

A világító baktériumokról.

Mióta a mikroszkóp segítségével fölfedezték a baktériumokat, sok olyan csodás tünetmenny vált egyszerű és könnyen megmagyarázható jelenséggé, a melyeket azelőtt a természettudományok nem tudtak megmagyarázni.

Ezek közé a csodás tünetmennyek közé tartozik az a régen ismert jelenség is, hogy néha az élettelen szerves testek is világítanak a sötétben s a melyről azt hitték, hogy a korhadó vagy rothadó anyagokból folyékony phosphorhidrogén fejlődik, a mely magától meggyúl és világít.

Már Aristoteles ismerte e szokatlan jelenséget s utána számos természetbuvár és utazó tapasztalta, hogy a tenger partján az élettelen tengeri állatok, különösen a halak és a rákok a sötétben világítottak. Néha a nyílt tenger és a kikötőbeli körülzárt víz felszine is világított, kivált ha sok bomló szerves anyag uszkált benne.* Máskor meg a kikötőkben veszteglő hajók külső deszkái terjesztettek maguk körül kékes-zöld vagy zöldes-fehér fényt.

Az is régen ismert dolog, hogy kivételesen egészséges állatok közfogyasztásra szánt friss húsa is világít.** 1592-ben husvét táján Páduában tapasztalták, hogy az egyik mészárszékből vásárolt, látszólag teljesen friss és egészséges juh-hús éjszaka világított. Hieronimus Fabricius ab Aquapendente, a híres páduai anatómus, megvizsgálta a húst és »De oculo visus organo« című munkájának IV. fejezetében a következőket írja róla: »A hús világítása a juh

levágása után körülbelül másfél nap múlva kezdődött, s legalább is négy napig tartott; a vele érintkező kecskehús szintén világított. A fény a zsírból és az izmokból áradt, ezüstfehér volt s minden vele érintkező tárgyra átragadt, mert a hús ragadós nedvességet választott ki.« 1641-ben Montpellierben hasonló tünetmennyt észleltek; ott a hús napokon, sőt heteken át világított, s e tulajdonság minden húsrá, még a legfrissebbre is átragadt, ha ugyanazon mészárszékbé került.

Azóta sokszor látták e jelenséget lóhúson, ürühúson és halakon. Gotteswinter világító sertés- és marhahúst látott, a mely sötét és szellőzetlen kamarában volt egy napig.* Szabad szemmel nézve, mind a két hús frissnek és kifogástalannak látszott, mikor azonban sötét helyen vizsgálta, nagy csodálkozással tapasztalta, hogy a sertéshússal egybefüggő, kettévágott nyakcsigolya és környéke olyan erősen világít, mint az izzó vas. Többször megvizsgálta sötét és világos helyen, miközben arról győződött meg, hogy nemcsak a csont és környéke, hanem a marha- és sertéshúsnak kisebb-nagyobb részletei, a rajtok levő zsír, sőt a papirnak, a melyben hozták, egyes helyei is világítottak, csak hogy e részek világítása legfeljebb 10—15 percig tartott, ellenben a sertéshús még másnap is világított.

Blanc lóhúst látott, a melynek egyes nedves részletei világítottak.** A míg e helyek nedvesek voltak erősebben

* Term. tud. Közl. IV. köt. 139. l.

** Term. tud. Közl. IX. köt. 451. l.

* Wochenschrift für Thierheilkunde. 1890. 4. sz.

** Lyon. Journal 1886.

világítottak, mikor azonban kezdtek száradni, csak egyes mélyedések világítottak még. Ez esetben főképen a kötőszövet és az izomzat világított, a zsír kevésbé. A fényt olyan erősnek mondja, hogy zsebóráján jól látta a mutatót. A rothadás bekövetkeztével a világítás megszűnt.

Arról is van az irodalomban néhány följegyzés, hogy néha a tej, a nyál, a geny, sőt az izzadság és vizelet is világít. *Hermbstädt* említi,* hogy Tübingenben ismert egy földmivest, a kinek teste mindannyiszor világított a sötétben, valahányszor izzadt; különösen a honaljárókban, a mi akkor volt észlelhető, ha testét dörzsölte. *Henkel* is megemlékezik hasonló esetről, a melyet egyik barátján észlelt, a ki olyan szenvedélyesen tánczolt, hogy ennek következtében sokszor elájult; levetett inge ilyenkor egészen nedves volt és világított. *Guyton-Morveau* és *Driessen* a vizelet foszforeszkálását észlelték.

A tenger világítása szintén régen ismert tünemény, s *Bourges* már 1708-ban észlelte Brazília és Malabar mellett e sajtószerű fényt, mely akkor volt legerősebb, mikor a tenger felszínét nyálkás anyag fedte.

Úgy látszik azonban, hogy e tünemény aránylag ritkán látható, s még a trópusi vidékeken sem gyakori. A tenger felszíne ilyenkor egyenletesen világító tömegnek látszik egészen a szemhatárig, s kékes-fehér fényt sugároz ki. Késő nyáron, vagy ősz kezdetén az európai kikötők közelében is észlelték már, de a fény itt sokkal gyengébb szokott lenni.

Már a régiebb írók is, mint *Valmont de Bomare* (1796), *Patrin*, *Tilesius*, *Tukey* stb. megfigyelték, hogy a világító víz felszínét nyálkás anyag fedte, a tünemény okát azonban mindnyájan másban keresték.

* Archiv für die gesammte Physiologie. X. k. 275. l.

Vianelli és *Grisellini* állatoktól, illetőleg élő szervezetektől eredőnek mondták e fényt, *Pfaff* pedig világító ázalékállatokban kereste eredetét.

Mayer 1785-ben megsűrte a világító vizet s azt vette észre, hogy a szűrőn maradó anyag világított. *Artaud* szintén megsűrte a tenger vizét s meglepetéssel tapasztalta, hogy világító tulajdonságát elvesztette. Ebből azt következtette, hogy a fény valamely vízben oldhatatlan anyagtól származik. *Tilesius* és *Macartney* hasonló eredményre jutottak, mert a világító anyag szűrés közben a tölcséren maradt. A mikroszkópi vizsgálat azután kiderítette, hogy egész légió világító szervezet maradt a tölcséren, a melyek az alsóbbrendű állatok különböző csoportjába tartoznak.

A további kísérletekből az is kiderült, hogy a világítás nem *insolatio* következménye, mert ezek az állatok akkor is épen úgy világítottak, ha hosszabb ideig voltak teljes sötétségben mint azok, a melyekre a Nap tartósan sütött.

E kísérletek magukban véve is igen érdekesek voltak, de értékesek is, mert némi világosságot derítettek a kérdésre azzal, hogy bizonyították, hogy a tenger világítása nem azonos az *insolatió*val.

Michaelis a világító tengert nappal vizsgálta meg s azt vette észre, hogy felszíne valamely nyálkás anyagtól zavaros, sárgás mint a folyó víz szokott lenni. Leggyakrabban szeptemberben és októberben, szélszélű időben észlelte e tüneményt, s ázalékállatoktól származtatva a fényt, ebből magyarázta meg azt is, hogy e tünemény leginkább kikötőkben észlelhető, a hol sok a szerves anyag, ellenben a parttól távolabb, a sík tengeren ritkán fordul elő. Ha azonban a kikötő vize rothadni kezdett, akkor megszűnt a világítás is, mert elhaltak az előidéző szervezetek is.*

* Leuchten der Ostsee. 24. l.

Dessaignes más nézetben volt s azt hitte, hogy a víz felszínén úszó nyálkát a világító állatok választják el. Ehrenberg meg nem talált állatokat a világító vízben és csak a felszínén levő nyálkás anyag vonta magára figyelmét.

E megfigyelések tehát majdnem mind a mellett szólottak, hogy a halak testét és a víz felszínét valamely nyálkás anyag vonja be, a melynek eltávolítása megszünteti e tünetényt, de a lekapart, illetőleg a szűrőn maradt nyálka maga tovább is világít.

Valószínűnek látszott tehát, hogy nem a szerves testeknek és nem a víznek van az a csodás tulajdonsága, hogy az est beálltával világítanak, hanem a fény valamely rájuk rakódó anyagtól származik.

Arra nézve azonban nagyon eltérők voltak a nézetek, hogy mi e fénynek forrása. A legtöbb valószínűsége még annak a föltevésnek volt, hogy ázalékállatkák (*Noctiluca*) s más végtelen apró állatok idézik elő. De Ehrenberg és mások megfigyelései ennek a föltevésnek is ellene szólottak, a mennyiben kiderült, hogy a víz felszínéről szedett nyálkás anyag nem mindig tartalmazott élő állatokat.

Mindez sokkal feltűnőbb volt, sem hogy fel ne költötte volna a figyelmet és a természettudományok modern eszközeivel, meg az új módszerekkel végzett kísérletek végre is kiderítették e tünetények valódi okát.

Pflüger volt az első,* a ki alapos tudományos vizsgálatok tárgyává téve e kérdéseket, észrevette, hogy a halak és más tengeri állatok teteme a halál után csak 1—2 nappal kezd világítani.

A friss halhúsról különben már Réaumur is tudta, hogy sohasem világít.

Legtöbbször a második napon kezdődött a világítás és pedig a fejen, a

* Ueber die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen. Archiv f. d. gesammte Physiologie. X. 275. l.

szemek környékén; lassanként azután az egész testre kiterjedt.

A fény minden este erősebbé vált, a világítás tartama azonban a hőmérséklettől függött.

Ha a test világító felszínét késsel lekaparta, megszűnt a világítás; az az oldal pedig, a melyen a hal feküdt, sohasem világított, valószínűleg azért, mert oda nem jutott levegő. A fagyponthoz alatti, légtüres térben, kénhidrogénben és nitrogénben megszűnt a világítás, de meleg helyen és a levegő hozzájutása után újra látható volt. A hús megfőzése, az előrehaladott rothadás, ásványi és növényi savak, a szénsavval és kénhidrogénnel telített víz, a maró alkáliák és a közönyös alkáliák tömör oldatai megsemmisítették, ellenben a cukor, méz, phosphorsavas nátron és a hígított salétromsav oldata erősebbé tette a világítást.

Érdekes jelenség volt az is, hogy ha a világító halon új metszést csinált, az csak néhány óra múlva kezdett világítani.

A világító hal testét napfényen vizsgálva kiderült, hogy zavaros nyálka borította, a mely helyenként 2—4 mm. vastag réteget alkotott. Mikroszkóppal vizsgálva, sajátságos, finoman szemecskézett anyagnak látszott ez, a mely első tekintetre nagyon hasonlított a protoplazmához.

Behatóbb vizsgálattal azt is észrevette, hogy e szemecskés anyag helyenként duzzadt fonalak hálójához hasonló s a duzzadt részek erősebben töltik a fényt. Vízben számtalan fénylő, rendkívül apró golyócskákra oszlott, a melyek 2—3, sőt több tagból álló láncokat alkottak, s 12 órai tenyésztés után az emlősök vörös vérszójai-
nek felényi nagyságára növekedtek. 3%-os tengerisó-oldatban vizsgálva, igen erős életnyilvánulásokat észlelt s mikroszkóppal jól látta, hogy e golyócskák keringettek. Azonkívül azonban apró pálczika-alakú testeket is látott a nyálkában, a melyek szintén mozogtak, de e mozgás lassanként gyengült,

s ha a fedőlemez soká feküdt rajtok, teljesen megszűnt, mihegyt azonban megemelte a fedőlemezt és levegőt bocsátott alá, újra mozogni kezdettek.

Ezek után valószínűnek tartotta, hogy e nyálkás anyag, melyet a világító hal testén talált, megszámlálhatatlan élő lények tömege.

Még inkább megerősítette e meggyőződésében az, hogy a világító anyagot tartalmazó folyadék még kettős szűrőpapiroson átszűrve is világított; csak mikor nyomtatásra használt, vastag és tömött papirossal ismételte a szűrést, maradt vissza a papiroson e világító anyag s lett a folyadék egészen tiszta.

E parányi sejtek e szerint csak a legkisebb élő sejtek, vagyis hasadó-gombák lehettek.

Pflüger a nyálkát a tengeri halakról 3%-os tengerisó-oldatban áztatott édesvízi halakra is átvive, azt tapasztalta, hogy mikor a nyálkaréteg szaporodott, a világítás is élénkebbé vált.*

Mindebből azt következtette, hogy nemcsak az élettelen tengeri állatok világításának, hanem a többi húsféle, az izzadság, a geny, a vizelet és a tenger világításának előidézői is apró, élő szervezetek, valószínűleg baktériumok.

A tünetényt, vagyis a keletkező fényt az oxidálódás következményének mondja s ebből magyarázta meg azt is, hogy a világítás oxigéntelen térben és a lélekzésre alkalmatlan gázokban megszűnik.

Ezen vizsgálatok óta sokan foglalkoztak e kérdéssel, megerősítve és kibővítve Pflüger kísérleteinek eredményeit.

Cohn Ferdinánd e világító baktériumokat 1878-ban *Micrococcus phosphorescens*-nek nevezte el; ezek a halak testét bevonó üvegszerű nyálkarétegben úgynevezett zoogloea alakban fordulnak elő.

A világító húst tudományos szem-

* Ueber die Phosphorescenz verwesender Organismen. Archiv f. d. gesammte Physiologie. XI. 22. l.

pontból Nüesch vizsgálta meg* először, a ki nagyszámú sertéskarajt látott sötétben világítani, a melyekről később kiderült, hogy olyan hentesből származtak, a kinek kamarájában a hús hűsvétől egészen pünkösdig világított éjjelenként. E tünetény valamennyi hús-neműre átragadt, a melyek ez idő alatt a világító hússal érintkeztek. Kísérletképen nyúl, macska- és béka-húsára is sikeresen átoltotta a világító anyagot.

E kísérletek megerősítették egyúttal azt is, a mit már Pflüger állított, hogy bármely fehérjetartalmú anyagon kifejlődhetik e jelenség; nem a halaknak vagy más tengeri állatok húsának sajátosság tulajdonsága és ha ez utóbbiakon mégis gyakrabban észlelik, annak az az egyedüli oka, hogy ezeknek testére a tengerből könnyebben rátelepednek e világító szervezetek spórái, hogy ott a fehérje rovására élősködve, létrehozzák a világítást.

A mikroszkópi vizsgálatok azután ez esetben is kiderítették, hogy a hús kocsonyás anyaggal, vagyis a világítást okozó szervezetek szülte zoogloéával volt bevonva, a melyben Nüesch igen apró és a nedvesség következtében megduzzadt göböcskéket látott.

A fény keletkezését azonban más-kép magyarázta s okát olyan folyamatban kereste, mint a milyen a phosphor világítását okozza; vagyis azt hitte, hogy a hús azért világít, mert valamely ismeretlen szerves anyagnak az oxigénnel való egyesülése közben fény keletkezik. Azzal tisztában volt, hogy ez az ismeretlen test nem lehet phosphor, mert akkor phosphorsav képződött volna az oxidálódás következtében, a mit nem talált; valami közelebről meg nem határozható széntartalmú anyag szereplésére gondolt tehát, a mely fényfejlés közben egyesül az oxigénnel.

Utána Lassar vizsgált** világító

* Gaea 1877. 9. sz. és Ueber leuchtende Bakterien. Basel, 1885.

** Die Mikrokokken der Phosphorescenz. Archiv f. d. ges. Physiologie. XXI.

sertéshúst Berlinben, a mely a sertés levágása után következő napon kezdett világítani. A fényt a kénés gyufa meggyulása előtt látható zöldes-fehér fényhez hasonlítja, a mely akkor látható, ha a gyufát többször végig húzzuk a gyujtón, mielőtt meggyuladna.

A húson talált nyálkás rétegben erős nagyítással számtalan mikroorganizmust látott, a melyek között azonban egyetlen feltünőbb alak sem volt. Mikor azonban a lekaptart anyagból barna és viola anilin-festékkel egy keveset megfestett, azonnal feltűntek a zoogloea-gócok, melyekben nagy gömbölyű baktériumokat talált.

Az alkoholban megkeményített hús metszeteiben szintén ugyanezeket a képleteket látta azokon a helyeken, a melyek világítottak, ellenben a sötétben maradt részek és a szövetek mélyebb rétegei baktériumokat nem tartalmaztak. E baktériumokat részint magukban, részint párosával vagy hosszú füzérekbe csoportosulva látta.

Blanc igen mozgékony, ovális diplokokkusok fedezett fel a világító lóhúson,* a melyek húslében és zselatinában tenyészték, de sohasem világítottak, sőt a húrra történt átoltás után sem világítottak.

A fertőzött helyiségben felakasztott hús 1—5 nap múlva kezdett világítani, ha pedig a friss hús közvetlenül érintkezésbe jutott a világító hússal, 2 nap múlva már ezen is észlelhető volt a világítás.

Szerinte az ilyen hús nem ártalmas az egészségre s a fertőzött mézarszékek és kamarák kitisztítására azt ajánlotta, hogy ammoniakot párologtassanak el bennök. Hasonló véleményben volt van Hertsen is s a mennyiben a mézarszékekben e jelenség kellemetlen hatással lehetne a fogyasztó közönségre, fertőtlenítő szerek alkalmazását ajánlja a mikroorganizmusok elpusztítására.

* Jahresbericht über die Leistungen auf dem Gebiete der Veterinär-Medicin. 1887. 135. l.

Ludwig összehasonlító vizsgálataival* azt igyekezett bebizonyítani, hogy a tengeri állatokon előforduló és a húson talált világító baktériumok azonosak, mert e baktériumok a halakról más húsneműekre s ez utóbbiakról halakra könnyen átolthatók.

Sőt megkísérlette azt is bebizonyítani, hogy a tengeri sajátságos fényt is ezek a baktériumok okozzák, mert ha a világító halakat, vagy a húst lemosta vízzel, bizonyos ideig a víz is világított.

E baktériumok a tenyésztésre használt zselatinába vetve jól tenyészték és, ellentétben a Blanc kísérleteivel, világítottak is. A lemezkultúra mikroszkóppal nézve a csillagos éghez hasonlított; benne számtalan apró világító pontot lehetett látni, a baktériumok elszórt telepeit.

Tenyészsük közben a zselatinát el-folyósították s ilyenkor megszüntek világítani, de ha átoltotta húrra, ismét visszakapták világító képességüket.

Ludwig szerint a baktériumok sötétek s a fényt valamely tőlök termelt anyag idézi elő.

Ezeken kívül néhány más baktériumot is írtak le, a melyek sötétben szintén világítanak.

Dr. Fischer** Nyugot-India közelében a tenger vizéből különített el egy világító baktériumot, a mely vastag pálczikaalakú, két végén legömbölyített, 2—3-szor olyan hosszú, mint széles s kissé az indiai kolera kómmabacillusához hasonlít. Néha oszlasban levő hajlott alakok is láthatók.

Legjobban a főzött halakon tenyésztnek. Élőkön, bár naponként átoltotta, nem sikerült tenyésztene. A fán szintén nem tenyészték, bármily soká állott is az a vízben.

Macskákkal több ízben etetett ilyen világító halakat, azonban semmi káros

* Botan. Centralblatt. XVIII. 11. sz.

** Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien. Zeitschrift f. Hygiene. 1887.

következményöket nem látta, sőt a hasártya és bőr alá, meg a véredényekbe is fecskendett e baktériumokból, de így sem okoztak betegséget.

Ő is azt állítja, hogy a világitás a baktériumok életfolyamatának a következménye s épen úgy valamely chemiai folyamatnak tulajdonítandó, mint a chromogén-baktériumok termelte festékek keletkezése. Azt azonban nem tartja valószínűnek, hogy a tenger világitását mindig baktériumok idézik elő, mivel számos tengeri állat ismeretes, a melyekről mai napig sincsen bebizonyítva, hogy fényöket baktériumok okoznák. Talált azonkívül egy másik, gömbalakú baktériumot is, a mely a Pflüger-től, Lassar- és Ludwig-tól leirottal valószínűleg azonos.

Ide tartoznak még a *Photobacterium phosphorescens*, *balticum*, *indicum* és *luminosum* is, a melyeket részint tengeri halakról, részint a világitó vízből különítették el. Valamennyi mesterségesen is tenyésztethető tengeri vízzel készült halfőzetben, ha hozzá 1% gliczerint, 1/2% aszparagint és 8% zselatinát adunk.

Valószínű, hogy az eddig ismert világitó baktériumokon kívül még több más is van, s e szerint nem mindig ugyanaz a faj okozza a tenger és a tengeri állatok világitását.

Azok a baktériumok, a melyeket Nüesch, Lassar és Blanc a különböző húsneműekről írt le, azonosnak látszanak; nem lehetetlen azonban, hogy ezek között is vannak különbségek, s még más hasonló fajok is élnek.

Beyernick, Lehmann és Tollhausen, a kik e kérdésekkel a legújabb időben foglalkoztak, nem tartják valószínűnek, hogy a fény valamely baktériumoktól elválasztott anyagtól származnék, minthogy e tünetény szerintök intracellularis jelenség, a mely a baktériumok életfolyamata közben és csak akkor keletkezik, ha ez életfolyamat erős, intenzív.

Arra a kérdésre azonban, hogy miképen jutnak ezek a tenger vizében és a tengeri állatokon tenyésző baktériumok a levágott állatok friss húsára és a mézszárszékébe, még ma sem tudunk megfelelni.

Nem lehetetlen, hogy az ilyen esetekben is tengeri halak útján történik a fertőzés. Annál valószínűbb ez, mert világitó húst ez ideig csak olyan városokban és olyan helyeken észleltek, a hol a fertőzésnek ezt a módját kizárni nem lehetett.

DR. RÁTZ ISTVÁN.