10.95	5	20.5	9	65.9
6	2.90	6	11.10	0.250	21.0	0.70	67.0
8	3.03	8	11.28	5	21.5	1	68.1
0.050	3.17	0.150	11.45	0.260	22.0	2	69.2
2	3.30	2	11.62	5	22.5	3	70.3
4	3.45	4	11.80	0.270	23.0	4	71.4
6	3.57	6	11.95	5	23.5	5	72.5
8	3.70	8	12.10	0.280	24.0	6	73.7
0.060	3.85	0.160	12.25	5	24.5	7	74.9
2	4.00	2	12.42	0.290	25.0	8	76.1
4	4.15	4	12.60	5	25.4	9	77.2
6	4.30	6	12.75	0.300	25.8	0.80	78.3
8	4.42	8	12.90	10	26.6	1	79.5
0.070	4.55	0.170	13.08	20	27.5	2	80.6
2	4.70	2	13.25	30	28.5	3	81.8
4	4.85	4	13.43	40	29.5	4	82.9
6	5.00	6	13.60	50	30.5	5	84.0
8	5.15	8	13.80	60	31.3	6	85.2
0.080	5.30	0.180	14.00	70	32.2	7	86.4
2	5.45	2	14.20	80	33.2	8	87.6
4	5.60	4	14.40	90	34.2	9	88.8
6	5.75	6	14.58	0.400	35.1	0.90	90.0
8	5.90	8	14.84	10	36.0	2	92.2
0.090	6.05	0.190	15.00	20	37.0	4	94.4
2	6.30	2	15.20	30	38.3	6	96.6
4	6.45	4	15.40	40	39.0	8	98.8
6	6.60	6	15.60	50	40.0	1.00	101.0
8	6.75	8	15.80	60	41.0		
0.100	6.90	0.200	16.00	70	42.0		

4. Számítás.

Vakpróbaértékek:

Frakciók	1	2	3	4
ml 0'01 n Th-old.	0'010	0'005	0'005	0'005
γ Fluor	0'50	0'24	0'24	0'24 (táblázat szerint)

A 2—4. frakcióknál fogyott 0'005 ml Th-oldat a színátcsapáshoz szükséges, ezért ezt minden F-értékből levonásba kell hozni.

Frakciók:	1	2	3	4
	0'50	0'24	0'24	0'24
	—0'24	—0'24	—0'24	—0'24
	0'26	0	0	0

26 γ tehát a vakpróbaérték. Ezt csak akkor kell megállapítani, ha új kénsavat használunk.

Vízben lévő fluor meghatározása.

A vizsgálatához használt víz pl. 100 ml legyen.

Frakciók:	1	2	3
ml Th-mérőold.	0'030	0'017	0'005
γ F	1'83	0'95	0'24
	$(1'83 + 0'95) - (2 \times 0'24) = 2'30 \gamma = 0'023 \text{ mg F/L}$		

200 ml vízből kiindulva a kapott érték 0'025 mg F/L, ami az előzővel nagyon jól egyezik.

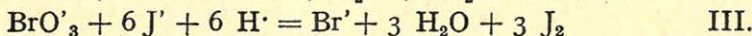
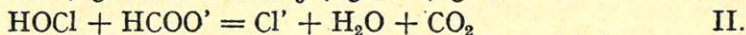
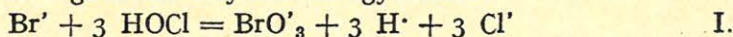
V. BRÓM ÉS JÓD MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBEN.

Bróm-meghatározás Leipert- Watzlaweck szerint. Jód-meghatározás Fellenberg szerint.

A bróm meghatározás lényege:

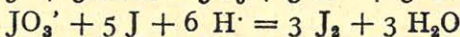
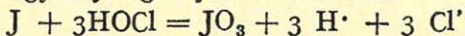
Van der Meulen azon tapasztalatán alapszik, hogy a bróm hipoklorittal lúgos oldatban bromáttá oxidálható, ha a konyhasó jelenlétében bórsav hozzáadásával a hipoklórossavat (HOCl) felszabadítjuk és az oldatot felmelegítjük.

A végbemenő folyamatok egyenletei:



Az I. reakciót klór jelenléte nem zavarja, sőt bizonyos mennyiségű klór jelenléte szükséges.

A III. reakciót gyorsítja az ammoniummolibdenát jelenléte. A brómmal egyidejűleg a jód is oxidálódik.



2. A meghatározáshoz szükséges reagensek:

1.) *Brómmentes NaCl*: telített NaCl (pro anal.) oldatba HCl gázt vezetünk. Nutschon leszivatjuk és kevés vízzel mossuk, majd szárítjuk. (HCl esetleges jelenléte nem zavar.)

2.) *NaOCl-oldat*. 12 g NaOH-ot oldunk 100 ml vízben és bevezetünk 7 g Cl₂ gázt (acélpalackból, vagy KMnO₄ + HCl-ből fejlesztve; klórmészből nem lehet fejleszteni). 2 hónapig jó.

3.) *Kristályos bórsav*.

4.) 10%-os *Na-formiát oldat*.

5.) 5%-os *ammoniummolibdenát oldat*.

6.) *Kb. 2 n HCl*.

7.) *Szilárd KJ pro anal.*

8.) 1%-os *keményítőoldat*.

9.) *n/200 Na₂S₂O₃-oldat*.

Valamennyi reagensnek brómmentesnek kell lennie.

3.) Az ásványvíz előkészítése és a meghatározás kivitele:

A vizsgálandó vízből 500 ml-t egy símafelületű porceláncsészébe viszünk s azt mintegy 50 ml-re bepároljuk. Ha a víz alkalikus, azaz a hidrokarbonát ion milivalkoncentrációja felülmúlja az alkáliföldfém a vas-, a mangán- stb. ionokét, minden további nélkül bepárolhatjuk, mikor is szárazra párolás esetén calcium- és magnéziumkarbonát gyakorlatilag oldhatatlan alakban válik ki. Ha viszont a víz nem alkalikus, akkor annyi jódmentes K₂CO₃-ot adunk hozzá, hogy az mindig feleslegben tartalmazzon karbonátiont, mert másként észrevehető jód és brómvesztés következhet be.

A párologtatással bekonzentrált vizet végül leszűrjük. Az oldhatatlan részt forró vízzel mossuk a lúgos kémhatás kimaradásáig s az így nyert szűrletben, miután azt 100 ml-re kiegészítettük, a bróm és jód meghatározását elvégezzük.

Az előbb nyert sóoldatból 20—20 ml-t Erlenmeyer-lombikba (100 ml-s) pipettázunk. 2 g brómmentes NaCl-t, 1 g bórsavat, valamint 2 ml NaOCl-t adunk hozzá, majd 10 percig forrásban lévő vízfürdőbe merítjük. Ezután a NaOCl feleslegét elroncsoljuk 2 ml Na-formiát-oldattal azbeszt felett, forróbottal 5 percig tartó forralással. Majd vízcsap alatt lehűtve néhány kristályka KJ-t, 1%-os keményítő oldatból néhány cseppet, 1 csepp ammoniummolibdenátot, valamint 5 ml 2 n HCl-t adva hozzá, a kivált jódot n/200 Na₂S₂O₃-tal megtitráljuk. A megsavanyítás előtt az oldatnak nem szabad megkékülnie. Ez akkor történik meg, ha a NaOCl elroncsolása nem ment végbe tökéletesen, s rendszeren, ha a kiindulási oldat túlságosan lúgos és bórsav kevés van jelen.

1 ml $n/200$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -nak megfelel 66·6 γ bróm (+ jód). A titrálásor a jódot is mérjük, tehát a bróm kiszámítása előtt meg kell határozni a jódot és azt levonásba kell hozni.

Jód-meghatározás. Az előbbi sóoldatból 20—20 ml-t platina csészébe pipettázunk és esetleg 1—2 csepp K_2CO_3 hozzáadásával szárazra pároljuk, a maradékot enyhén izzítjuk, kihűlés után 1—2 csepp desztillált vízzel megnedvesítjük és 96%-os alkohollal kivonjuk. Eldörzsöléskor a só-tömegnek zsírhoz hasonló összeállításúnak kell lennie, különben a jód alkoholos kivonása nem megy végbe quantitativé. Az alkoholos kivonást 3—6-szor megismételjük. A kivonatokat egyesítjük és kevés vízzel szárazra pároljuk. A kevés maradéknak ilyenkor hófehérnek kell lennie. Ezt vízzel (2—3 ml) felvesszük és átmoszuk 25 ml-es Erlenmeyer-lombikba, 1 csepp metiloránzst és 3%-os kénsavat adunk hozzá világos vörös színig, majd 3 csepp telített brómos vizet. A bróm feleslegének elűzése végett azbeszt felett főzzük forrbot alkalmazása mellett. Az oldatot 2—3 ml-re bepároljuk és vízcsap alatt erősen lehűtjük, majd néhány morzsányi szilárd KJ-t és néhány csepp 1%-os keményítőoldatot adva hozzá $n/200$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldattal titráljuk.

1 ml $n/200$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ oldatnak megfelel 105·7 γ jód.

A jód meghatározáshoz szükséges reagensek :

1.) 3%-os kénsav. 50 ml cc. kénsavat 2 csepp 30 %-os H_2O_2 -dal kis lánggal 30 percig melegítjük és a 3%-os oldatot ebből készítjük.

2.) Metiloránzs 0·02%-os oldata.

3.) Brómvíz. Bromum pro analysi Merck vagy Kahlbaum készítményből frissen telített oldat.

4.) $n/200$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldat. Beállítva $n/200$ KJO₃-ra.

5.) Jódmentes alkohol (96%-os) és telített jódmentes K_2CO_3 -oldat. Lásd Fellenberg közleményét.

6.) 1%-os keményítőoldat. Amylum solubile Merck készítményből készítjük. 1 g keményítőt 20 ml vízben szuszpendálunk, 80 ml forrásban lévő vízhez adjuk és 1 percig forraljuk, majd azonnal lehűtjük.

VI. ARZÉN MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBEN.

G a n g l és C i e l e s z k y módszerét ásványvizekre alkalmazta
B o g á n y i A.

Az arzénnek ásványvizekben való meghatározásáról az irodalomban kevés adatot találunk és ezek is legtöbbször gravimetriás, ill. kolorimetriás meghatározások (Schröder, Olszewski, Steiner). Ezek az eljárások nem mikro-módszerek, eléggé hosszadalmasak és normális arzéntartalmú ásványvizeknél is legalább 5—30 liter vízből kell a meghatározás elvégzése végett kiindulni.

1. A meghatározás lényege :

A meghatározás elve tulajdonképpen Marsh-tól származik, mely szerint az arzénre vizsgálandó anyagot fejlődő hidrogénnel redukálja AsH_3 -né és ezt hevítéssel megbontja; a tükör alakjában leváló arzént már most oldjuk JCl -ban.

$\text{As} + 5 \text{JCl} + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{AsO}_4 + 5 \text{HCl} + 5 \text{J}$
a kivált jódot KCN jelenlétében KJO_3 -al mérem meg.

$4 \text{J} + 6 \text{HCl} + 5 \text{KCN} + \text{KJO}_3 = 5 \text{JCN} + 6 \text{KCl} + 3 \text{H}_2\text{O}$
1 ml mol/1000 KJO_3 -oldatnak megfelel 77,4 γ (elméleti), ill.
60 γ As (empirikus).

3. A meghatározáshoz szükséges reagensek :

1.) *Törzsoldat.* 0,1320 g As_2O_3 oldva 1 liter vízben. Ez az oldat 100 γ As-t tartalmaz ml-enként. A lemért As_2O_3 -ot 10 ml 10%-os NaOH -al visszük oldatba, és a közvetlen meghatározásokhoz ezt a törzsoldatot 10-szeresére hígítjuk.

2.) *cc. HCl.* $F_s = 1 \cdot 19$. A titráláshoz 1 : 2 arányban hígított sósavat használunk.

3.) *Tisztított és szárított H_2 .* Kipp -készülékben cinkkel és 20%-os H_2SO_4 -val fejlesztett hidrogént krómkénsav (forró tömény H_2SO_4 -ban oldott $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) oldaton vezetjük át.

4.) *Szivacsos Sn.* Ennek készítése *Ci eleszky* szerint a következőképpen történik. Angol Sn-t tömény HCl -al melegítve oldunk, a nyert cc. SnCl_2 -oldatot a szennyezésektől *Gooch*-tégelyen leszűrjük. A kellően felhígított oldatból az Sn-t cink- vagy aluminium-rudakra választjuk ki. Zn-rúdként csak As-mentes készítményt használhatunk, míg Al-rúdként (2—4 mm átmérőjű drót) közönséges kereskedésbelit. Az Sn a rudakra H_2 fejlődés közben válik le szivacszerűen, és onnan a leválás után könnyen eltávolítható, összefüggő, kristályos, szivacsos zacskó alakjában, amelyet azután desztillált vízzel jól kimossunk. Ez az Sn azonban még nem mondható teljesen As-mentesnek, mivel egy meghatározáshoz szükséges mennyiségből kb. 5 γ fejleszthető. Az ónnak As-tól való további tisztítása füstölő HCl -ből készített kb. 6%-os híg HCl -val való főzéssel történik. Ezáltal a még jelenlévő As arzénhidrogénné redukálódik, mely az oldatból eltávozik. A kitermelt szivacsos Sn-t hengerekké sodorjuk össze, és desztillált vízzel gyengén savas kémhatásig gondosan mossuk, az először leöntött híg sósavoldatot a még kitermeletlen SnCl_2 -oldathoz öntjük, és további Sn előállításához használjuk. A kimosott Sn-t nagyobb porcelántálban széttergetjük, és a víztől enyhe melegítéssel szabadítjuk meg. Eltartása jól záró üvegben történik. Az As meghatározásához már egyszer használt Sn (egy meghatározás alkalmával a használt Sn mennyiségének kb. 10—15%-a oldódik fel, a többi visszamarad) regenerálható

Az ilyen összegyűjtött maradék Sn-t vízzel többször kimossuk, 6%-os híg HCl-val melegítjük, majd szárítjuk. (Az így elkészített Sn tisztaságáról használat előtt természetesen meg kell győződnünk oly módon, hogy 4—5 g-jával 1—2 áthajtást végzünk a későbbiekben leírt módon. Az így kapott As tükör titrálásához a n/1000 KJO₃-ból ne fogyjon több 0,040—0,060 ml-nél. Ha a fogyott ml-ek száma ennél több, abban az esetben az Sn-t híg HCl-val tovább főzzük. A vakpróbát időnként célszerű ellenőrizni.)

5.) *JCl-oldat.* Előállítását szintén C i e l e s z k y szerint, a következőképpen történik: 1,56 g KJ-t és 1 g KJO₃-t 50 ml vízben oldunk és az oldatot 50 ml cc. HCl-val elegyítjük. A J₂ kb. 15 percnyi rázogató után oldatba megy, ill. JCl-dá alakul át. Az oldathoz néhány csepp CCl₄-ot adunk és ismét összerázzuk. A CCl₄ kioldja a szabadon maradt jódot és így egyszersmind tájékoztatást nyújt, hogy meddig adjunk még az oldathoz cseppenként híg KJO₃-oldatot. A cél az, hogy az oldat minél kevesebb szabad jódot tartalmazzon, viszont szabad jód még legyen benne. Mindaddig adagolunk tehát KJO₃-oldatot, míg a CCl₄ éppen el nem színtelenedik. Mindez állandó rázogató közben történik és így az oldat felmelegszik. A CCl₄ a kioldott jóddal elpárolog az edény üres részébe, ami egyrészt abból látható, hogy a CCl₄ eltűnik az oldatból, másrészt pedig — ha még sok volt a szabad jód — az oldat feletti tér részben ibolyaszínű gőzök figyelhetők meg. Hogy az ezzel járó bizonytalanságot és újabb CCl₄ cseppek hozzáadását elkerüljük, egy-egy összerázás után jégbe állítjuk. Az oldat citromsárga színe magától a JCl-oldattól van. A kész oldatot fénytől és melegtől óva, jól záró üvegdugós üvegben korlátlan ideig eltarthatjuk.

6.) CCl₄.

7.) *10%-os KCN-oldat.* Készítéséhez Merck-féle pro anal. KCN a legmegfelelőbb, mert ez üvegdugós jénai Erlenmeyer-lombikban lényegesen hosszabb ideig eltartható, mint a Kahlbaum- vagy másfajta készítmény.

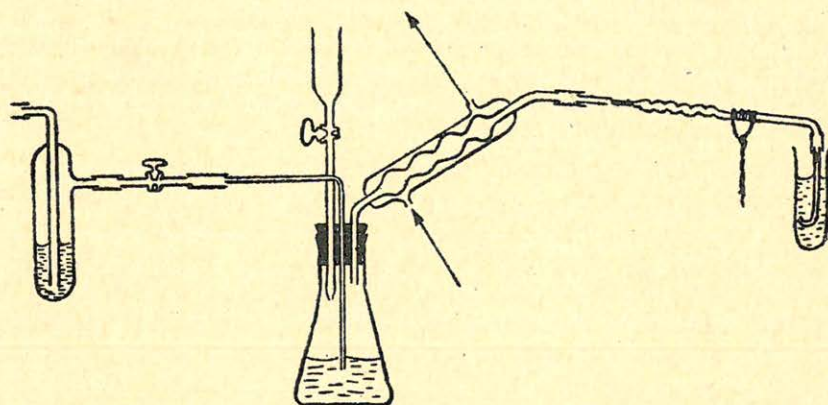
8.) *n/1000 KJO₃-oldat.* 0,2140 g KJO₃-ot oldunk 1 liter desztillált vízben.

Valamennyi reagenshez pro anal.-készítményt kell használni. Az oldatok készítéséhez célszerű Stadler-féle jénai önműködő készülékkel előállított desztillált vizet használni.

A meghatározásokhoz szükséges készülék (l. 2. ábrán).

A fejlesztőedény egy 100 ml-es szélesszájú Erlenmeyer-lombik, melyben egy háromfuratú gumidugó van. Az egyik furatban egy derékszögben meghajlított, két mm belső átmérőjű üvegcső van és ezen át vezetjük a lombikba a H₂ gázt. A másik furatban egy kihúzott égő csapós tölcser foglal helyet, a harmadikban pedig egy ferdére

csiszolt, kb. 20 cm hosszú, kétszer meghajlított gömbös hűtő van. A gömbös hűtő másik végét gyengén glicerinezett gumicsővel kapcsoljuk össze a kvarcspirálissal. A kvarcspirális végéhez, ugyancsak glicerines gumicsővel egy meghajlított, lehetőleg a kvarccső belső átmérőjével egyező belső átmérőjű üvegcsövet erősítünk. Ennek vége vízzel telt edénybe ér és a gázáramlás mérésére, illetve ellenőrzésére szolgál. A kvarcspirális As-lerakódási helyét spárgahűtéssel hűtjük, amihez egy gyengén kihúzott végű csepegtetőtölcsérből, egy meghatározás folyamán kb. 100 ml vizet használunk. A C i e l e s z k y-féle kvarccső előtti spárgahűtést alkalmazva előfordult az, hogy a hiányos hűtés miatt a kvarcspirális As lerakódási helye mögött oly nagy mértékben kondenzálódott víz, hogy az a tükör meglazítását, sőt esetleg kimosását okozhatta.



2. ábra.

Ennek biztos elkerülése végett célszerűnek látszik egyrészt visszatérni a G a n g l-féle vízűtéshez, másrészt pedig a kvarccsövet gyengén lefelé irányítani, hogy ezzel is megakadályozzuk a kvarccsőben esetleg kondenzálódott víznek H_2 áramlási zavaroknál bekövetkező visszafolyását. Meghatározások előtt a kvarccsövet mindig ki kell izzítani, és a gömbös hűtőt kiszárítani. Széria meghatározásoknál a hűtő kiszárítása minden egyes meghatározás előtt nem szükséges, csupán arra kell ügyelnünk, hogy annak felső részébe valamilyen úton-módon ne kerüljön víz.

3. A meghatározás kivitele :

A készülék összeállítás után a kvarccsőre rátekerjük a spárgát, a vizsgálandó oldatot a lombikba visszük, hozzámérünk 3—4 g szivacsos Sn-t, és miután a csapos tölcser csapon aluli részét desztillált vízzel megtöltöttük, a lombikot a dugóra erősítjük. A lombikban levő folyadék mennyisége ne legyen több 40 ml-nél. A csapos tölcser alsó részének desztillált vízzel való megtöltése azért fontos, hogy egyrészt elkerüljük

az ott visszamaradt levegőnek a készülékbe való jutását közvetlenül a meghatározás előtt, másrészt pedig megakadályozzuk azt, hogy a fejlődő AsH_3 abba bejusson. Miután a lombikot a dugóra erősítettük, a készülékbe H_2 áramot eresztünk, és a derékszögben meghajlított üvegcsövet annyira nyomjuk bele a lombikba, hogy annak vége 0,5 cm-rel a folyadék szintje felett legyen. A csapos tölcser vége kb. 3—4 cm-rel van a folyadék szintje felett. Míg a hidrogén-áramlással a levegőt a készülékből kiszorítjuk, — ez kb. 10 percet vesz igénybe —, addig a csapos tölcser lombiktól elzárt felső részébe 10 ml cc. HCl -t pipettázunk, és a kvarccső spárga hűtésére lassú cseppekben megengedjük a vizet. Kb. 9 perc eltelte után a cc. HCl -t a lombikba eresztjük és kevés vízzel utánamoszuk, úgy, hogy az összes HCl a lombikba folyjék. Közben ügyelnünk kell arra, hogy a H_2 bevezetőcső vége ne érjen be a folyadékba. Ezután kb. 1 percig még átvezetjük a H_2 -t, hogy a HCl -val együtt esetleg bekerült levegő is eltávozzon a készülékből. Ennek megtörténte után a kvarccső spirális része alá egy kb. 7—8 cm hosszú réslángot (Schnittbrenner) helyezünk, úgyhogy a kapilláris egy része is izzásba jöjjön, a lombikot pedig egy azbesztdrótháló és kb. 2 cm levegőréteg közbeiktatása után mikrolánggal óvatosan melegíteni kezdjük. A hidrogén áramlását úgy szabályozzuk, hogy a buborékok még számlálhatók legyenek. Ezért, ha a lombik lassan melegedni kezd, ami a hidrogén fejlődését és annak folytonos gyorsulását vonja maga után, a K i p p-készülékből jövő hidrogént elzárjuk és az $\text{Sn} + \text{HCl}$ egymásrahatásából keletkező hidrogén fejlődését a mikroláng kellő magasságának beállításával szabályozzuk. Amikor a láng teljes magassága mellett a folyadék forr, de a hidrogénfejlődés már alábbhagy, a K i p p -készülékből óvatosan újból hidrogént vezetünk a lombikba kb. 10 percig. Az egész áthajtás 40—45 percet vesz igénybe. A 10 perc letelte után a lángokat eloltjuk, vigyázva arra, hogy visszaszívás ne történjék, s addig, míg a kvarccső lehül, továbbra is hidrogént áramoltatunk át a készüléken. Ezután a kvarccsövet levesszük, a hidrogént elzárjuk, és ha a titrálást nem azonnal végezzük, a kifejlesztett arzéntükröt tartalmazó kvarcspirálíst ekszikátorba helyezzük.

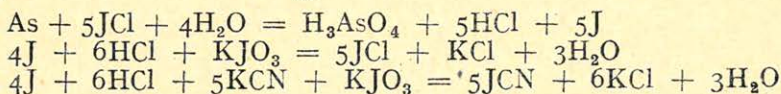
Titrálás-számítás.

A titrálást az 1 ábrán látható tized ml-es bürettával és edénykében végezzük. A titráló edénybe ugyancsak tized ml-es pipettával 0,1 ml JCl -t pipettázunk, és ezzel a kvarccsőben lévő As -tükröt kioldjuk. Ezt legcélszerűbben úgy végezhetjük el, hogy a kvarccső öblösebb végére az egyik végén leforrasztott üvegbotocskával elzárt gumicsövet teszünk és ennek segítségével az edénykében lévő JCl -t addig szívjuk fel, ill. nyomjuk ki a kvarcspirálisból, míg a tükrő teljesen kioldódik. Ezután a gumicsövet levesszük, a kvarccső öblösebb részébe 0,06 ml JCl -t pipettázunk,

a gumicső segítségével átnyomjuk a kvarcspirálison, s ugyanígy a HCl-val háromszor — összesen 1 ml higított sósavat használunk — utánamoszuk. A titrálóedénybe mosott JCl-hoz 0.3 ml 10%-os káliumcianidot és 4—5 csepp CCl₄-t pipettázunk, és folytonos rázogatós mellett mól/1000 KJO₃-tal addig titrálunk, míg a CCl₄ jódától ibolyás vörös színe teljesen eltűnik. A titrálendő oldat ne legyen több az edény térfogatának felénél. Mivel a CCl₄ ibolyásvörös színének fokozódó halványulása nem követi azonnal a KJO₃ hozzáadását, minden újbóli KJO₃ adagolás után az edénykében lévő folyadékot kitartóan rázogatósni kell. A titrálás az As mennyiségének megfelelően 10—40 percet vesz igénybe.

Minden meghatározás előtt, ha szériés-meghatározásokat végzünk, az első titrálás előtt és az utolsó titrálás után meg kell titrálni a JCl-t magában (vakpróba) és az erre fogyott KJO₃ ml-eit minden titrálásnál faktorról való beszorzás előtt levonásba helyezzük. Ebben az esetben ugyanúgy járunk el, mint fentebb, teljesen analóg mennyiségeket használva, csupán az As-tükör kioldását hagyjuk el, azaz a 0.16 ml JCl-t és kb. 1 ml higított sósavat közvetlenül a titráló edénybe pipettázunk, hozzáadjuk a KCN-t, a CCl₄-et és titrálunk. A legjobban egy olyan JCl oldat felel meg, melynek KJO₃ fogyasztása 0.005—0.01 ml. A meghatározásoknál természetesen nem ezt a vakpróbát vesszük figyelembe, hanem az Sn arzéntartalmának meghatározásánál fogyott KJO₃ mennyiségét helyezzük levonásba. Ebben az értékben ugyanis a JCl vakpróbája bennefoglaltatik.

Az így végzett meghatározásoknál a tapasztalatunk az, hogy elméleti megfontolások alapján az alábbi egyenlet szerint 60-nal szorozva be a fogyott mól/1000 KJO₃ ml-eit, mindig igen számottevő negatív hibával dolgoztunk. A titráláskor ugyanis a következő reakciók mennek végbe:



Ezen egyenletekből következik, hogy

$$\text{KJO}_3 = 4\text{J} \text{ és } 5\text{J} = \text{As}$$

$$\text{KJO}_3 = \frac{4\text{As}}{5} = \frac{4 \times 74.91}{5} = 59.928 \text{ g As}$$

azaz 1 ml mól/1000 KJO₃-oldat kereken 60 γ As-nak felel meg.

Először a kivitelezésben kerestük a hibát, miután azonban láttuk, hogy a veszteségek bizonyos arányban vannak a kiadott As-mennyiség növekedésével, meghatározásainkat egy görbében összegeztük. Miután az így összegezett meghatározások egy egyenest adtak és így elterelődött a gyanu, hogy a veszteségek az áthajlásnál fellépő esetleges metodikai hibából erednek, a faktort az általunk végzett 25 meghatározás alapján számítottuk ki. Ez most már gyakorlati adatok alapján 77.4-nek adódott,

tehát 1 ml mól/1000 KJO_3 -nak megfelel 77·4 γ As. Meghatározásainknál ezt a faktort használtuk.

Ásványvizekben oly minimális az organikus anyagok mennyisége, hogy azt végeredményben roncsolni fölösleges; annál is inkább, mert az As ásványvizekben arzenit, vagy 5 vegyértékű arzénát-ion alakjában van jelen. Az a kis része, ami esetleg organikus kötésben van, az ónsósav hatására is felszabadul és redukálhatóvá lesz.

Ezek alapján a meghatározást ásványvizeknél úgy végeztük, hogy az As mennyiségének megfelelően a fejlesztő lombikba 5—40 ml ásványvizet pipettáztunk, hozzáadtunk 4—5 g szivacsos Sn-t, azután a lombikot a dugóra rögzítettük és 5 perc múlva már előbb leírt módon 10 ml cc. HCl-t engedtünk hozzá. Ezután még 5—8 percig hidrogénáramot vezettünk át a készüléken, hogy az ásványvízből fejlődő CO_2 is eltávozzék és ezután végeztük el az áthajtást és a titrálást.

40 ml ásványvízből kiindulva literenként 10 γ As még könnyen meghatározható. Mivel egy ásványvizet akkor mondunk arzénosnak, ha literenként 700 γ As-t vagy 1 mg $HAsO_2$ -t, ill. 1·3 mg $HAsO_4$ iont tartalmaz, ez az alsó határ teljes mértékben megfelel a meghatározáshoz fűzött követelményeknek. Ha ezek ellenére mégis előfordulna, hogy 10 γ -n aluli pontos értékekre van szükségünk, akkor úgy járunk el, hogy külön-külön 40 ml ásványvizet hajtunk át ugyanazon a kvarccsővön.

A vizsgálatokból (B o g á n y i) minden kétséget kizáróan beigazolást nyer, hogy ásványvizek As-tartalmának meghatározásánál ónsósavat használva, felesleges az előzetes roncsolás és a lehajtás közvetlenül végezhető. A titrálási eredmények az elméleti 60-as faktor helyett 77·4-es empirikus faktorial kiszámítva pontosak és megbízhatók.

VII. BÓRSAV MEGHATÁROZÁSA ÁSVÁNYVIZEKBE.

Sumuleanu és Botezatu szerint Hegedüs András módosításával.

A bórsav meghatározása törzsoldatokban.

A meghatározáshoz szükséges reagensek a következők:

1. *Fenoltalein-metilénkék alkoholos oldata.* 2 g fenoltalein és 0·2 g metilénkék oldva 100 ml alkoholban.

2. *Oktilalkohol.*

3. *Mannit 10%-os vizes oldata.* Célszerű egy-két csepp kloroformot hozzáadni, mert ezzel a mannit bomlását nagymértékben csökkenthetjük. A mannit lehetőleg »pro analysi« készítmény legyen.

4. *n/200-n/500 $Ba(OH)_2$.* Ennek készítése úgy történik, hogy 3—5 ml forrón telített $Ba(OH)_2$ oldatot szűrés után (pro analysi készítmény) kiforralt desztillált vízzel 500 ml-re hígítunk. Titerét meghatározni, azaz használni csupán kb. egy napi állás után lehet. A fenti norma-

litások mellett annál érzékenyebb a meghatározás, minél hígabb az oldat. $n/500$ -nál hígabb báriumhidroxid használata azért nem ajánlatos, mert a fenolftalein színátcsapása ebben az esetben már nem elég éles. A mérőoldatot leparaffinozott dugóval ellátott edényben tartjuk el.

5. $m/100$ bórsavoldat. Ezt minden meghatározás előtt $m/10$ bórsavoldatból hígítással készítjük, mert az ilyen híg bórsavoldat titere már néhány nap alatt észrevehetően csökken, ami valószínűleg az üveg lúgosságára vezethető vissza. A $m/10$ bórsavoldatot 0.6184 g kristályos »pro analysi« (nach Sörensen) bórsav 100 ml vízben való feloldásával készítjük. Nem »pro analysi« készítményt szükséges előzőleg legalább kétszeri átkristályosítással tisztítani. Ilyenkor teljes kiszáritás végett a finoman elporított anyagot, többszöri felkavarás közben, kb. 2 hétig kénsavas exszikkátorban hagyjuk állni. A $m/100$ bórsavoldat titerének csökkenését kiküszöbölhetjük oly módon, hogy a beállítást a később ismertető módon végezzük. Ebben az esetben jobb az $m/100$ oldatot pár kristályka KHCO_3 hozzáadásával készíteni.

A titrálásnál $1-4$ ml törzsoldatot, amely $0.08-1.7$ mg-nál több bórsavat ($0.015-0.3$ mg bórt) nem tartalmazhat, egy titrálótubusba visszük, hozzáadunk $1-2$ csepp fenolftalein-metilénkékét, egy csepp oktilalkoholt és 0.5 ml 10% -os mannitoldatot. Ezután a tubust a négyfuratú dugóra illesztjük, és kb. 2 percig az oldaton erőteljesen CO_2 -mentes levegőt szivatunk át. Ezután csökkentjük a levegőáramot és a $n/200-n/500$ báriumhidroxiddal addig titrálunk, míg az indikátor ibolyába át nem csap. Ha a fogyott lúg ml-eit beszorozzuk a beállításhoz kapott faktorok egyikével (T_1 vagy T_2), akkor megkapjuk a bórmenyiséget orto- vagy metabórsavban kifejezve.

Az eljárás praktikus volta abban rejlik, hogy a szénsav elűzését itt nem melegítéssel végezzük, mint a többi meghatározásoknál, hanem sokkal egyszerűbben, széndioxidmentes levegő átszivtatásával. Ennek egyszerű megvalósítása végett a titrálást egy J. Lindner-től származó, H. Lieb G. Krainik által tökéletesített négyfuratú dugóval zárható tubusban végezzük. A dugónak két furatában két 10 ml-es 0.05 ml beosztású mikrobüretta foglal helyet, az egyikben $n/100$ sósav, a másikban $n/200-n/500$ báriumhidroxid. A harmadik furatban van egy jénai G 1 mintájú 1 cm átmérőjű gázporlasztó, melyen keresztül a CO_2 -mentes levegőt a tubusba szivatjuk. Végül a negyedik furatban egy derékszögben meghajlított és csappal ellátott üvegcső foglal helyet, mely a légszivattyúhoz vezet. A CO_2 -mentesítést $20-30\%$ -os KOH-dal töltött gázporlasztó edényen való átszivtatással végezzük.

A $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -oldat beállításánál a titráló edénybe 1 ml $m/100$ bórsavoldatot pipettázunk, hozzáadunk $\frac{1}{2}$ ml mannitot, $1-2$ csepp indikátort és 1 csepp oktilalkoholt. Ezután a titráló edényt ráillesztjük a rögzített négyfuratú parafadugóra (célszerűbb gumidugót, vagy még inkább

teljesen üvegből készült, becsiszolt üveg dugóval ellátott készüléket használni) és kb. 1—2 percig erős áramban CO₂-mentes levegőt szivatunk át az oldaton, majd csökkentjük a levegőáram erősségét, és a megfelelő bürettából Ba(OH)₂-dal titrálunk mindaddig, míg az indikátor ibolyaszínbe átsap. Ebben az esetben a titrálást célszerű legalább 3—4-szer megismételni. Az erre a célra fogyott Ba(OH)₂ ml-eit jelöljük »a«-val.

Ezután megállapítjuk a mannit aciditását, ami a vakpróbával egyenlő. Ugyanúgy járunk tehát el, mint fent, de nem pipettázunk a törzsoldatból. A mannit által fogyasztott Ba(OH)₂ ml-eit jelöljük »b«-vel. A faktor kiszámítása ezek után a következő:

$$1 \text{ ml } m/100 \text{ H}_3\text{BO}_3 = 0.6184 \text{ mg H}_3\text{BO}_3 = 0.438 \text{ mg HBO}_2, \text{ tehát}$$

$$T_1 = \frac{0.6184}{a-b} \text{ mg H}_3\text{BO}_3, \text{ vagy}$$

$$T_2 = \frac{0.438}{a-b} \text{ mg HBO}_2$$

Ügyelnünk kell arra, hogy a titráló tubusba vitt oldatot mind a beállításnál, mind a többi titrálásnál a titrálás és átszivtatás előtt, mindig egyenlő (kb. 5 ml) térfogatra higítsuk, és hogy a titrálást mindig egyformán erős, lehetőleg szórt fényben végezzük, mert csak így lehet ugyanazt az átsapási szint elérni. Így eljárva, csak törzsoldatban, vagy esetleg teljesen közömbös sók jelenlétében dolgozhatunk. Az eljárás igen pontos. Ha a titrálendő oldat térfogata nem haladja meg az 5 ml-t, akkor még 15—20 γ bór is meghatározható.

VIII. A BÓRSAV TÉRFOGATOS MEGHATÁROZÁSA ERŐS SAVAK, VAGY LUGOK JELENLÉTÉBEN.

A Sumuleanu—Botezatu-féle eljárást használjuk. Ilyenkor a következő reagensekre van szükségünk:

1. *Fenoltalein 1%-os alkoholos oldata.*
2. *Metilvörös telített alkoholos oldata.* Az oldat készítéséhez 60%-os alkohol szükséges.
3. *Oktilalkohol.*
4. *Mannit 10%-os vizes oldata.*
5. *n/100 HCl.* Erősen lúgos (savas) oldatoknál előbb n/10, esetleg n HCl-val (NaOH-dal) közömbösítsünk csepegtetős üvegből, hogy a titrálendő oldat erős felhígulását elkerüljük, mert nagy térfogat esetében a titrálás vége nem észlelhető pontosan.
6. *Kb. n/200 Ba(OH)₂.*
7. *mol/100 bórsavoldat.*

A titrálásnál a vizsgálati oldatból 0.5—4 ml-t a titráló tubusba pipettázunk. Ügyelnünk kell arra, hogy a térfogat lehetőleg mindig

kb. 5 ml legyen, és hogy ebben a térfogatban a B mennyisége 15—300 γ között mozogjon. Az oldatot ezután egész gyengén lúgossá tesszük, 3—4 csepp metilvörös jelenlétében megfelelő töménységű savat, illetve lúgot hozzácsepegtetve, lehetőleg úgy, hogy a térfogat a lehető legminimálisabban növekedjen. Ennek megtörténte után 3—4 csepp fenolftaleint vagy naftolftaleint és egy csepp oktilalkoholt adunk az oldathoz, a titráló edényt a dugóra illesztjük, és kb. 2 percig erős áramban CO_2 -mentes levegőt szivatunk át, majd a levegőáram erősségét csökkentjük, és $n/100$ HCl-val titrálunk mindaddig, míg a metilvörös gyengén rózsaszínű lesz. Ezután rövid ideig erősebben szivatunk, hogy a felszabadult CO_2 eltávozzék és a titráló edény levétele után $\frac{1}{2}$ ml mannitot adva az oldathoz, a titráló tubust újra visszahelyezzük, és gyenge szivatas közben $n/200$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -al gyengén vörös színig titráljunk. Ha a fogyott $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ml-einek száma »a«, és a vakpróbatitráláshoz fogyott $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ml-einek száma »b«, akkor

$$(c-b) \times T_1 = \text{H}_3\text{BO}_3 \text{ mg.}$$

$$(c-b) \times T_2 = \text{HBO}_2 \text{ mg.}$$

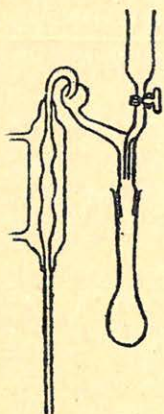
az orto-, ill. a metabórsav mennyisége a kipipettázott oldatban.

A faktort és a vakpróbát jelen esetben is éppen úgy határozzuk meg, mint az előbb, azzal az eltéréssel, hogy itt 3—4 csepp metilvöröst és 3—4 csepp fenolftaleint adunk minden esetben az oldathoz, és a metilvörös gyengén narancsvörös színétől sárgán át a fenolftalein gyengén narancsvörös színéig titrálunk.

Egy meghatározás mindössze 4—5 percet vesz igénybe, ami széria-meghatározásoknál igen nagy előnyt jelent.

A meghatározást nagyobb mennyiségű hidrokarbonát, klorid és szulfát nem zavarja. Ami a vasat és alumíniumot illeti, ez a két elem csak abban az esetben zavar, ha 5 mg-nál nagyobb mennyiségben van jelen egy literben. A hidrokarbonát és karbonát zavaró hatását legjobban úgy küszöbölhetjük ki, hogy az oldatot a mannit hozzáadása előtt erősen savanyúra titráljuk, erős áramban pár percig CO_2 -mentes levegőt szivatunk át, majd $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -dal visszatitráljuk, míg a metilvörös színe éppen sárgába átüt, és miután $n/100$ HCl-val gyenge narancsszínig titráltunk, hozzáadjuk a mannitot. Ezt az eljárási módot mindig jó követni, mert így az átcsapási szín pontosabban beállítható. Ha a vas és az alumínium literenkint 5 mg-nál nagyobb mennyiségben van jelen, és a vizsgálati oldat közepesen erős, és gyenge savakat, mint H_3PO_4 , kovasav, kénessav, organikus savak, fémsók és ammóniumsók (hidrolízis folytán ezek is úgy hatnak, mint gyenge savak) stb., vagy ezeknek megfelelő bázisokat, mint fémhidroxidok, szilikátok, ammónia, foszfátok, szulfitok, organikus savak sói, tartalmaz, akkor pontos eredmény elérése végett a bórsavat ezen zavaró agensektől meg kell szabadítani.

Bórsav térfigatos meghatározása gyenge savak, illetve lúgok jelenlétében, előzetes leválasztás után. A bórsav meghatározását zavaró ágenseket úgy lehet kiküszöbölni, hogy vagy a bórsavat választjuk el a zavaró ágensektől, vagy azokat a bórsavtól. Mivel az utóbbiak elválasztása csapadékos úton (lecsapás, dekantálás, forralás stb.) történik, mely műveletek mind igen sok hibaforrást rejtenek magukban, ezért erre a célra inkább az előbbi módot, azaz a desztillációs eljárást használjuk, amikor is a bórsavat metileszter alakjában a zavaró anyagok mellől ledesztilláljuk. Ez előnyösebb azért is, mert így gyorsabban és pontosabban dolgozhatunk.



3. ábra

A bórsav átdestillálása metileszter alakjában minden olyan esetben alkalmazható, amikor a bórsaveszter képződéséhez szükséges reakciófeltételek mellett (melegítés cc. kénsavval és metilalkohollal), más illó savak vagy eszterek nem keletkeznek. Alkalmazható tehát szilikátok, foszfátok, fémsók stb. jelenlétében, de nem végezhető karbonátok, ammóniumsók, szulfidok, nitrátok, fluoridok, organikus vegyületek stb. mellett, mert ilyenkor a zavaró anyagok vagy mint olyanok (szénsav, ammóniumsók, kénessav), vagy megváltozott alakban (salétromsav, nitrogén alacsonyabb oxigénsavai, fluorhidrogén, szilíciumfluorhidrogén és

bórfluorhidrogén, organikus vegyületek, organikus savak) a desztillátumba kerülnek és szintén titrálódnak.

A desztillálást *Schulck* és *Vastagh* szerint az alábbi reagensekkel végezzük :

1. *m/100* bórsavoldat.
2. cc. kénsav »*pro analysi*«.
3. Metilalkohol. Használat előtt az alkoholt *pro analysi* KOH, vagy Ca(OH)₂-ről ledesztilláljuk, mert a kereskedelemben kapható legtisztább metilalkohol is szennyezve lehet bórral, vagy organikus savakkal.
4. KOH »*pro analysi in rotulis*«.
5. H₂O₂ »*pro analysi*«. A készítmény 30%-os és foszforsavmentes legyen.
6. Metiloranzs 0.1%-os oldata.
7. Forrkő. Az erre a célra használt mázolatlan porcelándarabkákat használat előtt vízzel és cc. HNO₃-val többször főzzük, majd mossuk és kiizzítjuk.

A 10—12 ml vizsgálati oldatot, melynek bórtartalma 0.2—1 mg között lehet, egy desztilláló lombikba pipetázzuk (5 ml ásványvizet felhígítunk 10—12 ml-re) és a lökésszerű forrás elkerülése végett a lombikba 1—2 darab forrkövet teszünk. Ezután a választótölcsérbe helyezzük a lehűtött kénsav-metilalkohol elegyet (100 ml metilalkohol + 7.5 ml cc.

kénsav), ügyelve arra, hogy a desztillálás megkezdése előtt kénsav ne kerüljön a desztilláló lombikba és a csiszolatok cc. kénsavval való megnedvesítése után a csapos tölcseért a desztilláló lombikba helyezzük. Felfogó edénynek egy V_2A -fémtegelyt vagy ezüstitégelyt használunk, melyben egy borsónagyságú (kb. 0·2 g), pár ml vízben oldott KOH van. A tegelyt egy, a hűtőnek megfelelően átlukasztott óraüveggel fedjük be és ezen keresztül a hűtő végét a tegelyben lévő lúgba merítjük, majd gyenge lánggal ledesztilláljuk az elegyet, ügyelve arra, hogy a lombik tartalma erős forrásba ne jöjjön. A desztillátumot a felfogó edényben lévő lúg teljes mértékben kell, hogy abszorbeálja. A desztillálás végét a nem kondenzáló metilétergőzők buborékolása, valamint a desztilláló lombikban fehér kénsavgőzők keletkezése jelzi. Ezután a hűtő végét kihúzzuk a felfogóedényben lévő folyadékból, a lángot a lombik alól elvesszük, a hűtőt pár ml metilalkohollal átmoszuk és 1—2 csepp metil-oranzsszal meggyőződünk arról, hogy a felfogóedényben lévő desztillátum lúgos maradt-e.

Legtöbb esetben egy desztillálás elegendő az összes bórsaveszter áthajtására. Némelykor, különösen vas jelenlétében, szükséges a desztillálást megismételni. Ilyenkor az első desztillálásnál visszamaradt és lehűtött elegyhez 50 ml metilalkoholt adva, a már leírt módon újból desztillálunk. Az egyesített párlatokat 1—2 csepp 30%-os foszforsavmentes H_2O_2 hozzáadása után, vízfürdőn erős forrás elkerülése mellett, óvatosan bepároljuk. A maradékot megolvasztjuk. Az olvadéknak átlátszónak kell lennie, amit esetleg kevés finoman elporított KOH hozzáadásával könnyen elérhetünk. A lúgos olvadékot 2—3 ml vízzel felvesszük és a titrálótubusba mossuk. A titrálás ugyanúgy történik, mint ahogyan azt az erős savak, vagy lúgok jelenlétében végezzük, azzal az eltéréssel, hogy desztillálás után kivétel nélkül mindig $n/200$ NaOH-al titrálunk. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -dal titrálni nem lehet, mert a desztillátumban lévő szulfáttal csapadékot ad, ami erősen zavar.

A készülékhez két egyforma csiszolatú, 100, ill. 250 ml-es Kjeldahl kvarclombik kell, mert a különböző üvegfajták legtöbbszörre bőrt is tartalmaznak.

Bár a különböző szerzők többféle savat (kénsav, ecetsav, sósav, foszforsav) ajánlanak a desztilláláshoz, mégis a cc. kénsav felel meg a legjobban, mert az egyben mint vízelvonószer is szerepel és így a tömeghatás törvényének értelmében az eszterképződést nagymértékben kvantitatívvá teszi. Ezért kell a sósav használásánál kalciumkloridot és foszforsav használásánál foszforpentoxidot a desztillálható elegyhez keverni.

Ami az alkoholt illeti, a metilalkohol alkalmasabb, mint az etilalkohol, mert a metilborát (Fp. = 68·7 fok) illékonyabb, mint az etilborát. (Fp. = 117·4 fok.) Pontosabb eredményeket kapunk, ha a desztillálást

kétszer végezzük oly módon, hogy 100 ml metilalkoholt két részletben alkalmazunk, vagyis az első desztillálásnál 60—70 ml-t, a másodiknál pedig 30—40 ml-t.

A H_2O_2 szerepe abban áll, hogy a jelenlévő szulfitot szulfáttá oxidálja.

A KOH-al való olvasztásnak célja, hogy a desztilláláskor keletkező organikus anyagokat (formiát stb.) elroncsoljuk. Ügyelnünk kell, mert túl sok lúg hozzáadása a felfogóedényben a titrálást megnehezíti.

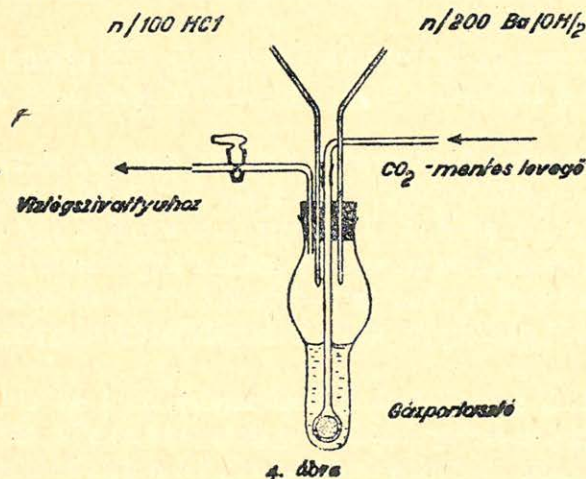
Vakpróba végzése okvetlenül szükséges, mikor is a fent említett műveleteket desztillált vízzel végezzük el. Az ilyenkor kapott lúgfogyasztást levonásba helyezük. Szériameghatározásoknál, ugyanazon reagensek használata mellett, elegendő egy vakpróba elvégzése.

Alkáli, vagy alkál földfémek nitrátjai a titrálást nem zavarják. A fluorid csak 5 %-nál nagyobb mennyiségben zavar, mert ilyenkor a bór a desztillátumban részben, mint erős bórfluorhidrogénsav van jelen, mely már a bórsav titrálása előtt közömbösödik. Ha a desztillálásnál kénsav helyett jégecetet használunk, akkor még nagyobb mennyiségű fluor sem zavar. A foszfát zavaró hatását úgy küszöbölhetjük ki, hogy azt titrálás előtt 10%-os kalciumkloriddal lecsapjuk. Germánium észrevehetően csak nagyobb mennyiségben zavar.

Ha a szilícium mennyisége oly nagy, hogy a desztillálás folyamán a savanyú elegyből kovasav alakjában kiválik, akkor a koloidális alakban kiváló kovasav bórsavat okludál, mely eszterképzésre többé nem alkalmas. A desztillálást megszakítva, ilyenkor az okludált bórsavat feltárással a kovasavtól elválaszthatjuk, de ez rendszeren nagyobb mérvű bórsav veszteséggel jár. Célszerűbb tehát a desztillációt nagyobb mennyiségű metilalkohol és kénsav jelenlétében megismételni.

Túl nagymennyiségű organikus anyag jelenlétében a meghatározás előtt a vizsgálati oldatot el kell roncsolni. Mivel ilyen eset ásványvizeknél nem fordul elő, azért a roncsolási eljárás leírását mellőzzük.

Egyes nehézfémek (Fe, Ni, Cu, Co) leválasztását elektrolitikusan is végezhetjük. Az elektrolizisnél gyengén kénsavas közegben 5 Ampères és 10—15 Voltos árammal, 30 fok alatt, kb. 30 perces elektrolizissal a zavaró nehéz fémeket a higanykatódra választjuk le.

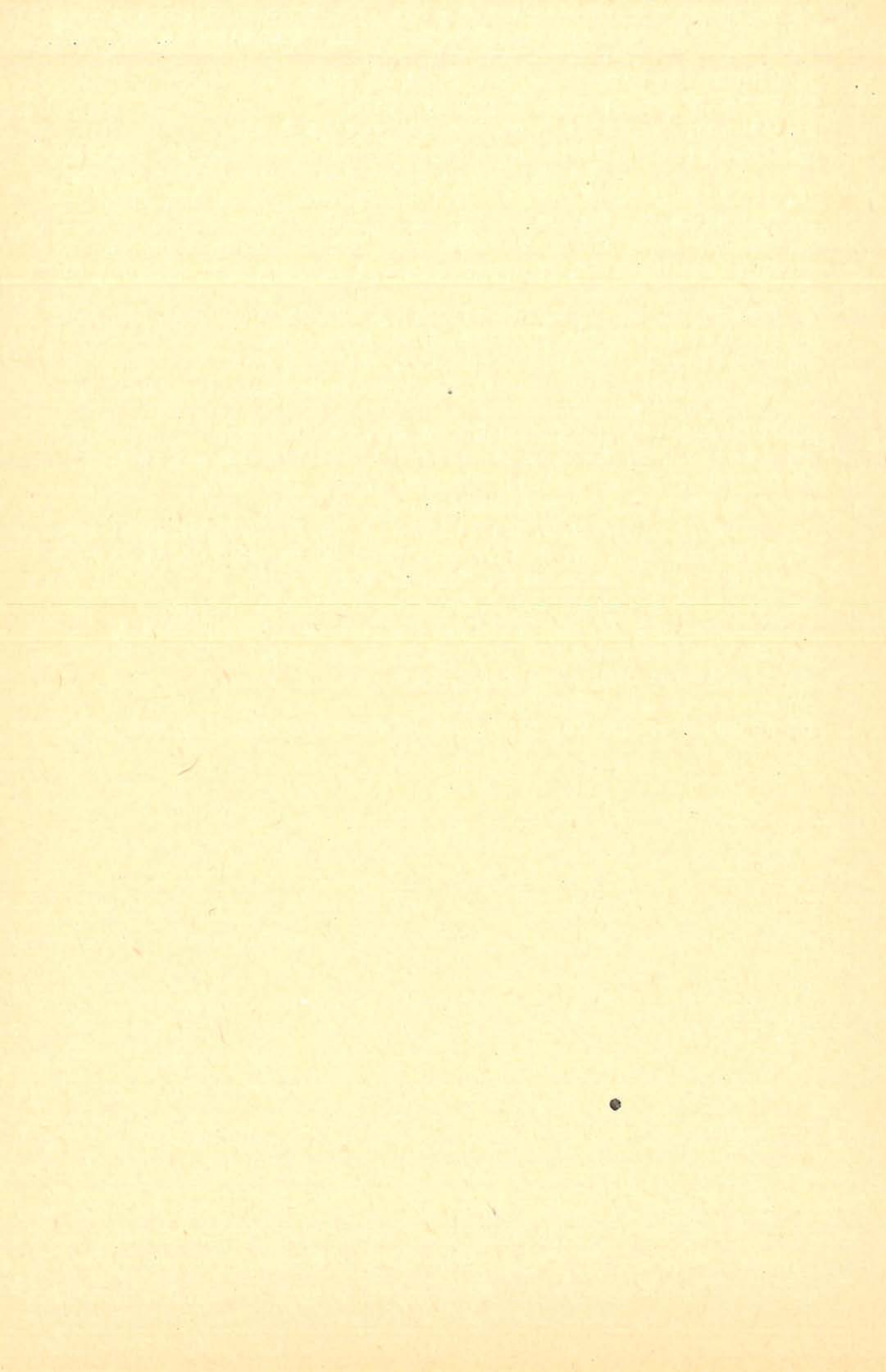


A bór tényleges meghatározása ásványvizekben. Ásványvizekben lévő bórsav meghatározására közvetlenül alkalmazhatjuk *S u m u l e a n u* és *B o t e z a t u* módszerét, ha a kovásv mennyisége, viszonyítva a bórsavéhoz, az illető vízben bizonyos aránynál nem nagyobb. A meghatározásnál a vizsgálandó vízből 1—5 ml-t a titrálótubusba pipettázunk (a kipipettázott víz 0.4—1.5 mg bórsavat tartalmazzon) és a titrálást ugyanúgy végezzük el, mint azt erős savak, ill. lúgok jelenlétében már részletesen tárgyaltuk. Zavaros ásványvizeket célszerű meghatározás előtt megszütni. A szűréssel még abban az esetben sem jár veszteség, ha igen nagy bórsavtartalmú vizekről van szó, mert a vízben jelenlévő bórsav még ultraszűrőn is átmegey.

Ásványvizeknél a bórsav közvetlen titrálásánál az összes zavaró elemek közül bajt egyedül az igen nagy mennyiségben jelenlévő kovásv okozhat. Ha az illető vízben a bórsav viszonya a kovásvhoz nem kisebb, mint 6:1-hez, akkor a titrálással átlag 7%-os hibán alul végezhető a meghatározás. Ha ellenben az arány 6-nál kisebb, úgy elválasztást kell végeznünk. Fent említett bórsav-kovásv arány a lúgos ásványvizek nagy részénél nagyobb mint 6, ezért ezeknél *S u m u l e a n u* eljárása közvetlenül is alkalmazható. Ha azonban a kovásv mennyisége aránylag nagyobb, akkor az elválasztást 1—4 ml vízből kiindulva, a már részletesen tárgyalt desztillációs eljárással végezzük.

1. Török József: A két magyar haza elsőrangú gyógyvizei stb. 1848., Boleman István Fürdőtan 1887., Papp S. és Hankó V.: A magyar birodalom ásványvizei és fürdőhelyei 1907., Kardos G., és Sturza M.: Erdélyi fürdőkatalauz., Moll Károly: Magyarország fürdőinek, ásványvizeinek stb. ismertetése 1942.
2. Fresenius, L.: Der Balneologe 1, 33, 1934.
3. Bodnár J.: Diss. Ungvári I.: Ásványvizek és anorganikus anyagok kataláz hatásáról 1934.
4. Gautier, A., Clausmann, P.: C. r. acad. Sci. Paris. 156, 1374, 1913.
5. Kay Roholm., Fluorvergiftung. Ergeb. d. inn. Medizin u. Kinderheilkunde 57, 822, 1939.
6. Black, G. V., McKay, F. S.: Dent. Cosmos 58, 129, 781, 894, 1916, cit. Kay Roholm.
7. Goldemberg, L.: cit. Kay Roholm.
8. Chang, C. J., Phillips, P. H.: Dary Sci. 17, 695, 1943.
9. May, W.: Klin. Wschr. 1935. I. 790.
10. Chaneles, I.: cit. Kay Roholm.
11. Berzelius: Ann. Chim. 21, 246, 1822.
- 11a. Straub, J.: O. H. 84, 1940.
12. Fresenius, R.: Chem. Untersuch. d. wichtigsten Mineralwässer des Herzogtums Nassau 1860.
13. Husemann: Arch. Pharm. 6, 97, 1875., 7, 204, 1875.
14. Treadwell, F. P.: Arch. Pharm. 26, 314, 1888.
15. Casares: Z. anal. Ch. 34, 546, 1895., 44. 729, 1905.
16. Than K.: Math.-term. tud. értesítő 3, 132, 1888., 4, 233, 1888., 5, 89, 1888 Évkönyv 2666, 1888.
17. Fellenberg, Th. v.: Mitt. Lebensmittelunters. 28, 150, 1937., 29, 276 1938. Willard H., Winter, O.: Ind. Engin. Chem. Anal. Edit. 5, 7, 1933. de Boer, Basart: Z. anorg. u. allg. Chem. 152, 213, 1926.
18. Straub J.: Népegészségügy 1939. évi 17. sz., 1941. évi 1. sz. O. H. 1940. II. sz.
19. Bodnár J., Straub J.: Népegészségügy XXIII. 12. sz. f.
20. Fellenberg, Th.: Das Vorkommen, d. Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. 1926. München.
21. Fellenberg, Th., Lunde, G.: Biochem. Z. 175, 162, 1926.
22. Heymann, J. A.: Water en gas No. 4, 1925., cit. Scharrer.
23. Scharrer, K.: Chemie und Biochemie des Jods. 1928.
24. Straub J.: Népegészségügy IX. 376, 1928., XI. 57, 1930., XIII. 234, 1068, 1932., XX. 492, 1939., XII. 20, 1941., O. H. 74. 480, 1930., Z. f. Hyg. III, 472, 1930., 121, 181, 1938.,
25. Vogt: Lb. d. Bäder u. Klimaheilkunde I—II. Berlin 1940.
26. Damiens: Cpt. rend. des sciences de la Soc. de biol. 171, 211, 930, 1920., 193, 1430, 1931.
27. Winkler Lajos: Z. ang. Chem. 29, 68, 1916.
28. Bernhardt, H., Ucko, H.: Biochem. Z. 155, 174, 1925., 170, 495 1926.
29. Toxopeus, M. A. B.: Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 149, 263, 1930.
30. Zondek, H., Bier, A.: Biochem. Z. 241, 491, 1932., Klin. Wschr. 15. sz. 1932., 18. sz. 1932.
31. Heubner, Bürgi.: Hb. d. Norm. u. pat. Physiol. 16, II, 1476, 1931.
32. Straub, J., Nagy M.: Z. f. Neurol. u. Psychol. 153, 215, 1935.

33. Leipert Th.: *Mikrochem. Act.* 3, 147, 1938., *Biochem. Z.* 280, 416, 1935., 270, 448, 1934., Leipert, Th, Watzlawek, O.: *Z. f. physiol. Ch.* 226, 108, 1934.
34. Suomalainen, P.: *Chem. Z.* 88, II, 1934.
35. Straub J.: *Biochem. Z.* 303, 398, 1940.
36. Glaser, Ranftl: *Wien. klin. Wschr.* 1939. I. 281.
37. Granpierre, Fontaine: *Presse therm. et climat.* 74, 629, 1933., cit. H. Vogt.: *Lb. d. Bäder- und Klimaheilkunde.* I. 494.
8. Scharrer, K.—Schropf W.: *Landwirtsch. Jb.* 79, 977, 1934.
39. Schulek E.—Vastagh G.: *Z. anal. Chemie* 84, 167.
40. Sumuleanu, C.—Botezatu, M.: *Mikrochemie* 1936, 21, 75.
41. Bertrand, G.—F. Medigreceanu: *C. r.* 154, 1450, 1912. 155, 82, 1912.
42. Orent, E. R.—E. V. McCollum: *J. biol. Chem (Am.)* 92, 651, 1931.
43. Richards, M. B.: *Biochem. J.* 24, 1572, 1930.
44. Gautier, C.—R. Richard: *C. r.* 198, 2026, 1934.
45. Bertrand: cit. R. Berg: *Die Spurenelemente etc.* 1940, Beihefte z. »Die Ernährung«
46. McCarrison, R.: *Indian J. med. Res.* 14, 461, 1927.
47. Everson, G. J.—A. L. Daniels: *J. Nutrit (Am)* 8, 497, 1934.
48. Lohmann—Schuster: *Biochem. Z.* 294, 188, 1937.
49. Vámosy Z.: *Magyar. Orv. Arch.* 15, 363, 1914.
50. Hohnes A. D.—R. E. Remington: *Am. J. Dis. Childr.* 49, 94, 1935.
51. Santesson, C. G.: *Skand. Arch. Physiol. (D)* 32, 406, 1915. 33, 97, 1915.
52. Bodnár J.: *Debreceni tud. társ. II.* 6. 114, 1939.
53. Bodnár J.—Szép Ö.: *Z. f. physiol. Chem.* 264. 1, 1940.
54. Athanasiu, M. G.: *Bull. Sect. scient. Acad. Roumanie* 10, 6, 1.
55. Weszelszky Gy.: *A Radioaktivitás* 74, 1917.
56. Steffens: *Balneologie* 5, 513, 1938.
57. Fresenius: *Balneologie* 1935.
58. Schulz—Heffermann: *Arch. of med. Hydrologie J.* 7, 208, 1929.



COMPOSITION CHIMIQUE D'EAUX MÉDICINALES (EAUX
MINÉRALES) DE TRANSYLVANIE,
LEURS COMPOSANTS PLUS RARES ET L'IMPORTANCE BIOCHIMIQUE
DE CEUX-CI.

Par János Straub

Docteur ès sciences, Chargé de cours à la Faculté de Médecine et à la Faculté
des Sciences de l'Université de Debrecen.

En soumettant les analyses *jusqu'ici publiées* des eaux curatives les plus connues de la Transylvanie à un examen plus approfondi, on est amené à constater l'absence, dans ces analyses, des composants plus rares se trouvant dans les eaux et précieux du point de vue de leur vertu curative ; respectivement, qu'on n'a pas encore procédé à leur détermination, bien que leur connaissance soit indispensable à quiconque désire entreprendre des recherches plus poussées sur l'effet curatif des eaux. Ayant reconnu la nécessité de telles recherches, nous avons élaboré un projet de grande envergure pour l'examen chimique et biochimique des eaux médicinales de la Transylvanie. Les expériences recueillies au cours de nos travaux préliminaires ont renforcé notre conviction qu'il vaut vraiment la peine de soumettre les eaux médicinales transylvaines à un examen régi par des considérations scientifiques, et qu'une analyse rigoureusement conforme à l'état actuel de la science nous permettra de les affecter à la guérison des souffrants.

Dans la présente publication je vais traiter des eaux médicinales de Transylvanie examinées et étudiées dans les années 1941 à 1943.

La classification des 52 eaux médicinales constitue le tableau n° I, où les composants plus rares sont relevés par rapport à chacune des eaux en question. Les chiffres exacts des eaux examinées se trouvent au grand tableau n° II, joint à la fin de cette étude.

Je tiens encore à remarquer que le présent compte-rendu ne résume que le début de nos recherches scientifiques qui sont à poursuivre.

Si nous voulons obtenir une vue d'ensemble des eaux médicinales extrêmement nombreuses et variées de la Transylvanie et plus spécialement de la Siculie (Székelyföld) où jaillissent la plupart des eaux examinées ; et si nous désirons classer, après l'analyse chimique, les 52 eaux minérales selon leur vertu curative, il sera le plus opportun de les grouper

d'après le système recommandé par János K u n s z t, qui nous fournira une base solide pour la détermination de la valeur des eaux respectives.

Le groupe *A* embrasse les eaux alcalines où domine le pourcentage de millivalence (selon Károly T h a n) des ions de sodium et d'hydrocarbonate; il va sans dire qu'il faut tenir compte, à côté de ceux-ci, des autres composants; ainsi figurent, à l'intérieur du groupe principal des *alcalines*, comme autant de sous-groupes, les *eaux carboniques*, les *eaux contenant une petite quantité de sel de cuisine* et les *eaux alcalines sulfureuses*. J'ai encore rangé sous cette rubrique les eaux alcalines formant transition aux eaux alcalo-terreuses (eaux 5, 14, 30, 31 et 40).

Parmi les eaux médicinales de Transylvanie les eaux d'un type alcalin se trouvent les plus nombreuses; par leur composition extrêmement heureuse elles occupent une place privilégiée parmi les eaux alcalines de Hongrie ou de l'étranger. Ce sont les eaux alcalines carboniques les plus pures et les plus précieuses qui appartiennent à ce groupe. Leur teneur fort considérable en acide carbonique libre ou mi-lié, la quantité importante de lithium (la source *Benkő* à Árkos, la source *Mathilde* à Sepsibodok), la présence d'iode (source *Benkő* à Árkos, source *Horgász* à Kovászna, source *Mathilde* à Sepsibodok), puis de métaux lourds (cuivre, argent, manganèse) et d'arsenic augmentent sensiblement la valeur curative de ces eaux qui, non contentes d'égaliser les eaux de Giesshübl, de Krondorf, de Bilin, d'une réputation mondiale, les surpassent et les dominent. Un précieux des eaux médicinales alcalines se groupe très compose d'eaux contenant une petite quantité de sel de cuisine, telles que les eaux de Bikszád, de Málnás et de Románszentgyörgy, etc. Ces eaux ont une place à part par rapport aux eaux de l'Europe, y compris celles de Gleichenberg, d'Ems, de Selters et de Vichy auxquelles elles ne cèdent pas; et même on peut dire qu'elles leur sont préférables grâce à leur teneur très importante en hydrocarbonate de sodium (NaHCO_3), à leur richesse extraordinaire en acide borique (source *Marie* à Málnás), à leur abondance en iode et en brome; ou bien comme la source *Klára* (*Claire*) de Bikszád, eau alcaline légèrement salée, qui, avec ses nombreux composants d'une grande valeur biologique est une des perles de nos eaux minérales.

Dans la série des eaux alcalines contenant une petite quantité de sel de cuisine, se distingue, par sa teneur d'hydrogène sulfuré sans pareille, comme l'eau alcaline du type le plus pur, l'eau de la source sulfureuse de *Kövárfüred*. Cet endroit, situé près de Nagybánya, est à peine connu des spécialistes mêmes, quoique sa source rappelle, par son extraordinaire teneur en hydrogène sulfuré (95 mg/kg) et par sa composition l'eau sulfureuse, salée, ferrugineuse justement célèbre de *Harrowgate*, en Grande-Bretagne.

Le groupe *B* comprend les eaux médicinales *alcalo-terreuses*, dans lesquelles prédominent les ions de calcium, de magnésium et d'hydrocarbonate (Ca, Mg, HCO₃). Parmi les eaux carboniques formant la première subdivision de ce groupe, la place d'honneur revient aux eaux de *Borszék* aux quelles leur importante teneur en acide carbonique libre et en hydrocarbonate assure un rang à part même dans la série de cette sorte d'eaux de table et d'eaux médicinales de l'étrangers. Ainsi, les sources *Kossuth* et *Madonna* de Borszék, par leur importante teneur de lithium; les sources *László*, *Petőfi* et *Joseph* (József), par leur abondance en fer et en manganèse; enfin, la source *Pierre Curie*, par sa radio-activité peu commune rivalisent avec les fameuses eaux de Schwalbach et de Spaa.

Le deuxième sous-groupe des eaux médicinales *alcalo-terreuses* est celui des eaux carboniques *ferrugineuses*, avec une teneur en ions *ferro-* (Fe⁺⁺) de plus de 10 mg/kg. Les eaux de Homoród et d'Előpaták qui appartiennent à ce sous-groupe se distinguent par leur teneur considérable en fer; la présence de traces de métaux lourds (cuivre, argent, manganèse) qui s'y ajoutent, prête à ces eaux une valeur curative hors ligne. De nos jours, il devient de plus en plus manifeste que de tous les ferrugineux, c'est le fer bivalent (*Ferro*) dissous dans les eaux médicinales qui se montre le plus efficace; et cela parce que les quantités infimes et souvent à peine perceptibles de métaux lourds (cuivre, manganèse) et d'arsenic sont à même d'accroître dans une large mesure l'effet du fer.

La dernière subdivision des eaux *alcalo-terreuses* est constituée par les *sources thermales sulfureuses*. La Transylvanie est fort pauvre de sources thermales; de là aussi en partie la valeur des eaux médicinales d'une température de 48°C des Bains Félix (Félixfürdő) près de Nagyvárad.

Du groupe *C* font partie les eaux carboniques *ferrugineuses* proprement dites qui ne sont pas alcalines, respectivement *alcalo-terreuses*, mais qui contiennent une légère quantité de *sel de cuisine* (premier sous-groupe), c'est-à-dire que les composants dominants sont des ions Fe-, Na- et Cl. Une place à part y appartient aux eaux minérales de Tusnád, avec leur teneur très sérieuse de manganèse, de lithium et d'acide borique, et avec leur radio-activité. Il faut relever comme une eau ferrugineuse d'une composition extrêmement rare celle de la source *Fokhagymás* près de Nagybánya, qui se rapproche, par sa composition, de la fameuse eau vitriolique de *Levico*, en Italie. C'est une eau fortement ferrugineuse (396 mg/kg), aluneuse, contenant de l'acide sulfurique libre, de l'arsenic et une quantité considérable de métaux lourds (cuivre, zinc, mercure, manganèse, cobalt, nickel, étain, cadmium, argent, or). La composition peu commune de cette eau s'explique par la circonstance que dans sa course souterraine elle entre en contact avec des minerais

de fer sulfureux et de métaux lourds, respectivement avec leurs produits d'oxydation.

Le groupe *D* comprend les eaux salées, contenant du *sel de cuisine*. Cette sorte d'eaux se trouvent en assez grand nombre dans le sol de la Transylvanie (à Parajd, à Szováta, etc.). Je n'ai eu, toutefois, l'occasion d'examiner que l'eau de la source *Kápolnás*, près de Székelyudvarhely. Elle appartient parmi les eaux légèrement salées ; mais elle se distingue par sa teneur très importante en lithium, en manganèse autant que par des traces de métaux lourds (argent, cuivre, étain) et par sa radio-activité.

Il faut compter parmi les *simples eaux minérales* du groupe *E* l'eau de la source *Bánffy* à Kérőfürdő, comme une eau légèrement radio-active.

Cette revue succincte des eaux transylvanien par nous examinées suffira pour montrer qu'il n'y a pas sur terre un autre territoire relativement peu étendu qui soit aussi riche en eaux médicinales les plus variées, que la Transylvanie.

La composition chimique tout particulièrement heureuse, le grand nombre de composants rares biologiquement précieux leur confèrent une valeur curative inappréciable.

Il appert de nos examens que les données d'une analyse chimique complète sont susceptibles de nous révéler la présence de plus d'un composant essentiel que les données de l'ancienne analyse, pleine de lacunes, ne nous permettaient pas d'entrevoir.

Pour expliquer les différences de l'effet curatif de deux eaux appartenant au même type, il est indispensable de connaître jusqu'aux éléments *micro* et *ultramicro* qui se retrouvent dans les quantités minimales des eaux en question. Par quantités *micro* et *ultramicro* on entend les quantités d'un milligramme, respectivement d'un millième de milligramme. Ces quantités semblent trop petites ; mais quand on se dit que dans un kilogramme d'eau 0,01—1 mg de tel élément représentent, selon les poids atomiques, 10^{14} — 10^{17} atomes, respectivement ions environ, on doit compter avec un nombre encore considérable d'unités d'effet. Dans l'homéopathie on emploie depuis longtemps de telles quantités pour produire un certain effet. C'est pourquoi on ne doit pas mettre en doute l'effet des quantités infimes de composants rares dont une analyse minutieuse établit la présence, à moins qu'ils ne soient physiologiquement indifférents.

Le seuil inférieur de l'effet oligodynamique, encore constatable, est à quelques dixièmes du milligramme ; cependant pour les eaux radio-actives il est encore sensiblement plus bas, puisque les eaux les plus radio-actives contiennent, par litre, un à deux millièmes de milligrammes d'émanations, et la quantité de radium dissous dans les eaux naturelles est encore moindre : quelques millièmes de milli-

grammes au plus ; cependant, personne ne doute plus, de nos jours, de l'effet biologique d'une émanation ou d'une combinaison de radium en de telles quantités infimes, 10^{-8} , soit beaucoup plus petites que les quantités dites *ultramicro*.

L'essor rapide pris par la chimie analytique pendant les dernières décades a rendu possible, dans l'analyse des eaux minérales, l'élaboration de procédés colorimétriques, photométriques, titrimétriques et d'analyse spectrale, qui nous permettent non seulement de démontrer, dans les eaux minérales, la présence de composants qui s'y trouvent en très petites quantités, — quelques milligrammes, voire des millièmes de milligrammes — ; mais aussi de mener à bonne fin la détermination quantitative de ces composants. Les examens réalisés au laboratoire Fresenius ont mis hors de doute que le cuivre se trouve dans la plupart des eaux minérales. On a pu y démontrer, très souvent, de l'argent et du beryllium, tandis que le nickel, le cobalt, l'étain, le cadmium, le wolfram et le plomb ne se révèlent qu'en des cas isolés. La quantité des métaux lourds oscille entre 0,01 et 0,001 mg (10, respectivement 1 γ). De ces analyses il devient manifeste que dans certaines eaux minérales le nombre des éléments divers atteint 50, et que la majorité des eaux minérales contiennent encore plus de 30 éléments.

Il s'entend que nous ne savons encore que peu de chose de l'importance biologique de ces composants en petite quantité ; mais ce qui n'entre pas en doute, c'est qu'ils contribuent dans leur ensemble à la vertu curative de l'eau minérale. La circonstance que la constatation de la présence ou la détermination quantitative de ces éléments microbiologiques ne réussit qu'au moyen de procédés extrêmement sensibles et qu'ils sont susceptibles d'échapper à l'attention des analystes, ne nous autorise pas à mettre en doute leur effet curatif. Nous savons déjà que les éléments en question sont porteurs d'effets oligodynamiques ou microdynamiques provenant de concentrations immesurablement petites, et que ces matières en très petite quantité exercent, dans l'organisme vivant, leur influence sur plus d'un processus fermentatif ou hormonal. Quoique, jusqu'à ce moment, on n'ait réussi qu'en des cas isolés (iode, fer, cuivre) à ramener l'effet curatif des eaux minérales à la présence d'éléments *micro* ou de traces d'éléments, car chacune des eaux minérales représente, quant à sa vertu curative, une unité fermée en elle-même, un mélange individuel de sels ou, plus précisément, d'ions, — cependant les recherches physiologiques des dernières années ont pu démontrer, par rapport à plusieurs métaux lourds se trouvant en des eaux naturelles, un effet métabolique si intense qu'on ne saurait le perdre de vue quand on forme une opinion générale de la vertu curative des eaux.

On pourrait objecter qu'en dépit de leur activité biologique susmentionnée, les composants *micro* et *ultramicro* de l'eau minérale sont

sans importance, puisque, avec les aliments journaliers, ces composants entrent en des quantités sensiblement supérieures dans l'organisme humain. Cette objection est insoutenable. D'abord, parce que plus d'un élément biologique, comme le manganèse, fait souvent défaut à notre nourriture d'un jour ; puis, les éléments qui se trouvent à la fois dans les eaux minérales et dans les aliments (métaux lourds), se présentent dans les eaux minérales avec une concentration relativement supérieure et, ce qui est plus essentiel, à l'état de solution, ce qui facilite fort leur absorption. Ainsi pendant la cure d'eau la quantité d'éléments biologiques y figurant en de très petites quantités est plus grande et plus efficace que celle des mêmes éléments assimilés avec la nourriture. Nous n'ignorons plus que l'organisme vivant a besoin non seulement de vitamines, mais encore de vitamines anorganiques ; et si celles-ci n'y entrent pas en quantité suffisante avec les aliments, il faut réparer ce préjudice et faire cesser la maladie par carence en amenant l'élément biologique demandé sous forme d'eau minérale. De plus, au cours d'une cure d'eau, les éléments biologiques surnuméraires peuvent s'amasser dans l'organisme, et une telle *transminéralisation* est susceptible d'y déclancher des processus secondaires. Et la circonstance que l'effet catalytique de certaines traces de métaux s'accroît en présence de certains ions n'est pas le moindre des phénomènes qu'il faut mentionner ici. Ainsi B o d n á r a trouvé que 28 γ p. c. d'ions de fer et 140 γ p. c. d'ions de manganèse catalysent d'une façon mesurable la dissociation de H_2O_2 . Cependant cet effet catalytique deviendra plus considérable encore en présence d'ions HCO_3 ; dans ces circonstances, 0,7 p. c. de fer et 0,35 γ p. c. de manganèse se montrèrent déjà efficaces. Par conséquent, en présence d'ions HCO_3 , le manganèse est plus efficace, et calculés sur un litre, 0,007 mg de fer et 0,0035 mg de manganèse par, viennent déjà à catalyser.

La grande importance biologique des micro-éléments se trouvant dans les eaux minérales est prouvée, d'ailleurs, par des observations et expériences biochimiques qui nous permettent d'en conclure à l'indispensabilité des éléments microbiologiques et à leur effet curatif sur l'organisme. Il est vrai que le fait seul que plusieurs des micro-éléments qui composent l'eau minérale se retrouvent dans l'organisme humain, ne prouve pas d'une façon définitive leur importance, puisqu'ils y peuvent figurer comme du ballast entré avec la nourriture, avec l'eau du puits. Toutefois, on ne saurait affirmer avec une entière certitude que le ballast n'exerce aucune influence sur l'organisme et qu'il ne joue pas dans le ménage de l'organisme quelque rôle subordonné. C'est pourquoi il faut étudier les éléments biologiques en petite quantité, leur présence et leur extension dans la nature et, surtout, dans les eaux naturelles qui se distinguent par leur effet curatif. On ne doit pas se contenter d'accepter comme des

faits avérés les expériences plusieurs fois séculaires relatives aux eaux médicinales ; on ne doit pas s'arrêter à ce point et justifier notre passivité par le prétexte que les méthodes de recherche sont insuffisantes. De nos jours, on a mis à la disposition de la recherche chimique et biochimique plus d'un instrument physique d'une sensibilité délicate ; il faut nous efforcer d'expliquer les données relatives aux eaux minérales et établies par la voie empirique en les étayant d'examens de laboratoire.

Pour connaître à fond l'effet curatif d'une eau minérale, il faut connaître d'abord la composition exacte de l'eau en question, soit non seulement la quantité des composants dominants qui s'y trouvent en grandes quantités (tels que les Ca, Mg, Na, Fe, HCO₃, Cl, SO₄), mais aussi tous les éléments qui s'y trouvent en traces, avec leurs quantités respectives. Cela signifie, naturellement, la rupture avec les méthodes employées sans modification depuis cent ans. Aujourd'hui on fait ces analyses surtout pour satisfaire à la lettre de la loi sur les stations balnéaires, qui se contente de peu. Si nous tenons à baser l'effet curatif de l'eau médicinale sur autre chose qu'une routine empirique, il faudra nous résoudre à reconnaître comme condition première du progrès la connaissance minutieuse de la composition de l'eau et des éléments *micro* et *ultramicro* s'y trouvant en solution.

Je me suis proposé de déterminer la quantité et d'examiner les conditions des composants plus rares, figurant en très petites quantités dans les eaux minérales de Transylvanie, que j'ai étudiées dans ces dernières années. Ces éléments que les analystes précédents ont le plus souvent négligés, sont le fluor, le brome, l'iode, le manganèse, l'acide borique, l'arsenic, l'émanation de radium, l'hydrogène sulfuré, le lithium, enfin l'acide silicique. J'espère avoir fait un pas en avant sur la voie de la connaissance et de l'examen scientifique de l'effet curatif des eaux minérales si précieuses de la Transylvanie.

ЯНОШ ШТРАУБ:

Лечебные воды в Эрделье (Минеральные воды) и их химический состав с особым учетом на редко встречаемые составные части и их биохимического значения (химический факультет медицинского института девреценского университета)

Исследуя известные до настоящего времени анализы известных по всюду эрдельских (трансильванских) лечебных вод, можно было установить, что из числа анализов в этих водах отсутствовали большей частью ценные, более редкие составные части, имеющие с точки зрения лечебных свойств, большую ценность, или же на определение не обращали достаточно внимания, несмотря на то, что их определение является крайне необходимым в случае, если мы намерены более серьезно заняться опеределением лечебных свойств вод. В настоящем своем сообщении я дам перечень исследуемых в нашей лаборатории между 1941—1943 годами около 60 лечебных вод. Цель моей работы заключалась в том, чтобы определить количество и подвергнуть более близкому изучению имеющиеся в этих минеральных водах в очень редких случаях и в чрезвычайно малом количестве, опускавшиеся ранее исследователями частицы, какими являются: фтор, бром, йод, марганец, мышьяк, радиевая эмонация, с роводород, литий и кремневая кислота. Это изучение проводится с той целью, чтобы и этим приблизится на один шаг к научному обоснованию и ознакомлению ценных лечебных свойств лечебных вод Трансильвании.