

Az élet és a hőmérsékleti szélsőségek.

Régóta nem újság, hogy rövid ideig a szervezetek nagy része kiállja a hőmérséklet igen alacsony vagy igen magas fokát. Így, természetesen, az ember 100 C°-nál nagyobb levegőbeli hőséget is ki tud állni pár percig; sok állat és növény nemkülönben. Kétségkívül ennek is megvan a maga érdekessége; de mi most itt egészen más szempontból fogjuk vizsgálni a dolgot: nem az egyén, hanem a faj életével összeférhető hőmérsékletről lesz szó; az állandó, vagy majdnem állandó hőmérsékletekről, nem pedig azokról, melyeket a szervezet csak pár percig, vagy akár pár óráig bír meg.

Nem árt, ha előre meghatározzuk, hogy mit értünk a faj életével összeférő hőmérsékleten. Ezen a mi szempontunkból azokat a szélső hőfokokat kell értenünk, a melyekben a szervezet tovább él és *szaporodik*. A táplálkozás egyéni működés: csak a szaporodás igazán faji működés.

Könnyű belátni, hogy e vizsgálatnak biztos eredménye csak úgy lehet, ha kizárólag a hideg és meleg források lakóira irányul; mert állandó hőfokok csakis e forrásoknak van, és nincsen semmiféle nagyobb víznek, sem tengernek, sem tónak, sem folyamnak, nincs sem a földnek, sem a levegőnek, mert bennök a hőváltozás szünetlen.

Kezdjük a növényeken. Némelyikök különböző melegforrásokban, meglehetősen bőven tenyész. Ide s tova negyven éve Lambron azon észleletének, hogy 30—45 fokos forrásokban pompásan

tenyészik számos alsóbbrendű növény. Ilyenek az Ulothrix, Beggiatoa, Oscillaria stb. nemekhez tartozó fajok, melyeknek maradványai hozzájárulnak a meleg forrásokban lerakódó nyálkás matériának képződéséhez. Ma már tudjuk, hogy jóval nagyobb hőmérsékletet is bátran kiállanak, mint a milyent Lambron említett; 50, 60, talán még 65 fokút is. Ez iránt nincs kétség s azért kár volna e pontnál vesztegelnünk. Ugyanígyen hőfokú vizekben még néhány Conferva-faj is tenyészik. Ezeket de Laurès és Becquerel tanulmányozták Néris-ben, hol e fonalmoszatok telepeit *nérisine*-nek hívják. A Confervának két fajtát fedeztek fel; egyik a 42—48 fokos vízben terem, másik csak a hűtő medenczékben találkozik, melyekben a hőfok 45 fokról lassanként egész 20 fokra száll alá. Az előbbi faj körülbelül 150 m. felszínű, nyílt medenczékben, 150 m. mélységben 45 fokos melegben tenyészik. Jóllehet e hőmérséklet állandó, tenyészete májustól novemberig mégis erősebb, a mi valószínűleg az erősebben ható fény következménye. Kétségtelen, hogy az a faj ott tökéletes életet él, azaz szaporodik is. Erről úgy győződhetni meg, hogy a vízfeneget feltisztítván, néhány követ rak belé az ember, s azokat naponként megvizsgálja; már negyvennyolc óra múltán kivehető rajtuk valami levegőgömböcskét tartalmazó anyag, melynek kevéssé kiemelkedő foltjai egy hét alatt zöldessárgává válnak, közbe-közbe sötétebb zölddel pontozva, mely

pontok azonban lassanként folyvást elenyésznek. A *Conferva* hol több, hol kevesebb idő múlva, elválík a vízfénéktől, és a felszínen libeg. Szaporodása igen gyors; Kützing észlelete szerint a meleg források *Oscillariái* is igen gyorsan nőnek. A hűtő medenczék *Confervája* az előbbtől némely részben különbözik; de a jelen értekezés szempontjából bennünket egyáltalán nem érdekel. A meleg források növényi életéről már de Saussure is tett említést. A savoyai aix-i vizekről szólva, a melyeknek hőfoka $35—36.7^{\circ}$, legfeljebb 46.2° R., elmondja, hogy különféle szervezeteket látott bennük: »Ámbár e források igen melegek, a vízfelfogó medenczékben mégis láthatók eleven állatok, a melyek között sodróférgeket, Anguillulákat és ázálékállatkákat ismerhettem fel; 1790-ben még két új Tremellát is fedeztem fel bennök.«

Még melegebb vízben élő algákról Hoppe-Seyler tett említést. Abano és Battaglia közt, Monte-Grotto mellett, sok meleg forrás fakad. A főforrás néhány lábnyi mélységű fallal körített medencze fenekéből bugyog fel. Az egész vízfénék s a fal belső oldala köröskörül, egész a melegvíz színéig, szünetlen mozgásban levő moszat-pázsittal van bevonva. E pázsit felső része vörhenyes színű elhalt moszatokból áll, a lejjebb levő élő moszatok üde zöldek. A medenczéből kifolyó víz felszínének hőfoka 50.8 , a levegőé pedig, Hoppe-Seyler észlelete idején, 24.5° volt. Magából e medencze falából egy 75.40 fokos s több $69—70$ fokos forrás fakad. De ezekben a vizek már nincs élő szervezet.

Ugyanő enemű más esetet is említ, melyben a hőfok még valamivel nagyobb volt. A Lipari szigetek egyik forrásáról van szó, melynek egyik része lakatlan, de már ott, a hol a víz hőfoka 53 foknál alábbszáll, zöldelő moszatszönyegen

folyik. Martens György is fölkereste a Hoppe-Seylertől megvizsgált helyek némelyikét. Járt az abanói forrásoknál, hol a hőmérséklet majdnem 84 fokra emelkedik, és a csendes helyeken élő bevonatot vett észre, melyet Vandelli *Ulva thermalis*-nak nevezett el, s a mely ott, a hol a víz igen forró, fehér, a hol a hőfok enyhül, sárga, és a hol még jobban enyhül, zöld. Szerinte a szép zöld *Oscillatoria Cortii*-t is találni 55 fokos melegben, mely fok, úgy látszik, végső határa az életével összeférhető hőmérsékletnek; ugyanez áll a Pollini *Merizomyria aponiná*-jára is, mely üde zöld szönyeggel vonja be a köveket; s csaknem ugyanily hőfokban figyelt meg Agardh és Cohn (1863-ban) a karlsbadi forrásban némely moszatot. Ugy látszik azonban, mintha az élet még nagyobb hőségekhez is tudna alkalmazkodni. Wymann beszéli, hogy Arkansásban Long őrnagy vizsgálta meg nagy gonddal az Onachita meleg forrásait, melyeknek hőfoka egész 65.5 , és nemcsak moszatokat, hanem többféle állatot is látott bennök.

A kénes vizek moszatai, mint láttuk, a 65 foknál nem melegebb vízben megélnek s Hoppe-Seyler hasonló észleletekről tesz említést. De mindezeknél érdekesebb a következő eset, a melyet Hoppe-Seyler Ischiában, Casamicciolában észlelt. Ott a sziklában repedések vannak, melyekből gőz száll fel; e gőz hőmérséklete különböző; egyik részben 78 fok. Az üreg belső falának megvizsgálásából kitűnt, hogy zöldelő moszattal van bevonva, melyet a gőzből lecsapódó víz öntöz. Az üreg eléggé tágas arra, hogy e zöld szönyegnek befelé való kiterjedését megbecsülhessük s azt látjuk, hogy bizonyos távolságon túl hirtelen megszakad. Ennek oka az lehet, hogy a hőség lefelé egyre nagyobb, s így a mo-

szat nem bír benne megélni. A moszat közé helyezett hőmérő háromszor eredményezte ugyanazt a számot, a 64·7 fokot. E növényréteg nem volt ugyan elég vastag arra, hogy a hőmérő gömbjét egészen beborítsa, de azért kétségtelen, hogy e moszatok 60 foknál nagyobb hőségben élnek és látszik rajtuk, hogy igen jól tenyésznek benne.

Sőt úgy látszik, hogy némely moszat még 70 foknál nagyobb forróságban is megél. H o o k e r említi, hogy a himalayi meleg forrásokban különböző moszatokat talált, a melyek közül a barna színű jobban állja a hőséget, és mélyebben ér le a vízben, mint a zöld, de mindakettő buján tenyészik, a hol a víz hőmérséklete 75·5 fokon alul marad. S t r a c h e y meg Tibetben, a pughai forrásokban, melyek hőfoka felmegy egész 78·8 fokra, talált *Confervák*at meg *Oscilláriák*at. B o n i s 75 fokos kénes vízben moszatra bukkant. S c h n e t z l e r azonban 1886-ban a karlsbadi Neubad 60 fokos vizében talált ugyan *Oscillaria amphibia*-t, de a 72 fokú *Sprudel*-ben nem találta elevenen; a mit összeszedett, csak elhalt maradvány volt.

Meg kell vallanunk, hogy a még nagyobb hőfokokról szóló adatok kevésbé megbízhatók. S o n n e r a t (1774-ben) egy meleg forrásról, mely Luçon szigetén Manillától 15 mérföldnyire esik, ezt írja: »Ily hőséget (86·2° C.) látva, azt hittem, hogy itt minden tenyészet megszűnik; nagyon meglepett tehát három bokor, melynek gyökere e forró vízbe nyúlt, koronáját pedig a gőz vette körül. Oly forró volt az a gőz, hogy a melyik fecske a vízhez 7—8 lábnyira mert közeledni, halál fia volt és moccanat nélkül esett belé. Egyik bokor *Agnus castus* (*Vitex Agnus castus* L.) volt, a másik kettő *Aspalathus* (*Brya ebenus* DC.).« E h r e n b e r g olyan *Eunotiá*-król és *Oscilláriá*-król szól, a melyek Ischia szí-

getén 80—85 fokos vízben élnek. D a n a I. D. megerősíti, hogy e forrásokban csakugyan van valami növényi tenyészet, többféle sárga és zöld árnyalatú moszat, de 71 foknál forróbb vízben már nem talált e moszatokra. Humboldt ellenben Délamerikában a mariarai és a Trinchera vizéről ezeket jegyzi fel: »Meglepetve láttuk a medenczét környező buja növényzetet (a Trinchera medenczéje körül), czimpás levelű mimózák, *Clusiák* és fügefák eresztettek gyökeret a 88 fokos víz fenekébe, s e fák ágai a víztükör felett 2—3 hüvelyknyire terjedeznek.« — »Egy szálas szárú, nagy, nyílas levelű *Arum* nyúlt ki a 70 fokos víz legközepéből.« Erre nézve meg kell jegyeznünk, hogy mégse mondhatni, mintha a kérdéses virágos növények csakugyan 85 fokos hőségben élének, s ezen észleletben legérdekesebb az a felderítendő körülmény, hány fokos a meleg az említett gyökerek körül.

Még ezzel sincs minden elsorolva, s egyes észleletek arra vezetnek, hogy az eddig felsoroltaknál nagyobb hőfokon is lehetséges a növényi élet. W y m a n szerint B r e w e r H. W. és B r i g h a m W. T. Kaliforniában a Trinceránál forróbb forrásban is láttak növényéletet.

Brewer a Pluton Creek nevű gejzir növényzetéről ezeket mondja: »E forró ásványos vizekben alsóbbrendű növények tenyésznek. A víz hőfokát igen sokszor nagy gonddal jegyeztük fel. A legnagyobb forróság, a melyben még élő növényt lehetett találni, 93° C. volt. A melegebb forrásokban csupán egysejtű, de a 60—65 C. fokú vizekben már fonalmoszatok is voltak.«

Analóg esetet idéz Descloizeaux, a ki az Akadémiának 1846-ban egy moszatgyűjteményt mutatott be, a melyet Írlandban 98 fokos vízben gyűjtött; K e r r y - N i c h o l s pedig Új-Izlandban meleg források szomszédjában mohát

látott tenyészni oly földben, melynek hőfoka 30 centiméter mélységben 98.8° volt.

Ennyit a magas hőfokokról. Másfelől meg kell vizsgálnunk a hőmérséklet alsó határát, melyben némely növényfaj meg bír élni; de erről csak röviden kívánok szólni. Némely növény tenyésztésére 0° körüli hőfok a legkedvezőbb. Az olvadó hóban találni diatomákat, s a *Palmella*, Cornu szerint zoospórákat terem; a *Haematococcus lacustris*-t Rostafinski fagyos vízben tenyész-tette; az *Uredo nivalis* a hó alatt is tenyészik s e fajta példát bővíben találni. Mindazonáltal e példák döntők csak akkor lennének, ha állandó hőfokú hideg forrásokban élő növényfajokra vonatkoznának; ilyet pedig mostanig nem tudok. A jelen föltételek alatt biztosra következtetni némileg nehéz. Mindamellett azt hiszem, valószínűnek vehető az a tény, hogy van növényfaj, mely 0° vagy $+1^{\circ}$ -os vízben megél és szaporodik. A hideg ég alj zuzmóit számba venni itt azért nem lehet, mert ha az esztendő nagy részét 0° -nál keményebb hidegben élük is át, csak olvadás idején szaporodnak, s minthogy a kérdés úgy volt feltéve, hogy mely hőfokok egyeznek meg a faj életével, csakis az állandó hőfokú környezetben élő fajokra lehetünk tekintettel, s állandó hőfok a nagy hidegre nehezebben található, mint a nagy melege. A leghidegebb sarki tájnak is megvan a maga nyara, ha rövid, ha viszonylagos is, s valamíg közvetlen észlelet be nem bizonyítja, hogy oly helyen, a hol a hőmérő egész álló esztendőn -1° -on vagy azon alul maradt, van növény, a mely virágzik vagy szaporodik, kénytelenek leszünk megengedni, hogy a 0° az a legalsó hőmérséklet, a melyen a növények élete még lehetséges; hacsak oly fajokra nem bukkanak még ezután, a melyek a jeges tengerek

-1 vagy -2 fokos vízben megélnék és szaporodnak.

Mielőtt a most közlött eredményeket megvitatnók és összegeznők, vizsgáljuk meg az állatokra vonatkozó tényeket. Áttekinthetőség kedvéért az illető állatfajok szerint fogom őket csoportosítani.

Nincs mit csodálni, ha némely puhatestű 24 fokos vízben él, mint a *Pisidium fontinale*, var. *thermale*; az évauk-i meleg forrásokban, Daxban s Bagnères-de-Bigorre-ban is találni puhatestűeket a 25 fokos vízben is. Lyonban nemkülönbön. Locard M. A. írja, hogy »mindjárt Lyon kapujában, a Saint-Clair-i kertek medenczéiben, csak úgy nyüzsög a *Limnaea vulgaris*. Egy patakban, mely ugyane vizeket viszi a Rhôneba, s akkor már egy vasgyárban 25 fokra fölmelegedtek, ugyane csigák élnek, csakhogy nagyságuk felényire csökkent.«

Burdach beszéli, hogy »az abanoi 23° R. (= 28.75° C.) fokú vízben a *Cyclostomum thermale* él, mely ép oly fürge a 30 fokú vízben, de a 10 fokúban már nem ad életjelt magáról«. Fischer különböző más észlelők adatait idézi: »Az *Unio Requieni* (Gersben) a barbotani 30 C. fokú meleg forrásokban él, s vele a *Limnaea peregra* s a *Physa acuta*. A keleti Pyrenéusokban La Presteben a *Physa acuta* $25-30$ C. fokú vízben nyüzsög (Dupuy). Constantine forrásaiban (32°) szaporán tenyészik a *Melania tuberculata* (Raymond),« Lamarck pedig, a *Paludina muricata*-ról szólva, azt mondja, hogy »Franciaországban főképp délen él, továbbá Olaszországban stb., az édes vizekben, sőt a 34 foknál nem melegebb hévforrásokban is.« E tényt Martens is megerősíti, ki az abanoi forrásokról ekkép nyilatkozik: »A $35-45$ R. fokú (55°) gőzölgő vízben a kezdetleges növényi szervezetek között nagy meglepetésemre

egyszer csak egy csomó apró csigát (*Paludina muricata*) látok meg, kényére mászkálva a fenéken, holott kezem belesajdult, a mint értök a forró vízbe nyúltam . . . » Ugy látszik, Guilandini adott hírt legelőbb a hévzizek e vendégeiről.

Ez 55 fokos meleg, úgy látszik, a legnagyobb, melyben puhatestűeket állandóan megélni láttak. Owen Richard, Hunter műveihez írt jegyzeteiben, beszél ugyan az abanói meleg forrásokban élő *Cyclostomum thermale*-ről, mely ott táplálkozik és »igen fűgén« mászkál, sőt szaporodik is a 100° F., vagyis 37·7° C. vízben; Fischer pedig azt állítja, hogy az apró puhatestűek (*Hydrobiák*) megélhetésének legfelső hőfoka 42°, Algirban, Bône mellett. Gaspard másfelől úgy találta, hogy az 52 fokos hőség a csigára nézve halálos. Mindenesetre csekélyebb annál a hőfoknál, melyhez a növények alkalmazkodni tudnak. A mint a szervezet tökéletesedik, érzékenyebbé, s kevésbé ellentállóvá válik: már a növény is példa erre, mert egyetlen virágos növény sem bírná azt a forróságot, melyet némely moszat megbír. Viszont úgy látszik, hogy a puhatestűek ama csekélyebb hőfokokhoz is tudnak alkalmazkodni; a melyekben többféle növény megél. De kétségkívül nem valamennyien, mert péld. némely csigafaj nem nő, nem fejlődik, csak 14—15 fokos melegben; de végtére sok faj megszokja az igen hideg vizet is. Bourguignat pl. a következő fajokat jelölte meg mint hideg vízben lakókat: a *Lymnaea nivalis*-t, a mont Viso-i s a Fenestre-i hágón hegyi tóban; az *L. Islandica*-t Irországbán; az *L. Thorshavnensis*-t, a Feroéken; az *L. nubigena*-t a mont Viso-n; az *L. Puloni*-t a Vogézekben; a *L. Langsdorffi*-t Saint-Martin de Lantosque-ban. Megjegyzendő azonban, hogy a hőmérséklet egyik em-

lített helyen sem állandóan 0°; nyáron néhány fokkal nagyobb, s mindent egybevetve, nincs biztos adatunk arra, hogy biztosan állíthatnók, melyik az az állandó legcsekélyebb vagy legnagyobb hőfok, a melyen a puhatestűek nem egyéni (hisz olykor a megfagyást is kibírják), de faji életet élni és szaporodni képesek. A kérdést csak kísérlet, vagy észlelet útján oldhatni meg, az állandó, vagy csaknem állandó legalacsonyabb hőfokok megfigyelése útján, melyben a hideg források, vagy a jeges tengerek puhatestűi megélhetnek, de e hőfok bizonyára nagyon csekély lehet.

A rákfélékről gyérebbek az adatok.

Gervais, a hamma-meskutin-i forrásokban s egy patakban, a Sedakrában, mely amazokat egyesíti, s 36—40 fokra melegszik, tett észleleteiről így ír:

»A Sedakra meleg részében igen apró, de felette fűrge állatkák élnek, melyeket kagylóknak tartottak. Vizsgálataim kiderítették, hogy ezek a *Cypris* nembe tartozó rákok, a mint fűrge mozgásaikból már eleve is sejteni lehetett. Seregestül élnek a moszatok közt, olyan helyeken, hol a forró vizet a kéz sajtás nélkül nem állja.« Útleírásában Martens is említi a *Gammarus pulex*-et, melyet az abanói hőforrásokban látott, »a hol a víz kissé le volt hűlve«. Long őrnagy is látott rákféléket az Onachitában, melynek forrásvize, mint fennebb mondók, 65·5 fokos is. Legalább ezt látszik jelezni az a mondása, hogy »egy kis kemény, kagylós állatka él a moszatok között«.

A legnagyobb forróság, melyben rákfélet találtak, 78·7°. Souberian Leó a *Cypris fusca*-t az olette-i sellőkben figyelte meg, a keleti Pyrenéusokban, 1857-ben, és e források vize, mely azonfelül kénes is, a fenti hőfokú.

A rovarokat illetőleg sehohsem lelek kielégítő adatot; ritka is, elégtelen is,

a mi van; kivált a mi állandóan igen meleg vagy igen hideg vízben élő vízi rovarra vonatkozik. Long órnagy mégis mond ennyit: »Még a legmelegebb forrásokban s körültek is (a legmelegebb 65.5°) nemcsak moszat s egyéb növény tenyészik, de folyton sok apró rovar is látható a fenéken s a meder falán. A rovarokról szóló egyéb észleletek értéketlenek. Mert mi haszna azt tudni, a mit Brigham nyomán Wymán közöl, hogy 79—80 fokos források partján tömérdek pókot látni, sőt hogy e pókok e víz felszínét is ellepik s ott más megfőtt rovarok hulláival táplálkoznak. Ez csak annyit bizonyít, hogy az egyéni ellenállás bennök igen feltűnő, de azért ők az ilyen nagyfokú hőségben állandóan nem bírnak megélni. Ugyanez áll a Gervais említette következő tényekre: »Mondottuk, hogy a forrásból kibuggyanó víz hőmérőinken $+95^{\circ}\text{C}$ -t mutatott. Guyon és Grellois ugyanezt a fokot találta. E forró katalanokban kényelmesen megfő a tojás keményre, csak a vízben kell hagyni egy darab ideig. Megfő benne a hús meg a zöldség is stb.; az odavaló gazdasszonyok benne forrázzák meg a baromfit. Mondanom sem kell, hogy nem találni ott semmiféle eleven vízi állatot, sem élő növényt. Azokon a tölcséreken, mikből a forró víz kiszökken, kivált egy helyen, hol az ember lábát még a csizmán keresztül is süti a víz, mégis látni apró pókokat szaladgálni, melyek nekem a Lycosák neméből valóknak látszottak. Egyik-másik még könnyű szerrel egész a felszínére is eljut ez apró forró vízkátereknek. A hegyoldalban kapával magunk vágunk tölcsért, hogy lássuk, hogy jön rajta a forró víz; s e tölcsérnek szintén igen forró meszes anyagában több eleven apró rovart találtunk a Hydrophilák családjához tartozó *Hydrobius orbicularis*-okat, melyek állandóan ott tanyáztak.

A Hammam-Meskutin több pontján felbugyanó $+95$ fokos víz meglehetősen hirtelen kezd hűlni. A sellő második harmadának göbüiben már csak 57° ; ott már a virágtalan növények tenyészete kezdődik. Ezeket részben meglehetősen vastag vasas burok borítja. Egyik felsőbb göbű vizében, melynek hőfoka 63° , még nem találni e növényeket. A mészlerakódásnak, mely e vályút alkotja, szeplőtlenül megvan a fehérsége.

Ha Griffith-nek hinni lehet, egy *Stratiomys*-álcza (melynek faja nincs meghatározva) igen forró vizekben található: azt állítja, hogy a Colorado meleg forrásaiban látta őket, a sziklához tapadva, de elevenen mozogva, a hol a víz 69 fokos volt. Ez oly tény, a mely megerősítésre vár, s melyet megemlítenk a nélkül, hogy fontosnak tartanók.

Tehát azt a legnagyobb hőfokot, mely a rovarok faji életével megegyeztethető volna, pontosan még nem ismerjük. Ellenben a legalsó ilyenmű hőfokot illetőleg, jócskán van megbízható adat rendelkezésünkre. Schmarða összegezett egynehányat, s arra az eredményre jutott, hogy különböző kifejlett rovar meglehetősen csfpős hideget egészen baj nélkül kibír. De vajjon az következik ebből, hogy a faj is alkalmazkodik az állandóan csekély hőfokhoz, hogy az álczából kifejlődik a kész rovar a nagy hidegben is, s hogy a hidegnek semmi hatása ne volna a kikelésre s az embriófejlődésre? Sok tény bizonyítja, hogy a fejlődés s a szaporodás végtelen sok fajnál mennyire függ a hőmérséklettől; ily körülmények közt a Schmarða-tól talált s csak egyénekre vonatkozó eredményt habozás nélkül aligha lehet a fajokra is mértékadónak tekinteni. Mindamellét egészen bizonyos, hogy a földgömb leghidegebb régióinak is megvan a maguk rovarfaunájuk.

Schmarda írja, hogy »Thüemann a Szudéták haván parányi atkát lelt. Vogt az Aar glecserje vizében 8500 lábnyi magasságban *Cyclopsine alpestris*-t talált. Réaumur és de Geer jég közt talált szunyog-álczát, Humboldt pedig a Cordillerák örökös hóhatára felett látott rovarokat. A *Desoria glacialis* Svájcz glecserjein él, melyeknek felszínük nyáron, nappal megolvad, éjenként pedig mindig újra megfagy. A *Podura hiemalis* hasonlóképp a hóban él és a hó egész fekete tőle, meg a *Desoriá*-tól. A poduráknak megélhetésükhöz nedvességre és alacsony hőfokra van szükségük: még az erős hideg sem árt meg nekik, de a mérsékelt meleg már megöli őket.« E néhány adatnak megvan a maga jelentősége. Drewsen is említ néhányat, de azok a jelen kérdésre nézve kevésbé fontosak. A Balti-tenger partján november vége felé 8 fokos fagyok után is különféle rovarot talált, teljes elevenen (*Olophrum piceum*-ot, *Acidota crenatá*-t különféle *Medeterus*-okat. Futólag érintem a nemek feltűnő aránytalanságát: egyazon faj 27 egyéne közt csak 4 volt nőstény, egy másik faj 30 egyéne közt pedig csak 6 volt a hím; de a nyár melegebb időt hoz magával, s akkor már ez adatok nem érvényesek. A különböző entomológusok jelzette tények, némely fajnak télen át való viszonylagos sokaságát illetőleg, hasznavehetetlenek; nemkülönben némely rovarfaj megtermékenyített nőstényeinek Siebold említette téli álma. S így a Vogt adataival kell beérnünk, melyek, úgy látszik, elegendő bizonyosságul szolgálnak arra, hogy egyes fajok beérik a 0 felett 3—4 fokot meg nem haladó hőmérséklettel.

Az állati szervezetek közül talán a halakra nézve vagyunk legbővebben az adatoknak. Némelyik persze értéktelen, mint a pisai Burroni-tól említett tény,

mely szerint Campiglia mellett a caldarnai meleg forrásokban egy *Blennius*-fajt talált (*Blennius vetulonicus*), de a források hőfokát nem említi. I. Davy fölkereste Ceylonban, 1819-ben, a kanneai melegforrásokat, a melyeknek hőfokuk ekkor, 32.7 és 42.1° közt váltakozott. Azonban halakat csak a 32.7 fokos vizekben látott úszkálni; e halak M. Renaud szerint *Ambasis thermalis*-ok voltak. De Renaud is följegyezte látogatásakor e források hőfokát, és 46°-nak találta. Ritter is emleget (Ceylonban) a trinkomalii 33 fokos melegforrásokban talált halakat. Sok helyen láttak halat azokban a medenczékben, melyekbe a gőzgépek meleg vizét eresztik.

Gervais a következő észleleteket közli:

»A Chedakrába a hammam-meskutini forrásoknak még ekkor is igen meleg, egész 36—40 fokos vize folyik. A folyóban, mielőtt a meleg vízzel elegyülne, sok mindenféle állat él: angolnák, márnák (*Barbus selivimensis*, Val.) és pontyfélék elég szép számmal, kecskebékák (*Rana esculenta*) és porontyaik. Láttunk benne *Telphusa fluviatilis* nevű édesvízi tarisznyarákat. Ez állatok, főképp a halak, ki vannak téve annak, hogy víz mentén úszván, elég hirtelen kerüljenek közönséges hőfokú vízből sokkal melegebbe. Némely helyen az ember keze csak kínosan állja e vizet 15—20 másodpercig. A halak, s kivált a márnák, melyeket könnyebb megfigyelni, nem mennek bele egyszerre. Sokan meg is állnak a vizesés beömlése felett s nem mernek alája menni. Mégis látni egyet-egyet oly helyeken, hol a víz oly meleg, hogy süti az ember kezét; de úgy látszik, inkább a bal parthoz húznak, mint a jobbhoz, s noha ott a víz nem igen mély, nyilván inkább tartózkodnak a mélyebb rétegekben, melyek nem olyan melegek, mint a felsők.

A porontyok is ezen elővigyázattal látzanak élni. A békák meg a meleg helyeken a füvek árnyékába húzódnak a víz helyett, s ha megugrasztják őket, sem merülnek le oly sok időre, mint szoktak. « Des fontaines hasonlóképp talált egy Sparus-nembeli halat (a *Sp. Desfontainesii*-t) a Cafa-i forrás 38 fokú vizében, Bruce pedig hasonló megfigyeléseket tett, csak hogy a hőfokot nem jegyezte fel: arra a megjegyzésre szorítkozik, hogy az ember azt várná, hogy megfőjjenek abban a meleg vízben, a melyben fürgén viczkádoznak; s ez a meghatározás igen bizonytalan. A Rochet d'Héricourt adatai már szabatosabbak. Azt írja, hogy Abissziniában, a Hatafti magaslatán Adulis romjaitól nyugatra meleg forrásokra bukkant, melyek vízei egy medenczében gyűlnek össze, melyben a hőmérő még 44°-ra hág, s e forrásokban látott 1—2 cm. hosszúságú halacskákat.

Ez a megfigyelés eléggé megbízhatónak látszik, szintúgy a de Sausure-é, ki angolnákat figyelt meg a savoyai Aix-i vizekben, 1790-ben, noha hőfokuk 46 fokra hág.

E tényeket azonban Hoppe-Seyler bírálata alá vette s kimutatta, hogy mily nehéz olykor a szabatos megfigyelés. Hoppe-Seyler az engané-i hegyek közt Battaglia környékén egy patakot látott, a melyet több meleg forrás tartott vízzel. E patak fenekén sokszor látni apró halakat jókora sereggestül; összevisszaszállnak benne, mintha fel se vennék a nagy hőséget. Ez a hőség nem 55—56 fokos, mint a források vize, magukban a forrásmedrekben; néhány méternyi futtában a víz már 10 fokkal hűlt, s a hol a halak feltűnedeznek, melegsége már csak 44—45°. Ebből arra lehetne következtetni, hogy e halak 44—45 fokos melegben élnek. Szó sincs róla. Valóban meg kell figyelni,

hogy állandóan nem a vízfelületen tartózkodnak, nem azon a vízfelületen, hol a 44—45 fokos hőmérsékletet megfigyelték, hanem a patak fenekén. A patak nem valami mély, de azért ez észrevételnek megvan a maga fontossága. Hoppe-Seyler természetesen óhajtott pontosan megtudni hőmérsékletét annak a vízrétegnek, melyben a halak nyilván legszívesebben tartózkodnak, s ebből magyarázta ki, hogy miért kedvelik ép azt a vízréteget. Már 13 cm. mélységben a víz csak 25 fokos s a patakvíz észrevehetőleg hidegebb a fenéken, mint a felszínén: a legfelső réteg a legmelegebb, s ha a hal a mélyebb rétegekbe menekszik, jóformán tűrhető hőfokba jut. Tapasztalásból körülbelül tudja már, hogy nem jól jár, ha igen közel talál úszni a felszínhez. A melyek oda merészkednek, sietve visszaszállnak a fenékre, ha pedig takaródót nem fújnak, mihamar oldalt fordulnak, majd egészen felfordulnak, a hőségtől megbénulva s mihamar megölve. Holt tetemöket a parton látni nem ritkaság, s halálukat minden valószínűség szerint az okozta, hogy a viszonylag hús vízfenekekről a forró felszínre úsztak. Tripier már régen hasonló megfigyelést tett; észrevette, hogy Hammam-Meskutin forró vizeiben a halak a mélységben tartózkodnak, a hol a hőmérséklet a 40 fokot nem haladja meg, és világért sem úsznak a felszínre, hol a hőmérő 56 fokot mutat, s alapos az a feltevés, hogy e tünetényt meg lehetne állapítani valamennyi esetben, ha a melegforrásokból gyűlt patakok vizének felszínét a fenék hőmérsékletével hasonlítná össze az ember. De abban már kételkedem, hogy a különbség fennálljon akkor is, ha az ember magát a forrást vizsgálja: a sokszor igen is szűk medenczében, melyben a víz felbuggyan, nincs ok, a miért a mélyebb rétegek kevésbé forrók lennének, mint

a* felszínén levő örvény; de könnyű megérteni, hogy a kút térfogata s főképp felszíne, valamint maga a forrás bősége nyomós tényezői e vitás kérdésnek, és ellene szegülnek minden általános következtetésnek. Tényleg egyedül az esetről esetre való közvetlen megfigyelés alapján mondhatni meg szabatosan, mily hőmérsékletben élnek a meleg forrásokban lévő szervezetek, a különböző rétegek hőfokának közvetlen megfigyelése alapján.

E körülmény okvetetlen megingatja az oly megfigyelések hitelét, melyekben a megfigyelő nem az immár szükségesnek mutakozó szabatos mód szerint járt el. Ezért a hátralevő adatokat rövidebbre fogjuk.

Sok helyen jelezték halak jelenlétét 63—65 fokos vizekben is, mint Schmarley mondja, s újabban W. W. Bailey állítja, hogy 70 fokos vízben állapította meg jelenlétöket. Igaz, hogy Bailey minden egyéb hőfokot Fahrenheit szerint fejez ki, de ezúttal nem akaratott Fahrenheit-fokokat érteni: 70° F. csak 21° C., a miben nem lenne semmi rendkívüli, azt nem is számítva, hogy ez a hőfok nem volna összhangban a szóban lévő vizekre használt »forró források« kifejezésével, és nem lehetne alapja szerző összehasonlításának más természettudósok megfigyelte forrásokkal, melyeknek hőfoka 76—80°. Bailey megfigyelései az Egyesült-Államokban történtek, s ő látott halakat oly kutakban, a melyeknek felszíne 70 fokos volt. Ez megegyezik a világ más részeiben tett megfigyelések eredményeivel. S azal idézi az albanói, manillai stb. forrásokra vonatkozó adatokat.

Ha más megfigyelőknek hinni lehet, némely hal még melegebb vízben is megél. Marescheau, tuniszi alkonzúl, állítólag 75 fokú vízben gyűjtött *Sparus Desfontainesi*-t Tozerben és Caf-

sában, Sonnerat pedig még magasabb hőfokokat jegyzett fel. Ezúttal is a manillai, körülbelül 86 fokos vizekről van szó. »Csodálkozásom fokozódott, írja, a mint az első medenczébe bele néztem: eleven lények úszkáltak e vízben, mely olyan forró volt, hogy a kezemet nem bírtam belemártani. Minden lehető elkövettem, hogy e halacskákból néhányat kézre kerítsék, de nagy fürgeségük, s az e vidékbeli emberek gyámoltalansága miatt egyetlen egyet se tudtam megfogni, hogy a fajt meghatározhattam volna. Csak úsztukban vizsgáltattam őket, noha a nagy gőz miatt nem lehetett eléggé tisztán látni, arra, hogy valamelyik nembe sorozhattam volna őket; annyit láttam, hogy a pikkelyük barna volt. A leg-hosszabbak 10 cm.-esek voltak.

Végre, Humboldt-nak tulajdonították azt az állítást, hogy gyűjtött volna a Chimborazzo kráteréből 100 fokos vízben kivetődött halakat. Ez az adat nem megbízható. Van ugyan egy hal, a *Pimelodus cyclopus*, mely sokszor tömegesen vetődik ki a kráter oldalain támadó repedéseken, de Humboldt világosan megmondja, hogy a víz hideg.

Azok az adatok, melyek a csúszómászók és kétéletűek kibírta szélső hőfokokra vonatkoznak, csekélyebb számúak, hogysem velök időzni érdemes lenne: nem is tudok másról, mint a melyeket Gervais és Marescheau idézett, s ezek is igen másodrendű értékűek. Az állandó testhőmérsékletű (melegvérű) állatokra vonatkozó följegyzésekről sem fogunk szólni. Hiszen nem ismerünk egyet sem, mely állandóan igen hideg vagy igen forró környezetben élven, annak hőfokát venné fel: a felhevülésnek vagy lehülésnek mindannyian sokféle eljárással ellene szegülnek. Ebből kivenni egyedül a téli álmat alvókat lehet, de ezek külön tanulmányozást igényelnek.

Immár ideje összegezni az elsorolt adatokat, megállapítani valódi értéküket s levonni belőlök a következtetést. Csak-hogy ép ez a dolog légneheze. Akár az állatokat vegyük, akár a növényeket, súlyos hézagok mutatkoznak. Sokszor egy-egy sarkalatos adat hiányzik, ez pedig a víz hőfokának pontos megfigyelése, melyben a szervezetek valósággal tartózkodnak. A Hoppe-Seyley idézte eset igen tartózkodóvá teszi az embert. Korántsem elég a felszín hőfokának ismerete; tudnunk kell azét a rétegét, a melyben a szervezetek tartózkodnak, minthogy be van bizonyítva, hogy a felszín s a fenék közt a különbség jelentékeny lehet, s hogy a fenék hőmérséklete megegyezhetik az életfeltételekkel, habár a felszíné nem egyezik is meg. Be kell ismernünk, hogy a máig tett megfigyelések e szempontból semmiképp sem kielégítőek.

Eléggé természetes, hogy Hoppe-Seyley ily körülmények közt óvást tesz a közzétett adatok ellen és egyetérthetünk nézetével. Mindazonáltal legyen szabad megjegyeznem, hogy Hoppe-Seyley ellenkezését főképp egy oly szempontra alapítja, melyet nem pártolhatok. Max Schultze kísérleteire hivatkozva, a véglények és a növényi sejtek thermális megmerevedését illetőleg, mely kísérletekből kitűnt, hogy az előbbieket protoplazmája $42-43^{\circ}$ körül alszik meg, a növényi sejteké pedig $46-47$ körül: ebből azt következteti, hogy az élet szükségkép összeférhetetlen a magasabb hőfokkal. Az okoskodás helyes az illető szervezetekre, de általánosítani nincs jogunk.

A mikróbák valóban sok példát szolgáltatnak arra, hogy a szervezet sokkal nagyobb hőfokoknak tud ellentállani, s hogy a sterilizáció biztos legyen, jól tudjuk, hogy 100 foknál nagyobb hőmérsékletekre is van szükség. A proto-

plazma tehát nem hal el szükségkép 50° -nál, a mint Hoppe-Seyley gondolja. Másrésztől különböző, hitelt érdemlő megfigyelések — valódi megfigyelésekről van szó —, a többek közt a Van Tieghem-éi, kétségtelenül bizonyítják, hogy a különböző sejtek élete egész 74 fokos temperaturákhoz tud alkalmazkodni. Teljesen be van igazolva, hogy vannak élő lények, a melyek boldogulnak oly környezetben, melyben mások legott elpusztulnának, melyben más protoplazmák feltétlenül tönkre mennének.

E különbségek okát nem tudjuk. Nem tudjuk, nem is sejtjük, miért ellentállóbb a spóra, mint a baktérium, miért bír meg némely moszat oly magas hőfokot, a melyben más növény meg nem él: de a tény tény. Azonfelül nap-nap mellett bebizonyul a mindennapi tapasztalatnak ama másik adata által, hogy a hőmérsékletnek nagy szerepe van az állatok és növények földrajzi eloszlásában, hogy a trópusi flóra nem bírja meg a mérsékelt vagy a hideg éghajlatot, s hogy az alpesi vagy sarki flóra sínyli a forró éghajlatot. A thermikus hajlandóságok ténye, a mely talán megmagyarázhatatlan, azért nem kevésbé való, s ha az evolúció elméletét elfogadjuk, meg kell engedni az alkalmazkodás létezését, nemcsak a hőfok szempontjából, hanem a környezet minden feltétele szempontjából is. Valaminthogy sok szervezetben világosan nyilvánul a hőfok iránti hajlandóság, és alkalmazkodnak a megadott hőfokú környezetekhez, úgy másokban meg teljesen jellemző a chemiai vonzódás nyilvánulása.

Hogy miben áll ez az alkalmazkodás, hogy mik azok a chemiai és anatómiai belső módosulatok, melyek életani különbségben jutnak kifejezésre, nem is sejtjük, noha némely esetben megmérhetőek. De ime egy igen egyszerű példa, melyet néhány év előtt a

Revue horticole-ban idéztek. Na u d i n, a francia fűvészet ez öreg bajnoka Collionre-i kertjében több tő egyfajta *Echium*-ot ápolgatott. E tövek valóban semmiben sem különböztek egymástól. Pedig egy részük a Kanári-szigetéről való volt, a többi honi tenyészet. Egy éjszaka dér volt s valamennyi külföldi növény lefagyott, holott a francziáknak nem esett semmi bajuk,

E történet eszembe juttatja a három ifjú jól ismert panaszát, kik vizsgálatra készülvén, makacsul hozzáfogtak a tanuláshoz, de nem voltak hozzászokva, és esztendő mulva beleháltak. A Kanári-szigetéről való *Echium*ok sem voltak a fagyhoz szokva. Ők voltak-e valaha hozzászokva s elszoktak-e tőle, mikor a Kanári-szigetekre vándoroltak? Vagy a melegebb országok Franciaországba települt *Echium*jai szokták-e meg lassanként? Mindegy. Az alkalmazkodás megvan egyik vagy másik részről s ez elég. Az alkalmazkodás nemcsak egyes nemzetség vagy faj dolga: érvényes az elszigetelt egyénre is; hiszen, ha ez utóbbira nem állna, nem lehetne elképzelni, micsoda titkos eljárással venne erőt a fajon.

A thermikus hajlandóság léte bizonyos; ezt elvitatni nem lehet. A mi nehezen állapítható meg, az a határok fokozata. Hogy zöld ágra vergődjünk, legegyszerűbb volna a kísérletezés. De nem volna elég ismételni a már végrehajtott kísérleteket bármely állaton, növényen. Kiváltképp a meleg források szervezeteit kellene vizsgálat tárgyává tenni s pedig szigorú feltételek alatt. Első teendő lenne megbizonyosodni a víz valódi hőfokáról, a forrás vagy a medence azon részében, melyben az eleven szervezet tartózkodik, s ez némi vigyázattal végrehajtható; második dolgunk volna ezen — magából a forráshól vett organizmusokat, minthogy

azok nyilván jobban alkalmazkodvák, mint a szomszédos hideg vizekéi, még ha a faj azonos is, a forrás vizében tenyésztetni, mely vizet mesterségesen, szabályozott gőzfűtéssel, oly hőfokon tartanunk, melyben megélni képeseknek látszanak. Bizonyos, hogy e tanulmány nem eshetik meg bárhol; de van elég meleg forrás, melynek közelében egy kis ideiglenes laboratórium könnyen fel volna állítható. Ez a kísérlet feltétlenül pontos és kétségbevonhatatlan adatokat szolgáltatna, s valamíg végrehajtvánincs, a megfigyelésre alapított következtetések mindig kétségbe lesznek vonhatók.

Jelenleg az eléggé kielégítőnek látszó tények ezek; táblázatba csoportosítom őket, a nagyobb világosság kedvéért s a megjelölt hőfokok azok, melyekben az illető fajokat folytonosan megélnék lehet tekinteni:

Micrococcus (sp.?)	74°	Van Tieghem (teny.).
Földi bacillusok	68°	Globig (tenyésztve).
Confervák	45°	De Laurès és Becquerel (megfigyelés).
Moszatok	50°	Hoppe-Seyler (megfigyelés).
—	64°	— — —
Leptothrix	75°	(?) Hooker (megfigyelés).
Különféle puhatestűek	34°	Lamarck (megfigyelés)
—	42°	De la Feraudière (megfigyelés).
Halak	25°	Hoppe-Seyler (megfigyelés).

Látnivaló, hogy a majdnem biztos adatokból vajmi sovány az aratás... De oktalanság volna többet akarni megállapítani, s a legtöbb megfigyelés belésett a Tripier és Hoppe-Seyler jelezte tévedésbe. Csak akkor válnak számbavehetőkké, ha a kísérlet igazolni fogja a megfigyelést; vagy legalább attól a naptól fogva, mikor a megfigyelés

kielégítő föltételek közt fog megtörténni.

Bármí sors várjon jövőben a felerősolt adatok értékére, a következtetés lényege valószínűleg változatlan marad. Azt fogja tanusítani, mint már a fenti táblázat is, hogy a szervezetek a hőfok emelkedése iránt annál érzékenyebbé válnak, minél tökéletesebbek, s hogy a legegyszerűbb lények legkönnyebben alkalmazkodnak a magas hőfokhoz.

Az alacsony hőfokokhoz való alkalmazkodásra, mint fennebb mondottam, igen csekély számú adattal rendelkezünk. E részben is a kísérletezés fogja tenni a legjobb szolgálatot. Tudjuk, hogy a szervezetek csakis oly feltétel alatt szaporodnak, ha legalább valami minimális időre élvezhetik a hőfoknak a fajok szerint változó, legalább viszonylagos minimális emelkedését. Ha ezzel a hőfokkal nem rendelkeznek, a szaporodás nem történik meg, miként R é a u m r és Boussingault oly szépen bizonyították. Csakhogy a követelmények a szervezetek szerint nagyon különbözők: egyik csekély meleggel beéri, másik sokat kíván; egyik a hőfok jelentékeny emelkedését meg bírja, más pedig ahhoz nem tud alkalmazkodni. Különösen

nyilvánvaló ez a vízi fajoknál; a békapete 30 fokon még kikél, a lazaczféléké csak 6—7 fokot kíván.

Az eddigiekből az a legfőbb megjegyezni való, hogy nem írhatjuk alá ama skolasztikus felfogást, mely minden élettani, növénytani vagy állattani munkában meg van említve, hogy az élő anyag, vagyis a protoplazma 50 fokonál nagyobb melegben nem bír megélni. E felfogásnak el kell tűnnie, nemcsak azon ténnyel szemben, hogy a spórák és a magvak nagyobb hőfoknak is ellentállnak, hanem ama körülménnyel szemben is, hogy élőlények kifejlődnek és szaporodnak 70 °-nál melegebb vizekben. A protoplazma nemcsak ama szervezet vagy testrészt szerint vehet fel más-más tulajdonságot, a melynek alkotórésze; fajok szerint is különböző lehet. Ez talán kényelmetlen a széltségben elfogadott orthodoxiának; de ime egy pozitív tény, még ha magyarázata ki is kerülíli figyelmünket. Hiszen, ha csak a megmagyarázott tényeket ismernők el, hol volnánk még s mennyiből állna tudományunk?

(H. de Varigny. Revue Scientifique, 1893, 21. sz.)

Fordította GEÓCZE SAROLTA.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.