

(A Magyar Biológiai Kutatóintézet közleménye.)

A TATAI ANGOL-PARK LANGYOS FORRÁSAINAK HYDROBIOLOGIAI VISZONYAI.

Írta: DR. KENDER JÓZSEF (Tata).

(6 ábrával, 1 térképvázlattal és 4 táblázattal.)

Bevezetés.

A tatai hőforrások a tudományos irodalomban régóta ismeretesek. TURÓCZI (1768), KORABINSKY (1786), TOWNSON (1797), KITAIBEL (1829), WACHTEL (1859) említik először, természetesen koruk felfogásának megfelelően, mint természeti ritkaságokat. Feltűnik nekik a források nagy vízbősége, vizük kristálytisztá átlátszósága, a környékükön található és állandóan képződő forrásmész-kő. THANTÓL (1887) származik a vizek első pontos analizise. A források hidrogeológiáját HORUSITZKI (1925) írja meg. Nála található a környékre vonatkozó geológiai eredmények összefoglalása is. Sok érdekes adatot találunk DORNYAY (1925) munkájában, aki Tata természeti viszonyainak egyik legszorgalmasabb és legalaposabb kutatója és ismerője, kár, hogy eredményei összefoglaló monográfiában nem jelentek meg.

A források élővilágával már kevesebben foglalkoztak. FRANK (1869) ismerteti először érdekes növényzetüket. Több növénytani adatot közöl BOROS (1937). Az állattani irodalomban a források mint a *Theodoxus Preostianus* lelőhelyei ismeretesek KORMOS (1905, 1906) és SOÓS L. (1936) munkái alapján.

Jelen dolgozatom célja az irodalomból is legjobban ismert Angol-park hőforrásainak hidrobiológiai ismertetése olyan szellemben, mint azt a Lukács-fürdő tavának vizsgálata alkalmával tettem (KENDER 1939, 1940). Itt is csak a forrásmedencék vizsgálatára szorítkoztam, nem vettem figyelembe a források lefolyásának élővilágát — amely külön munkát igényel — bár az előzőekben említett faunisztikai adatok ezekre vonatkoznak. A vizsgálatnál követett módszereim ugyanazok, amelyeket a Lukács-fürdő kutatása alkalmával szerzett tapasztalataim alapján célravezetőnek találtam. A vizek kémiai vizsgálatát kizárólag WINKLER (MAUCHA 1930) módszerei szerint végeztem. A

hidrogeionkoncentrációt MAUCHA (1940) módosított eljárása alapján határozta meg.

Hálás köszönettel kell megemlékezni KOVÁTS MIKLÓS uradalmi hálszati intézőről, aki nagyértékű hőmérséklet és vízszint méréseit önzetlenül rendelkezésemre bocsátotta és ezzel nagyban hozzájárult a saját vizsgálataim alkalmával felmerült kérdések tisztázásához. Köszönöm SOÓS ÁRPÁD kedves barátomnak, hogy a forrásokra vonatkozó gyűjtési adatait rendelkezésemre bocsátotta és az általam gyűjtött Nematodákat meghatározta.

Geológiai viszonyok.

A források közvetlen és távolabbi környékének geológiai viszonyai elég részletesen ismeretesek (KOCH 1909, HORUSITZKI 1923, DORNYAY 1925). Az idevontató irodalom eredményei röviden a következőkben foglalhatók össze. Tata területét a Gerecse csapásirányával párhuzamosan futó ÉÉK—DDNy irányú törésvonalak szelik át, (ezek legnagyobbika a Vértest és Gerecsét elválasztó tata-bicskei törés). A fő törésvonalakat többé-kevésbé merőleges mellék törésvonalak metszik át. A langyosvízű források — HORUSITZKI összeállítása alapján számszerint 32 — a törésvonalak mentén helyezkednek el. Ahol a két ellentétes irányú törés metszi egymást, ott fakadnak fel a legbővebb vízű, egyúttal legmelegebb források. Ilyenek az Angol-park forrásai is.

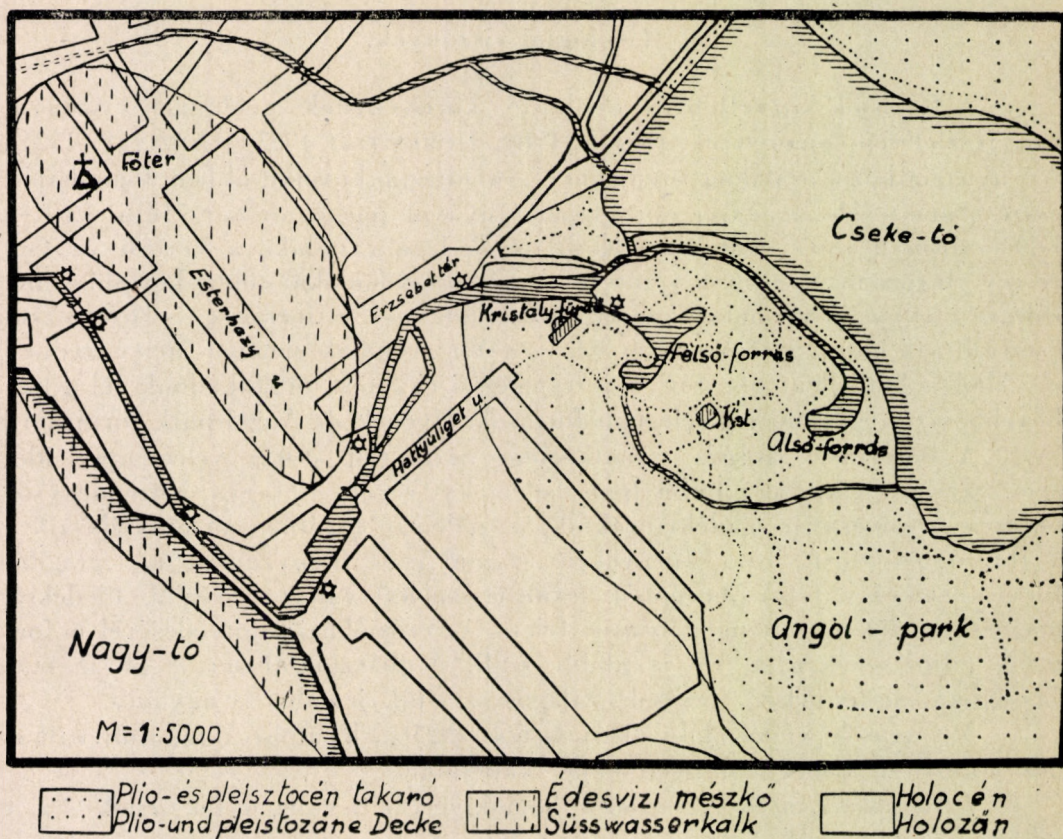
A hőforrások korára vonatkozólag SCHRETER (1912) véleményét idézem. Szerinte a közép pliocén (pontusi emelet) végéig a Magyar Középhegység hőforrásai kovasavas üledéket raktak le, jellemző továbbá a lerakódásaikra a fluorit és barit. Tata környékén viszont ezek hiányzanak, a legrégebb forrásüledékek a felső pliocénből (levanti emelet) valók. A régebbi üledékek magassága 230 m. a tenger szintje felett. Az erózióbázis süllyedésével a források feltörésének a szintje is alább szállt. A pleisztocénben már 140 m. magasságban működnek a források. Átlagos szintjük jelenleg is ugyanez.

A források kialakulása (HORUSITZKI 1923) a legutolsó dunántúli vulkános működést kísérő földrengésekkel kapcsolatos.

A forrásmedencék pleisztocén homokbuckás területen fekszenek. Ez a takaró azonban csak 5—8 m. vastag, alatta a pannónia (pontusi) üledékek vannak, ezeket pedig HORUSITZKY számításai szerint kb. 40 m. mélységben a kréta (neokom) mészkő követi. Ebből fakadnak fel a források.

Az Angol-parkban két forrásmedence van. Az elnevezésükre vonatkozólag megjegyzem, hogy a régebbi szerzők (pl. HANTKEN 1861, 1865.) a park bejáratához közelebb eső forrást, amelyben a najád szobor van. Felső forrásnak, a Cseke-tó mellett fekvőt pedig Alsó-forrásnak nevezik. HORUSITZKI a vízhozam alapján az előbbit Kis-, az utóbbit Nagy-forrás néven említi. Mivel a Tatáról készült legújabb 1:5000-es térkép, amelyről a mellékelt vázlat is készült, szintén a Felső és Alsó-forrás elnevezést használja, de a források helyzetének is ez felel meg, a továbbiakban én is ezt az elnevezést használom.

A Felső-forrásnak kettős medencéje van. A kisebbik medence nagyjából kör alakú, átmérője kb. 20 m., mélysége 1–2 m., a partjain mindenütt régi kövezésnek a nyomai találhatóak, amelyet azonban a mésztufa bekérgezett. Feneke szintén mésztufapadokkal van borítva. A másik medence L alakú, part és fenékviszonyai az előzőéhez hasonlóak, de átlagos mélysége kisebb, benne több mesterséges szigetecske. Ebben tör fel a legbővebb vízű forrás.



Az Alsó-forrás kissé hajlott ellipszis alakú 20×50 m. átmérővel. Mélysége 1–2 m., a feltörések helyén 3 m. Partjai és fenéktalaja szintén mésztufás, kivéve a víz feltörési helyeit, ahol több m^2 területen a felbukkanó víz finom homokot kavart fel, amely HORUSITZKI megállapítása szerint a mélyebben fekvő pannóniai (pontusi) üledékekből származik. A víz feltörése mindkét forrásban olyan erős, hogy a 2–3 m. vastag vízoszlopon keresztül feltörő víz 5–6 cm.-re a vízszint fölé emelkedik. Vízhozamuk HORUSITZKI adatai alapján: Felső-forrás 450 l/sec., Alsó-forrás 550 l/sec., ami a Felső-forrásban napi $39,000 m^3$, az Alsó-forrásban $48,000 m^3$ -nek felel meg.

Az eddig elmondottak alapján mindkét forrást a limnokrén (THIENEMANN 1925) források csoportjába oszthatjuk, amelyekre jellemző a forrásmedence fenekéről feltörő víz, a homokos vagy iszapos fenéktalaj és legtöbbször a gazdag vízi növényzet. Ez utóbbinak ismertetésére később térek ki.

Hőmérséklet.

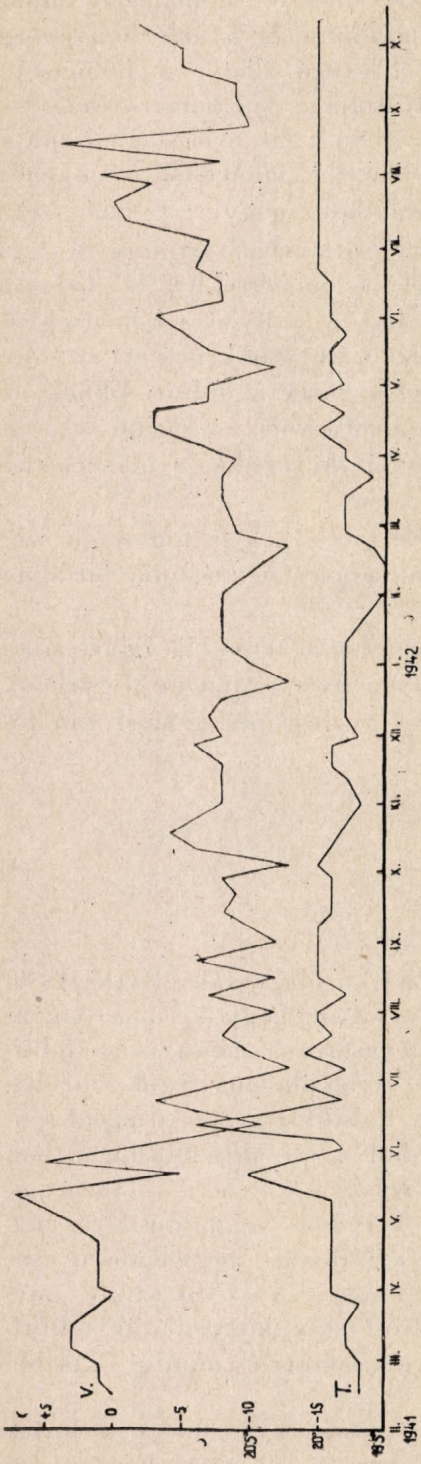
A thermális vizeknek VOUK-féle beosztását tartva szem előtt, (THIENEMANN 1925) mindkét forrás — de az összes tatai forrás is — a chliarotherm vagy langyos források csoportjába tartozik (18° — 30°). THAN (1886) a Felsőforrás vizét $20,74^{\circ}$ -nak mérte (márciusban), HORUSITZKI 1919-ben a Felsőforrásban a feltörés helyén $20,5^{\circ}$ -ot, az Alsóforrásban $20,0^{\circ}$ -ot észlelt. KOVÁTSNAK 1941. II. 14 — 1942. X. 7-ig hetenként végzett mérései alapján, a hőmérséklet ingadozása az Alsóforrásban $1,4^{\circ}$ ($19,0^{\circ}$ — $20,9^{\circ}$) a Felsőforrásban $1,5^{\circ}$ ($19,9^{\circ}$ — $21,4^{\circ}$).

I. TÁBLÁZAT — TABELLE I.

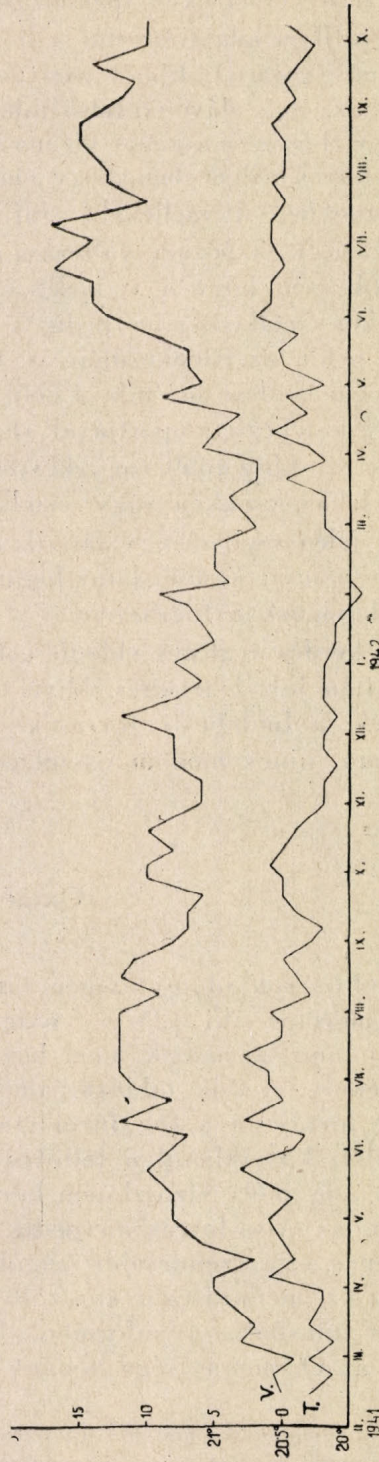
Hőmérséklet és vízállás. — Temperatur und Wasserstand.

	Alsó-forrás — Untere Quelle		Felső-forrás — Obere Quelle	
	Hőmérséklet Temperatur	Vízállás Wasserstand	Hőmérséklet Temperatur	Vízállás Wasserstand
1941				
II. 14.	19.7	0	20.3	0
20.	19.7	+1	20.1	+1
27.	19.7	+1	20.3	-1
III. 6.	19.8	+33	20.1	+3
14.	19.8	+3	20.3	+2
22.	19.7	+1	20.2	+4
27.	19.9	0	20.2	+4
IV. 3.	19.9	+1	20.6	+5
10.	19.9	+1	20.4	+2
17.	19.9	+1	20.5	+6
V. 1.	18.9	+3	20.6	+8
8.	19.9	0	20.4	+8
19.	20.5	-5	20.8	+10
22.	20.2	+5	26.7	+8
30.	19.8		20.4	
VI. 5.	19.9	-6	20.3	+7
11.	20.9	-11	20.8	+12
19.	19.8	-3	20.5	+8
26.	20.1	-7	20.6	+11
VII. 3.	19.8	-13	20.6	+12
10.	20.1	-10	20.8	+12
17.	19.8	-8	20.5	+12
24.	20	-9	20.5	+12
31.	20	-12	20.6	+12
VIII. 7.	19.8	-7	20.3	+9
14.	20	-12	20.4	+12
21.	20	-6	20.5	+11
28.	20	-12	20.3	+8
IX. 5.	20	-10	20.2	+7
11.	19.9	-8	20.4	+7
18.	19.9	-9	20.5	+6
25.	19.9	-8	20.5	+10

	Alsó-forrás — Untere Quelle		Felső-forrás — Obere Quelle	
	Hőmérséklet Temperatur	Vízállás Wasserstand	Hőmérséklet Temperatur	Vízállás Wasserstand
1941				
X. 2.	20	-13	20.6	+10
9.	19.9	-6	20.5	+8
16.	19.8	-4	20.4	+10
23.		-8	20.2	+6
XI. 9.	19.7	-8	20.2	+6
16.	19.8	-8	20.1	+8
23.	19.9	-6	20.2	+8
29.	19.9	-8	20.2	+8
XI 7.	19.8	-7	20.1	+12
14.	19.8	-7	20.2	+8
21.	19.8	-13	20.2	+6
28.	19.8	-10	20.2	+8
1942,				
I. 8.	19.8	-8	20.1	+5
15.	19.7	-8	20.1	+6
22.	19.6	-8	20	+7
29.	19.5	-8	19.9	+9
II. 5.	18.5	-9	20	+4
12.	19.5	-11	20	+5
19.	19.6	-13	20	+5
26.	19.8	-9	20.2	+2
III. 12.	19.8	-8	20.2	+4
19.	19.6	-8	20.5	+2
26.	19.8	-9	20.2	+2
IV. 2.	19.8	-7	20.3	+6
9.	20	-3	20.6	+5
16.	19.8	-3	20.3	+3
23.	20	-7	20.5	+9
30.	19.8	-7	20.2	+6
V. 7.	19.9	-12	20.5	+7
14.	19.9	-7	20.5	+7
21.	19.8	-6	20.4	+14
28.	19.9	-3	20.7	+13
VI. 5.	19.9	-8	20.6	+14
14.	19.9	-8	20.6	+14
18.	20	-6	20.5	+17
VII. 2.	20	-7	20.6	+14
9.	20	-1	20.6	+17
16.	20	0	20.5	+10
23.	20	-3	20.6	+13
30.	20	+1	20.5	+13
VIII. 6.	20	-8	20.5	+11
12.	20	+4	20.5	+15
21.	20	-10	20.6	+15
IX. 3.	20	-9	20.4	+12
10.	20	-9	20.5	+11
17.	20	-5	20.4	+14
24.	20	-5	20.3	+10
X. 7.	20	-2	20.5	+10



1. ábra. Abb. 1. Felső-forrás — Obere Quelle. T = Hőmérséklet, Temperatur. V = Vízállás, Wasserstand.



2. ábra. Abb. 2. Alsó-forrás — Untere Quelle. T = Hőmérséklet, Temperatur. V = Vízállás, Wasserstand.

Ezt a hőmérséklet ingadozást több tényező okozza. A mellékelt táblázat és grafikon adatai szerint a hőmérsékleti minimumok a téli hónapokra esnek (nov.—márc.). Ebből nyilvánvaló, hogy a levegő, illetve a hőmérséklet ingadozásnak alávetett felső talajréteg befolyásolja a víz hőmérsékletét is. A nagy vízbőség és a gyors vízmozgás miatt azonban a víz nem stagnál annyi ideig a forrásmedencében, hogy emiatt nagyobb mérvű hőmérsékletcsökkenés következne be. A mellékelt grafikonból az is látható, hogy a víz hőmérsékletváltozása a vízhozam változásainak megfelelő ritmusban történik. A leggyakoribb eset, hogy a vízbőség emelkedésével a hőmérséklet is néhány tized fokot emelkedik, ha pedig a vízhozam csökken, süllyed a hőmérséklet. De van példa az ellenkezőjére is, amikor a vízhozam csökkenésével egyidejűleg hőemelkedés történik. Ebből az következik, hogy a hóforrásoknak az ú. n. vegyesjellegű csoportjával van dolgunk, amelyekben, aszerint, hogy a juvenális vizekhez több vagy kevesebb vadózus víz keveredik, a hőmérséklet is megfelelően csökken vagy emelkedik.

A jelen esetben úgy látszik a karsztvizek játsszák a legfontosabb szerepet, mert mint később látni fogjuk, a víz kalcium és magnézium tartalma is a vízbőségnek a függvénye.

A kérdés végleges eldöntése talán a meteorológiai tényezők figyelembevétele útján lesz lehetséges. Mivel az irodalomban ilyenirányú megfigyelések nincsenek, a budapesti források hasonló megfigyelése pedig most van folyamatban, nincs módom összehasonlításokra.*

Oxigén-viszonyok.

A források oldott oxigén tartalmára vonatkozólag csak THAN (1886) adata ismeretes, aki 0,23 cm³ oxigént mért. Azonban, hogy ez az oxigénpróba honnan származik, nem bizonyos. Mindenesetre a mennyisége feltűnően csekély. A 2-ik táblázatban feltüntetett oxigénmennyiségek próbái mindkét forrásban a felszínről származnak. A Felső-forrásban a najád szobor mellett közvetlenül a feltörés helyéről, ahol a víz derékvastagságban tör fel a 2 m. mély vízoszlopon keresztül a víz felszíne fölé még 2—3 cm magasságra, az Alsó-forrásban pedig a feltörés helyétől távolabbról, a forrásmedence egy csendesebb zúgából, ahol a vízáramlás meglehetősen csekély. Az O₂ mennyiséget ábrázoló görbék (3. ábra) egymással szinte párhuzamos futásúak, olyanformán, hogy a Felső-forrás közvetlenül feltörő vízében az O₂ mennyisége néhány tized köbcentiméterrel mindig kisebb,

* Az irodalomban szereplő hilarotherm, hyalotherm, hliarotherm, téves elnevezések elkerülése végett közlöm a szó etimológiáját: χλιαρός = langyos, lau, warm, a magyar helyesírás szerint a *-nek* ch felel meg. A helyes írásmód tehát chliarotherm.

mint az Alsó-forrásnak a feltörés helyétől már távolabb jutott és gyengén áramló vizében. Ismeretes dolog, hogy a csekély oxigéntartalmú vizek, különösen ha élénk mozgásban vannak, mint a jelen esetben is, a levegő oxigénjét mohón nyelik el. Érthető tehát, hogy az Alsó-forrás oldott oxigéntartalma nagyobb, mert hiszen a feltörés helyétől távolabb jutott vízből származnak az oxigénpróbák. Egyébként az O_2 mennyisége októbertől kezdve emelkedik, februárban éri el a maximumát, a tavaszi és kora nyári hónapokban ezt a szintet megtartja, és csak júniustól kezdve csökken újra.

II. TÁBLÁZAT — TABELLE II.

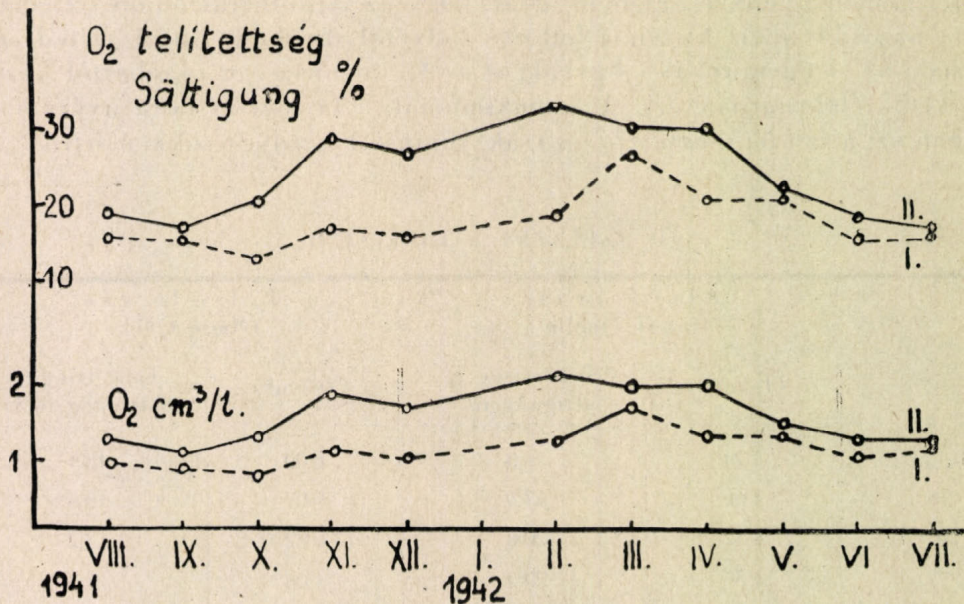
	Alsó-forrás Untere Quelle		Felső-forrás Obere Quelle	
	O_2 cm ³ /l	Telítettség % Sättigung in %	O_2 cm ³ /l	Telítettség % Sättigung in %
VIII. 23.	1·24	19·5	0·99	15·9
IX. 18.	1·08	17	0·97	15·6
X. 24.	1·32	20·8	0·82	13·2
XI. 22.	1·86	29·2	1·08	17·3
XII. 13.	1·73	27·2	1·00	16
II. 3.	2·13	33·5	1·21	19·4
III. 14.	1·96	30·8	1·71	27·4
IV. 18.	1·96	30·8	1·32	21·2
V. 22.	1·45	22·8	1·32	21·2
VI. 24.	1·22	19·2	1·00	16
VII. 28.	1·08	17	1·03	16·5

Hasonlóak a viszonyok a Lukács-fürdő vizében. (KENDER 1941). Ennek az okára akkor már rámutattam, hogy tudniillik a nyári erős napsütés miatt, mivel annak a fényereje az asszimiláció optimumát már túlhaladja, a források teljesen átlátszó vizében az asszimiláló vízi növényzet kedvezőtlen helyzetbe kerül, az asszimiláció melléktermékeként keletkező O_2 mennyisége tehát csökken. Már pedig a vizek oldott oxigéntartalmának ez az egyik legfontosabb forrása.

Az ábrában feltüntettem még az oxigénmennyiségekből az illető hőmérsékletre számított telítettségi százalékot is. Ebből, mint ismeretes a vízi állatok oxigénigényére lehet következtetni.

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a langyos forrásokban oxigén telítettség soha sincs. A Lukács-fürdőben a legmagasabb telítettség 51,3 % volt, az itteni legmagasabb érték pedig csak 33,5 %. Hangsúlyozni

kell azonban, hogy az eddigi adatok csak a forrásmedencékre vonatkoznak, a források lefolyásában, mint a folyamatban levő vizsgálataim mutatják, lényegesen kedvezőbb a helyzet.



3. ábra. Az O₂ mennyiség és a telítettség évi változása.

Abb. 3. Die Veränderung des O₂-Gehaltes und der O₂-Sättigung im Untersuchungsjahre.

I. = Felső-forrás — Obere Quelle
II. = Alsó-forrás — Untere Quelle

Kémiai összetétel.

A vizek kémiai összetételére vonatkozó első vizsgálatok 1885—1888-ból valók, amikor BALLÓ és THAN a Budapestre vezetendő ivóvíz kérdésével kapcsolatosan a tatabányai vizeket is megvizsgálták. THAN adatait könnyebb összehasonlítás kedvéért a saját vizsgálataim adataival együtt közlöm, elhagyva azokat az alkatrészeket, melyeket én nem vizsgáltam.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy a víz összetétele az elmúlt közel hatvan év alatt nem változott.

Analógia kedvéért megjegyzem, hogy az oldott alkotórészek mennyisége nagyjából azonos a Dunántúli karsztvizeiben oldott anyagok mennyiségével (VADÁSZ 1941, FALLER 1937). A kalcium, magnézium, szilícium tartalom legjobban megegyezik a tatabányai vízvezeték karsztvízzel táplált vizével.

A víz oldott alkotórészeinek mennyisége, elsősorban a kalcium és magnézium tartalom az év folyamán bizonyos változásoknak van alávetve. A természetes — főleg állóvizek — kalcium és magnézium tartalma a párolgás okozta koncentrálódás és a csapadékvizek által előidézett felhíguláson

kívül leginkább a vízi növények asszimilációs tevékenysége következtében szabályos ingadozást mutat. Télen rendszerint magasabb, nyáron alacsonyabb a kalcium és magnézium tartalom. Ezt a jelenséget, mint az élőlények okozta (biogén) elmésztelenedést ismerjük.

III. TABLÁZAT — TABELLE III.

A források kémiai viszonyai. — Die chemischen Verhältnisse der Quellen.

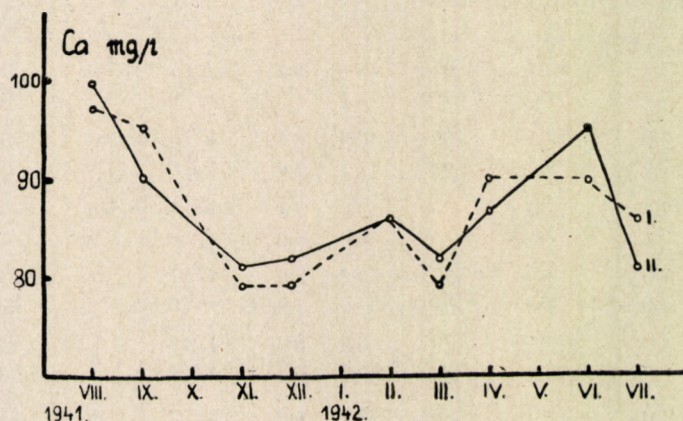
		pH	Lugosság Alkalinität	Ca mg/1	Mg mg/1	Cl mg/1	HCO ₃ mg/1	SiO ₂ mg/1	Össz. keménység Gesamt- härte	CO ₂ mg/1
VIII. 9.	I.	7.4	8.57	97.8	49.6	9.4	522.7	7.0	25.1	65.2
	II.	7.1	7.90	99.6	44.7		481.9	9.5	24.2	
IX. 18.	I.	7.0	7.65	95.6	46.5	8.4	465.6	9.0	24.0	68.6
	II.	7.2	7.65	90.7	47.1	6.4	466.6	11	23.5	64.6
X. 24.	I.	7.4	7.70		53.3	7.4	469.7	9.0		68.6
	II.	7.4	7.95		50.6	6.9	478.8	9.5		63.6
XI. 22.	I.	7.0	7.85	79.0	54.8	8.9	472.7		23.6	65.6
	II.	7.0	7.60	81.0	5.6	7.4	463.6		23.6	68.6
XII. 13.	I.	7.0	7.85	79.7	56.2	8.9	478.8		24.0	
	II.	7.0	7.85	82.4	53.9	6.4	478.8		23.5	
II. 3.	I.	7.0	7.70	86.8	56.1	8.9	469.7	11.5	25.0	68.6
	II.	7.0	7.70	86.9	56.1	7.9	469.7	10	25.0	62.6
III. 14.	I.	7.0	7.75	79.3	54.5	8.4	472.7	8.0	23.6	
	II.	7.0	7.75	82.0	54.5	8.9	472.7	8.5	23.9	
IV. 18.	I.	7.2	7.90	90.3	54.6	8.4	481.9	8.0	25.2	
	II.	7.2	7.75	87.4	54.6	7.4	479.8	8.0	24.7	
V. 22.	I.	7.5	7.60			8.4	436.6	8.0	24.8	
	II.	7.5	7.85			6.9	484.9	8.0	24.6	
VI. 24.	I.	7.5	7.60	90.6	52.6	8.4	463.6	8.5	24.8	
	II.	7.5	7.95	95.6	52.6	8.4	460.5	9.0	25.2	
V.I. 28.	I.	7.2	7.85	86.0	54.8	8.4	479.8	8.5	24.9	
	II.	7.2	7.65	81.8	59.2	7.4	466.6	9.5	24.2	
Than 1:86			7.7	87.3	47.6	7.7		10.3	23.3	106

I = Felső-forrás — Obere Quelle

II = Alsó-forrás — Untere Quelle

A két forrásmedence gazdag vizinövényzetéből arra lehetne következtetni, hogy ez a jelenség itt is szabályosan lejátszódik. A 3. táblázat és a mellékelt grafikon (4. ábra) adatai azonban épen a tavak viselkedésével ellentétes eredményeket mutatnak, mert a kalcium tartalom mindkét forrás-

ban augusztusban a legnagyobb, azután fokozatosan csökken decemberig, februárban jelentéktelen emelkedés történik, majd márciusban ismét a decemberei szintet éri el, innen kezdve fokozatosan növekszik augusztusig. Tehát világosan megállapítható a nyári maximum és a téli minimum. Összehasonlítva a kalcium tartalomnak ezt a változását a vízhozam ingadozásával, azt találjuk, hogy a változás azonos irányú. Különösen jól mutatkozik ez a Felső-forrásban márciustól novemberig, majd februártól júliusig, az Alsó-forrásban pedig az augusztusi eltéréstől eltekintve az egész év folyamán. Ennek az oka nyilvánvalóan az lehet, hogy a mélységből feltörő meleg vizekhez több-kevesebb karsztvíz keveredik, a kalcium tartalom tehát emel-



4. ábra. A kalcium tartalom évi változása.

Abb. 4. Die Veränderung des Ca-Gehaltes im Untersuchungsjahre.

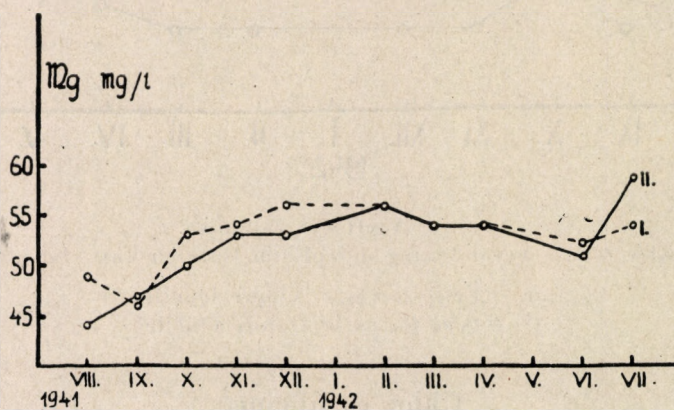
- I. = Felső-forrás — Obere Quelle
 II. = Alsó-forrás — Untere Quelle

kedik. Ehhez hasonló jelenséget ismertet GEYER és MANN (1940) a tapolcai tavasbarlang, illetve forrástóból, ahol a szivárgó karsztvizek miatt a tóban tetemesen nagyobb a kalcium és magnézium tartalom, mint a barlangban. Ezt bizonyítja különben az a tény is, hogy a vízhozam emelkedésével rendszerint a hőfok néhány tizednyi csökkenése jár együtt. GEYER és MANN ennek ellenkezőjét tapasztalták Tapolcán.

Nem tagadható azonban, hogy a növények asszimilációs tevékenysége is hatással van a kalcium tartalomra. A Felső-forrás vízhozama novemberben emelkedőben van, ugyanakkor viszont a kalcium tartalom csökken. Májustól kezdve sem követi a kalcium mennyisége a vízhozam erősebben emelkedő mértékét, hanem kissé annak alatta marad. Ennek megértésére meg kell jegyeznünk, hogy a fényviszonyok novemberben már kedvezőtlenek ugyan, viszont a víz teljes átlátszósága a fény behatolásának semmi akadályt nem vet, úgyhogy a kedvező hőmérséklet mellett az asszimiláció nem szünetel. Ennek bizonyítéka az is, hogy ilyenkor a forrásmedencék

fenekén még üdezöld moszatbevonat van, amely csak december vége felé hal el, amikor az algafonalakon a mikroszkóp alatt jól megfigyelhető mészkristálykák ülnek.

A magnézium szerepe a vizek anyagforgalmában még nem teljesen tisztázott kérdés. A hazai langyos forrásokra vonatkozólag csak GEYER és MANN megfigyelése áll rendelkezésre a tapolcai tavasbarlangból. Feltételezik, hogy ott a viszonylag magas magnézium tartalom a magnéziumsók nagyobb oldékonysága miatt van. Ugyancsak GEYER és MANN a Fertő-tó vizsgálata alkalmával mutattak rá arra, hogy az erősebben megvilágított vízrétegekben mindig kevesebb volt a magnézium, mint azokban a rétegekben,



5. ábra. A magnézium tartalom évi változása.

Abb. 5 Die Veränderung des Mg-Gehaltes im Untersuchungsjahre,

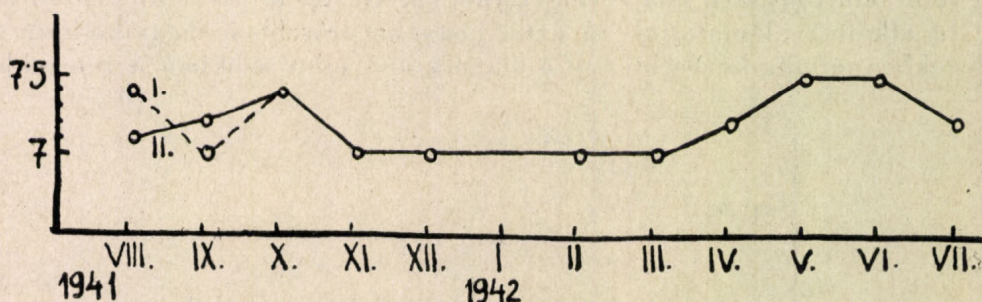
- I. = Felső-forrás — Obere Quelle
 II. = Alsó forrás — Untere Quelle

amelyek kevesebb fényt kaptak. Hivatkoztak itt OHLE (1934) hasonló megfigyeléseire is. JACZÓ és MANN a tihanyi Belső-tóban ugyanezt tapasztalták. Ha már most mindezek alapján nézzük a magnézium tartalmat ábrázoló görbét, (5 ábra) hasonló következtetést vonhatunk le, mert a magnézium mennyisége a téli hónapokban nagyobb, a nyári hónapokban a júliusi eltérést kivéve kisebb. A magnézium mennyisége a kalciuménak átlagosan fele.

Hidrogénion koncentráció.

Mindkét forrásra jellemző a hidrogénion koncentráció csekély ingadozása (7,0—7,5). A minimum november-februárra, a maximum október, május és júniusra esik. Ennek oka, mint már a Lukács-fürdő tavának vizsgálatánál rámutattam — de a tavakban is így van — vizi növényzet asszimilációs tevékenysége és a fényviszonyok. Ha azonban összehasonlítjuk az itteni eredmé-

nyeket a Lukács-fürdőben tapasztaltakkal, azt látjuk, hogy pH görbe sokkal szabályosabb, ugrásszerű változások nem tapasztalhatók. Ennek egyedüli magyarázata az, hogy az itteni források természetes állapotukban vannak, életkörülményeiket nem befolyásolja annyi külső tényező, mint a Lukács-fürdőben (az amerikai *Salvinia auriculata* betelepítése, gyors szaporodása, a vízi növényzet időnkénti kitakarítása stb.).



6. ábra. A pH évi változása.
Abb. 6. Die Veränderung des pH im Untersuchungsjahre.

I. = Felső-forrás — Obere Quelle
II. = Alsó-forrás — Untere Quelle

Chlor és silicium.

Teljesség kedvéért minden egyes alkalommal ezeknek a mennyiségét is megállapítottam. Mennyiségükben változás alig észlelhető és majdnem teljesen azonos THAN-nak hatvan évvel ezelőtt kapott eredményeivel.

Nitritek és nitrátok, mint azt már THAN is megállapította, egyik forrás vízében sincsenek. Még nyomokban sem sikerült kimutatnom, bár minden vízmintát megvizsgáltam.

Növényzet.

A két forrás növényzete némi eltérést mutat egymástól, amit a forrásmedencéknek az előzőkben már ismertetett fenéktalaj viszonyai és vízmélység határoz meg. A Felső-forrásban a növényzet zömét a fonalas zöld moszatok: *Ulothrix*, *Oedogonium*, kevés *Chladophora* alkotja, a sziklás részen és a part mentén pedig *Chara* tömegek. A sziklás sekély részeket és a parti köveket *Fontinalis* vonja be. Az Alsó-forrásban szintén az előbb említett zöld moszatok dominálnak, de nagyobb szerep jut a magasabbrendű növényeknek: *Castalia coerulea*, *rubra*, *Potamogeton coloratus*, nagyobb területet foglal el a *Chara* is. A két utóbbi annyiban is fontos, hogy talajhoz kötött és elágazó növények lévén, a fonalas moszatoknak tapadási helyül szolgálnak, úgyhogy

késő ősszel, azután március-áprilisban szinte összefüggő üdezőld párna módjára vonják be a forrás fenéktalaját. Május vége felé eléri a felszint, ilyenkor a vízfelületet takarja helyenkint összefüggő rétegben a moszatbevonat.

Állatvilág.

Bevezetőül megjegyzem, hogy a két forrás állatvilágát külön vizsgáltam. Azonban — mint már a kémiai vizsgálat mutatta — az életfeltételek annyira hasonlóak, illetve azonosak, hogy egy élőhelynek vehető a két forrás. Nincs is semmi különbség az állatok minőségi összetétele között, ezért a mellékelt táblázatban együtt sorolom fel a két forrás állatait. Arra a néhány különbségre, amely a vizsgálatok alkalmával mutatkozott, az alábbiakban rátérek. Meg kell azonban még említenem, hogy — bár szándékomban volt mennyiségi gyűjtéseket végezni — ez minden próbálkozásom dacára lehetetlen volt. Plankton egyáltalában nincs, a többi állatfaj pedig oly csekélyszámú és a forrásmedencék különböző helyein annyira szétszórta, hogy mennyiségi gyűjtést megbízható eredménnyel nem végezhettem. Tudtommal az ilyen biotópokra mennyiségi gyűjtőmódszer nincs is kidolgozva. E helyett csak viszonylagos becslésekre szorítkozhattam és az állatfajok minőségi összetétele alapján igyekeztem az egyes állatasszociációkat megállapítani, valamint figyelemmel, kísérni, hogy az élőhely egyes részeiben miképen oszlanak meg.

Teljesség kedvéért ide iktatom még azokat a csigafajokat is, amelyeket Soós L. (1936) sorol fel, nem a forrásokból, hanem azok kifolyásából:

Theodoxus Prevostianus

Valvata piscinalis

„ *cristata*

Bithynia tentaculata

Fagotia Esperii

Fagotia acicularis Audebarti

Anisus (Tropidiscus) planorbis

Anisus (Spiralina) vortex

Physa acuta

Limnaea palustris

A mellékelt táblázatból megállapítható, hogy az örvényférgék, a rákfélék és csigák mindkét forrásnak egész éven át előforduló állandó jellemzői, amelyek tehát mintegy típusát adják a forrásoknak. Mennyiségük azonban az év folyamán nem állandó. Az örvényférgék közül a *Polycelis nigra*, a rákok közül a *Cyclops serrulatus* fordul elő legnagyobb mennyiségben. A *Polycelis* tömeges megjelenése kétszer észlelhető. Először a téli hónapokban december-től februárig, utána csökken a száma és a téli mennyiséget csak májustól júliusig éri el. Tartózkodási helye a vízpartról benyuló növények szárai és levelei, a felszínen úszó vízbehullott falevelek alsó felülete, a Felső-forrás-

ban a feltörés melletti sziklát borító *Fontinalis* gyep, valamint a partmenti néhány cm. mély vízzel borított iszapos talaj, amelynek a *Criodrilus lacuummal* együtt egész évben megtalálható jellemző állatfaja.

A *Planaria torva* és *Dendrocoelum* szintén egész évben megtalálható, de mindig csekély számban. Az utóbbi különösen az Alsó-forrás *Nymphaea* leveleinek vízszínen úszó alsó felületén tartózkodik.

A három *Cyclops* faj közül a *Cyclops serrulatus* az uralkodó. Novemberben a források nyugodtabb helyein még tömegesen vannak a petezacsós nőstények, decemberben sok a copepodit, de a fejlett egyének is nagy számban vannak. Februárra csökken a mennyiségük, márciustól kezdve folyton emelkedő számban jelennek meg. A szabad vízben lebegve aránylag ritkák, inkább az algapárna fölött és a *Potamogeton* közt tartózkodnak. A másik két faj kis egyénszámban, de az egész évben előfordul. Mint feltűnő jelenséget megemlítem, bár quantitativ megfigyelésekkel alátámasztani nem tudom, hogy a *Cyclopsok* térbeli elosztása a két forrásban különböző. A Felső-forrás vizében az egész év folyamán egyenletesen oszlanak meg. Az alsó-forrásban azonban, ha a gyűjtés napsütésben történt, csak az árnyékos helyeken (a felszint borító moszatbevonat alatt, vagy a vízre vetődő faárnyékban) tartózkodtak, borus időben az eloszlásuk egyenletes volt. Nyilvánvaló tehát, hogy a fényviszonyok befolyásolják ezt a vándorlást. A Felső-forrásban azért nincs, mert a körülötte levő évszázados fák állandó árnyékot vetnek, a fényviszonyok tehát egészen mások, mint az Alsó-forrásban.

Az egész évben előforduló állatfajok társaságát a téli hónapokban a *Corixa*, *Plea*, *Nepa* egészítik ki a *Hemipterák* közül, és ezekhez a víz felszínén nagy mennyiségben élő *Podura* csatlakozik. Decemberben nagy számban csoportosulva barnás-fekete foltokban található mindenütt a partok mentén, februárban a víz csendesebb zugaiban jellegzetes fehér foltokat eredményez a sok levedlett chitin váz. Ez a folyamat eltart április végéig, utána csak néhány példányban található.

Májusban jelennek meg a vízfelszínen élő *Hemipterák* és a *Gyrinus* fajok.

A *Chironomus*, *Culex*, *Tipulidae* álcák csak akkor találhatók, ha — mint a növényzet tárgyalásakor említettem, — a fenékről felnövekvő *Chara* és a zöld moszatok elszaporodásuk folyamán elérik a felszint és rajta foltokban bevonatot alkotnak. Az említett lárvák ennek a lakói. Hasonlóképpen ebben található meg a *Canthocamptus*, *Herpobdella*, *Hydra* és *Nematodák* is.

A többi állatfaj csak szórványosan néhány példányban került elő, tehát nem is tekinthető a források tipikus lakójának, például a *Piona*, *Herpobdella*, *Hirudo*. Lehetséges, hogy ezeket a Nagy-tóból a vízi madarak (vadkacsák, hattyúk) hurcolják be. A *Piona*-t a Nagy-tóból már DADAY is említi, de magam is gyűjtöttem ott a többiekkel együtt.

A *Molge vulgaris*nak mindössze egy példánya került elő novemberben: egy fiatal, 3 cm. hosszú, még kopoltyus példány.

Tanulságos lenne az itteni eredményeknek más hazai langyos forrásokkal való összehasonlítása. Azonban ezideig csak a Lukács-fürdő és részben a tapolcai tavasbarlang és tó hidrobiológiai viszonyait ismerjük. Mindössze annyi állapítható meg, hogy az Angol-park forrásaiban és a Lukács-fürdőben 14 közös faj él (az összes állatok 26 %-a), Tapolcán pedig 3, de ezek nem a forrásokra jellemző fajok, hanem minden vízben előforduló ubiquisták. Egyéb forrásaink sincsenek még eléggé tanulmányozva, úgyhogy azokon az általános megállapításokon túl, amelyek THIENEMANN (1925) összefoglaló munkájában vannak, nem mehetünk.

Összefoglalás.

Az Angol-park forrásai a limnokrén források csoportjába tartoznak, hőmérsékletük alapján pedig ú. n. langyos vagy chliarotherm források. Vízük hőmérsékletingadozása csekély, a másfél évig tartó, hetenként történt mérések szerint az Alsó-forrásé $1,4^{\circ}$ ($19,5^{\circ}$ — $20,9^{\circ}$), a Felső-forrásé $1,5^{\circ}$ ($19,9^{\circ}$ — $21,4^{\circ}$). Ez a hőingadozás a vízhozam változásait követi.

A vízben oldott oxigén-tartalom feltűnően kevés: $0,82$ — $2,13$ cm^3/l , ami $13,2$ — $33,5$ telítettségi százaléknak felel meg.

Kémiai összetételüket illetőleg a Dunántúl karsztvizeivel mutatnak rokonságot. Az oldott alkotórészek mennyisége a hatvan évvel ezelőtt végzett elemzés óta nem változott és a vizsgálati év folyamán is csekély ingadozást mutatott. Változás elsősorban a kalcium és magnézium tartalomban észlelhető, előidézője pedig a vízbőség változása és kisebb mértékben a vízi növényzet asszimilációs tevékenysége. Jellemző a vizek viszonylag nagy szabad széndioxid tartalma.

A hidrogénion-koncentráció határértékei $7,0$ — $7,5$, tehát a neutrális vizek határértékeit sohasem lépi túl.

A források állatvilága fajokban aránylag gazdag, de az egyes fajok egyénszáma más természetes vizekkel összehasonlítva kicsiny. Legjellemzőbb állatcsoportok az örvényférgék, rákfélék és a csigák. A hazai langyos források hidrobiológiai viszonyainak hiányos ismerete miatt ezidőszereint még nem állapítható meg, hogy vannak-e ezek között csak a langyos forrásokra jellegzetes fajok, és ha igen, melyek azok.

(Aus dem Ungarischen Biologischen Forschungsinstitut.)

HYDROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN THERMALQUELLEN DES ENGLISCHEN PARKS VON TATA (TOTIS).

Von JOSEF KENDER (Tata).

(Mit 6 Abbildungen, 1 Kartenskizze und 4 Tabellen.)

Die hydrogeologischen Verhältnisse der Thermalquellen des Englischen Parks kennen wir seit den Untersuchungen von HORUSITZKI (1923) genau. Aber die Tier- und Pflanzenwelt betreffend findet man nur spärliche Angaben in der Literatur. KORMOS (1905, 1906) und SOÓS (1936) machen die Schnecken bekannt, unter denen der *Theodoxus Prevostianus* und zwei *Fagotia*-Arten sind, als einheimische Endemismen die bekanntesten.

In meinem Aufsätze beabsichtige ich die Ergebnisse jener Untersuchungen zusammenzufassen, welche ich seit dem August 1941 über ein Jahr monatlich gemacht habe. Mein Ziel war die Feststellung der chemischen Verhältnisse der Quellen und der qualitativen Zusammensetzung der Tierwelt. Die chemischen Untersuchungen habe ich nach WINKLER's Methoden (MAUCHA 1930) durchgeführt, in der Untersuchung der Tierwelt lehnte ich mich auf jene Erfahrungen, welche ich in der gleichartigen Beobachtung des Thermalteiches des Budapester St. Lukas-Bades gewonnen habe.

Die hydrogeologische Verhältnisse betreffend können die Quellen (KOCH 1909, HORUSITZKI 1923) folgendermassen zusammengefasst werden: Tata's Gebiet wird durch NNO—SSW Bruchlinien durchgeschnitten, welche mit denen des Gerecse-Gebirges parallel sind, und auf welche mehr oder minder senkrechte Nebenbruchlinien sich richten. Die Quellen —32 an der Zahl — brechen längs der Bruchlinien hervor. Wo immer zwei entgegengestzte Bruchlinien sich schneiden, dort sind die wasserreichsten und wärmsten Quellen zu finden. Die Quellen functionieren seit dem oberen Pliozän, weil der Süswasserkalk, welche sich in der Umgebung der Quellen noch immer bildet, seit jenem zu finden ist. Die Quellen liegen auf einem Pleistozän-Sandhügelgebiet. Aber diese Decke ist nur 5—8 m. dick, darunter befinden sich pannonische Ablagerungen, diesen folgt laut HORUSITZKI in einer Tiefe von 40 m der Kreidekalk.

Im Englischen Park sind zwei Quellen. Die obere Quelle (auf der Kartenskizze und Abbildungen mit I bezeichnet) besitzt einen Doppelbecken. Der kleinere Becken ist rund, mit einem Durchmesser von 20 m., Tiefe 1—2 m., seinen Grund bedeckt Kalktuff. Der Nachbarbecken ist L-förmig, seine Grundverhältnisse sind denen des ersteren ähnlich, aber die durchschnittliche Tiefe ist kleiner. In diesem bricht die wasserreichste Quelle hervor.

Die Untere Quelle (auf der Kartenskizze und Abbildungen mit II bezeichnet) ist einer gebogenen Ellipse ähnlich. Durchmesser 20×50 , Tiefe 1—2 m. beim Wasseraustritt 3 m., wo das hervorbrechende Wasser auf mehreren m^2 einen feinen pannonischen Sand aufwirbelt. Sonst sind ihre Grundverhältnisse mit denen der Oberen Quelle gleich.

Die Wasserproduction der Oberen Quelle ist 450 l/sec, die der Unteren 550 l/sec. Beide Quellen gehören den Linnokrenen an.

Temperatur. Die Vouk'sche Einteilung der Thermalwässer vor Augen haltend, gehören beide Quellen der Gruppe der chliarotherm, oder lauwarmen Quellen an (18° — 30°). Die Temperatur des Wassers ist nach THAN's Angaben $20,74^\circ$, nach HORUSITZKI $20,5^\circ$. Nach den Beobachtungen die von 14. II. 1941 bis 7. X. 1942. stattgefunden haben, ist die Temperaturschwankung der Oberen Quelle $1,4^\circ$ ($19,5^\circ$ — $20,9^\circ$) die der Unteren $1,5^\circ$ ($19,9^\circ$ — $21,4^\circ$). (Tab. 1., Abb. 1—2.) Diese Temperaturschwankung hängt mit den Änderungen der Wasserfülle eng zusammen. Höchstwahrscheinlich modifiziert das Karstwasser, welches sich mit den aus der Tiefe hervorbrechenden Thermalwässern mischt, die Temperatur. Das beweist die gleichartige Änderung des Ca und Mg-Inhaltes, worüber später gehandelt wird.

Sauerstoff-Verhältnisse. Nach den Angaben der Tab. 2. und der Abb. 3 ist die Quantität des O_2 $0,82$ — $2,13$ cm^3/l , was dem 13, 2—33,5 Sättigungsprozentsatz entspricht. Sämtliche Sauerstoffproben stammen von der Wasseroberfläche u. zw. in der Oberen Quelle unmittelbar aus dem hervorbrechenden Wasser, in der Unteren aber zka 10 m. weit von dem Wasseraustrittsstelle, deshalb ist der O_2 -Inhalt der letzteren größer, weil solange das Wasser diesen Weg hinterlegt, hat es genug Zeit eine gewisse Quantität des Sauerstoffes der Luft aufzulösen zu können. Zwischen der Assimilationstätigkeit der Wasserpflanzen und der O_2 -Quantität ist ein Zusammenhang feststellbar.

Die chemische Untersuchung. Tab. 3. Abb. 4.—6. Die Zusammensetzung des Wassers hat sich seit der Analyse von THAN (1886) nicht geändert und auch während des Untersuchungsjahres konnte ich in der Quantität einzelner Bestandteile nur eine kleine Schwankung feststellen. Obschon die Quellenbecken eine reiche Pflanzenwelt aufwiesen, ist die aus den Seen wohl bekannte biogene Entkalkung nicht feststellbar. Der Ca-Gehalt hat sich eher wegen des mit dem Quellwasser sich mischenden Karstwassers geändert, was dadurch erwiesen ist, daß die Änderung des Wasserstandes eine ähnliche Änderung der Ca-Quantität mit sich brachte. Die Mg-Quantität ist in den Wintermonaten größer, in den Sommermonaten aber niedriger.

Die Quantität des Cl und Si hat sich kaum geändert. Aus den Quellenwässern fehlen vollständig Ammonia, Nitrit und Nitrat.

Den größten Teil der Pflanzenwelt bilden die grünen Fadenalgen: *Oedogonium*, *Ulothrix*, *Cladophora*. Neben diese kommen noch *Chara*-Arten *Fontinalis*, *Potamogeton* und *Castalia* (*coeruleae* und *rubra*) vor.

Die Tierwelt. Da in der qualitativen Zusammensetzung der beiden Quellen kein Unterschied ist, werden die während des Untersuchungsjahres festgestellten Tiere in der Tab. 4 zusammen aufgezählt.

Die Turbellarien, Schnecken und Krebse sind die ständigen Bewohner der Quellen über das ganze Jahr. Unter ihnen kommen *Polycelis nigra* und *Cyclops serrulatus* in der größten Anzahl vor.

In der Wintermonaten schliessen sich den oben erwähnten Arten noch die im Wasser lebenden *Hemipteren* und *Podura*, in den Sommermonaten die auf der Wasserfläche lebenden *Hemipteren* und *Gyrinus*-Arten.

Die *Chironomus*, *Culex*, *Canthocamptus*, *Hydra*, *Nematoden* und *Herpobdella* sind die Bewohner der auf den Wasserspiegel schwimmenden Algenmassen.

Da die Tierwelt der lauwarmen Quellen noch nicht genügend erforscht ist, zurzeit kann man es nicht feststellen, ob unter den in der Tabelle aufgezählten Arten auch solche sich befinden, welche für die lauwarmen Quellen charakteristisch sind.

IRODALOM. — LITERATUR.

Az alábbi jegyzékbe a dolgozatomban felhasználtakon kívül csak azokat a munkákat vettem fel, amelyek DORNYAY (1925) nehezen hozzáférhető munkájában szerepelnek és a forrásokra vonatkozó érdemleges adatokat tartalmaznak. A részletes irodalom HORUSITZKI (1925) cikkében található.

- Balló M. 1886. Budapest főváros ivóvízkérdése. Math. Termtud. Ért. IV.
- Boros A. 1937. Magyarországi hévizek felsőbbrendű növényzete. Die höhere Pflanzenwelt ungarischer Thermen. Bot. Közl. XXXIV.
- Dornyay B. 1925. Tatatóváros hőforrásai és közgazdasági jövőjük. Tata. Engländer könyvnyomda kiadása.
- Faller J. 1957. A fejérmegyei Csór és Inota községek karsztforrásainak hidrogeológiai ismertetése. Bányászati és Kohászati Lapok.
- Frank F. 1869. Tata vidéke Flórájának rövid ismertetése. A kegyes tanítótrend tatai kisgymnáziumának Értesítője az 1869/70. tanévre. Esztergom.
- Geyer, F.—Mann, H. 1940. Studien an Höhle und Thermalteich von Tapolca am Plattensee in Ungarn. Arch. f. Hydrob. Bd. XXXVI.
- Geyer, F.—Mann, H. 1939. Limnologische und fischereibiologische Untersuchungen am ungarischen Teil des Fertő (Neusiedler See). Magyar Biol. Kut. Munk. XI.
- Jaczó I.—Mann, H. 1940. Hydrobiologische Untersuchungen am Belső-tó in Tihany im Jahr 1938—39. Magyar Biol. Kut. Munk. XII.
- Horusitzki H. 1925. Tata és Tóváros hőforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője. M. kir. Földt. Int. Évk. XXV.
- Kender J. 1939. A Szent-Lukács fürdő tavának limno-biológiai vizsgálata. Limnobiologische Untersuchungen an dem thermalen Teich des St. Lukas-Bades in Budapest. Palaestra Calasanciana. Piaristák doktori értekezései.
- Kender J. 1940. A budapesti langyos források hidrobiológiai viszonyai. Zur Hydrobiologie der Thermen von Budapest. Hidrológiai Közöny XX.
- Kitaibel P. 1829. Hydrographia Hungariae.
- Koch N. 1909. A tatai Kálvária domb földtani viszonyai. Földt. Közl. XXXIX.
- Kormos T. 1912. A tatai őskori telep. Földt. Int. Évk. XX.

- Kormos T.* 1905. A püspökfürdői és tatai Neritinák kérdéséhez. *Állattani Közl.* IV.
- Kormos T.* 1906. A magyarországi Neritinák kérdéséhez. *Ann. Mus. Nat. Hung.* IV.
- Maucha R.* 1930. Winkler Lajos vízvizsgáló módszereinek alkalmazása a limnológiában. Budapest. Halászati Egyesület kiadása.
- Maucha R.* 1940. Újabb vízvizsgáló módszerek a halászati gyakorlat céljaira. *Halászat.*
- Ohle W.* 1934. Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Gewässer. *Arch. f. Hydrob.* Bd. 26.
- Schréter Z.* 1912. Harmadkori és pleisztocén hévforrások tevékenységének nyomai a budai hegyekben. *Földt. Int. Évk.* XIX.
- Schréter Z.* 1916. Előzetes jelentés a budai hegyek és a Gerecse hegység széléin előforduló édesvízi mészkövek tanulmányozásáról. *Földt. Int.* 1915 évi jelzetése.
- Soós L.* 1936. A tatatóvárosi langyos vizek csigái. *Állattani Közl.* XXXIII.
- Thienemann A.* 1925. Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer Bd. I. Stuttgart
- Townson R.* 1797. Voyage en Hongrie, Traduit de l'anglais. Paris 1803.
- Turóczi L.* 1768. *Ungaria suis cum regibus compendio data etc.* Tyrnaviac.
- Vadász E.* 1940. A Dunántúl karsztvizei. *Hidrológiai Közlöny* XX.
- Wachtel D.* 1859. Ungrans Kurore und Mineralquellen. Oedenburg.
-