

A KÖZÉPDUNAMEDENCEI THERMÁK MIKROVEGETÁCIÓJÁNAK ÖSSZETÉTELE, KIALAKULÁSI ÉS ÓSTÖRTÉNETI PROBLÉMÁI

H. HALÁSZ MÁRTA

Országos Természettudományi Múzeum Növénytára, Budapest

(Érkezett: 1949. június 10)*

Bevezetés

A M. Tud. Akadémián az 1949. évi Botanikai Napok alkalmával tartott előadásomban rámutattam arra a feltűnő különbségre, amely megnyilvánul az azonos hőmérsékleti típusba tartozó hévforrások mikrovegetációjának összetételében úgy kvalitatív mint kvantitatív tekintetben. Ugyanakkor hangsúlyoztam azt a fontos körülményt is, hogy ezeket a különbségeket és az őket előidéző (hidrogeográfiai, ökológiai, geológiai, geokémiai, klimatológiai, forrás-genetikai) tényezőket csak akkor tudjuk majd megismerni és megmagyarázni, ha a jövőben a thermák mikrotársulásait, modern, eddig még nem alkalmazott fitocönológiai módszerekkel fogjuk vizsgálat alá venni. A megállapított törvényszerű esetekből következtethetünk majd az azokat előidéző tényezőkre.

Ezeket a kutatásokat célozzák az általam újonnan bevezetett analitikai fitocönológiai vizsgálati módszerek, amelyeket Versuch einer Methode zur soziologischen Erforschung der Algenrasen von Thermalquellen (1949) és Sociological Investigation of Fixed Thermal Alga-communities (1949) című munkáimban ismertettem, és amelyek jelenleg a legalkalmasabbnak bizonyulnak a thermális algagyep-társulások fitocönológiai kiértékelésének munkájában. Természetesen hosszú időbe fog telni, amíg az algológusok a fenti szempontból újból át fogják vizsgálni a thermákat, nemcsak a Középdunamedencében, hanem a vele szomszédos területeken, sőt fokozatosan a föld legtávolibb pontjain levő hévforrásokat is.

De meg vagyok győződve, hogy a cönológiai vizsgálatok feltűnő eredményekre fognak vezetni már a Középdunamedencében is, és sok olyan problémát fognak megvilágítani, amelyekkel szemben ma még értetlenül állunk.

Jelen munkámban először is áttekintő összefoglalást kívánok adni a középdunamedencei thermák mikrovegetációjának állományáról, a jellemző fajokról és a mikrovegetációk keletkezésével kapcsolatos néhány problémáról. Fog-

* Felvették a dolgozatba az újabb kutatási eredmények is.

lalkozni kívánok az értekezés befejező részében azzal, hogy milyen szerepe lehet a thermák genezisének (geológiai felépítés, földrajzi helyzet) és egyéb, eddig figyelembe nem vett tényezőknek a mikrovegetációk kialakulása szempontjából a Középdunamedence thermáiban.

A thermák mikrovegetációs állománya általában

A thermákat, mint ismeretes, igen magas hőmérsékleti határokig, élő növényi és állati szervezetek népesítik be. A növényi szervezetek, közelebről a növényi mikroszervezetek a thermákban (a még kevésbé kikutatott thermális állati szervezetekkel szemben) mind mennyiségükben, mind sajátos megjelenési formájukban a thermák jellegzetes vegetációját alkotják.

A thermákban előforduló mikroszervezetek közül a *Schizophyta*-k csoportjai, — azaz a kéalgák (*Cyanophyceae*) és a hasadógombák (*Schizomycetes*) vannak a legjobban elterjedve. Ezek vannak jelen a legnagyobb számban a hévizekben fajszámra nézve is. Ezek a szervezetek képviselik az uralkodó és jellemző thermális vegetációt és ezek egyúttal azok a szisztematikai csoportok, amelyek a hévforrásokban a legmagasabb hőmérsékleti határokig megtalálhatók.

A legmagasabb hőmérsékleti határértékek, amelyeknél a thermális növényi mikroszervezetek előfordulhatnak — az újabban eszközölt megfigyelések szerint — a baktériumoknál $77,5^{\circ}\text{C}$ (Josankei therma, Japán). Ez H. M o l i s c h (1926.) Japánban végzett hosszabb vizsgálatának eredménye. A kéalgáknál (*Cyanophyceae*) régebben, mint legmagasabb előfordulási hőmérséklet 68° — 69°C figyeltetett meg ugyancsak Japánban, a Jisaka thermában (Fukushima Ken), egy a *Chroococcaceae*-hez tartozó, de közelebről meg nem határozott kéalga előfordulásánál (M o l i s c h 1926). Azonban Y. Y o n e d a 1938-ban Hirayunál (Japán) még 72°C -nál is talált kéalgákat: *Synechococcus elongatus* var. *amphigranulatus* és *Oscillatoria geminata* fajokat. Beppuban pedig (Y o n e d a 1938. p. 215.) — mint legmagasabb hőmérsékleti előfordulást a kéalgáknál — 75°C -t jegyzett fel Y o n e d a az *Oscillatoria formosa*-ra vonatkozóan.

A Középdunamedencében K o l E. (1932.) Hajdúszoboszló hévvizében 72°C -nál gyűjtötte az *Oscillatoria angustissima* W. et. G. S. West kéalgát. De legfigyelmetekelőbb az újabb kutatások között J. V i l h e l m (1924) adata a *Symloca thermalis* (Ktz.) Gom. középdunamedencei előfordulásáról, amely megfigyelése szerint Pöstyénben (Pieštany) 93°C -nál fordul elő. Ez az előfordulási adat nemcsak a Középdunamedencére vonatkoztatva feltűnő — mint legmagasabb hőmérsékleti előfordulási adat — hanem általában a thermális szervezetek biológiája szempontjából is rendkívüli, mivel élő algaszervezet előfordulása ilyen magas hőmérsékleten kétséges.

Igaz ugyan, hogy a hévforrások növényi szervezeteinek előfordulására vonatkozó legfelsőbb hőmérsékleti határértékek a régebbi kutatások megfigyelési

adatai szerint is igen magasak voltak. Hogy néhány példát említsek, *Flourens* 1846-ban az izlandi Gröff-forrásból származó, *Descloiseau* által 98° C-on begyűjtött anyagban talált *Conferva*-t. *H. Brewer* (1866) Kaliforniából *Nostoc* vagy *Protococcus* fajokat 94,5° C-nál jegyzett fel.

De ezek az előfordulási adatok kétségesek és újabb megerősítésre szorulnak. Mindezek az adatok ugyanis a növényi szervezetek biológiai igényeire vonatkozó kísérleti megfigyelésekkel (mint pl. *H. Lundegardh* 1924, *A. Pütter* 1924, 1927, *V. Vouk* 1939, *V. Vouk* et *Z. Klass* 1939 kísérleti eredményeivel) nem egyeztethetők össze. Az újabb megfigyelés szükségességét bizonyítja *K. Bohlin* (1901) kutatása, aki *W. Archer* (1874) és *H. Moseley*-nak (1874, 1885) az Azorokról származó gyűjtési adatait újból megvizsgálta, és a közölt 75° C helyett a hőmérsékletet csak 53,5° C-nak találta. *V. Vouk* több Yellowstone-i hévforrásban, mint az algák előfordulási hőmérsékletének legmagasabb értékét a 60° C—71° C-t mérte (*Vouk* 1937) a régebbi, *W. H. Weed* (1889) által közölt jóval magasabb előfordulási hőmérséklet (85° C) helyett. Viszont rendkívül feltűnő *J. J. Cope* *land* 1936-ban végzett számos kutatásának újabb eredménye, amely szerint 85,2° C-nál talált kéalgát a Yellowstone-Park gejzírjeiben.

A hőmérsékleti adatokra vonatkozóan ugyanis meg kell jegyezni, hogy az adatok azért nem mindig megbízhatók, mert a gyűjtők, különösen régebben, legtöbbször nem a szervezetek tulajdonképpeni lelőhelyének hőmérsékletét jegyezték fel, hanem csak a forrásvíz feltörési részének hőfokát. Hogy a szervezetek valódi előfordulásának hőmérséklete mennyire különbözhet a feltörő forrásvíz hőfokától, azt érdekesen bizonyítja többek között *V. Vouk* (1936) megfigyelése, aki Jugoszláviában Vranja forrás hőmérsékletét 84° C — 92° C-nak mérte a feltörés helyén, algát ellenben csak 55° C-nál talált a feltörés helyétől távolabb eső részen, ahol a víz hőfoka már alább szállott.

A thermák tipikus benépesítői a *Cyanophyceae* csoportból kerülnek ki. Ez a megállapítás számos megfigyelés és kutatás eredményeképpen általános érvényűnek fogadható el. *V. Vouk* *Vergleichende biologische Studien über Thermen* (1937) című munkájában Európa (Ausztria, Csehszlovákia, Franciaország, Jugoszlávia, Magyarország, Spanyolország, Kaukázus), Ázsia (Japán, Kamcsatka) és Afrika (Usafua) adatait veszi alapul a thermákban uralkodó vegetáció florisztikai összetételének megállapításánál, és százalékosan mutatja ki, hogy a thermákban uralkodó vegetációt a *Cyanophyceae* (kéalgák) alkotják. A hévforrásokban előforduló mikroszervezetek közül tehát a *Cyanophyceae* csoport a legfontosabb, amely az egyetlen olyan algacsoport, ami eddig csaknem az összes thermákban előfordult. Mellette előfordulnak még más algacsoportok is, bár jóval kisebb faj- és egyed számban. Ezek a csoportok: *Chlorophyceae* (zöldalgák), amelyekre jellemző, hogy bár számuk olykor meglehetősen nagy, de a thermophil, sőt kimondottan thermobiont *Cyanophyceae*-vel szemben kizárólag csak thermotolerans szervezetek, éppen úgy, mint a thermákban előforduló

Conjugatae (járommoszatok) — közelebről a *Desmidiaceae*, *Rhodophyceae* (vörös algák) és *Charophyta* (csillárkafélék) — csoportok is. Az utóbbi két csoport igen kis számban van képviselve a hévforrásokban. A *Bacillariophyta* (Diatomák) bár 50° C hőmérsékletnél is előfordulhatnak és elég nagy számban lehetnek jelen a hévzikekben — sőt egyes thermákban pl. az északkaukázusi Kabardinszkij hévforrásban N. N. V o r o n i h i n (1929) vizsgálatai szerint a vegetáció főtömegét alkotják (64%-ot), — mégsem képeznek jellemző thermalis vegetációt. Thermotolerans szervezeteknek tekinthetők inkább, mintsem thermophileknek, amelyeknek elterjedési optimuma az alacsony hőmérséklet. Általában azokban a hévzikekben fordulnak elő, amelyek hidegebb édesvizekkel állnak összeköttetésben.

Ezekhez az említett algacsoportokhoz járulnak még a hévforrásokban élő kén- és vasbaktériumok, amelyek fajszáma csekély ugyan, egyedszáma azonban rendkívül magas, a forrásvíz kén-, illetve vastartalmától függően. A kénbaktériumok — mint ismeretes — tömeges megjelenésük ellenére sem bírnak jelentős befolyással a *Cyanophyceae* vegetáció jellegére, csak alárendelt szerepük van a hévforrásokban.

A középdunamedencei thermák mikrovegetációjának összetétele

Arra vonatkozóan, hogy a középdunamedencei hévforrásokban a mikrovegetáció hogyan alakult ki és milyen elemekből tevődött össze, évek óta tartó vizsgálataim alapján tettem megfigyeléseket. A mikrovegetáció kialakulási problémájának kutatása szempontjából fontos volt, hogy a középdunamedencei thermákat vegetációjuk alapján egymással összehasonlítsam és az egyes, jelenlevő szisztematikai csoportoknak egymáshoz való viszonyát értékeljem. Annál is inkább szükséges volt ez az értékelés, mivel V. V o u k fent idézett munkájában (1937) a magyarországi thermák közül csak a Budapest Margitsziget hévforrás adatait vette fel I s t v á n f f i J. 1892. évi vizsgálatai alapján. Ezenkívül még csak egy adatot említ Hajdúszoboszlóról K o l E. (1932) vizsgálatával kapcsolatban. Y o s h i k a d z u E m o t o 1933-ban a thermák világirodalmára vonatkozó összefoglaló munkájában, amelyben 188 therma adataira vonatkozó irodalmat közöl, a Középdunamedencéből — Horvát-Szlavónia és Csehszlovákia területén levő hévforrások kivételével és Románia területén levő Herkulesfürdő (M i k a K. 1880) és Nagyvárad (L a c s n y J. L. 1912) adatain kívül — Magyarországból csupán két therma adatait közli: Budapest Margitsziget (I s t v á n f f i J. 1892) és Budapest Rómaifürdő (Q u i n t J. 1905, 1906) adatait. 1932-ből ismeretes még K o l E. munkája (G y ő r f f y I. Monographie der Thermalvegetation von Hajdúszoboszló in Ungarn. 1932), amelyben egy táblázatot közöl a főbb középdunamedencei hévforrásokról, azonban az itt feltüntetett adatokat egyrészt a külföldi irodalom nem vette eléggé figyelembe (V o u k említett munkájában 1936-ban egyetlen adatot vett át csak), másrészt

a munka megjelenése óta újabb kutatások eszközöltettek a közép-dunamedencei thermákban, amelyek a kérdést közelebbről világítják meg.

Az eddigi irodalmi adatokat és régebbi vizsgálatokat figyelembevéve, saját kutatásaim és megfigyeléseim eredményeivel kiegészítve, megállapítottam, hogy a közép-dunamedencei thermák mikrovegetációjában is a főtömeget a *Cyanophyceae* (kékalgák) csoportja képezi. Ez az algacsoport úgy kvalitatíve, mint kvantitatíve, azaz úgy féleség, mint mennyiség tekintetében messze felülmúlja a többi jelenlevő algacsoportot. 1949-ben megjelent munkámban: *Das Vorkommen des Mastigocladus laminosus in Zusammenhang mit seiner Biologie*, elsősorban közöltem kimutatást a közép-dunamedencei hévforrások mikrovegetációjának százalékos megoszlásáról. (*Bacillariophyta* kivételével). Ez a következő arányt mutatta:

| | |
|----------------------------|-------|
| <i>Cyanophyceae</i> | 71,5% |
| <i>Chlorophyceae</i> | 13,0% |
| <i>Conjugatae</i> | 12,0% |
| <i>Charophyta</i> | 3,5% |

Azóta eszközölt újabb kutatásaim és vizsgálataim eredményeképpen ismételten megállapítottam a közép-dunamedencei thermák mikrovegetációjának százalékos összetételét. (Táblázatokat állítottam össze a közép-dunamedencei thermák mikroszervezeteinek előfordulásáról. Lásd a II—VII. sz. táblázatokat.) Ezekből a táblázatokból az egyes algacsoportok előfordulási arányát a következőképpen állapítottam meg:

| | |
|----------------------------|-------|
| <i>Cyanophyceae</i> | 62,2% |
| <i>Chlorophyceae</i> | 16,7% |
| <i>Conjugatae</i> | 9,6% |
| <i>Charophyta</i> | 6,3% |
| <i>Flagellatae</i> | 3,0% |
| <i>Rhodophyceae</i> | 2,2% |

Az új vizsgálatokba belevettem a *Rhodophyceae* és *Flagellatae* csoportokat is, amelyek előzőleg nem szerepeltek és kimutattam, hogy az előfordulási arány megfelel a közép-dunamedencei thermák mikrovegetációjára vonatkozó, 1949-ben általam közzétett vizsgálati eredményeknek. Itt is *bebizonyosodott, hogy a thermális vegetáció uralkodó jellegét a Cyanophyceae csoport képezi, amely a legnagyobb arányszámban mutatható ki úgy kvantitatíve, mint kvalitatíve a Közép-dunamedencében és legjobban jut kifejezésre a magasabb hőmérsékletű, 28° C-on felüli hévizeinkben, amelyeknek jellegzetes thermális mikrotársulásait alkotja.* Jóval kisebb mennyiségben fordulnak elő a *Chlorophyceae*, többnyire azokon a helyeken, ahol a hév víz már idegen szennyezésekkel keveredik és a víz hőmérséklete 50° C alá került vagy alig lépi túl az 50° C-t. Ugyanez a megállapítás érvényes a *Conjugatae* csoportra. Csekély százalékban található a *Charophyta*

I. TÁBLÁZAT

A vizsgálat alá vett középdunamedencei thermák jegyzéke a víz hőfokának feltüntetésével :

Chliarothermae* 18°—28° C

(Régebbi csoportosítás szerint 18°—30° C)

| | |
|--|-------------|
| 1. Óbuda, Árpád-forrás | 19,4°—20° C |
| 2. Radošiná (Radosna) | 19° C |
| 3. Toplo vrelo u Podsusedu (Podsuseda) | 18° C |
| 4. Budai hévforrások nyílt vizei | 24° C |
| 5. Tatranské Ganovce (Gánócz) | 22°—24° C |
| 6. Topličica kod Gotalovca | 24°—25° C |
| 7. Sv. Jelena kod Samobora | 25° C |
| 8. Drávaszabolcs, Harkányfürdő lefolyása | 24°—28° C |
| 9. Varasdi lefolyás | 26° C |
| 10. Topusko lefolyás | 28° C |

Euthermae 28°—44° C

(Régebbi csoportosítás szerint 30°—50° C)

| | |
|---|-------------|
| 11. Lešće | 29°—32° C |
| 12. Smrdeće Toplice | 28°—36° C |
| 13. Keszthely, Hévízfürdő | 33° C |
| 14. Jezerčica kod Stubice (Stubica) | 34,2° C |
| 15. Sutinske Toplice | 34°—36° C |
| 16. Trenčanské Teplice (Trencsén-Teplic) | 36°—40,2° C |
| 17. Krapinske Toplice (Krapina-Teplic) | 36°—44° C |
| 18. Budapest, Gellérthegyi források csoport | 41°—43° C |
| 19. Daruvar | 42,5°—46° C |
| 20. Budapest, Margitsziget | 43,5° C |
| 21. Nagyvárad, Pece | 43° C |
| 22. Nagyvárad, Félix-fürdő, Bálint-forrás | 49° C |

Akrothermae 44°—65° C

(Régebbi csoportosítás szerint 50°—70° C)

| | |
|--|-----------------------|
| 23. Stubičke Toplice (Stubicza) | 50°—55° C (—63° C) |
| 24. Varaždinske Toplice (Varasd) | 50°—59° C |
| 25. Sklenné Teplice (Szkleno) | 52°—54° C |
| 26. Herkulesfürdő | 56,6° C |
| 27. Topusko | 57° C |
| 28. Harkányfürdő | 62° C |

Hyperthermae** 65° C felett

(Régebbi csoportosítás szerint 70° C felett)

| | |
|-------------------------|-------|
| 29. Piešťany | 65° C |
| 30. Hajdúsoboszló | 72° C |

* A magyarországi chliarothermákat az 1952—1953. évben fogom vizsgálni munkatervem keretében.

** A fűrt kutakat 1953. évben fogom vizsgálat alá venni munkatervem keretében.

II. TÁBLÁZAT

Kimutatás a közép-dunamedencei termákban előforduló¹ alga-fajokról lelőhely és a víz hőmérséklete szerint részletezve

Cyanophyceae (Az oszlopokba beállított számok az előfordulási helyeket jelzik az egyes termáknál az I. sz. táblázatban feltüntetett számozás szerint.)

| Species et varietates | A thermális víz hőmérséklete C°-ban | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|------------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|------------|--------|-------|-------|
| | 15-20 | 20-25 | 25-30 | 30-35 | 35-40 | 40-45 | 45-50 | 50-55 | 55-60 | 60-70 | 70-75 |
| <i>Anabaena bulbosa</i> ² | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>constricta</i> | — | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>inaequalis</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>oscillarioides</i> | — | — | — | — | — | — | 23 | 23 | — | — | — |
| « <i>rudis</i> ² | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>thermalis</i> | — | — | 10, 27 | 27, 28 | 28 | 28 | 28 | 24, 25 | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | 17 | 17 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Aphanocapsa biformis</i> | — | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>flava</i> | — | — | — | — | — | 29 | 29 | — | — | — | — |
| « <i>fusco-lutea</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Grevillei</i> | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>thermalis</i> | 1 | 1, 5 | 10, 27, 28 | 28, 29 | 28, 29, 30 | 28, 29 | 22, 28, 29 | 28, 29 | 29 | — | — |
| « <i>thermalis v. minor</i> | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Aphanothece bulbosa</i> | — | — | — | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>caldarium</i> | — | 8 | — | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>nidulans</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>nidulans v. thermalis</i> | — | — | — | 28 | 28 | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Aulosira laxa</i> | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| <i>Calothrix Africana</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>epiphytica</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>parietina</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>parietina v. thermalis</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | — | — | 26 | — | — |
| « <i>thermalis</i> | — | — | — | 18 | — | 29 | 29 | — | — | — | — |
| <i>Chamaesiphon confervicola</i> | — | — | 12 | 12 | 12, 17 | 17, 29 | — | — | — | — | — |
| « <i>fuscus</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Chroococciopsis thermalis</i> | — | — | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — | — |
| <i>Chroococcus aurantiofuscus</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 30 | — | — |
| « <i>bituminosus</i> | — | — | 8 | 28 | 28 | — | — | — | 30 | — | — |
| « <i>cohaerens</i> | — | — | — | 18 | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>membraninus</i> [*] | — | 8 | — | — | 28 | 28, 29 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>minor</i> | — | 8 | 8, 28 | 18, 28 | 28 | 28 | 22, 28 | 28 | 26, 30 | — | — |
| « <i>minor v. dispersus</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | — | — | — | — | — |
| « <i>minutus</i> | 1 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>minutus v. thermalis</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | — | — | — | — | — |
| « <i>pallidus</i> | — | — | — | — | — | 20 | 22 | — | — | — | — |
| « <i>schizodermaticus</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | — | — | — | — | — |
| « <i>thermophilus</i> | — | — | — | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | — |
| « <i>turgidus</i> | 1 | 1 | 8 | — | 28 | 20, 28 | 22 | — | 26 | — | — |
| « <i>turgidus v. thermalis</i> | 1 | 1 | — | — | 28 | 28, 29 | 29 | — | — | — | — |
| « <i>Turicensis v. thermalis</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| « <i>varius v. thermalis</i> | — | 8 | 8, 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>Westii</i> | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| <i>Cyanostylon cylindrocellulare</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | — | — | — | — | — |
| <i>Dactylococcopsis raphidioides</i> | — | — | — | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | — | — | — |
| « <i>rupestris</i> | — | — | — | 30 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Fischerella thermalis</i> | — | — | — | — | — | 18 | — | — | — | — | — |
| <i>Gloeocapsa ambigua</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>arenaria</i> | — | — | 28 | 18, 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>caldarium</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>crepidinum</i> | — | 8 | — | 28 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>dermochroa</i> | — | — | 28 | 28 | 28 | 28, 30 | 28, 30 | 30 | 30 | 30 | — |
| « <i>fulva</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>gelatinosa</i> | — | — | 28 | 18, 28 | 28 | 28 | 28 | — | 30 | — | — |
| « <i>sabulosa</i> | — | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — |
| « <i>thermalis</i> | — | — | — | 28 | — | — | 22 | — | 26 | — | — |
| <i>Gloeotheca rupestris</i> | — | — | 28 | 28 | — | — | 28 | — | — | — | — |
| <i>Homoeothrix Juliana</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| <i>Hyella caespitosa</i> (?) | — | — | — | 16 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Hypheothrix aeruginosa</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>arenaria</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>Jassaensis</i> | — | — | — | — | — | 24 | — | — | — | — | — |
| « <i>thermalis</i> | — | — | — | 12 | 12, 19 | 19 | 24 | 23 | — | — | — |
| <i>Lyngbya aerugineo-coerulea</i> | 1 | 8 | 8, 11 | 11 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>aestuarii f. aeruginosa</i> | — | — | — | 15 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>holsatica</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>Lagerheimii</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>limnetica</i> | — | 5 | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>Martensiana</i> | — | 8 | 8, 12 | 12, 13, 15, 17, 28 | 12, 28 | 24, 28 | 22, 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>Martensiana v. calcarea</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Martensiana v. elongata</i> | 3 | — | 12 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Martensiana v. minor</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>naveana</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>Molischii</i> | — | — | — | — | 19 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>ochracea</i> | — | — | — | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | 30 | — |
| « <i>smaragdina</i> | — | — | — | 13 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>spiralis</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>subspiroides</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>thermalis</i> | 1 | — | — | — | 28 | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Mastigocladus laminosus</i> — <i>Hapalosiphon laminosus</i> | — | 5 | 8 | 16, 28, 29 | 19, 28, 29 | 18, 19, 20, 28, 29 | 19, 22, 27, 28, 29 | 23, 27, 28 | 26 | — | — |
| « <i>f. anabaenoides</i> | — | — | — | — | — | 18 | — | — | — | — | — |
| « <i>f. phormidioides</i> | — | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — |
| <i>Mastigonema thermale</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>nopedia minima</i> | — | 8 | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>punctata</i> | 1 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>tenuissima</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Merismopedium violaceum</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| <i>Micrococcus thermalis</i> | — | — | — | — | 29 | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Microcoleus furcatus</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| « <i>sociatus</i> | — | 8 | — | — | — | — | 22, 28 | — | 26 | — | — |
| « <i>thermalis</i> | — | 8 | 28 | 15, 28 | 28 | — | — | 28 | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | 17 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Microcystis fusco-lutea</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>flos aquae</i> | 1 | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>parasitica</i> | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Myxosarcina spectabilis</i> | — | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| <i>Nostoc muscorum</i> | — | — | — | 18, 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>paludosum</i> | — | — | — | 16 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>punctiforme v. xenococcoides</i> | — | — | — | 18 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>rupestre</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>thermophilum</i> | — | — | — | 24 | — | — | — | — | — | — | — |

¹ A kimutatásban szerepel az I. táblázatban feltüntetett 30 therma és * jelzéssel A. Grunov által 1864—68-ban feljegyzett adatok, melyeknél a víz hőmérséklete nincs közelebbről feljegyezve.

² A. Grunov korában használt elnevezés.

II, TÁBLÁZAT
(Folytatás)

Kimutatás a közép-dunamenti thermákban előforduló alga-fajokról lelőhely és a víz hőmérséklete szerint részletezve

Cyanophyceae (Az oszlopokba beállított számok az előfordulási helyeket jelzik az egyes thermáknál az I. sz. táblázatban feltüntetett számozás szerint.)

| Species et varietates | A thermális víz hőmérséklete C°-ban | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|---------------|------------|------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|-------|
| | 15—20 | 20—25 | 25—30 | 30—35 | 35—40 | 40—45 | 45—50 | 50—55 | 55—60 | 60—70 | 70—75 |
| <i>Oscillatoria acuminata</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>amoena</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>amphibia</i> | 1 | 5, 8 | 8, 28 | 28, 29 | 28, 29, 30 | 28, 29 | 22, 24, 28, 29 | 28, 29 | 29 | — | — |
| « <i>anguina</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>angustissima</i> | — | 8 | 28 | 28, 30 | 28, 30 | 28, 30 | 28, 30 | 23, 30 | 30 | 30 | 30 |
| » <i>animalis</i> | — | — | — | 28 | 17, 28 | 28 | 24, 28 | — | 26 | — | — |
| « <i>Boryana</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28, 30 | 30 | — | — | — | — |
| « <i>brevis</i> | — | — | — | 27 | 23, 27, 29 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>chalybea</i> | 1 | 8 | 7, 8, 9 | 15, 28 | 20, 24, 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>chlorina</i> | — | 8 | 8, 28 | 26, 28, 30 | 26, 28, 30 | 26, 28, 30 | 26, 28, 30 | 26, 30 | — | — | — |
| « <i>coerulescens</i> | — | 8 | 28 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>constricta</i> | — | — | — | — | — | — | 24 | — | — | — | — |
| « <i>Cortiana</i> * | — | 8 | 7, 9, 8 | 15, 28 | 19, 28 | 19, 28 | 19, 23, 28 | 28 | 26 | — | — |
| « <i>elegans</i> | — | — | — | — | 20 | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>formosa</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 27, 28 | 28, 30 | 26 | — | — |
| « var. <i>Hungarica</i> | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Fröhlichii</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>geminata</i> | 1 | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 22, 28 | — | — | — | — |
| « » var. <i>sulphurea</i> | 1 | 8 | 8 | — | — | 20, 28 | — | — | 26 | — | — |
| « <i>gracillima</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>irrigua</i> | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>jasorvensis</i> | — | — | — | — | 19 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Jovis</i> | — | 8 | — | — | — | — | 28 | — | 26 | — | — |
| « <i>Juliana</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>laetevirens</i> | — | — | — | — | — | — | 30 | — | — | — | — |
| « <i>leptotricha</i> | — | — | 12 | 12, 15 | 23 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>leptotrichoides</i> | — | — | — | 15 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>limnetica</i> | — | 8 | — | 8 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>limosa</i> | — | 8 | 8 | — | — | 28 | 22, 29 | — | — | — | — |
| « <i>maxima</i> ** | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>minima</i> | — | 8 | 8, 28 | 28 | 28 | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>Mougeotii</i> | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>numidica</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Okeni</i> * | — | 8 | 8, 28 | 15, 28, 30 | 28, 30 | 19, 28, 30 | 23, 28, 30 | 28, 30 | 26, 30 | 30 | 30 |
| « <i>Okeni</i> var. <i>fallax</i> | — | — | — | — | 30 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Porettana</i> ² * | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>princeps</i> | 1 | 8 | 8, 28 | 15, 28, 29 | 21, 28, 29 | 19, 21, 23, 29 | 22, 27, 29 | — | — | — | — |
| « » f. <i>maxima</i> | — | — | 12 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>punctata</i> | — | — | — | — | — | 30 | 30 | — | — | — | — |
| « <i>Schröteri</i> | — | — | 14 | 14 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>simplicissima</i> | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| » <i>spiralis</i> | 1 | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| « <i>splendida</i> | 1 | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « » var. <i>ecapitata</i> | 1 | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>subtilissima</i> | — | 8 | 28 | 28 | 21, 28 | 21, 28 | 21, 22, 23, 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>tenuis</i> | 1 | — | 12, 28 | 27, 28 | 20, 23, 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « » <i>aerugineo-coerulea</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « » var. <i>subfusca</i> | — | — | — | — | — | 20, 29 | 29 | — | — | — | — |
| « » var. <i>teniur</i> | — | — | — | — | 29 | 27 | — | — | — | — | — |
| « » var. <i>tergestina</i> | 1 | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>teniur</i> | — | — | — | — | — | 27 | — | — | — | — | — |
| « <i>terebriformis</i> * | — | — | — | — | 19, 28 | — | — | — | 26, 30 | — | — |
| « v. <i>beggiatoiformis</i> * | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>trichoides</i> | — | — | — | — | — | — | 22, 30 | — | — | — | — |
| « sp. | — | — | 12 | 12 | 12, 17 | — | — | — | 26 | — | — |
| <i>Phormidium ambiguum</i> | — | — | — | 28 | 27, 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>calidum</i> | — | — | — | 19, 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Corium</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>favosum</i> | 3 | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>fragile</i> | 1 | 8 | 8, 28 | 28 | 19, 28 | 19, 28 | 27, 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>gelatinosum</i> | — | 8 | 8, 28 | 28 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>laminosum</i> | — | — | — | — | — | 20 | 22 | 27 | 26 | — | — |
| « » var. <i>acoerulescens</i> | — | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | — | — | — |
| « <i>lucidum</i> | 1 | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>luridum</i> | — | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>molle</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>orientale</i> | — | — | 8, 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « » var. <i>longiarticulata</i> | — | — | — | 18 | 18 | 18 | — | — | — | — | — |
| « <i>ramosum</i> | — | 8 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Retzii</i> | 1 | 8 | — | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>subuliforme</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>tenuis</i> | — | — | — | 28 | 28 | 27, 28 | 28 | 28 | 30 | — | — |
| « <i>thermale</i> | — | — | — | — | — | — | 24 | — | — | — | — |
| « <i>Valderianum</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>viscosum</i> | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Rivularia dura</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Rhabdoderma minima</i> | — | 8 | 8 | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Schizothrix calcicola</i> | — | 8 | 28 | 18, 28 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>coriacea</i> | — | 5 | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>cuspidata</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>fragilis</i> | — | — | 28 | 28 | 28 | 28 | 22, 28 | 28 | — | — | — |
| <i>Scytonema Hoffmanni</i> | — | 5 | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — |
| <i>Sypirlina caldaria</i> | — | — | — | — | 28 | 28 | — | — | — | — | — |
| « <i>Jenneri</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>maior</i> | — | — | — | — | 12 | 28 | 22 | — | — | — | — |
| « <i>oscillarioides</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>subsalsa</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>subtilissima</i> b. <i>thermalis</i> | — | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — |
| <i>Smpuloca elegans</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>thermalis</i> ** | — | — | 8, 10, 27, 28 | 18, 28 | 19, 28 | 28 | 22 | 29 | — | — | — |
| « var. <i>maior</i> | — | — | 27, 28 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Synechococcus aeruginosus</i> | 1 | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>aquatilis</i> v. <i>minor</i> | — | 8 | 28, 30 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>elongatus</i> | 1 | 5 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 29 | — | — |
| <i>Synechocystis aquatilis</i> | — | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| « <i>Buzásii</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |

¹ A kimutatásban szerepel az I. táblázatban feltüntetett 30 therma és * jelzéssel *A. Grunov* által 1864—68-ban feljegyzett adatok, melyeknél a víz hőmérséklete nincs közelebbről feljegyezve.

² *A. Grunov* korában használt elnevezés.

** *Borbás V.* adata. A hőmérséklet nincs megadva.

*** 93° C előfordulás (az adat kétséges) *Piešťanyban (J. Vilhelm 1924.)*

III. TÁBLÁZAT

Kimutatás

a közepdunamedencei thermákban előforduló¹ alga-fajokról lelőhely és a víz hőmérséklete szerint részletezve

(Az oszlopokba beállított számok az előfordulási helyeket jelzik az egyes thermáknál az I. sz. táblázatban feltüntetett számozás szerint)

Chlorophyceae

| Species et varietates | A thermális víz hőmérséklete C°-ban | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 15-20 | 20-25 | 25-30 | 30-35 | 35-40 | 40-45 | 45-50 | 50-55 | 55-60 | 60-70 | 70-75 |
| <i>Aegagropila canescens</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Cladophora glomerata</i> | 1, 3 | 1 | 12 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Coelastrum cambricum</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>microporum</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| <i>Conferva utriculosa</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| <i>Draparnaldia plumosa</i> | — | 4, 8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Gloeochaete Witrockiana</i> | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Gloeotila caldaria</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | 26 | — | — |
| « <i>scopulina</i> | — | — | 30 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Gongrosira incrustans</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Hormidium subtile</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>sp. (Hormidium thermale?)</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 29 | — | — |
| <i>Hormischia subtilis</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| « « <i>var. thermanum****</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Kirchneriella obesa</i> | — | — | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Nephrocytium Willeanum</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| <i>Oedogonium autumnale</i> | — | — | 23 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Candollei</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>fonticola</i> | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Oocystis sp.</i> | — | — | 8 | — | 28 | 29 | 29 | — | — | — | — |
| <i>Pediastrum duplex</i> | — | — | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>v. reticulatum</i> | — | — | 8 | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Pleurococcus aureoviridis</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| « <i>viridis</i> | — | — | 8, 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>vulgaris</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Prasiola calophila</i> | — | — | 8, 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — |
| <i>Protococcus caldariorum</i> | — | 5 | — | — | — | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | — |
| « <i>variabilis</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Protoderma viride</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Radiophilum irregulare</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | — | 7 | 12 | 12 | 26 | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>v. crispum</i> | — | — | — | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Scenedesmus bijugatus</i> | — | — | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>quadricauda</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| « <i>β. setosus</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| » <i>visconsinensis</i> | — | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — |
| » <i>opoliensis v. carinatus</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — |
| <i>Schizomeris Leibleinii</i> | — | — | 8 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Stigeoclonium longipilum</i> | — | — | — | — | 21 | 21 | — | — | — | — | — |
| » <i>thermale</i> | — | 5 | — | — | 20 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Ulothrix oscillarina</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>subtilis</i> | — | — | 8 | — | 21 | 21 | — | — | — | — | — |
| « <i>subtilissima</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>variabilis</i> | 1 | 29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>zonata</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| <i>Uronema confervicolum</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| <i>Vaucheria clavata</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sessilis</i> | — | 7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

¹ A kimutatásban szerepel az I. sz. táblázatban feltüntetett 30 therma.

**** 13° C előfordulás Piešťany (J. Vilhelm 1924).

IV. TÁBLÁZAT

Kimutatás

a középmedencei termákban előforduló¹ alga-fajokról lelőhely és a víz hőmérséklete szerint részletezve

(Az oszlopokba beállított számok az előfordulási helyeket jelzik az egyes termáknál az I. sz. táblázatban feltüntetett számozás szerint)

Conjugatae

| Species et varietates | A thermális víz hőmérséklete C°-ban | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 15-20 | 20-25 | 25-30 | 30-35 | 35-40 | 40-45 | 45-50 | 50-55 | 55-60 | 60-70 | 70-75 |
| <i>Closterium acerosum</i> | — | — | 23 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>lanceolatum</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 29 | — | — |
| <i>Cosmarium Botrytis</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>bioculatum</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>crenatum</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | 26 | — | — |
| « <i>leve</i> | — | 8 | 8 | 13, 28 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Meneghini</i> | — | 5 | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | 28 | 28 | 28 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Cylindrocystis Brébissonii</i> | — | — | — | — | — | 29 | — | — | — | — | — |
| <i>Hyalotheca dissiliens</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Mesocarpus sp.</i> | — | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Miesotaenium Endlicherianum</i> | — | 5 | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| <i>Mougeotia laetevirens</i> | — | — | 23 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| <i>Spirogyra bellis</i> | — | — | 14 | 14 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>communis</i> | — | — | 8 | — | 21 | 21 | — | — | — | — | — |
| « <i>condensata</i> | — | 29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>decimina</i> | — | — | 14 | 14 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>irregularis</i> | — | — | 12 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>longata</i> | — | — | 23 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>neglecta</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>nitida</i> | — | 6 | 14 | 14 | 21 | 21 | — | — | — | — | — |
| « <i>polymorpha</i> | — | — | 14, 23 | 14 | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>rivularis</i> | — | 6 | 12, 14 | 12, 14 | 12, 28 | — | — | — | — | — | — |
| « <i>varius</i> | — | 6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | — | 20 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Zygnema cruciatum</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

V. TÁBLÁZAT

Rhodophyc eae

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------|--------|----|----|----|---|---|---|---|
| <i>Bangia atropurpurea</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| <i>Batrachospermum helminthosum</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>moniliforme</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>var. confusum</i> | 2 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Chantransia chalybea</i> | — | 4 | 11 | 11 | 29 | 29 | 29 | — | — | — | — |
| « « <i>var. thermalis</i> | — | — | 11, 12 | 11, 12 | 12 | 29 | 29 | — | — | — | — |
| <i>Thorea ramosissima</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

VI. TÁBLÁZAT

Flagellatae

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| <i>Euglena acus</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>deses</i> | 1 | 8 | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>intermedia</i> | — | 8 | — | — | — | 18 | — | — | — | — | — |
| « <i>levis</i> | — | — | 8 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>pisciformis</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| » <i>viridis</i> | — | — | 29 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | 8 | 8 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | — | — | — |
| <i>Phacus pleuronectes</i> | — | — | — | — | — | — | 22 | — | — | — | — |
| « <i>orbicularis</i> | — | — | — | 28 | — | — | — | — | — | — | — |

¹ A kimutatásban szerepel az I. táblázatban feltüntetett 30 therma.

VII. TÁBLÁZAT

Kimutatás

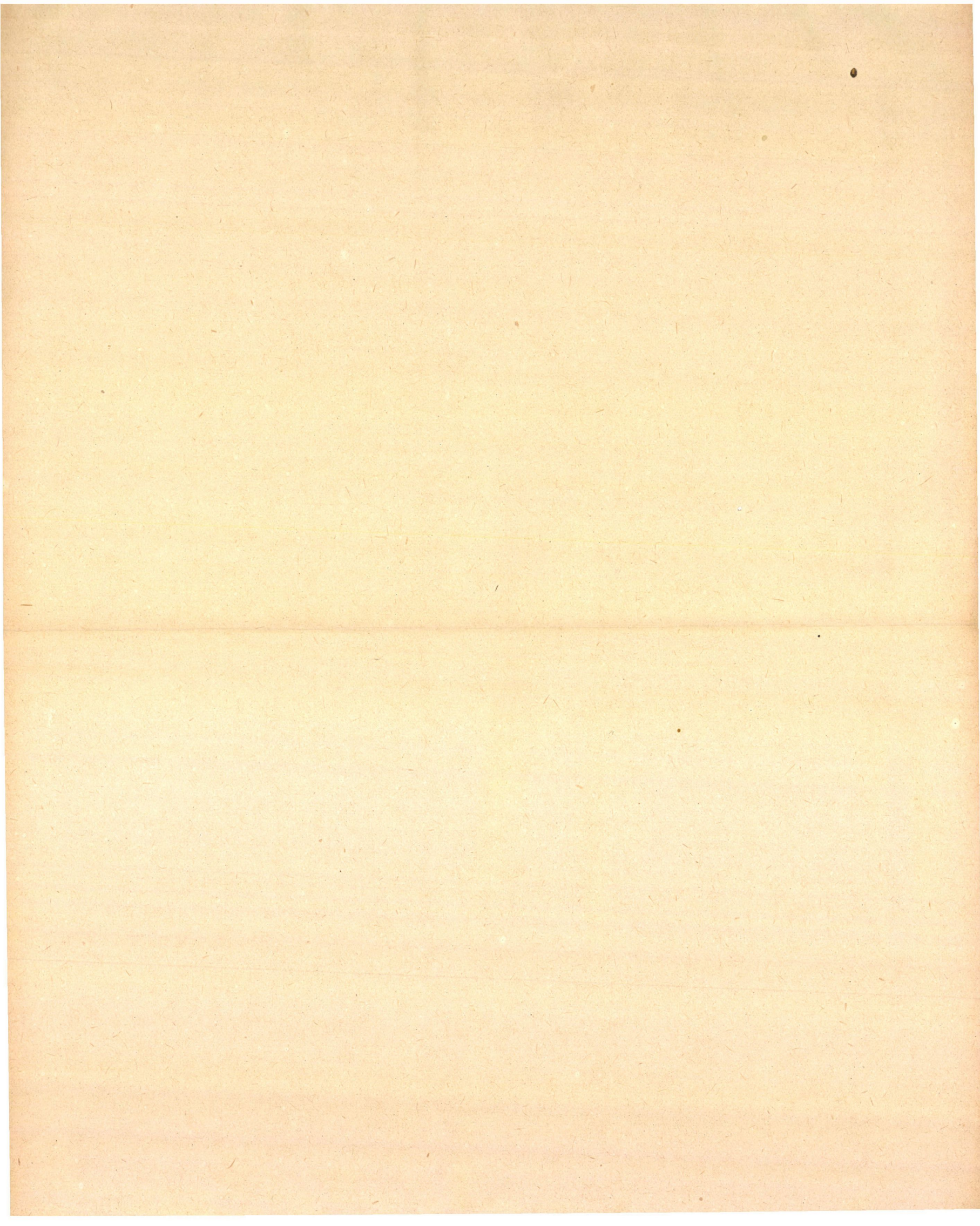
a közép-dunamedencei termákban¹ előforduló alga-fajokról lelőhely és a víz hőmérséklete szerint részletezve

(Az oszlopokba beállított számok az előfordulási helyeket jelzik az egyes termáknál az I. sz. táblázatban feltüntetett számozás szerint)

Charophyta

| Species et varietates et formae | A thermális víz hőmérséklete C° - ban | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 15—20 | 20—25 | 25—30 | 30—35 | 35—40 | 40—45 | 45—50 | 50—55 | 55—60 | 60—70 | 70—75 |
| <i>Chara canescens f. rarissima</i> | — | — | — | 29 | 29 | 29 | 29 | — | — | — | — |
| « <i>contraria</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>coronata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>crassicaulis f. brachyphylla</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « » <i>f. subinermis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>foetida</i> | — | 4 | 11 | 11 | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. brevibracteata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. brevispina</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. clausa</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. crassa</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. crassifolia</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. crassior</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. cuspidata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. divergens</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. flagellifolia</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. heteroverticillata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. incurvata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. longibracteata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. normalis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. paludosa</i> | 5 | 5 | — | — | — | — | — | — | 27 | — | — |
| « « <i>f. paragymnophylla</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. pseudopygmaea</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. reflexa</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. subhispidata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. subinermis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. vulgaris</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>fragilis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. elongata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. filiformis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. normalis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. stricta</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>hispidata f. brachyphylla</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. breviradiata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. crassa</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. elongata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. equisetina</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. heteroteles</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. incrassata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. longifolia</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. stricta</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. tenuifolia</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. typica</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. vulgaris</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Hungarica</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « « <i>f. crassior</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>intermedia f. thermalis</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>mucronata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>Piestanensis</i> | — | — | — | 29 | 29 | 29 | 29 | — | — | — | — |
| « <i>pulchella f. brevibracteata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | 14 | 14 | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Nitella mucronata</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>tenuissima</i> | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| « <i>sp.</i> | — | — | 12 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Tolypellopsis sp.</i> | — | — | 12 | 12 | 12 | — | — | — | — | — | — |

¹ A kimutatásban szerepel az I. táblázatban feltüntetett 30 therma.



csoport, csak a langyos hévizekben. A *Flagellatae* és *Rhodophyta* csoportok alig egy-két fajjal vannak képviselve.

Az arányszámok megállapításánál alapul vett thermák hőmérséklete 73° C-ig (Hajdúszoboszló) terjed. (lásd I. táblázat). A felsorolt thermákhoz felvettem még A. Grunow 1864—68-ból származó gyűjtéseinek adatait, amelyek a budai thermákra vonatkoznak és Borbás V. 1879. évi gyűjtéseit a budapesti hévizekből. Mindkét gyűjtő adatait a lelőhely közelebbi meghatározása és a hőmérséklet pontos feltüntetése nélkül közölte. Minthogy a budai hévizek hőmérséklete általában 19° C-tól 43° C-ig terjed, az általuk közölt előfordulási adatokat ebbe a hőmérsékleti intervallumba soroltam be. Felvettem még Filarszky N. (1930) adatait a budai langyos hévizekből: Óbuda — Puskaporos Malom, Császárfürdő, Lukácsfürdő, Római-fürdő 24° C-os hévvezeiből és Schaaarschmidt Gy. (1882) adatait, aki Nagyváradon a Pece-patakból közölt adatokat, továbbá Beck G. — Zahlbuckner A. Schedae ad Kryptogamas exsiccatas XXIII. alatt közölt adatát a *Chara foetida* Braun f. *decipiens* Gánócz (19° R) melletti előfordulásáról.

A táblázatok megfelelő általános áttekintést nyújtanak a középdunamedencei thermák mikrovegetációjának összetételéről.

A Cyanophyceae csoport jelentősége a thermák biológiájában

Amint az eddigi kutatások kimutatják, a thermákban a legelterjedtebb és legnagyobb fajszámban képviselt szisztematikai csoport a *Schizophyceae* — közelebről a *Cyanophyceae* — vagy kéalgák csoportja. A thermák biológiai csoportosításánál tehát csak ezt a csoportot vehetjük alapul. Mint Schwabe 1949-ben megállapította (*Schizophycean als ökologische Indikatoren und als Testorganismen* c. munkájában) — felismerve ennek az algacsoportnak nagy biológiai jelentőségét. — »Eine ökologische und biologische Kennzeichnung solcher Wasser muss sich deshalb bevorzugen auf diese Algengruppe stützen.« (l. c. p. 474.).

A *Cyanophyceae* a különböző thermákban különböző mennyiségben és különböző fajok által van képviselve. Aszerint, hogy az egyes hévforrásokban a *Cyanophyceae* szervezetek közül melyek vannak túlsúlyban és megjelenésükkel mennyiben befolyásolják a hévforrások jellegét, különböző típusok figyelhetők meg, főként a *Mastigocladus*, a *Phormidium* és az *Oscillatoria* típus. Ezek közül legjellemzőbb a Vouk által (1936) felállított *Mastigocladus* típus, amely az eu- és akrothermákban az egész föld kerekéségén elterjedt. A *Phormidium* típus már kevésbé elterjedt, bár jellemzően alakult ki az Észak-Kaukázus és a Yellowstone-park több gejzírjében. Az *Oscillatoria* típus főként Európában, az alacsonyabb hőmérsékletű hévizekben figyelhető meg.

A *Mastigocladus* típus tehát az összes mikrovegetáció típusok között a legnagyobb jelentőséggel bír a hévforrások vegetációjának kialakulásában.

VIII. TÁBLÁZAT

A Cyanophyceae százalékos eloszlása a Középdunamedencében
5°-os hőmérsékleti csoportonként

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 15°—20° | 20°—25° | 25°—30° | 30°—35° | 35°—40° | 40°—45° |
| Fajok száma | 17,5% | 30% | 27,5% | 45% | 45% | 46% |
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 45°—50° | 50°—55° | 55°—60° | 60°—70° | 70°—75° | |
| Fajok száma | 43% | 18% | 16,5% | 2,5% | 1% | |

IX. TÁBLÁZAT

A Chlorophyceae százalékos eloszlása a Középdunamedencében
5°-os hőmérsékleti csoportonként

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 15°—20° | 20°—25° | 25°—30° | 30°—35° | 35°—40° | 40°—45° |
| Fajok száma | 8% | 30% | 34% | 26% | 40% | 32% |
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 45°—50° | 50°—55° | 55°—60° | 60°—70° | 70°—75° | |
| Fajok száma | 28% | 4% | 14% | 2% | — | |

X. TÁBLÁZAT

A Rhodophyceae százalékos eloszlása Középdunamedencében
5°-os hőmérsékleti csoportonként

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 15°—20° | 20°—25° | 25°—30° | 30°—35° | 35°—40° | 40°—45° |
| Fajok száma | 14% | 71% | 28,5% | 28,5% | 28,5% | 28,5% |
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 45°—50° | 50°—55° | 55°—60° | 60°—70° | 70°—75° | |
| Fajok száma | 42% | — | — | — | — | |

XI. TÁBLÁZAT

A Conjugatae százalékos eloszlása a Középdunamedencében
5°-os hőmérsékleti csoportonként

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 15°—20° | 20°—25° | 25°—30° | 30°—35° | 35°—40° | 40°—45° |
| Fajok száma | — | 39% | 42% | 32% | 25% | 14% |
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 45°—50° | 50°—55° | 55°—60° | 60°—70° | 70°—75° | |
| Fajok száma | 7% | — | 14% | — | — | |

XII. TÁBLÁZAT

A Charophyta százalékos eloszlása a Középdunamedencében
5°-os hőmérsékleti csoportonként

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 15°—20° | 20°—25° | 25°—30° | 30°—35° | 35°—40° | 40°—45° |
| Fajok száma | 1,8% | 91% | 7,4% | 11% | 7,4% | 3,6% |
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 45°—50° | 50°—55° | 55°—60° | 60°—70° | 70°—75° | |
| Fajok száma | 3,6% | — | 1,8% | — | — | |

XIII. TÁBLÁZAT

A Flagellatae százalékos eloszlása a Középdunamedencében
5°-os hőmérsékleti csoportonként

| | | | | | | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 15°—20° | 20°—25° | 25°—30° | 30°—35° | 35°—40° | 40°—45° |
| Fajok száma | 11% | 33% | 33% | 22% | 11% | 22% |
| Hőmérséklet C°-ban kifejezve | 45°—50° | 50°—55° | 55°—60° | 60°—70° | 70°—75° | |
| Fajok száma | 55% | 11% | — | — | — | |

Jellemző vezérnövénye a *Mastigocladus laminosus* Cohn. Ennek eddig ismert középdunamedencei előfordulásait: Das Vorkommen des *Mastigocladus laminosus* Cohn in Zusammenhang mit seiner Biologie (1949) c. munkámban részletesen ismertettem. Ez a kékalga olyan stenotherm-típust képvisel, amelynél a hőmérsékleti optimum egészen közel esik ahhoz a maximumhoz, melyet ez a mikroorganizmus egyáltalán elbír. A *Mastigocladus laminosus* optimális hőmérséklete cca. 50° C. V o u k laboratóriumában végzett kísérletei szerint: 48°—52° C. A természetben megfigyelt maximális hőmérséklete pedig a Középdunamedencében 56,6° C, M i k a K. 1880-ban és K. M. S t r ö m 1921-ben, a herkulesfürdői hév vízben végzett vizsgálatai szerint.

Ha viszont a *Mastigocladus laminosus* általános előfordulási hőmérsékletét vizsgáljuk, azt találjuk, hogy általában azokban a hév vizekben fordul elő, amelyeknek hőfoka 30° C-on felül van, — bár ezekben a magasabb hőmérsékletű hév vizekben sem található meg minden esetben, mint azt V o u k (1937) statisztikailag kimutatta. E m o t o és Y o n e d a (1937—1942) Japánban végzett vizsgálatai szerint ott sem fordul elő valamennyi 35° C feletti thermában. R u t t n e r gyűjtései (G e i t l e r L. és R u t t n e r F., 1936) Sumatra és Java hévforrásaiban hasonló eredményeket mutatnak. A Középdunamedencében vizsgálataim szerint és az eddigi egyéb kutatások tanúsága szerint 21 eu- és akrotherma közül 10 thermában fordul elő a *Mastigocladus laminosus*.

A relatív hőmérsékleti minimumot régebben 35° C-nak tartottuk a Középdunamedencében. Újabb észleléseink szerint a relatív minimum 32° C, azaz

32° C az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelynél a *Mastigocladus laminosus* összes életfunkciói még zavartalanul, normális módon folynak. Természetesen a létezési minimum vagy abszolút minimum ennél sokkal alacsonyabb és a 0° C körül van. Mindezzel szemben rendkívül feltűnő J. Vilhelm (1924) feljegyzése, amely szerint Gánóczi-fürdő (Tatranské Ganovce) mindössze 22° C-os hévvizében megtalálta a *Mastigocladus laminosus*-t természetes körülmények között. Ha ez a feljegyzés nem alapul tévedésen, amit mindenesetre még ki kellene vizsgálni, akkor a gánóczi lelet igen fontos következtetésekre vezet a *Mastigocladus laminosus* biológiájában. Sőt ezek a következtetések messzemenő kihatásokkal bírhatnak az összes thermális mikroorganizmusok biológiájára vonatkozóan.

Ugyanis a *Mastigocladus laminosus*-nak a jelek szerint még egy olyan különleges tulajdonsága is van, amire az eddigi kutatásoknál nem fordítottattott figyelem. V o u k (1923) megfigyelései alapján a *Mastigocladus laminosus*-ról az volt a tudományos vélemény, hogy ennek a mikroszervezetnek 53° C optimális hőmérséklet mellett a 35° C a relatív hőmérsékleti minimuma. Ezen a hőmérsékleten alul V o u k szerint a *Mastigocladus laminosus* nem tudja élettevékenységeit normálisan kifejteni és legfeljebb csak latens alakban fordulhat elő. Ebből az következik, hogy a 20° C alatti, de még inkább a 10° C alatti vizekben csak egészen gyéren és nagyon esetlegesen fordulhatna elő és szó sem lehetne arról, hogy ilyen hőfokú vizekben életműködését normálisan kifejthetné.

Mégis ezekkel a komoly tudományos megfigyelésekkel ellentétben néhány olyan megfigyelésről tudunk, amelyek világosan azt mutatják ki, hogy a *Mastigocladus laminosus virulens* állapotban észlelhető, sőt kísérletileg kitenyészthető volt, jóval alatta az eddig megállapított relatív minimális hőmérsékletnek. A gánóczi lelet 22° C-nál mutat fel teljesen virulens *Mastigocladus laminosus*-t, sőt van három feljegyzésünk, a *M. l.* édesvízi előfordulásáról (Rajnavölgy, Normandia és Celebes-sziget — L. Geitler, 1930—32) — amelyek mind 10° körüli vizeket említenek — legvégül pedig A. Löwenstein (1903) laboratóriumi kísérletekben azt mutatta ki, hogy 5° C körüli hőmérsékletnél is virulens *Mastigocladus laminosus* élt a vízben.

Ezt az egészen különleges jelenséget aligha magyarázhatjuk másképpen, mint azzal a rendkívüli feltételezéssel, hogy a *Mastigocladus laminosus* a geológiai korszakok folyamán a föld felszínét borító vizek fokozatos lehülése következtében két teljesen különálló típusra fejlődött ki, melyek morfológiailag azonosak ugyan, de fiziológiailag egészen különbözők. Hőmérsékleti kardinális pontjaik merőben ellentétesek. A vizsgálatokat végző kutató mikroszkópja alatt a két különböző típus egészen azonos formában jelenik meg, külső alakjukban eltérés nincsen, de fiziológiai tulajdonságaik — amint az észlelések és kísérletek mutatják — egymástól különbözőek.

Ezt a feltételezést még alapos vizsgálatokkal kell alátámasztani, de ha a feltételezés helyesnek bizonyul, akkor a *Mastigocladus laminosus* kétféle megjelenési formája igen messzemenő következtetésekre nyújt lehetőségeket, úgy a relikvium hipotézis érvényesítése, mint egyéb thermális betelepülési problémák megfejtése tekintetében.

Bár a Vilhelm-féle és a vele együtt felsorolt észlelésekben nincsen különösebb okunk kételkedni, mégis kétségtelen, hogy számos bizonyító kísérletnek és észlelésnek kell még történnie, amíg ezt a nagyfontosságú feltételezést igazoltnak tekinthetjük.

A fentebb említett három kékalga-típus közül a *Phormidium*-típus az északkaukázusi thermákra és a legtöbb Yellowstone-parkbeli thermára jellemző, míg az *Oscillatoria*-típus Európa alacsonyabb hőmérsékletű hévvízeiben van elterjedve. Ezek a típusok külön-külön és egymás mellett is előfordulhatnak. A Középdunamedencében mind a három típus képviselve van. Mindenesetre a legsajátosabb vegetáció a thermákban az, amely a *Mastigocladus*-típushoz tartozik és ezért igen fontos feladat lesz a további kutatásoknál megállapítani, hogy a *Mastigocladus*-típus megjelenése mennyiben függ össze a thermák fizikai, kémiai, geológiai vagy egyéb sajátóságaival.

A thermák hőfoka és a mikrovegetáció alakulása

Régebben a kutatók kizárólag csak a hőmérsékletet vették alapul a hévvízek osztályozásánál. A. Hansgirg (1884), A. A. Elenkin (1914), V. Vouk (1916), H. Strouhal (1934) ezen az alapon csoportosították a hévvízeket. Ma már azon az állásponton vagyunk, hogy a thermák csoportosításánál a hőmérséklet ugyan elsőrendű fontossággal bír, de az élő világ kialakulásában nem egyedüli meghatározó tényező. Biológiai szempontból ugyanis csak azok a melegvízek nevezhetők hévvízeknek, thermáknak, amelyekben bizonyos, a magas hőmérsékletet elbíró, sőt ehhez kizárólag alkalmazkodott szervezetek jelennek meg. Tehát nemcsak a thermotolerans, hanem a thermophil és a speciálisan thermobiontoknak nevezett szervezetek is. »Au point de vue biologique nous ne pouvons considérer comme sources thermales que les sources chaudes, où n'apparaissent seulement des organismes thermotolerants, mais aussi des organismes thermophiles et ceux, qui sont spécifiquement thermobionts.« — mondja V. Vouk (1936. p. 7).

E megállapításának megfelelőleg vezette be 1936-ban Vouk a thermák újabb felosztását, szemben a régebbi, csak hőmérsékleti különbségekre alapozott csoportosítással. Itt már nemcsak a hőmérsékletet vette alapul, hanem tekintettel volt a vízben élő mikroszervezetek optimális, illetve minimális és maximális hőigényére is. Míg régebben egyszerűen csak arra figyeltek, hogy kerek számokkal szerepeljenek a thermák hőfokai, és ekként osztotta be a thermákat :

hypothermák 18° C alatt, chliarothermák 30° C alatt, euthermák 50° C alatt, akrothermák 75° C alatt és hyperthermák 75° C fölött — addig újabb vizsgálatai alapján ezt a csoportosítást a következőképpen alakította :

hypothermák 18° C alatt

| | |
|----------------------|--------------|
| chliarothermák | 18° C—28° C |
| euthermák | 28° C—44° C |
| akrothermák | 44° C—55° C |
| hyperthermák | 65° C felett |

Ebben az új felosztásban eltűntek ugyan a kerek számok, de a beosztás alkalmazkodik a thermákban élő mikrovegetációs csoportok hőigényeihez és az is világosan kiténik belőle, hogy a tulajdonképpeni thermális vegetációk kialakulása a mérsékelt égöv alatt a 28° C-nál, tehát az euthermánál kezdődik. Ezen hőmérséklet felett jelennek meg a thermophil és thermobiont szervezetek.

Az a számos kísérlet és észlelés, melyeket a Középdunamedencében, a V o u k által nem vizsgált thermákban végeztem, az utóbbi évek alatt, ennek a fenti megállapításnak jelentősen szélesebb körben szereznek érvényességet.

Egyik előző közleményemben a *Cyanophyceae*-csoport előfordulását a középdunamedencei thermákban egy kétesűcsű grafikonnal ábrázoltam (H. H a l á s z 1949, fig. 1). A grafikon alacsonyabb, kevésbé jelentős csúcsa 20° C—25° C között észlelhető. Ebben a hőmérsékleti szakaszban előforduló fajok száma 46 volt.

A hőmérséklet további emelkedésével 30° C-ig a fajok száma kisebb csökkenést tüntetett fel, 30° C felett azonban a hőmérséklet további növekedésével a fajok számának hirtelen felemelkedése állapítható meg. 40° C és 45° C között a grafikon eléri legmagasabb csúcsát. Ebben a hőmérsékleti szakaszban volt megfigyelhető a legtöbb *Cyanophyceae* faj előfordulása (70 faj). 45° C felett azután a fajok számának fokozatos csökkenése volt észlelhető. A legmagasabb hőmérsékleti szakaszon (70—75° C között), amelynél a középdunamedencei thermákban élő algaszervezetekkel még találkozunk, már csak 2—3 faj előfordulása figyelhető meg.

Újabb kutatásaim az előfordulás és a hőmérséklet viszonya tekintetében a régivel nagyjában hasonló eredményeket mutatnak fel. (Lásd VIII. sz. táblázat.) Ezek az újabb kutatások azt mutatják, hogy az előforduló fajok számában az első komoly emelkedés szintén a 20° C és 25° C között van (30%). Az így elért csúcs azután kevésbé csökken, de a 30° — 35° C között újból erőteljes emelkedés mutatkozik, mely magasan túlszárnyalja az első csúcsot és azt mutatja, hogy 30° C és 50° C között fordulnak elő a legnagyobb számban a *Cyanophyceae* — minden hőfokon 40% felett. A legkedvezőbb hőfok a 40° — 45° C közötti, ahol a legmagasabb csúcs mutatkozik: az összes *Cyanophyceae* fajok (var.) 46%-a fordul elő ennél a hőmérsékletnél. 50° C után az

előfordulás rohamosan csökken és az első kisebb csúcs alatti színvonalra száll le (18—15%-ig); 60° C fölött pedig csak egészen elenyésző számok jelentkeznek, — az összes fajoknak mindössze 2.5%-a. Végül 70—75°C-nál már csak egyetlen százalék található.

A *Chlorophyceae* csoportnak a forrásvíz hőfokával kapcsolatos előfordulásánál a középdunamedencei thermákban már nem állapítható meg olyan szembeötlő szabályszerűség, mint a *Cyanophyceae* vegetációban. Az előforduló fajok száma 15° C-nál 8%: ettől a hőmérséklettől kezdve fölfelé a hőmérséklet emelkedésével arányosan kevésbé növekszik, míg a 25°—30° C között eléri a 34%-ot, ezután a hőmérséklet emelkedésével kissé csökken, majd 35°—40° C között ismét megnövekszik és eléri a 40%-ot. Ez az érték egyúttal az eddig megfigyelt legnagyobb előfordulási százaléka a *Chlorophyceae*-nek a középdunamedencei thermákban. A hőmérséklet további növekedésével lecsökken erősen a fajszám és 50° C-tól fölfelé már csak igen csekély, de szabálytalanul változó fajszámban jelenik meg ez a csoport (lásd IX. sz. tábl.), ami azt mutatja, hogy ezek a magasabb hőmérsékleti fokok már nem kedvezők a *Chlorophyceae* számára.

A *Charophyta* csoport a Középdunamedence thermáiban meglehetősen formagazdag. 55 faj, illetve forma ismeretes a hévvizekből. Ezek zöme — 91% — a 20°—25° C hőmérsékletű hévvizekben található, ami azt bizonyítja, hogy a *Chara*-félék elterjedési optimuma a hőmérséklettel kapcsolatban a langyos vizekhez kötött (lásd XII. sz. tábl.).

A *Conjugatae*-csoport (27 faj), a *Rhodophyceae*-csoport (7 faj) és *Flagellatae*-csoport (9 faj) a Középdunamedence hévforrásaiban olyan csekély fajszámmal vannak képviselve — eddigi észleléseink szerint — hogy az előfordulásukra nézve szabályokat felállítani nem lehet. Csupán annyit lehet megállapítani, hogy a legtöbb *Conjugatae* (11 faj, tehát az összes előforduló fajok 42%-a) a 25°—30° C hőmérsékleti szakaszon található (lásd XI. sz. tábl.). A *Rhodophyceae* legmagasabb előfordulási hőmérséklete 45°—50° C között észlelhető (lásd X. sz. tábl.), míg a *Flagellatae* legnagyobb százaléku előfordulása ugyancsak 45°—50° C között állapítható meg (lásd XIII. sz. tábl.).

Az eddigi kutatások alapján megállapíthatjuk, hogy a különböző alga-csoportok közül a hévforrásokban a *Cyanophyceae* azok a szervezetek, amelyeknek elterjedése a magas hőmérsékleti optimumhoz kötött. Ezek részben stenotherm, részben eurytherm szervezetek, amelyeknek hőmérsékleti optimuma többé-kevésbé magas. A *Cyanophyceae* közül általában a legtöbb faj eurytherm, csak néhány stenotherm típust ismerünk. Az eurytherm szervezetek hidegebb vizekben is előfordulhatnak. A *Chlorophyceae*, *Conjugatae* (*Desmidiaceae*) és *Bacillariophyta* ellenben, bár a hévvizekben (így a Középdunamedencében is) igen magas, — 50° C körüli — hőmérsékletig felhatolnak, mégis csak thermotolerans szervezeteknek tekinthetők, mivel elterjedési optimumuk az alacsony hőmérséklet. Valamennyien eurytherm szervezetek, hidegebb édesvizekben éppúgy előfordulhatnak, mint a hévvizekben. A thermophil szervezetek közül tehát

eddig kutatásaink alapján csak a *Mastigocladus laminosus* Cohn és a *Phormidium laminosum* Gom. azok, amelyek kizárólag a hévvizekre jellemző szervezetek. A többi, hévvizekben található algák jórészt előfordulhatnak más biotopban is.

Hogy az egyes fajok középdunamedencei előfordulásáról is megadjam a világos képet, százalékos táblázatokat állítottam össze a középdunamedencei thermák legfontosabb és legjellemzőbb *Cyanophyceae*-fajairól az eddig felsorolt thermákban észlelt előfordulásuk alapján — 100%-nak tekintve azt az esetet, ha valamely faj az összes felvett thermában előfordult. A százalékos értékeket külön tüntettem fel a 28° C alatti és a 28° feletti hévvizekre nézve. (Lásd XIV. tábl.)

A 28° C feletti hévvizekben leggyakoribb és a legjellemzőbb thermobiont szervezet a *Mastigocladus laminosus* Cohn (33%), mely a thermális algagyep-társulásokra legjellemzőbb (character) faj a középdunamedencei thermákban. Ugyancsak jellemző thermális fajok, de kisebb előfordulási százalékkal: *Aphanocapsa thermalis* Brügg., *Chroococcus minor* (Kütz.) Näg. és a hévforrásoknak a *Mastigocladus* mellett legjellemzőbb thermobiont szervezete a *Phormidium laminosum* Gom. 17%. Nagyobb gyakoriságú a *Symploca thermalis* (Kütz.) Gom. (20%) Kevésbé gyakori már a *Phormidium fragile* Gom. (10%) és az *Anabaena thermalis* Vouk (13%), valamint a *Gloeocapsa gelatinosa* Kütz. (10%). A *Schizothrix calcicola* (Ag.) Gom., a *Phormidium orientale* G. S. West és a *Synechococcus elongatus* Näg. 7%-ban fordulnak elő, míg a *Chroococcus varius* A. Braun, *Myxosarcina spectabilis* Geitl. et. Ruttn., *Chroococidiophis thermalis* Geitl. et. Ruttn. és a *Phormidium luridum* (Kütz.) Gom. csupán három százalékban voltak észlelhetők.

A thermális algagyep-társulások kísérő (species accessoricae) és járulékos fajai közül a leggyakoribbak: az *Oscillatoria princeps* Vauch. (30%), *Oscillatoria tenuis* Ag. (23%), és az *Oscillatoria Okeni* (20%). — Az *Oscillatoria amphibia* Ag. (17%), az *Oscillatoria brevis* (Kütz.) Gom. pedig 13%-ban található. *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg. (17%), *Oscillatoria animalis* Ag. (17%), *Oscillatoria chalybea* Mertens (13%), *Oscillatoria formosa* Bory (13%), *Oscillatoria subtilissima* Kütz. (13%), *Oscillatoria terebriformis* Ag. 13%-ban található. A *Lyngbya ochracea* Thur. 7%-ban fordul elő, az *Oscillatoria chlorina* Kütz. 10%-ban és a *Microcoleus sociatus* W. et G. S. West 10%-ban. A következő fajok csak 7%-ban találhatóak: *Gloeocapsa dermochroa* Näg., *Gloeocapsa arenaria* (Hassal) Rabenh., *Chroococcus bituminosus* (Bory) Hansg. — Csupán 3%-ban fordulnak elő: *Gloeotheca rupestris* (Lyngb.) Bornet, *Aphanothece bullosa* (Menegh.) Rabenh., *Spirulina caldaria* Tilden.

28° C alatt a fent felsorolt szervezetek közül egyáltalán nem fordulnak elő a következők: *Phormidium laminosum* Gom., *Oscillatoria animalis* Ag., *Oscillatoria brevis* (Kütz.) Gom. *Microcoleus sociatus* W. et G. S. West., *Gloeocapsa dermochroa* Näg., *Spirulina caldaria* Tilden, *Lyngbya ochracea* Thur., *Schizothrix fragilis* (Kütz.) Gom. *Aphanothece bullosa*.

XIV. TÁBLÁZAT

Százalékos kimutatás a főbb thermális *Cyanophyceae* fajok előfordulásáról
30 középdunamedencei thermában*

| Species characteristicae et accessoriae | 28° C feletti előfordulási | | 28° C alatti előfordulási | |
|---|----------------------------|----------|---------------------------|----------|
| | szám | százalék | szám | százalék |
| <i>Mastigocladus laminosus</i> Cohn | 10 | 33,3 | 2 | 6,6 |
| <i>Oscillatoria princeps</i> Vauch. | 9 | 30 | 2 | 6,6 |
| <i>Oscillatoria tenuis</i> Ag. | 7 | 23,1 | 2 | 6,6 |
| <i>Oscillatoria Okeni</i> Ag. | 6 | 20 | 2 | 6,6 |
| <i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Näg. | 5 | 16,6 | 2 | 6,6 |
| <i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Näg. | 5 | 16,6 | 1 | 3,3 |
| <i>Aphanocapsa thermalis</i> Brügg. | 5 | 16,6 | 4 | 13,3 |
| <i>Oscillatoria amphibia</i> Ag. | 5 | 16,6 | 3 | 10 |
| <i>Oscillatoria animalis</i> Ag. | 4 | 13,3 | — | — |
| <i>Oscillatoria Cortiana</i> Menegh. | 5 | 16,6 | 3 | 10 |
| <i>Oscillatoria terebriformis</i> Ag. | 4 | 13,3 | 2 | 6,6 |
| <i>Phormidium laminosum</i> Gom. | 5 | 16,6 | — | — |
| <i>Symploca thermalis</i> (Kütz.) Gom. | 6 | 20 | 2 | 6,6 |
| <i>Oscillatoria brevis</i> (Kütz.) Gom. | 4 | 13,3 | — | — |
| <i>Oscillatoria chalybea</i> Mertens | 4 | 13,3 | 4 | 13,3 |
| <i>Oscillatoria formosa</i> Bory | 4 | 13,3 | 2 | 6,6 |
| <i>Oscillatoria subtilissima</i> Kütz. | 4 | 13,3 | 1 | 3,3 |
| <i>Phormidium fragile</i> Gom. | 3 | 10 | 3 | 10 |
| <i>Gloeocapsa gelatinosa</i> Kütz. | 3 | 10 | 1 | 3,3 |
| <i>Anabaena thermalis</i> Vouk | 4 | 13,3 | 1 | 3,3 |
| <i>Oscillatoria geminata</i> Menegh. | 3 | 10 | 2 | 6,6 |
| <i>Oscillatoria angustissima</i> W. et G. S. West | 3 | 10 | 1 | 3,3 |
| <i>Oscillatoria chlorina</i> Kütz. | 3 | 10 | 1 | 3,3 |
| <i>Microcoleus sociatus</i> W. et G. S. West | 3 | 10 | — | — |
| <i>Gloeocapsa dermochroa</i> Näg. | 2 | 6,6 | — | — |
| <i>Gloeocapsa arenaria</i> (Hassal) Rabenh. | 2 | 6,6 | 1 | 3,3 |
| <i>Synechococcus elongatus</i> Näg. | 2 | 6,6 | 2 | 6,6 |
| <i>Chroococcus bituminosus</i> (Bory) Hansg. | 2 | 6,6 | 1 | 3,3 |
| <i>Lyngbya ochracea</i> Thur. | 2 | 6,6 | — | — |
| <i>Phormidium orientale</i> G.S. West | 2 | 6,6 | 1 | 3,3 |
| <i>Schizothrix fragilis</i> (Kütz.) Gom. | 2 | 6,6 | — | — |
| <i>Schizothrix calcicola</i> (Ag.) Gom. | 2 | 6,6 | 1 | 3,3 |
| <i>Chroococcus varius</i> A. Braun. | 1 | 3,3 | 2 | 6,6 |
| <i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg. | 1 | 3,3 | 3 | 10 |
| <i>Chroococciopsis thermalis</i> Geitl. et Ruttn. | 1 | 3,3 | 1 | 3,3 |
| <i>Myxosarcina spectabilis</i> Geitl. et Ruttn. | 1 | 3,3 | 1 | 3,3 |
| <i>Aphanothece bullosa</i> (Menegh.) Rabenh. | 1 | 3,3 | — | — |
| <i>Gloeotheca rupestris</i> (Lyngb.) Bornet | 1 | 3,3 | 1 | 3,3 |
| <i>Phormidium luridum</i> (Kütz.) Gom. | 1 | 3,3 | 1 | 3,3 |
| <i>Spirulina caldaria</i> Tilden | 1 | 3,3 | — | — |

* Alapul vétetett az a 30 therma, melyek az I. sz. táblázatban szerepelnek.

A thermák benépesedését irányító egyéb tényezők

A) Általános áttekintés

Mint fent említettük a régebbi kutatók úgy vélték, hogy a thermális víz hőfoka az egyetlen vagy legalább is az egyedüli fontos irányító tényező a thermák benépesedésénél. A modern kutatás azonban kimutatta, hogy *mint minden biológiai probléma, a thermális mikrovegetáció betelepülésének problémája is, olyan bonyolult kérdés, amely számos tényezőtől függ és amit nem lehet simán leegyszerűsíteni, és egyetlen egy — könnyen szembeutó — tényezőnek függvényeként tekinteni*

A thermák kutatói közül a szovjet N. N. Voronihin elsőnek nyilvánította ki — 1927-ben a római limnológiai kongresszuson, — azt a felfogását, hogy nem lehet egyedül a víz hőmérsékletét tekinteni olyan iránytadó tényezőnek, amely a thermák vegetációjának kialakulását megszabná. (N. N. Voronihin 1929). V. Vouk 1936-ban ugyancsak rámutat arra a körülményre, hogy a thermális vegetációt nem lehet egyedül csak a hőmérséklet által jellemezni. Mint írja: »Quels sont les facteurs, en dehors de la température, qui déterminent la composition de la végétation . . . il ne faut pas oublier non plus le moment géologico-historique, qui pourrait jouer quelque rôle dans la distribution géographique de divers types et surtout de celui de Mastigocladus qui n'est jamais déterminé exclusivement par le facteur de température.« (1937. p. 9.).

A kutatás mai álláspontján a betelepülés irányító tényezőinek a következőket tekinthetjük :

A víz hőmérséklete és ezzel kapcsolatban a betelepülő szervezetek hőigénye.

A víz kémiai összetétele, hidrogén-ion koncentrációja és a csupán nyomokban jelenlévő kémiai elemek jelentősége.

A fiziológiai (a plazma sajátosságaira, a szerves élet határaitra, stb. vonatkozó) tényezők.

A klimatológiai tényezők.

A geológiai, geokémiai, forrásgenetikai tényezők.

Míg e tényezők közül, a víz hőmérséklete, a betelepülő szervezetek fiziológiai sajátosságai és a víz kémiai összetétele az eddigi vizsgálatok alapján már bizonyos következtetésekre nyújtanak lehetőséget, addig a források geológiai és genetikai tényezőinek hatásai, valamint a klimatológiai és geokémiai tényezők befolyása, egyéb fizikai tényezőkével együtt még alig ismeretesek a thermális vegetáció kialakulása szempontjából.

Jelen értekezésünk keretei között a számos koeficiens közül csak a tényezők három csoportjával foglalkozhatunk : A víz hőfokával, a víz kémiai összetételével és a forrásgenetikai tényezőkkel. Ezek közül a betelepülésnél elsőrendű fontossággal bír a thermák hőfoka és a mikroszervezetek optimális, illetve minimális hőigénye. Ennek a betelepülési tényezőnek szerepével a Középduna-

medence thermáiban már az előző fejezetünkben foglalkoztunk, részletes kimutatásokat is közölve. Az alábbiakban tehát az említett következő két tényezőcsoporttal foglalkozunk röviden: a kémiai és a forrásgenetikai koefficiensekkel.

B) A víz kémiai összetétele

Tudományos körökben erős vita folyik arról, hogy a thermák mikrovegetációjának kialakulásában a forrásvíz kémiai összetételének milyen szerepe van. N. N. Voronihin a kaukázusi thermák vizsgálata során 1929-ben azt az álláspontot képviselte, hogy a kémiai összetételnek, legalább is a kaukázusi források esetében a mikrovegetáció kialakulására nézve befolyása nincs. Ezt különösképpen A Sheljesnovodsk és Pjatigorszk forrásainál állapította meg. »Es ist also klar, dass die Ursache der von mir angezeigten Erscheinungen nicht in chemischen Bestand, sowohl nicht in Mineralisationsgrade, innerhalb der Grenzen, die den untersuchten Thermen eigen sind, zu suchen ist«, »Die Radioaktivität der Quellen übt ebenfalls keinen Einfluss auf den Charakter der Vegetation und auf die Entwicklung derselben aus.« (1929 p. 588). Az északkaukázusi thermáknál ugyanis vizsgálatai szerint a víz hőfokán kívül csak a geológiai, forrásgenetikai tényezők voltak döntő befolyással a vegetáció kialakulására és nem a kémiai tényezők.

V. Vouk megfigyelése szerint (1923) ezzel szemben a hévforrások vizének kémiai összetételében megnyilvánuló különbségre vezethető vissza az a jelenség, hogy egyes thermákban bizonyos algacsoportok pl. a *Desmidiaceae* és *Diatoma*-k hiányoznak. Így egyes horvátországi hévvizekben azonos hőmérsékletük ellenére (eutherm források 30°—35°) sincsen jelen a thermákra jellemző tipikus vegetáció. Ilyen hévforrás pl. Lešće, melynek hévvizében csak néhány édesvízi alga és *Chara* fordul elő, míg a *Cyanophyceae* teljesen hiányoznak.

A *Diatoma* asszociációk kialakulása a hévforrásokban viszont inkább a víz kémiai jellegétől: a sótartalmától függ, amely még a víz hőfokánál is jelentősebb, miként azt E. Sprenger-nek (1930) a karlsbadi thermák *Diatoma* vegetációjára vonatkozóan tett megfigyelései igazolják. Az ott kialakult asszociációk összetételében csak az alkalisalin-jelleg jut kifejezésre. A kialakult *Diatoma*-vegetáció ugyanis elsősorban halobiont formákból áll.

S. Stockmayer 1928-ban az ausztriai fürdők és gyógyforrások biológiai vizsgálatánál felhívja a figyelmet az egyes ásványforrások életközösségének (állati és növényi világának) a források kémiai és geológiai sajátágaival való kapcsolatára, sőt ennek a kapcsolatnak a fontosságára. Fontos az a jelenség, hogy a japán hévforrásokban Y. Emoto és Y. Yoneda (1937—1942) vizsgálatai szerint, — amint erre már rámutattam — magas hőmérsékletük ellenére is az algavegetáció összetételében erős különbségek figyelhetők meg,

bár ezek a thermák mind juvenilis eredetűek, vulkáni kőzetekből feltörő gejzírek. Ezek a különbségek nyilvánvalóan csak a kémiai összetétel különbségéből származó okokra vezethetők vissza, annyival is inkább, mert gyakran éppen a legjellemzőbb thermális szervezetek hiányoznak egy-egy forrásból.

Valószínűleg ugyancsak kémiai okokból eredhet az a tény, hogy a szumátrai és jávai hévforrásokban L. Geitler és F. Ruttner (1936) a thermákban jelenlevő mikrovegetációk összetételében jelentős különbséget észleltek, annak ellenére, hogy a vizsgált thermák egyformán vulkánikus, tehát juvenilis eredetűek. A különbségek nemcsak a solfataráknál, ahol az összefüggés nyilvánvaló, hanem a neutrális és alkalikus jellegű thermáknál is feltűntek. Jellemző, hogy a *Mastigocladus laminosus* sem fordul elő mindegyikben.

Ezekben a thermákban észlelhető vegetációs különbségek oka a víz hidrogén-ion koncentrációjában kereshető. A szumátrai és jávai savanyú solfatarákban 40° C hőmérséklet felett, csak a *Cyanidium caldarium* fordul elő a thermobiontok közül. A *Mastigocladus laminosus* ellenben csak az alkalikus thermákban (pH 6—7) között található. Olyan esetben, amikor a hidrogén-ion-koncentráció 7 felett van, csupán két alkalommal fordult elő 27 thermális lelőhely között.

Feltűnő eredményeket tüntettek fel a víz kémiai összetételével kapcsolatban V. V o u k és Z. K l a s s (1939) fiziológiai kísérletei a *Mastigocladus laminosus* előfordulására vonatkozóan. Kimutatták, hogy a nitrátmentes tápoldatban tenyésztetre képes, tehát a nitrátmentes vizekben is megél. Ennek a kísérleti megfigyelésnek megfelelően vizsgálta V o u k természetben, Topuskón (Horvátország) a *Mastigocladus laminosus* előfordulását a hévvízben. Ez a therma nem juvenilis, de vize nitrátot még nyomokban sem tartalmaz. Juvenilis thermák, amennyire ismerjük, oldott nitrátot egyáltalán nem tartalmaznak. Vajjon hogyan magyarázható az a tény, hogy úgy kísérleti tenyésztésben, mint a thermákban megtaláljuk a *Mastigocladus laminosus*-t nitrátmentes vizekben? V o u k és K l a s s kísérletei szerint a *Mastigocladus laminosus* azokhoz a szervezetekhez tartoznék, amelyek a levegő nitrogénjét asszimilálni képesek. A *Cyanophyceae* köztül rajta kívül még más fajok is, különösen a symbiophil fajok bírnak ezzel a tulajdonsággal, mint azt M o l i s c h kimutatta (1926). Nincs megmagyarázva azonban az a tény, hogy miért fordul elő csak egyes thermákban a *Mastigocladus laminosus*, míg másokban nem található, pl. az északkaukázusi juvenilis thermákban egyáltalán nem található. Viszont a japáni gejzíreknél azt látjuk, hogy olykor előfordulnak, máskor nem. A kémiai tényezőkön kívül tehát még más tényezők is hatnak a mikrovegetáció kialakulására.

V o u k és K l a s s 1939. évi kísérletei kimutatták, hogy a *Mastigocladus laminosus* csak pH 8,8 alatt tenyészik. J. J. C o p e l a n d -nak (1936) a Yellowstone-i hévforrásokban tett megfigyelései szerint ellenben magasabb

pH-nál is (pH 6,8—9,0) előfordul. Ő is megjegyzi, hogy a *Myxophyceae* elterjedése a Yellowstone-i hévforrásokban a hőmérsékleten kívül többek között a víz pH-jától függ. »Distribution seems to depend chiefly on temperature, pH of water, supply of water, and amount of light.« (l. c. p. 215.).

A Középdunamedencében a *Mastigocladus* típusú thermák kémiai jellegét vizsgálva, azt a megfigyelést tehetjük, hogy a *Mastigocladus* előfordul úgy az indifferens : Stubicza (Stubičke Toplice), Nagyvárad Félix-fürdő (Bálint-forrás), mint a földes indifferens hévforrásokban (Szlavóniai thermák : Daruvar, Topusko), nemkülönben megtalálható a kénes thermákban Pöstyén (Piešťany), Herkules-fürdő, Harkány-fürdő, Budapest Margitsziget és kénes-meszes hévforrásokban, mint Trencsénteplicz (Trenčanské Teplice). Nem hiányzik a meszes hévforrásokból sem : Budapest Gellért-hegyi források csoport, Gánóc (Tatranské Ganovce). Vagyis azt tapasztaljuk, hogy a hévforrások szembetűnő kémiai jellege nem tekinthető oly tényezőnek, mely a *Cyanophyceae* vegetáció kialakulását lényegében irányítaná. Ha azonban tekintetbe vesszük, hogy a mikroasszociációk kialakulásánál igen gyakran nem is a tömegben jelenlevő elemek és ásványi alkatrészek koncentráció különbségében keresendő a döntő befolyás, hanem sokkal inkább a csak nyomokban jelenlevő ásványi alkatrészek jelenlétében, az ú. n. nyomelemekben, akkor ezeknek a »nyomelemeknek« a hatásában megnyilvánuló változások, megfigyelésével magyarázhatók lesznek majd olyan jelenségek, amelyekkel szemben ma még értetlenül állunk.

H. Schwaabe (1949) a japáni hévforrásokra vonatkozó kutatásai folyamán végzett fiziológiai vizsgálatai alapján a »nyomelemeknek« a vegetációra gyakorolt rendkívüli fontosságát már hangsúlyozza. Szerinte a japáni ásványi források és hévzitek között — éppen a vegetációjukra vonatkozó megfigyelései alapján — éles határt vonni önkényes dolog. »Die aus dem volkstümlichen Sprachgebrauch übernommenen Bezeichnungen »Therme« und »Mineralquelle« erweisen sich in ihrer Trennung und in ihrer Abgrenzung gegen sonstige Quellen sowohl geochemisch, wie hydrologisch und hydrographisch und ökologisch als unzulänglich... ist eine wirkliche scharfe Abtrennung der Therme von gewöhnlichen kalten Quellen ohne willkürliche Bestimmung bekanntlich unmöglich.« (l. c. p. 477.).

Az eddigi vizsgálatokból világosan látszik ugyan, hogy a hévzitek kémiai összetételének bizonyos esetekben határozott befolyása van a mikrovegetációkra, azonban egyetemes érvényességgel még nem állapítható meg, mi a szerepe pontosan a kémiai összetételnek a thermális mikrovegetáció kialakulásában — de az a feltételezés alakul ki bennünk, hogy az eredmények ezen a vonalon azért nem mutatkoztak meg világosan mindeddig, mert a kutatók a minerális elemeknek nagyobb mennyiségben való jelenlétéhez fűzték úgy vizsgálataikat, mint megállapításaikat is, pedig nagyon lehetséges, hogy a mikrovegetáció kialakulásában az ú. n. »nyomelemeknek« van befolyásos szerepük.

C) *Forrásgenetikai tényezők*

Milyen befolyással van a thermák geológiai kora a benépesedésre? Független-e a mikrovegetáció a therma genesisének?

V. V o u k 1919-ben a hévforrások vegetációjában megnyilvánuló különbséget, különösen azt a tényt, hogy bizonyos thermákban hiányzik a tipikus thermálvegetáció, holott a víz magas hőmérséklete szerint annak jelen kellene lennie, a forrásoknak vagy juvenilis, vagy vadosus eredetére, tehát a forrásgenesisre vezeti vissza.

St. Miholić (1935) a *Mastigocladus laminosus* jelenlétére vagy hiányára vonatkoztatva, a juvenilis és vadosus hévforrásokat elkülöníti paleokrén, illetve neokrén hévforrásokra. A *Mastigocladus* típusú hévvizeket paleokréneknek nevezi. Ez a megkülönböztetés a hévforrások geológiai korára vonatkozóan azonban nincsen pontosan alátámasztva, és mielőtt a megállapítást elfogadhatnánk, szükség volna az ezekben előforduló mikrovegetáció-társulások pontos ismerete. Miholić elmélete alapján a paleokréneknek nevezett *Mastigocladus* típusú thermák benépesedése a régebbi geológiai korokban történt. Miholić szerint ezek a thermák juvenilis hévforrások lehetnek, míg a vadosus thermál-vizek benépesedése később történhetett, azért ezeket neokrén hévforrásoknak nevezi.

Miholić elméletét a délszerbiai hévforrásokra: Vranjska, Sijarinjska, Lukovo és Jošanička vonatkoztatják. Ezek a thermák ugyanabban a geográfiai vonalban tűnnek fel, és V o u k szerint feltételezhető, hogy azonos vegetációjuk keletkezése azonos geológiai multjikkal van összefüggésben. Egyik munkájában ezt írja: »En ce qui concerne le type de *Mastigocladus*, non seulement la température, mais aussi l'âge géologique de la source, doit jouer un rôle décisif.« — Ami a *Mastigocladus*-típust illeti, nemcsak a hőmérséklet, hanem a forrás geológiai kora is kell, hogy elhatározó befolyással bírjon (1936. p. 11.). Miholić ezekből kiindulva állítja fel elméletét, amely szerint az ősthermákat vagy juvenilis hévvizeket (paleokréneket) vegetációjuk alapján elválasztja a vadosus, vagy neokrén hévvizektől, amely utóbbiakban a *Mastigocladus* nem fordul elő.

A források genesisét tekintve N. N. Voronihin a kaukázusi hévforrásokat ugyancsak két nagy csoportra különíti el: juvenilis és derivatív hévforrásokra, mely utóbbiak részben lehültek, részben felszíni vadosus vizekkel keveredtek. Voronihin kutatásai szerint (1929) a legősibb kaukázusi juvenilis forrásokba a késő közép oligocénben (Nach-Mittel-Oligozän) vagy a későbbi alsó miocénben (Nach-Unter-Miozän) a víz bizonyos lehülése után települt be a *Cyanophyceae* vegetáció, amely kizárólagos alkalmazkodást tüntetett fel a magas hőfokhoz. Miután a primer vegetáció kialakult, ezt az állapotát a víz lehülése és az ásványosodás lecsökkenése után is megtartotta.

Voronihin a legősibb juvenilis források *Cyanophyceae* vegetációját reliktnak tartja. A derivatív hévforrások később keletkeztek. Idejük volt részben vadosus vizekkel keveredni, részben a magas hőmérsékletet már elveszítették és küzdőterévé váltak a *Cyanophyceae* és más algacsoportok magas hőmérsékletű vizekben élni képes formái között a létért való küzdelemnek. A harc eredménye, Voronihin szerint, a víz hőfoka mellett a véletlentől függött. (A vízhőmérséklet lecsökkenése az újonnan betelepülőknél kedvezett.) A lehűlt forrásokban a primer *Cyanophyceae* vegetáció bizonyos eltűnése figyelhető meg, amely több frigidophil forma betelepülésével észrevehető változást szenvedett. A hőmérséklet jelentős csökkenése más algacsoportok képviselőinek is lehetővé tette a betelepülést.

Nézzük meg, hogyan áll a helyzet a középdunamedencei thermákban. A középdunamedencei eu- és akrothermák közül a *Mastigocladus laminosus* eddigi vizsgálataink szerint a következő helyeken fordul elő: Trenčanské Teplice (Trencsénteplic), Piešťany (Pöstyén), Budapest gellérthegyi források csoportja, Budapest Margitsziget, Nagyvárad Félix-fürdő (Bálint-forrás) Herkules-fürdő, Harkány-fürdő, Daruvár, Topusko, Stubičke Toplice (Stubicza). Ezekben a hévforrásokban a *Mastigocladus* a 32° C és 56,6° C közötti hőmérsékleti szakaszokon fordul elő. (H. Halász M. 1949). De mint fentebb említettük, előfordul egy chliarothermában is: J. Vilhelm (1924) vizsgálata szerint Tatranské Ganovce (Gánóc) 22° C-os vízében (Pax F. 1905; Scherffel A. 1903).

A *Mastigocladus* típusú középdunamedencei thermáknál, — ha geológiai szempontból tekintjük őket, — úgy látszik, mintha geológiai felépítésük lenne befolyással a forrás benépesülésére. A hévforrások triász-korú kőzetekből, mészkővekből, dolomitokból erednek. A budapesti melegforrások alapközete triász-korú szaruköves szürke mészkő (Papp F. 1942), a herkulesfürdői hévforrások alapközetei — alsó, — középső, — és felső triász-korú agyagpalák. Daruvár, Stubičke Toplice (Stubicza), Topusko, Piešťany (Pöstyén), Trenčanské Teplice (Trencsénteplic) hévforrások víztartói mind triász-korú, vagyis a mezozoikumtól származó alapközetre vezethetők vissza. Kivételt képeznek Budapest Margitsziget, Harkány-fürdő és Nagyvárad Félix-fürdő (Bálint-forrás) hévforrásai, amely utóbbiak fúrt kutak, — azonban Harkány-fürdőnél is feltételezhető, hogy a hévforrás keletkezésére és a víz táplálására vonatkozóan a tőle északra 3 km távolságra levő, Villánytól kezdve K.—Ny.-i irányban húzódó hegyláncolat az irányadó, amelynek alapközete kizárólag mészkő, legrégebb szintje a triász-korabeli ú. n. alsó dolomit. (Matyasovszky Jakab geológus 1891. dec. 1-én az Fm. Min.-nak tett jelentése.) A diluviális löszlepel a Dráva-völgyben terül el, majdnem Harkányig. A Dráva-folyó ártere szegélyénél újból triász- és jura-korú dolomit és mészkőrétegek vannak. Feltételezhető, hogy a vizes, lápos területen a hévvíz már a geológiai harmadkorban feltört a felszínre. A nagyvárad Félix-fürdő (Bálint-forrás) alapközete a kréta-korból

származó, dolinákban gazdag mészkő, melynek vize Szontágh szerint (1890) az alluviumban tört fel.

Miholíc elmélete a középdunamedencei thermáknál nem válik be. Mivel a *Mastigocladus laminosus* előfordul ugyan a magasabb hőmérsékletű eu- és akrothermákban a Középdunamedencében (a gánóczi előfordulás, amennyiben valóban *Mastigocladus laminosusról* van szó, különálló), de ezen thermák egyike sem juvenilis, vagyis Miholíc elnevezése szerint nem paleokrének, azaz »ősthermák.« A középdunamedencei thermák ugyanis S u e s s (1902) csoportosítása értelmében vegyes jellegű hévizek. Mert amíg a juvenilis hévizek közvetlenül törnek fel a föld mélyéből és semilyen idegen vizekkel nem keverednek, — addig a középdunamedencei thermák valamennyien vegyes jellegűek, az eredetileg juvenilis víz feltörése előtt hidegebb karsztvizekkel, vagyis vadosus vizekkel keveredtek.

Ugyanebből az okból nem állhat meg a középdunamedencei thermáknál az a csoportosítás sem, amelyet V o r o n i h i n az északkaukázusi thermák biológiai csoportosításánál állított fel, megkülönböztetve az ősthermákat a derivatív jellegű thermáktól vegetáció szempontjából. Az előbbiek juvenilisek és geológiai múltjuk szerint a harmad-korban kerültek felszínre. Az utóbbiak későbbben keletkeztek és részben vadosus vizekkel keveredtek, részben elvezítették a juvenilis feltörés magas hőmérsékletét. A középdunamedencei thermák azonban nem juvenilis thermák, feltörésük előtt hidegebb karsztvizekkel, vagy vadosus vizekkel keveredtek.

Miholíc elmélete a kaukázusi thermáknál sem alkalmazható, hiszen az északkaukázusi ősforrásokban, bár juvenilisek, ennek ellenére hiányzik belőlük a *Mastigocladus laminosus*. A Középdunamedencében a *Mastigocladus*-típusú hévforrások között különleges helyet foglal el a gánóczi chliarotherma. Amennyiben valóban *Mastigocladus laminosus* előfordulásáról van szó, J. V i l h e l m (1924) megállapítása szerint a 22° C-os hőmérsékletű glaciális eredetű langyos vízben (F. P a x 1905, S t a u b és S c h e r f f e l A. 1903), akkor a többi hasonlóan langyos vízü és geológiai múlttal bíró thermákban is a további vizsgálatok folyamán (Esztergom, Dunaalmás, Tata, Miskolc-Tapolca, Eger stb.) elő kell bukkannia. Hogy a *Mastigocladus laminosus* a természetben az optimális hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékleten is megtalálható, azt a harkányfűrdői, drávaszabolcsi hév víz-levezetőcsatornában 1947—48-ban végzett vizsgálataim is kimutatták. A jelzett helyen a *Mastigocladus laminosus*-t 25° C hőmérsékletnél kifejtett szép gyepekben találtam. Ennél az előfordulásnál azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a körülményt, hogy az alacsony hőmérséklet, melynél a *Mastigocladus laminosus* és kísérője a *Symploca thermalis* megtalálható volt, csak ideiglenes állapotot jelzett, mivel a Harkány és Drávaszabolcs-i kendergyár közötti vízlevezetőcsatornában a lefolyó hév víz hőmérséklete állandóan 50° C, csak miután a hév víz levezetése pár hónap óta szünetelt, szállt le a víz hőmérséklete 25° C-ra vizsgálataim idején. Ezzel az előfordulással

szemben a gánóczi (Tatranské Ganovce) előfordulás a *Mastigocladus laminosus* fennmaradását a régebbi geológiai korokból, mint reliktumot jelentené és az utólagos alkalmazkodást a megváltozott környezeti tényezőkhöz.

Ami a geológiai, illetve forrásgenetikai tényezőknek a vegetáció kialakulására gyakorolt hatását illeti, a kutatás jelen stádiumában még csak ott tartunk, miszerint világosan meg tudjuk állapítani, hogy a geológiai tényezőknek számos esetben határozott befolyása van a thermális mikrovegetáció kialakulására. De viszont ott nem tartunk még, hogy pontosan és világosan meg tudnánk határozni e geológiai és forrásgenetikai tényezők befolyását és hatásfokát a thermális mikrovegetációk létrejöttében és összetételében.

A »relikt hipotézis« jelenlegi állása

A. A. Elenkin orosz tudós hívta fel először a figyelmet 1914-ben a *Mastigocladus laminosus* kozmopolita és euthermális jellegére. Ennek a thermobiontnak rendkívüli elterjedése a földön, nyújtott alapot a hévforrások mikrovegetációjának keletkezésére vonatkozó különböző elméletek felállításához, amelyek évtizedekig tartó vitát indítottak meg a thermák kutatói között. A vita még a mai napig sincs teljesen eldöntve. Ez az a thermobiont szervezet, amely alapul szolgált az ú. n. »relikt hipotézis« elfogadására vagy elvetésére.

A »relikt hipotézis« a thermák kutatói — H. Weed, G. S. West, A. Elenkin, V. Vouk, H. Molisch, N. Voronihin stb. között, számos vitára szolgált alapul. Abban az értelemben, ahogyan azt H. Weed 1899-ben felállította, ma már nem fogadható el. A thermák vegetációjának, illetve az egész föld ősnövényvilágának keletkezésére vonatkozóan a természetkutatók véleménye eltérő volt. Weed (1889) relikt hipotézise szerint a hévforrásokban megjelenő vegetáció azokat a legrégebb élő szervezeteket képviseli, amelyek a föld történetének legősibb korszakában már megvoltak, amikor a föld valószínűleg túlnyomórészt forró és erősen ásványos tartalmú vizekkel volt borítva. Tehát a *Myxophyceae* az evolúció láncában talán a legkorábbi láncszemet képviseli.

Eug. Warming 1902-ben Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie c. munkájában (p. 166.) még Weed elmélete értelmében veti fel a kérdést, vajjon a hévforrásokban a legalacsonyabbrendű algaszervezetek nem a föld legrégebb vegetációjának képét nyújtják-e? — »Sollten diese von dem am niedrigsten organisierten Algen gebildeten Vereine heisser Quellen uns nicht ein Bild von der ältesten Vegetation der Erde geben?«

Ezzel szemben G. S. West ugyancsak 1902-ben a thermák vegetációjának, illetve a föld ősnövényvilágának keletkezésére vonatkozóan már ellentétbe helyezkedik Weed elméletével. On some algae from hot springs c. munkájában (p. 241.) kétségbevonja Weed azon állítását, amelyen a relik

hipotézis alapszik, t. i. hogy a thermák élő növényi szervezetei egymás között identikusak és jellegükben egyöntetűek lennének, amint azt *W e e d* 1899-ben állította: »The flora is very uniform in character, being limited to a few groups, and the species themselves being identical to a great extent« — (A flóra jellegében nagyon egylényegű, nagyon kevés csoportra korlátozott és a fajok maguk nagymértékben azonosak).

W e s t ellenvetését arra a tényre alapítja, hogy amikor *A. W. Hill n e k* az izlandi gejzírekből 1900-ból származó algagyűjtéseit 1902-ben felülvizsgálta, és összehasonlította azokat *A. S c h m i d l e*-nek 1902-ből, a tropikus Afrikából, 40° C hőmérsékletű hévvizekből vett gyűjtéseivel, azt találta, hogy az azokban előforduló 16 species közül csak 2 azonos mind a két lelőhelyen. Éspedig a *Mastigocladus laminosus* Cohn és a *Phormidium laminosum* (Ag.) Gom.

Tehát *W e s t* kijelenti, hogy *W e e d* állítása nem állhat meg, mert az izlandi gejzírek és a tropikus Afrika thermáinak algaflórája egymással nem azonos: »This I cannot altogether agree with, as even the few collections from Iceland have a fairly divers character«. —»Ezzel egyáltalán nem tudok egyetérteni, mert már az a kevés gyűjtött anyag is, amely Izlandból származik, meglehetősen különböző jellegű.« — állapítja meg (l. c. p. 241.).

W e s t szintén összehasonlította *J. E. T i l d e n*-nek (1897) a *Y e l l o w s t o n e - p a r k* hévvezeiből származó gyűjtéseit a fent említett gyűjtésekkel és csak egy azonos fajt talált bennük: a *Phormidium laminosum*-ot. *A. A. E l e n k i n*-nek 1914-ben a kamcsatkai gejzírekben végzett kutatásai szintén ellentmondanak *W e e d* fenti elméletének (*E l e n k i n* 1914). Nagymértékben különbözik ugyanis az arktikus és mérsékelt övi thermák vegetációja a trópusi hévvizek vegetációjától. Az azóta eszközölt újabb kutatások alapján ma már tudjuk, hogy az európai mérsékeltövi thermák flórája a szomszédos földrajzi területek thermáinak vegetációjával összehasonlítva éppen így nagy különbségeket mutat fel, még hozzá úgy kvalitatív, mint kvantitatív összetételében.

Sőt nemcsak a mérsékeltövi, hanem a trópusi thermáknál is bizonyos különbségek tapasztalhatók a thermális vegetációk összetételében. (Pl. a japáni gejzíreknek *Y. E m o t o* és *Y. Y o n e d a* 1942-ben végzett vizsgálatai.) Tulajdonképpen kozmopolita fajok, amelyek a földön mindenütt előfordulnak a thermákban, csak a *Mastigocladus laminosus* Cohn, syn. *Hapalosiphon laminosus* Hansg. — és a *Phormidium laminosum* Gom. Itt kell megjegyezni, hogy *M o l i s c h* (1926) a japáni thermák vizsgálatával kapcsolatban azon a nézetten van, hogy a thermális algák kozmopolita formái sokkal számosabbak, mint azt *E l e n k i n* feltételezte.

Hogy mégis mennyire elterjedt a relikthipotézis, mutatja, hogy *M o l i s c h* a japáni thermák vizsgálatánál 1926-ban ismét a relikthipotézist erősíti meg. Azon a nézetten van ugyanis, hogy a Földet benépesítő első növények

valószínűleg azok a szervezetek voltak, amelyek még ma is a thermák növényi élővilágát képezik.

A jelenleg a hévzikekben előforduló *Cyanophyceae*-t ezek »leszármazotainak«, reliktumainak lehet tekinteni, amelyek a földkéreg lehűlésekor a visszamaradt vagy újonnan keletkező hévforrásokban menedéket találtak. — »Die Erdoberfläche in einem gewissen Stadium der Abkühlung noch mit heissem oder warmem Wasser auf weite Strecken bedeckt war und wenn damals schon Leben auf der Erde existierte, so müssen dessen Träger Organismen gewesen sein, die hohen Temperaturen angepasst waren. Solche Lebewesen kennen wir, sie finden sich in den heute noch vorhandenen Thermen... Es sind Bakterien, Algen und unter diesen ganz besonders Blaualgen oder Cyanophyceen, die hier eine dominierende Rolle spielen.« (1926. p. 99.). Felmerül a kérdés, vajjon a relikht hipotézis egymagában kielégítő magyarázatot ad-e a jelenlegi thermális vegetáció keletkezéséhez? Hiszen Molisch maga is, bár a relikht hipotézis mellett foglalt állást, elismeri a környezeti tényezőhöz való alkalmazkodás lehetőségét, amennyiben az idézett helyen ezt írja: »... so müssen dessen Träger Organismen gewesen sein, die hohen Temperaturen angepasst waren«.

A relikht hipotézis a probléma fontossága miatt mindig foglalkoztatta a thermálkutatókat. N. N. Voronihin, a híres szovjet thermálkutató az északkaukázusi thermák vegetációjának kutatásával kapcsolatban 1927-ben a római limnológiai kongresszuson rámutat ennek a kérdésnek a fontosságára (1929. p. 695.). »Eines der wichtigsten Probleme beim Studium der Biologie der Thermen ist die Frage über die Reliktencharakter der Vegetation der Thermalquellen.« Voronihin bizonyos fenntartással hajlandó elfogadni a relikht hipotézist. Azonban V. Vouk régebbi nézetével (1916) szemben, amely szerint a *Cyanophyceae* — az első élő szervezetek a földön s a hévforrásokban maradtak meg — 1923-ban már azon az állásponton van, hogy minden recens thermális vegetáció csak a magasabb hőmérsékletű vízhez való alkalmazkodás eredménye. A jelenlegi thermophil vegetációban semmiféle relikht elem nincs és nincsenek specifikus thermikus fajok, amelyek csakis hévforrásokra volnának korlátozva, sőt még a sokat vitatott *Mastigocladus laminosus*-nak is létezik egy hidegvízi formája, mivel a megfigyelések szerint alacsony hőmérsékleten, sőt szárazon, víz nélkül is akár évekig megmarad lappangó állapotban anélkül, hogy elveszítené képességét a növekedésre és szaporodásra (Vouk 1936). A *Mastigocladus laminosus*-nak a természetben normális hőmérsékletű vizekben megfigyelt előfordulásáról Geitler is tesz említést (1930—32). Ezek az előfordulások — amennyiben valóban *Mastigocladus laminosus*-ról van szó — speciális fiziológiai fajtákra vonatkozhatnak. Tekintettel a szervezet polimorfizmusára, feltételezhető, hogy a különböző formák csak a magasabb hőmérséklethez való alkalmazkodási fokokra nézve különböznek egymástól.

Vouk tagadja, hogy a *Cyanophyceae* lennének az első szervezetek, amelyekből a többi növények leszármaztak. On the Origin of the Thermal

Flora c. munkájában (1929) hangsúlyozza ezt a nézetét: »... there seems to be no doubt that the *Cyanophyceae* do not represent the original organisms from which the remaining plants have developed« és 1923-ban Lipcsében a német naturalisták ülésén határozottan kijelenti, hogy nem szükséges a relikthipotézissel magyarázni azt a jelenséget, hogy a *Mastigocladus* a föld kerekességén egymástól nagyon távoleső helyeken fordul elő a thermákban — amikor nyilvánvaló, hogy egykor a föld egész felszíne mindenütt forró vizekkel volt borítva.

Két hipotézis áll tehát szemben egymással:

1. Reliktum-e a thermális vegetáció Weed és Molisch hipotézise értelmében? vagypedig

2. bevándorlás (*immigratio*) eredménye?

N. N. V o r o n i h i n hajlandó bizonyos megfontolás mellett az észak-kaukázusi thermák vegetációjának keletkezésére vonatkozóan elfogadni a relikthipotézist, de csak a juvenilis hévforrásoknál, amelyeknek a *Schizophyceae* (*Cyanophyceae*) vegetációját relikturnak tekinti. »So bin ich im allgemeinen geneigt die Cyanophycean-Vegetation der Juvenilen kaukasischen Thermen als eine Reliktenvegetation zu betrachten« (1929. p. 690.).

A bevándorlás (*immigratio*) és alkalmazkodás elméletének első képviselője A. A. E l e n k i n. Magát a hipotézist V. V o u k fejtette ki (1929.) »In den thermophilen Flora der Gegenwart keinerlei Reliktenelemente vorhergehender geologischer Epochen, als die Temperatur der Erde noch eine sehr hohe war, vorhanden sind. Es wäre richtiger anzunehmen, dass der ganze bekannte thermophile Vegetation aus Algen der kalten Gewässer besteht, welche sich allmählich den hohen Temperaturen angepasst haben.«

Ha ezt az elméletet fogadjuk el, úgy az elmélettel kapcsolatban két kérdés merül fel:

a) hideg vízből kerülnek-e be a hévforrásokba a thermotolerans szervezetek, vagyis azok a szervezetek, amelyek képesek a magasabb hő elviselésére és alkalmazkodnak a meleg vízhez?

b) a meleg vízben élő thermophil szervezetek a víz lassú lehűlése következtében alkalmazkodnak-e a hidegebb vizekhez, utólagos alkalmazkodás útján?

a) Az első feltevés alapját V o u k megállapítása képezi (V. Internat. Botan. Kongress. Ithaca, 1929), mely szerint az egész jelenlegi thermál flóra adaptációs vegetáció, amely a magasabb hőmérséklethez való alkalmazkodás eredménye. Felfogása azon alapszik, hogy a *Cyanophyceae* szélsőséges lehetőségekre való alkalmazkodásra képesek és a baktériumokkal együtt a legtágabb hőmérsékleti határok között előforduló szervezetek.

A ma ismert thermophil algavegetáció V o u k hipotézise értelmében olyan hideg vízből származó szervezetekből tevődik össze, amelyek lassanként alkalmazkodtak a magas hőmérséklethez. Ez az alkalmazkodás a földtörténet

különböző időszakaiban jött létre az algáknak a hideg vízből való bevándorlása által. Lehetséges, hogy a *Cyanophyceae* a legősibb bevándorlók voltak, de ma még nem tudjuk megmondani, hogy a bevándorlás a földtörténeti múlt melyik szakaszában kezdődött meg. A hideg vizekből különböző időpontokban vándoroltak be az algaszervezetek és ez a magyarázata annak, hogy a thermálvegetáció miért van különböző elemekből összetéve. A bevándorlás aszerint történhetett, hogy a thermotolarenia mennyire tette lehetővé az egyes szervezeteknél az alkalmazkodást.

b) A legősibb juvenilis kaukázusi hévforrások *Voronihin* kutatásai szerint (1929) algavegetációjukat részben betelepülés útján nyerték oly fajokból, melyek »a magas hőmérséklethez való kizárólagos alkalmazkodási képességükkel tűntek ki.« (i. m. 690. p.) Ehhez a legősibb fennmaradt *Cyanophyceae* vegetációhoz, amely a víz bizonyos lehűlése és ásványosodásának lecsökkenése után is megmaradt, más alga-csoportok frigidophil formái települtek be.* A kaukázusi hévforrások vegetációja tehát igazolni látszik azt a feltevést, hogy a legősibb, a meleg vízhez már alkalmazkodott vegetáció, a hidegebb vízhez utólagosan alkalmazkodni képes.

Az immigrációs elmélet e második csoportja tehát voltaképpen a »relikt elméletet« támasztja alá.

A thermák betelepülési problémája a Középdunamedencében

A középdunamedencei thermák mikrovegetációjának kialakulására vonatkozóan nem fogadható el sem a *Weed* és *Molisch* által képviselt relikt hipotézis, sem *Vouk* immigrációs elmélete teljes értékű magyarázatként, hanem a két elmélet között egy harmadik, átmenetet képező hipotézis elfogadása látszik legajánlatosabbnak.

Feltételezhető, hogy a geológiai múltban keletkezett és felszínre került hévvízi forrásainkban, melyekben magas hőmérséklet uralkodott, kialakulhatott egy bizonyos elsősleges (primer) *Cyanophyceae* vegetáció. Tudjuk ugyanis, hogy a *Cyanophyceae* azok közé a növényi szervezetek közé tartoznak, amelyekhez hasonló szervezetek jelentek meg a geológia legősibb koraiban: a kambriumban, sőt prekambriumban. Ezek *C. D. Walcott* (1919), *J. Walton* (1923), *J. Pia* (1927), *C. L. Fenton* (1943) vizsgálatai alapján a ma élő *Cyanophyceae* genusokkal: *Schizothrix* — *Gloeocapsa* hozhatók kapcsolatba. Olyan recens genusok elődeinek tekinthetők tehát, amelyek a hévforrásokban ma is nagy számban találhatóak. A baktériumok mellett a *Cyanophyceae* képviselik a növényvilágban azokat az élő szervezeteket, amelyek testük látszólagos egyszerű alkotása mellett — (el nem különült sejttag és differenciá-

* *Elenkin* az algaformációkban két nagy csoportot különböztet meg: 1. a megszokott viszonyok mellett hideg vizekben előforduló frigidophil formációt és 2. a nem befagyó vízmedencékben élő thermophil formációt. Ezekhez járul a jég alatt kitelelő pseudothermophil formáció.

latlan protoplazma) — a környezeti tényezőkhez a legtágabb határokon belüli alkalmazkodásra képesek. Azok a *Cyanophyta*-k, amelyek fiziológiailag képesek voltak a környezeti tényezőkhez — (az igen magas hőhöz, az ásványosodás magas fokához) — tág határokon belül alkalmazkodni, alkották az első, primer növénytársulásokat a hévforrásokban. A távoli geológiai múlttal kezdődően, a magas hőmérsékletű vizekbe betelepültek ezek az élő szervezetek. Kialakult egy elsődleges vegetáció, amelyhez minden valószínűség szerint elsősorban a *Schizophyta* szervezetek tartoztak (baktériumok és *Cyanophyta*-k), mert ezek az igen magas hőmérsékletet elviselni képesek. Ez a vegetáció továbbra is változatlanul fent maradt, míg a víz hőmérséklete állandó volt, de a víz lassú lehűlésekor a vegetáció fokozatosan megváltozott, elveszítette eredeti jellegét. Az elsődleges vegetáció alkotóelemei között voltak olyan formák, amelyek képesek voltak a víz fokozatos lehűléséhez másodlagosan alkalmazkodni, de voltak olyan formák is, amelyek a magas hőhöz való tartós alkalmazkodás következtében elveszítették utólagos alkalmazkodási képességüket az erősebb hőmérséklet-csökkenéséhez és ezért bizonyos hőmérsékleti határon alul csak latens állapotban tudtak megmaradni, de legfontosabb életműködésüket (növekedés, szaporodás) beszüntették.

Az eredetileg kialakult elsődleges vegetáció összetétele tehát megváltozott a víz lehűlésekor, mivel az alacsonyabb hőmérséklet az egyes formák eltűnését okozta, emellett lehetővé tette egyszersmind a magas hőt kevésbé tűrő, langyosabb vizeket kedvelő fajok betelepülését is.

Ott, ahol a víz hőmérséklete megmaradt magas hőfokon vagy csak kevésbé hűlt le, az elsődleges vegetáció megmaradását látjuk képviselve a régebbi geológiai korszakokban a föld felszínére jutott hévforrásokban, tehát a *Mastigocladus*-típusú thermákban. De a Középdunamedence thermáiban számos példa van arra a harcra, amely a víz fokozatos lehűlésével megindult a meglévő fajok és a betelepült más algacsoportok frigidophil formái között. Az alacsonyabb hőmérséklet a frigidophil formáknak kedvezett. Ily módon magyarázható legvilágosabban azoknak a chliarothermáknak vegetációja, amelyek a harmadkorban juthattak a föld felszínére, de ma már langyos vizek: Esztergom, Eger, Miskolc-Tapolca, Tata, stb. Maga a betelepülés függött a betelepülő szervezetek fiziológiai jellegétől és attól, hogy milyen volt a környezeti tényezőkkel szemben tanúsított alkalmazkodási képességük.

Itt fölmerül az a nagyjelentőségű kérdés, hogy a magas hőmérsékletű thermákban betelepülés történhet-e ma is, és melyek azok a szervezetek, amelyek a magasabb hőmérséklet elviselésére képesek? Ezt azoknak az akro- és hyperthermáknak vizsgálata derítené ki, amelyeknek vize csak nemrégén került a felszínre.

Ilyenek többek között a Középdunamedencében Hajdúszoboszló és Csokonavisonta (Somogy m.). Az előbbi therma hévvize 1925-ben mélyfúrás által tört felszínre. A 73° C-os vízben K o l E. 1926-ban (lásd: Gy ö r f f y I. 1932)

vizsgálta az algavegetációt és 23 *Cyanophyceae* előfordulását jegyezte fel, de a tipikus thermobiontok közül sem a *Mastigocladus laminosus*-t sem a *Phormidium laminosum*-ot nem találta. Azóta Hajdúszoboszlón az I. számú közelében létesített II. sz. mélyfúrás 78° C-os vize tör a felszínre. Ebben a hévforrásban, amely jód-, brómtartalmú, és a többi, mellette levő különböző hőmérsékletű és mélységű fúrások hév vízében vizsgálataim jelenleg vannak folyamatban. Csokonyavisontán 1944-ben került felszínre mélyfúrás következtében a 75° C-os thermálvíz, amelyben Gréczi E. 1949-ben vizsgálatot folytatva, már jól kifejlődött *Cyanophyceae* vegetációt talált, de a *Mastigocladus laminosus*-t nem találta meg. Vizsgálataimat erre a forrásra az ottani nehézségek miatt még nem terjeszthettem ki.

Hogy néhány, a Középdunamedencén kívül fekvő helyet említsek: Katlanovo hévforrásban, Dél-Szerbiában — amelyet az 1930-as években tártak fel útépítésnél — gazdag *Cyanophyceae* vegetációja ellenére *Mastigocladus* nem volt megtalálható, jóllehet a hév víz hőmérséklete 51° C, megfelel a hőmérsékleti optimumnak. (V. V o u k. vizsgálata szerint, 1937).

Nem található a *Mastigocladus laminosus* a Kabardinszkij hévforrásban sem (Pjatigorszki, É.-Kaukázus) Voronihin kutatásai szerint (1929). E forrás vize az 1921-iki földrengés után tört fel a felszínre, de 37° C hőmérséklete ellenére is a vegetációjában a *Cyanophyceae* csak $\frac{1}{3}$ -ad részben (35,7%-ban) van jelen a *Diatoma*-kkal szemben. *Mastigocladus laminosus* nem található a *Cyanophyceae* között.

Az észlelt *Cyanophyceae* 50%-ban olyan formákból tevődnek össze, amelyek a kaukázusi ősthermák vegetációjával azonosak. Voronihin feltételezi, hogy a hévforrás thermális vegetációját Pjatigorszki és Sheljesnovodsk juvenilis thermáiból, *Diatoma* vegetációját a Kabardinka városnál eredő derivatív forrásból nyerte.

A felsorolt példák azt a feltevést látszanak bizonyítani, hogy a hévforrások vegetációja betelepülés által jön létre. Az újabb kutatók közül épen ezért megemlítem még F. E. Fritsch idevonatkozó véleményét (1945), aki ugyancsak amellet foglal állást, hogy a hévforrások vegetációja betelepülés által jött létre.

Hogy megbizonyosodjunk, hogyan történik a betelepülés napjainkban és hogy megfigyelhessük, hogyan megy végbe az újonnan betelepülő szervezetek alkalmazkodása a környezeti tényezőkhöz, ezeket az újonnan felszínre törő hévforrásokat időről-időre újra meg kell még vizsgálni és meg kell majd figyelni mikor és milyen thermális szervezetek jelennek meg bennük.

Ennek a feladatnak megoldása a közeljövőben a Középdunamedence területén a magyar algológiai kutatásra vár elsősorban.

A felhozott tényeket és megfigyelési eredményeket egybevetve, arra a megállapításra kell jutnunk, hogy a hévforrások vegetációja és vele kapcsolatban a *Mastigocladus*-típusú vegetáció megjelenése az egyes thermákban, nem a

W e e d által felállított és M o l i s c h-tól megerősített hipotézis értelmében történik, vagyis nem fogadható el az a feltevés, hogy a jelen (recens) thermális vegetációt kizárólag olyan relikvt vegetációs elemek képeznék, amelyeknek keletkezése visszanyúlik azokba a geológiai korszakokba, amikor a földön az élet először megjelent és a föld kérgét még túlnyomóan magas hőmérsékletű vizek borították.

Világos, hogy a hévforrások mai thermálvegetációja igen erős százalékban betelepülés által jöhetett létre, bevándorlás és a környezeti tényezőkhöz való utólagos alkalmazkodás által.

A betelepülés tekintetében két lehetőség állhat fenn :

1. Lehetséges, hogy a betelepülés a magas hőfokú vizekben, a juvenilis forrásokban történt régebbi geológiai korokban, — miként azt V o r o n i h i n feltételezi — és az itt kialakult vegetáció a víz utólagos lehülésekor is megtartotta jellegét.

Ezt bizonyítaná az északkaukázusi juvenilis ősforrások vegetációja. Általában nem alkalmazható ez az elmélet a középdunamedencei hévforrásokra, mivel a Középdunamedencében tipikus juvenilis hévforrások nincsenek. Felemlítendő fontos körülmény az, hogy a középdunamedencei magas hőmérsékletű hévvizek közül a természetes hévforrások *Mastigocladus*-típusúak, míg az északkaukázusi thermákban nincs jelen ez a típus.

2. Másik lehetőség a V o u k által felállított migráció elmélet, mely szerint olyan hidegvízből származó mikrovegetáció elemekből tevődött össze a mai thermális vegetáció, amely lassan alkalmazkodott a magas hőfokú vízhez.

V o u k elmélete mellett szól az a tény, hogy a thermáinkban élő recens vegetáció elemei közül igen sok megtalálható a környező normális hőmérsékletű édesvizekben, és az újonnan felszínre kerülő hévforrásokban is kialakul egy idő múlva egy bizonyos alvegetáció. Ellene mond azonban az a körülmény, hogy azokban a thermáinkban, amelyek régebbi geológiai múlttal rendelkeznek, ez elmélet szerint jelen kellene lennie mindazoknak az elemeknek, amelyek a magas hőmérsékletű hévvizekre kizárólag jellemzőek, holott ez nem mutatható ki eddigi vizsgálatok alapján.

A két hipotézis között a középdunamedencei thermák mikrovegetációjának keletkezésére vonatkozóan egy harmadik, átmenetet képező elmélet elfogadása látszik legvalószínűbbnek.

A középdunamedencei hévforrásokban a betelepülés magas hőmérsékletű vizekbe különböző geológiai korokban történt. A magas hőmérsékletű vizekben kialakult egy elsőleges vegetáció azokból az elemekből, amelyek kizárólagosan a magas hő elviseléséhez voltak képesek alkalmazkodni, elsősorban a *Schizophyceae*-ből.

Ott, ahol a víz hőmérséklete megmaradt magas hőfokon, az elsőleges vegetáció is megmaradhatott. Ezt látjuk képviselve a mai magas hőmérsékletű *Mastigocladus*-típusú hévforrásainkban. Ott azonban, ahol a víz eredeti hőmér-

séklete nagymértékben lecsökkent, az alacsony hőmérséklet a betelepülő hidegvízi formáknak kedvezett és kialakult egy vegetáció, amelyben a frigidophil formák kerültek túlsúlyba. Ebből a vegetációból, mindazok az elemek, amelyek utólagos alkalmazkodással nem voltak képesek a megváltozott környezeti tényezők elviselésére, kiestek, vagy latens állapotba kerültek.

Véleményem szerint, — a kutatás jelenlegi fokán, — ezzel az elmélettel adhatunk kielégítő magyarázatot a középdunamedencei thermákban megfigyelt mikrovegetáció kialakulására és jelenlegi állományára vonatkozóan.

Összefoglalás

1. A középdunamedencei thermákra vonatkozóan végzett évtizedes vizsgálataim és fitocönológiai felvételezéseim alapján arra a megállapításra jutottam, hogy a középdunamedencei thermákban, ugyanúgy, mint a szomszédos és környező országok thermáiban a jellemző mikro-szervezetek közül a *Cyanophyceae* bírnak karakterisztikus jelentőséggel. Ezek azok a mikro-szervezetek, amelyek a középdunamedencei thermák jellemző mikrovegetációját alkotják és ezek azok a növényi szervezetek, amelyek a legnagyobb alkalmazkodási képességgel bírnak a környezeti tényezőkhöz.

2. A *Cyanophyceae* előfordulásának hőmérsékleti felső határértéke a Középdunamedencében 72° — 73° C között van. Ez világviszonylatban is az eddig megfigyelt és megerősített legmagasabb határértékek közé sorolható.

3. A középdunamedencei thermák mikrovegetációjának állományát táblázatok mutatják a víz hőfokának, mint legszembetűnőbb környezeti tényezőnek alapul vételével. E táblázatokból megállapítható, hogy a legnagyobb százalékban (62,2%) fordulnak elő a *Cyanophyceae*, jóval kevesebb a mennyisége a *Chlorophyceae*-nak (16,7%), míg a *Rhodophyceae*, *Charophyta*, *Conjugatae*, *Flagellatae* a *Bacillariophyta*-val együtt csak elenyésző csekély számban jelennek meg túlnyomóan a hidegebb, 50° C hőmérs. alatti hévvezekben.

4. A *Cyanophyceae* előfordulása a középdunamedencei thermákban 15° — 73° C között észlelhető, de a fajok számát tekintve a fenti intervallumban 2 csúcs mutatkozik: a kisebb csúcs 25° — 30° C körül, a nagyobb 40° — 45° C között. Azaz a thermális vegetáció, amely a Középdunamedencében elsősorban a *Cyanophyceae*-hez kötött, a 28° C feletti hévvezekben fejlődik ki erőteljesen.

5. A XIV. sz. táblázat a karakter fajok előfordulásának gyakoriságát szemlélteti. A táblázatból kitűnik, hogy a *Mastigocladus laminosus* a leggyakoribb thermobiont szervezet a Középdunamedencében és ez a szervezet nyomja rá jellegzetes bélyegét a magas hőfokú thermák mikrovegetációjára.

6. A középdunamedencei thermákban 3 jellemző mikrovegetáció típus figyelhető meg: *Mastigocladus*, *Phormidium* és *Oscillatoria* típusok. Az első típus a magasabb hőmérsékletű természetes hévvezeinkre jellemző, a második típus az ugyancsak magasabb hőmérsékletű, de nem természetes feltörésű hévvezeinkben elterjedt, az *Oscillatoria* típus az alacsonyabb hévvezeinkben van képviselve, de a 3 típus keverten is észlelhető, kivált ott, ahol egy magasabb hőfokú therma a lehűlés különböző fokozataiban figyelhető meg.

7. Ezek a megfigyelések alátámasztják és igazolják a thermáknak V. Vouk által felállított újrendszerű osztályozását, mely nem a víz hőmérsékletének kerek számmal kifejezhető — többé-kevésbé balneológiai felosztásán alapul — hanem a thermális mikrovegetáció alkotó elemeinek optimális hőigényén.

8. A hőmérsékleti tényezőkön kívül a középdunamedencei thermák mikrovegetációjának kialakulásában egyéb olyan tényezők hatása is mutatkozik, amelyeket eddig figyelmen kívül hagytak. Ilyen tényezők: a kémiai, geológiai, forrásgenetikai, klimatológiai tényezők és a nyom-elemek jelentősége.

9. A *Mastigocladus laminosus* jellemző mikroorganizmusa a magasabb hőfokú vagyis eu- és akrothermáknak. Mégis a Középdunamedencében a megjelenése nincs korlátozva a hévforrás kémiai összetétele által, hanem előfordul úgy a kénes, mint az indifferens, kénes-meszes stb. thermákban. Viszont ki van mutatva, hogy más magas hőfokú thermákból nemcsak a *Mastigocladus*, hanem az összes *Cyanophyceae* hiányoznak és ebből az következtethető, hogy a hévforrások kémiai csoportosítása nem azonos a biológiai csoportosítással, továbbá az is valószínű,

hogy a mikrovegetációk kialakulásában a nyomelemek eddig még nem vizsgált szerepe és jelenléte döntő befolyással bírhat.

10. A forrásgenetikai tényezők kétségtelenül jelentős szereppel bírnak a mikrovegetáció kialakulásában. Így pl. jellemző, hogy valamennyi középdunamedencei magasabb hőfokú természetes hőforrás, amelyben az eddigi vizsgálatok szerint a *Mastigocladus laminosus* előfordul, kivétel nélkül triász-korú víztartó kőzetekből fakad.

11. A középdunamedencei thermák mikrovegetációjának kialakulására sem a relik — sem az immigrációs hipotézis egymagában nem ad kielégítő magyarázatot, hanem egy harmadik hipotézis felállítása látszik szükségesnek, mely átmenet a kettő között. Ugyanis a középdunamedencei thermákban csak oly mértékben érvényesíthető a relik hipotézis, amely mértékben a chliaro thermákban is kimutathatók az akro- és euthermák jellemző thermobiont szervezetei. Viszont az immigrációs hipotézis nem tudja ezeknek a szervezeteknek jelenlétét kellőképpen megmagyarázni. Hogy melyik hipotézis jár helyes úton, az leginkább abból fog kitűnni, hogy az újonnan felszínre tört akrothermák előttünk lefolyó benépesedéséről a közeljövőben végzendő tudományos vizsgálatok milyen eredményeket fognak felmutatni.

IRODALOM

- Archer, W.* 1874: Algen und Rhizopoden aus Quellen auf den Azoren. Quart. Journ. Mikr. Sc. **14**. 107.
- Archer, W.* 1874: Notes on some collections made from Furnas Lake Azores. Journ. Linn. Soc. Bot. **14**. 328—340.
- Behre, K. und Wehrle, E.* 1942: Welche Faktoren entscheiden über die Zusammensetzung von Algengesellschaften? Arch. f. Hydrobiol. **39**. pp. 1—23.
- Bohlin, K.* 1901: Étude sur la flore algologique d'eau douce des Açores. Bih. Svensk. Vet. Akad. Handlingar **27**. No. 4. 3—84.
- Borbás V.* 1879: Budapest és környékének növényzete in Gerlóczi-Dulácska Budapest és környéke természetrajzi, orvosi és közművelődési leírása. I. Budapest.
- Brewer, W. H.* 1866: Observations on the presence of species livings in hot and saline waters in California. Amer. Journ. Sc. and Arts 2. Ser. **41**. 391.
- Cholodny, N.* 1926: Die Eisenbakterien in Kolkwitz R. Pflanzenforschung H. 4.
- Chyzer K.* 1885: Magyarország Gyógyhelyei és Ásványvizei S. A. Ujhely.
- Copeland, J. J.* 1936: Yellowstone thermal Myxophyceae. Annals of the New York Academy of Sciences vol. **36**. pp. 1—232.
- Elenkin, A. A.* 1914: Über die thermophilen Algenformationen. Bull. Jard. Imp. Bot. Petersburg. **14**. pp. 62—110.
- Elenkin, A. A.* 1914: Die Süßwasseralgen Kamtschatkas. Abh. d. Kamtschatka Exped. von Rjabusinski. Moskva.
- Emoto, Y. Yoshikadzu.* 1933: Die Mikroorganismen der Thermen. Bot. Mag. Tokyo. **47**. pp. 268—95; **48**. pp. 556.
- Emoto, Y. and Yoneda, Y.* 1942: Bacteria and Algae of Hot Springs in Toyama prefecture. Acta Phytotaxonomica et Geob. **12**. pp. 7—26.
- Fenton, C. L.* 1943: Pre-Cambrian and Early Paleozoic Algae. The Amer. Midland Natura list. **30**. pp. 83—11.
- Filarszky F.* 1930: A budai hőforrások nyílt vizeinek Charaféléi és néhány más érdekebb, ritkább algafaja. Magy. Tud. Akad. Természettud. Értesítő. **47**. pp. 652—679.
- Flourens,* 1846: Notes on Conferva of Islandic hot springs. C. r. Acad. Sci. **23**. 934.
- Fritsch, F. E.* 1945: The structure and reproduction of Algae. Vol. II. Cambridge.
- Geitler, L.* 1930—1932: Cyanophyceae (Blaualgen) in Rabenhorst's Kryptog. Flora 2. Aufl. **14**.
- Geitler, L.* 1942: Schizophyta in A. Engler—K. Prantl Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig. Bd. **1** b.
- Geitler, L. et Ruttner, F.* 1936: Die Cyanophyceen der Deutschen limnologischen Sunda-Expedition. C. Oekologischer Teil. Arch. für Hydrobiol. Suppl. **14**. pp. 553—715.
- Grunow, A.* 1864—1868: In Rabenhorst's Flora Europ. Alg. aquae dulcis et submarinae. Lipsiae. I—II.
- Györfly, I.* 1932: Monographie der Thermalvegetation Hajdúszoboszló in Ungarn. Archiv f. Protistenkunde **76**. 274.
- Halász, M.* 1942: Zur Kenntnis der Algenvegetation der Árpád-Thermalquelle bei Ó-buda. Botan. Közl. **39**. H. 5. pp. 251—261.

- Halász, M.* 1942: a) Zur Kenntnis der Thermalvegetation der Quellengruppe des Gellért-berges. Ann. Hist. Nat. Hung. Pars Bot. **35**. pp. 107—124.
H. Halász, M. 1949: b) Versuch einer Methode zur soziologischen Erforschung der Algenrassen von Thermalquellen. M. Tud. Akad. Hung. Acta Biologica **1**. 5—6. pp. 177—229.
H. Halász, M. 1949: c) Sociological Investigation of fixed Thermal Algae communities. Borbásia. Acta Soc. Bot. Hung. **9**. pp. 109—115.
H. Halász, M. 1949: Das Vorkommen des *Mastigocladus laminosus* Cohn in Zusammenhang mit seiner Biologie. Revue Hydrologique. **30**. pp. 339—443.
Hansgirg, A. 1884: Beiträge zur Kenntnis der böhmischen Thermalalgenflora. Oesterr. Bot. Zeitschr. **34**. pp. 276—84.
Hill, A. W. 1900: (in West, G. S. 1902. On some Algae . . .).
Istvánffi, Gy. de 1892: Flore microscopique des thermes de l'île à Margitsziget. Budapest. Magyar Növt. Lapok **15**. pp. 57—69.
Ivanoff, L. 1902: Bericht über die algologische Excursion im Sommer des Jahres 1901 im Kaukasus. Arb. St. Petersburger Ges. d. Naturforsch. **33**.
Keilhack, K. 1917: Lehrbuch der Grundrisse und Quellenkunde. Berlin.
Kol, E. 1932: Über die Algenvegetation der Hajdúszoboszlóer Therme. Archiv f. Protistenkunde. **76**. (In Győrffy's Monographie der Thermalvegetation von Hajdúszoboszló in Ungarn.)
Kuznecov, S. J. 1938: Vergleichende Charakteristik der Mikroflora in Wasser der Mineralquellen Macetinskije und Agurskije. Mikrobiologijje **61**/3. pp. 316—327.
Lacsny, J. L. 1912: Beiträge zur Algenflora der Thermalwässer bei Nagyvárad. Bot. Közl. **11**. p. 167.
Löwenstein, A. 1903: Über die Temperaturgrenzen des Lebens bei der Thermalalge *Mastigocladus laminosus* Cohn. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **21**. pp. 317—23.
Lundegardh, H. 1924: Temperaturfaktor bei Kohlensäuerassimilation und Atmung. Biochem. Zeitschr. **154**.
Miholić, St. 1935: Teski metali u prirodnim mineralnim vodama. Glasn. Hem. Društva Kralj. Jugoslavije **6**. pp. 217—234.
Mika, K. 1880: Adalék Herkulesfürdő hévvízeiben előforduló vegetáció ismeretéhez. Magyar. Növt. Lapok. **4**. pp. 85—86.
Mika, K. 1880: Algen der Thermen von Mehadia. Magyar. Növ. Lapok. **4**.
Misusztn, E. N. 1950: Termofilnije mikroorganizmi v prirode i praktike. Akademia. Nauk SzSzsZR. Moszkva.
Molisch, H. 1926: Pflanzenbiologie in Japan auf Grund eigener Beobachtungen. Jena.
Moseley, H. N. 1885: Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the year 1873—76. **1**/2. pp. 563—654.
Moseley, H. N. 1874: Notes on fresh water Algae obtained at the Borling springs at Furnas, St. Michael's, Azores and other neighbourhood. Journ. Linn. Soc. Bot. **14**. p. 321.
Palik, P. 1949: Beitrag zur Kenntnis d. Algenvegetation der Bálintquellen des Bades Félixfürdő. Hung. Acta Biol. **1**/2.
Papp, F. 1942: Budapest meleg gyógyforrásai. Budapest.
Pax, F. 1905: Die fossile Flora von Gánócz bei Poprád. Beibl. Növényt. Közl. **4**. 48.
Pia, J. 1921: Geologisches Alter und geologische Verbreitung der wichtigsten Algengruppen. Oest. Bot. Zeitschr. Jahrg. **73**. p. 174.
Pia, J. 1927: Thallophtya in Hirmer's Handbuch der Palaeobotanik. Bd. I. München—Berlin.
Pütter, A. 1924: Temperaturkoeffizienten. Zeitschr. Allg. Physiol. **16**. pp. 575—627.
Pütter, A. 1927: Allgemeine Lebensbedingungen. Handb. d. norm. und pathol. Physiologie von Bethe, Bergmann, Embden und Ellinger. **1**. Allgemeine Physiologie.
Quint J. 1905: Adatok a Budapest melletti Rómaifürdő Bacillaria-Flórájához. Növ. Közl. **4**. pp. 149—162.
Quint J. 1906: Pótló adatok a Rómaifürdő Bacillaria flórájához. Növ. Közl. **5**. 74—86.
Schaarschmidt, J. 1882: Additamenta ad phycologiam cott. Bihar et Krassószörény. Magyar. Növ. Lapok **6**. pp. 65—75.
Schafarzik F. 1903: Az alduai Vaskapu-Hegység geológiai viszonyainak és történetének rövid vázlat. Földt. Közl. **33**. pp. 327—365.
Scherffel Aurel 1903: A gánóczi fürdő és ártézi hévforrások vegyi viszonyai. Földt. Közl. **33**. p. 181.
Schmidle, G. H. 1902: Beiträge zur Algenflora Afrikas. Engler's Bot. Jahrbücher (1901) **30**. H. 2. 58.
Schwabe, G. H. 1935: Probleme der Thermalbiologie auf Island. Die Naturwissenschaften **3**. pp. 158—160.

- Schwabe, G. H.* 1949: Schizophyceen als ökologische Indikatoren und als Testorganismen. *Archiv f. Hydrobiologie*. **42**. pp. 474—482.
- Smeyev, L.* 1872: Quelques matériaux pour servir à l'étude des algues inférieures des eaux minérales du Caucase. *Journ. Caucase med. milit.* **114**. St. Peterbourg.
- Soó R.* 1935: Die Pflanzengesellschaften des historischen Ungarns. *Mathem. Természett. Értesítő*. **53**. pl.
- Soó, R.* 1940: Vergangenheit und Gegenwart der Pannonischen Flora und Vegetation. *Nova Acta Leopoldina*, N. E. **56**. p. 50.
- Soó R.* 1941: Grundzüge zur Pflanzen-Geographie Ungarns. *Földr. Közl.* **51**.
- Soó R.* 1945: Növényföldrajz. Budapest. Magyar Természettudományi Társulat.
- Soó R.* 1950: A korszerű növényföldrajz kialakulása és mai helyzete Magyarországon. *Ann. Biol. Univ. Debrecen*. **1**. 4—26.
- Soó, R.* 1952: État actuel des recherches géobotaniques et floristiques en Hongrie. *Vegetatio, Acta Botanica*, **4**. pp. 40—52.
- Sprenger, F.* 1930: Bacillariales aus den Thermen und der Umgebung von Karlsbad. *Arch. f. Protistenkde.* **71/2**.
- Stockmayer, S.* 1928: Die Biologie der Mineralquellen. *Österr. Bäderbuch* pp. 85—92.
- Strouhal, H.* 1934: Biologische Untersuchungen an den Thermen von Warmbad Villach in Kärnten. *Arch. f. Hydroviol.* **26**. pp. 323—385.
- Ström, K. M.* 1920: Freshwater Algae from Caucasus und Turkestan. *Nyt. Magazin. Christiania*, **129**.
- Ström, K. M.* 1924: IX. Sulphur Algae from Hungary. *Nyt Mag. for Naturvidenskab*. **61**. pp. 129—132.
- Ström, K. M.* 1927: Sulphur Algae from Hungary. *Folia Cryptog. Szeged*. **1**. pp. 267—270.
- Suess, S.* 1902: Über heisse Quellen. *Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte. Leipzig. Intern. Mineralquellen. Zeitg.* Nr. 55—56. Wien.
- Szabó J.* 1857—58: A budai meleg források földtani viszonyairól. *Kir. Term. Tud. Társ. Évk.* **3**.
- Szontágh F.* 1890: Nagyváradnak és környékének geológiai leírása. 1—26.
- Tilden, J. E.* 1897: Observations on some West American thermal algae. *Bot. Gaz.* **23**. pp. 95—104.
- Tilden, J. E.* 1897: On some algal stalactites of the Yellowstone National Park. *Bot. Gaz.* **24**. pp. 194—9.
- Vigh, Gy.* 1932: Beiträge zur Frage des Zusammenhanges zwischen den neben dem Rudas-Bade angehörten drei Thermen und Quellen des St. Imre Bades. *Hidrolog. Közl.* **12**. pp. 128—139.
- Vilhelm, J.* 1924: Thermální vegetace v Piešťanech a v jiných horkých vřídlech na Slovensku i její vztahy k radioaktivitě těchto therem. (La végétation thermale de Piešťany et d'autres sources chaudes de la Slovaquie, ses relations avec la radioactivité de ces thermes.) *Public. de la faculté des sciences de l'univ. Charles*.
- Volkova, O. Ju.* 1939: Eisenbakterien in Mineralquellen Kaukasischer Mineralwässer. *Mikrobiologije*. **7**.
- Voronihin, N. N.* 1927: Esquisse de la végét. algol des sources thermales du Caucase. *Jubil. Sbornik J. R. Borodina*.
- Voronihin, N. N.* 1930: Die Algen des Polar u. Nord Urals. *Trav. Soc. Natural. Lenin-grad*. **60**. pp. 3—71.
- Voronihin, N. N.* 1936: Übersicht über die algologischen Forschungsarbeiten in Thermen im Osten. *Bull. Far. Eastern Branch. Acad. Sc. U. S. S. R.* **12**. pp. 49—61.
- Voronihin, N. N.* lásd még Voronichin, N. N. alatt.
- Vouk, V.* 1916: Bioloska istrazivanja termalnih voda hrvatskog, Zagorje in Croatia. *Prirod. istraziv. Hrvatske i Slavonije. Yugoslav Akad. Sv.* **3**. pp. 1—17.
- Vouk, V.* 1919: Biologiska istrazivanja termalnih voda hrvatskog Zagorje in Croatia. *Prirodoslovna istrazivanja Hrvatske i Slavonije izdaji Jugoslav Akademija. Sv.* **14**.
- Vouk, V.* 1922: Temperaturne granice termalne alge *Mastiglocladus laminosus* Cohn. *Spomenica Lozaniva. Beograd*.
- Vouk, V.* 1923: Die Probleme der Biologie der Thermen. *Intern. Revue d. g. Hydrobiologie*. **11/1—2**. pp. 89—99.
- Vouk, V.* 1923: Jedan Problem iz Biologije Termalnik Organizama. A problem in the Biology of the Thermal Organismus. *Bulletin. du 1-er Congrès des Botanistes Tchécoslovaques à Prague*.
- Vouk, V.* 1925: Un aggiunta alla biologia dell'alga termale *Mastiglocladus laminosus*. *Nuova Notarisia Ser.* **36**. pp. 223—226.
- Vouk, V.* 1929: On the origin of the thermal Flora. *Acta Bot. Instituti Botanici Zagrebensis*. **4**. pp. 59—63.

- Vouk, V.* 1929: International Congress of Plant-Sciences of Physiology. Ithaca.
Vouk, V. 1936: Une classification biologique des eaux thermales. Acta Bot. Instituti Botanici Zagrabensis, **11**.
Vouk, V. 1937: Vergleichende biologische Studien über Thermen. Bullt. Intern. de l'Acad. Yugoslave des Sciences et des Beaux-Arts. Zagreb. **31**.
Vouk, V. 1937: Vergleichende biologische Studien über Thermen. Yugoslav. Akademija «Rad» Bd. **256**. pp. 195—224.
Vouk, V. 1938: Biologija termalnih voda i balneologija. Poseban Otisak Liječnički Vjesnik God. **60**. Br. 8. Zagreb, Kolovoz. pp. 1—12.
Vouk, V. 1939: Über die Kardinalpunkte des Lebens. Bullt. Intern. de l'Acad. Yugoslave des sciences et des beaux arts. classe mathém. et naturelle. **32**.
Vouk, V. et *Klass, Z.* 1939: Zur Physiologie der Thermalalge *Mastigocladus laminosus* Cohn. Anz. Akad. d. Wiss. math. naturw. Kl. **76**. pp. 99—103.
Walcott, C. D. 1919: Middle Cambrian Algae. Smithsonian Miscelle. **67**. pp. 217—220.
Walton, J. 1923: On the Structure of a Middle Cambrian Algae from British Columbia. Proc. Cambridge. Phil. Soc. (Biol. Sci.) **1**. pp. 59—62.
Warming, E. et *Graebner P. E.* 1902: Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin. 2. Aufl.
Weed, W. H. 1889: The vegetation of hot springs. Amer. Naturalist **23**. pp. 394—400.
Weed, W. H. 1889: a) Formation of travertine and siliceous sinter by the the vegetation of hot springs. Ann. Rep. United States Geol. Surv. **9**. 619—676. 1887—8.
Wehrle, E. 1917: Studien über Wasserstoffionen Konzentrationsverhältnisse und Besiedelung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg in Breslau. Zs. f. Bot. **19**.
West, G. S. 1902: On some algae from hot springs. Journ. of Bot. **40**. 241—248.
West, W. and *West, G. S.* 1895: On some Freshwater Algae from the West-Indies. Journ. Linn. **30**. p. 264.
Weszelszky Gy. 1912: A budapesti hévizek rádióaktivitásáról és eredetéről. Math. és Term. Tud. Ért. **30**. 340—381.
Weszelszky, Gy. 1932: Über die Radioaktivität der neueren Heilquellen beim Gellért-Berge (Buda). Hidrolog. Közl. **12**. 120—127.
Woronichin, N. N. 1926: Grundriss der Algen-Vegetation des Kaukasus. Zur Biologie der Bittersalzigen Seen in der Umgebung von Pjatigorsk (Nördl. Kaukasus). Archiv f. Hydrobiologie. **17**. pp. 628—643.
Woronichin, N. N. 1929: Über die Algenvegetation der Thermalquellen in Nordkaukasus. Atti del Congr. Intern. Limnol. Teor. et Appl. Rom. (1927) pp. 685—692.
Woronichin, N. N. lásd még Voronihin, N. N. alatt.
Yoneda, Y. 1937—1942: Cyanophyceae of Japan. Studies on the Thermal Flora of Japan. I—XXII. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica.
Yoneda, Y. 1939: Studies on the thermal Algae of Hokkaido. I. Acta Phytotaxonomica et Geobot. **8**. p. 101.
Yoneda, Y. 1938: Thermal and subthermal Cyanophycean algae from Beppu. Acta Phytotaxonom. et. Geobot. **7**. pp. 213—221.
Yoshikadzu Emoto 1933: Die Mikroorganismen der Thermen (lásd Emoto Yoshikadzu alatt).