

A SERPULA-FÉLÉK LÉGZÉSI VISZONYAIRÓL, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL BŐRÜK FESTŐANYAGÁRA.

Dr. ÖRLEY LÁSZLÓ-tól.

A nápolyi *Stazione zoologica* intézetben több biológiai jelenséget figyelhettem meg, a melyeket ezúttal közzétenni főleg azért szándékozom, mivel azok a *Fejkopoltyús férgek* légzési viszonyainak magyarázatára érdekes adatok gyanánt szolgálhatnak. KRUKKENBERG* és MEREJKOVSZKY** különös súlyt fektetnek a festőanyagok megismerésére, mivel ezeknek segélyével bizonyos élettani működéseket helyesebben lehet értelmezni. E működések pontos felismerésére azonban nem elegendő egyedül a festőanyagok természetét ismernünk, hanem egyúttal a kapcsolatos biológiai viszonyokat is kikutatni kell. Csakis e két iránynak együttes tárgyalása adhat világos képet a bőr hámsejtjeiben elhelyezett festőanyagok élettani jelentőségéről. Főleg ez vezetett a jelen munkácska kidolgozására, a mely «Die Kiemen der Serpulaceen und ihre morphologische Bedeutung» † című dolgozatomnak biológiai tekintetben mintegy kiegészítő részét képezheti.

*

Sok Polychetánál a légzési szükségletet eléggé fedezi ama gázcsere, melyet a test egész felülete végez, a mely egyszerű folyamat annál kielégítőbb, minél nagyobb, azaz tagoltabb a test felülete. A Serpuláknak teste azonban a bőrlégzést csak részben képes teljesíteni, mert azt életmódjuk nehezíti meg. Ezen állatok ugyanis ismeretesen élethossziglan szűk csövekbe vannak bebörtönözve és csupán fejgyűrűiket képesek a bejárón kidugni. A friss víz ennél fogva testük felületére nem folyhatik állandóan és e miatt a fejen elhelyezett legyezőszerű vagy bojtos bőrképletek, az ú. n. fejkopol-

* «Vergleichend-physiologische Vorträge.» Heidelberg, 1880.

** «Sur la tetronérythrine.» Compt. rend. Ac. Sc. Paris. T. 93. p. 1029. «Zoonérythrine.» Bulletin de la Société zoologique de France. Vol. VIII. 1883. p. 81.

† Mittheilungen a. d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. V. p. 197. 1884.

tyuk vagy helyesebben légző tapogatók szolgáltatják úgy alak mint elhelyezés tekintetében a kívánt nagyobb légzési felületet. Hasonló célra szolgáló képletnek tekinthetjük az első szelvényeken elterülő hashártyát is, melynek jelentőségéről alább még lesz alkalom megemlékezni.

A féregcsövek anyaga és alakja szerint a bőrlégzés energiája igen változó, de bizonyos ideig minden körülmény között egyedül is képes az élet fentartására szükséges légzést elvégezni, mivel kísérleteimből kiderült, hogy a kopoltyúiktól megfosztott alakok hetekig életben maradtak. A bőrnemű vagy kocsonyás csövekkel bíró fajok hosszabb ideig képesek kopoltyúk nélkül megélni, míg a meszes csövekben lakó állatok előbb pusztulnak el. Az előbbiekhez a *Sabellák*, az utóbbiakhoz pedig a *Serpulák* tartoznak. Az első csoportba tartozó *Spirographis Spallanzani*, dacára annak, hogy elvesztett kopoltyúinak ujjaképződését időközökben történt megnyirások által megakadályoztam, hét hónapon keresztül élt, míg hasonló viszonyok között a *Serpulák* öt héten túl létezni nem tudtak. E saját-szerű tünemény okát egyrészt a csövek anyagának minőségében, másrészt pedig azok alkatában kell keresnünk. Meszes csöveken keresztül a víz nehezebben szivárog, mint bőrnemű vagy kocsonyás anyagon át és másrészt a relative szűk csövekbe — melyekben a féreg alig képes kinyújtózkodni — a víz nehezebben hatol be, mint a tágabbakba. A *Pomatoceros* és *Vermilia* nemekbe tartozó alakokat még a kopoltyúkon elhelyezett és a testnek a cső mélyébe való visszavonulását meggátoló fedő is hátráltatja mozgásaikban. Ezen alakok első sorban utalva vannak a fejen elhelyezett függelékekre, míg azoknál, melyek fedővel nem bírnak, mint a *Protula* és *Psygmobranchus* nemekbe osztott fajok — a bőrlégzés ismét előtérbe léphet.

A bőrlégzés előmozdításában különös szerepe van a csillós hasi barázdának, mely az alfeltől a nyakig terjed s főleg a *Sabelláknál* erőteljes. E barázdának lefolyását a systematikusok a fajok megkülönböztetésére sikerrel használták ugyan fel, de annak működését nem sok figyelemre méltatták. CLAPARÈDE * azt hiszi, hogy a barázdában elhelyezett csilló hámsejtek a bélsárnak a csőből való kiürítésére valók, míg én azt vélem, hogy ezt a féreg folytonos mozgásai segítségével végezi, vagy mint számtalanszor meggyőződtem, a bélsár a kinyújtott csövek végrészében gyülekezik. De még azon esetre is, ha a csilló mozgás által okozott vízáram a pizsok kiviteltét elősegítené, helytelen volna a barázda keletkezését e működéssel kapcsolatba hozni. Annak célja inkább egy lehetőleg állandó vízáram előidézése, mely a test nyugalmi állapotában is lehetővé teszi a csőben levő víz megújítását. A *Serpuláknál* a hét első testgyűrűn kifeszített hártya, mely hashártya elnevezés alatt ismeretes, gazdag hajszaledény hálózatánál és helyzeténél fogva szintén nagyobbítja a légző felületet. Úgyszólván tartalék-

* «Annélides Chetopodes de Naples.» 1871.

kopoltyúknak tarthatjuk azon esetre, ha a fejkopoltyúk tönkre mennek, a melyektől különben a halacsok igen sokszor megfosztják őket. Ily léggömbökkel megfosztott alakokat az aquariumban gyakran lehet látni, a mint a vízzel érintkezésbe hozni erőlködnek testök azon részét, melyen a hashártya elterül.

A léggömbök vagy fejkopoltyúk rendesen tarkák és csak ritkább esetben egyszínűek. A szín a hámsejteken elhelyezett szemcsés festőanyagtól származik, mely kémiszerek segélyével kivonható.

A legegyszerűbb színezést a Sabellák között a Myxicola-fajoknál találjuk, melyeknél alapul kizárólag egy sötétbarna festőanyag szolgál. A hasonló viszonyok között élő Branchiomák már kissé rikitőbb színű kopoltyúkkal bírnak, habár itt is az említett anyag az alapszín. A Spirographis fajok tapogatói, daczára a sok színkeveréknek, nem bírnak rikitó hatással. Csakis a Serpuláknál tűnnek ezek első ízben elő, hol különösen élénk piros színek dominálnak. Igen érdekes azonban, hogy gyakran a hasonló feltételek alatt élő fajok a legkülönbözőbb és legellentétebb színekkel bírnak, sőt ugyanazon gyarmat egyénei is eltérő színűek, a mint ez az Eupomatus-félék coloniáiról ismeretes. Egy alkalommal egy korszón, melyet Nisida sziget körül 20 méter mélységből halásztunk ki, nem kevesebb mint 10 különféle alakot találtam, melyek mind különböző színű kopoltyúkkal bírtak.

A Serpula félék általában hímnősök és élethossziglan egy helyhez vannak kötve, ennél fogva nem kereshetik föl egymást, azoknál nemi bélyegek ki nem fejlődhetek. DARWIN* ismert művében az alsóbbrendű állatok színeiről szólva a következőképen nyilatkozik:

«Moreover it is almost certain, that these animals have too imperfect senses and much too low mental powers to feel mutual rivalry or to appreciate each others beauty or other attractions.»

A kopoltyúkban levő színek tehát nem felelhetnek meg a nemi kiválasztás eredményének.

Kétséges az is, vajjon e színek védelmi eszközül szolgálnak, mert én egy ízben sem ismertem fel, hogy ezek segélyével valóban a környezethez alkalmazkodtak. A Branchioma-félék szürkés alapszíne hasonlít ugyan azon tengerfenéki homokhoz, melyben tartózkodnak, de a velök együtt élő többi rokon nemek kopoltyúinak színe attól már eltérő. A legtöbb alaknál a kopoltyúk rikitó színét a fehér csövek nagyon is föltüntetik és így ellenségeiknek figyelme annál inkább feltámadhat. Hébe-hóba előfordul ugyan, hogy a kopoltyúk színéhez hasonló spongiák nőnek körül a féregcsöveket, de ezen esetek a ritkaságok közé tartoznak. A Serpulák rikitőbb színezetükénél fogva a megtámadásokra előbb számolhatnak, mint a Sabellák,

* «The Descent of Man, and selection in relation to sex» 1871. Vol. I. p. 321.

melyeknél a kopoltyú és a cső színe megegyezőbb. Azt lehetne vélni, hogy a Serpuláknál az említett színekülönbség ellensúlyozására fejlődhetett a fedő, mely a csak kevésbé zaklatott Sabelláknál hiányzik. Ha másrészt tekintetbe vesszük, hogy a Serpulákhoz tartozó *Protula* és *Psymobranchus*-féle fajok rikító színeik dacára fedővel nem bírnak és mégis nagy számban igen el vannak terjedve, akkor a dolgot másképen fogjuk megmagyarázni, főleg ha tekintetbe vesszük, hogy ott is, a hol van fedő, az szintén rikítóbb színekkel pompázik. Fritz MÜLLER* vizsgálataiból ú. is kiderült, hogy a fedő csak a kopoltyúk kifejlődése után képződik és pedig az első kopoltyúfonal átalakulása következtében, a mi arra utal, hogy fedővel bíró alakok csak később keletkeztek oly alakokból, melyek nélkülözték azt. De azon esetben is, ha a fedő csakugyan a rikító színű kopoltyúk védelmére keletkezett volna, még mindig nyílt kérdés, hogy mily szereppel bírhatnak azoknak a védelemre nézve annyira hátrányos színei?

A színek talán annyiban lehetnének általában véve előnyösek, hogy általuk a kopoltyúk a tengeri Aktiniákhoz hasonlítanak, melyek erős csalánszerveik segélyével ellenségeiket nem egy ízben üzik el. A ki azonban az aquariumokban megfigyelte, hogy halak, rákok, ophyurák és más állatok mily vakmerőséggel szakgatják ki a Serpula-félék kopoltyúfüggelégeit, az a színeknek ily irányú előnyét a védelemre nagyon is elégtelennek fogja találni. Gyakran láttam, hogy a csikó- és trombita-alakú halacsók annyira jól érzik magukat a kopoltyúk között, hogy még a *Spyrographis* csöveibe is beszőknek, ha a féreg visszavonta kopoltyúit. Általában véve, nagy sürgést-forgást észlelhetünk minden alkalommal a Serpula gyarmatok között. Ezek után DARWIN-nak következő szavait ezen állatok kopoltyú színeire is nagyon hajlandó vagyok alkalmazni:

«Bearing in mind, how many substances closely analogous to natural organic compounds have been recently formed by chemists, and which exhibit the most splendid colours, it would have been a strange fact if substances similiarly coloured had not often originated independently of any useful end being thus gained, in the complex laboratory of living organismus.»

A Serpula-félék kopoltyúfüggelégeiben is vegyileg igen különböző anyagok találhatóak, a miről azonnal meggyőződünk, ha azokból glicerin-, æther- avagy alkohol kivonatokat készítünk. Bizonyos színek ezekben oldódnak, mások nem. Rögtön szemünkbe ötlük például, hogy a borszeszben conservált Sabellák kopoltyúszínei megmaradnak, míg ellenben a Serpuláké elhalaványul.

Ha azonban e színeknek élettani jelentőséget akarunk tulajdonítani, akkor első sorban el kellene döntenii, vajjon ezen vegyileg különböző anyagok ugyanegy működésnek szolgálnak-e, mert mint már említettem,

* «Für Darwin.» Leipzig. 1864.

ugyanazon feltételek mellett az alakok különböző színezetű kopoltyúkkal bírnak. Ez irányú vegyi és élettani ismereteink azonban még oly hézagok, hogy bizony egyelőre DARWIN nyilatkozatához kell csatlakoznom, a ki szerint a festőanyagok az élő szervezet laboratóriumában minden haszontól függetlenül keletkezhetnek.

Miután KRUKKENBERG az említettek daczára a festőanyagoknak mégis nagy élettani jelentőséget tulajdonít és azok tanulmányozására utal, én sem mulaszthatom el megfigyeléseimet közzétenni. Nevezett buvár nézetét, hogy a festőanyagok pontos vegyi ismerete nélkül azok működésére következtetni nem lehet, én is elismerem, de nem kevésbé fontosnak tartom ama biológiai folyamatok megismerését is, a melyek létezésükre befolyanak.

Mivel K. BRANDT, a nápolyi Stazione zoologica egyik tisztviselője, a közfigyelmet az állati szövetekben élőködő algákra irányította, melyek a bőrlégzéssel összefüggésben állanak, én sem mulasztottam el, főleg a sárgás kopoltyúkban kutatni utánok, de azokra soha sem akadtam.

Ujabbán azonban főleg egy, WURM által Tetronérythrinnek nevezett narancs-sárga festőanyag, mely az alsóbbrendű állatok bőrében is van, vonta magára a figyelmet. MEREJKOVSZKY volt az első, a ki ezen anyagot sok Gerincztelen állatnál megtalálta és bebizonyítani iparkodott, hogy ennek a bőrlégzésnél hasonló szerepe jutott, mint a Hæmoglobinnak a Gerinczesek vérében. KRUKKENBERG ellenben ama nézetben van, hogy annak főleg a spongiáknál a testanyagának felépítésében van nagy szerepe. Együttal odanyilatkozott, hogy a MEREJKOVSZKY által felsorolt állatok nagy része nem bír Tetronérythrinnel.

MEREJKOVSZKY szerint ezen festőanyag minőségben különböző fajtái a KRUKKENBERG által proponált gyűjtő név alá egyesíthetők «Lipochrome» elnevezéssel. A kopoltyúk festőanyagai, mint vizsgálataimból kitűnt, a Lipochromoknak sajátos reakcióit szolgáltatják, de mindemellett a Sabellák és Serpulák festőanyagának különbségére ismételve utalok. E festőanyagok élettani működését pontosan megmagyarázni még most igen korai volna, hanem sokkal czélszerűbb ama tünetekkel foglalkozni, melyek valamely élettani folyamat következményei lehetnek. Ilyen például azon tényezők kifürkészése, melyek a kopoltyúk színeinek gyöngülését vagy elhalványulását idézik elő. E kérdés megoldására legezészerűbb a *Spirographis Spallanzani* nevű fajokat tanulmányozni. A víztartóba egy pillantást vetni elegendő, hogy a kopoltyúk sötét és igen halavány színárnyalatait együtt szemlélhessük. Az előbbiek csak ujabbán, az utóbbiak azonban már jóval ezek előtt kerültek oda.

A legújabb időkig ama nézet uralkodott, hogy a világosság befolyásolja a színek megtörését; de mióta a CHALLENGER expedíció és MILNE EDWARDS kutatásaiból kiderült, hogy színekben gazdag állatok igen nagy mélységekben is előfordulnak, hova a nap sugarai nem is hatolhatnak, e föl-

tevés elvesztette alapját. A hűvösebb évszakokban számtalanszor volt alkalmam meggyőződni, hogy valamennyi az öböl legkülönbözőbb helyeiről kihalászott Spirographis-fajok igen élénk színű kopoltyúkkal bírtak, dacára annak, hogy az öböl több oly pontjáról származtak, hol a világossági viszonyok kedvezőtlenebbek voltak, mint az aquarium medenczejében. Ez irányú kísérleteim is a mellett nyilatkoznak, hogy a világosság és sötétség e színek hanyatlására befolyással nem bír.

Erre nézve különösen két tényező bírhat befolyással: a tápanyag hiánya vagy a medenczében levő tengervíz minősége. Tudvalevő, hogy az aquariumok vize, mely csak nagyobb időközökben frissítetik fel, kevesebb oxigént tartalmaz, mint a tengerben levő; ez állott esetemben különösen a férgek medenczejében levő vízre, a melyben igen sok állat volt egy szűk területre utalva. A tengerből hozott élénk színű Spirographisokból most többeket egy igen tágas medenczébe helyeztem el és ugyanazon időben egyeseket a már nevezett közös aquariumba is bocsátottam be. Az előbbiek hónapok mulva bár kissé halaványabbak lettek, mégis az utóbbiakhoz aránylag igen élénk színűek voltak. Ha egy edénybe, melyben Spirographiseket tartunk, tengeri algákat helyezünk, a melyek tudvalevőleg a víz oxigéntartalmát növelik, akkor a színek sokáig nem változnak el. Az ily edényben a színüktől megfosztott alakok bizonyos idő mulva színöket legálább annyira visszanyerik, hogy azok árnyalatai előtűnnek.

Mivel a különmedenczében elhelyezett alakok a tápanyag hiányát jobban érezték, mint a közös medenczében levők, azt, mint tényezőt, a színek visszaképződésében feltételezni nem igen lehet. Az oxigénban szegényebb víznek azonban inkább lehet a színek hanyatlását tulajdonítanunk. E mellett szól az is, hogy e színhanyatlást főleg a meleg hónapokban észleljük a legszembetűnőbben, midőn a víz oxigéntartalma a medenczékben a legszegényebb. A víz hőfoka is befolyással látszik bírni a színekre. Annak magassága s az oxigénnek szegénysége a festőanyagok bomlását elősegíteni látszik, míg az ellenkező azok képződését segítheti elő.*

A Serpula-félék a tenger legkülönbözőbb mélyeiben sziklákhöz, vagy egyéb szilárd tárgyakhoz vannak kötve. Sekély helyeken, különösen kis kikötőkben a nyáron át, állandóan nyugodt tenger mellett, gyakran hasonló légzési viszonyok állanak be, mint az aquarium említett medenczejében. Az állatok lassankint kevesebb oxigént tartalmazó mediumba jutnak,

* KRUKKENBERG ugyan állítja, hogy a Tetronérythin egy élő lény légzési folyamatában részt nem vehet, mivel az oly festőanyag, mely a legoxydálóbbszerekkel sem regenerálódik, ha egyszer a világosság befolyása alatt felbomlott. Nézetem szerint a festőanyag nem regenerálódik, hanem felbomlása után, hasonló erők befolyása alatt újra képződhetik, mint a melyek első keletkezésénél szerepeltek. Ezen festőanyagok tartalék-anyag gyanánt tekinthetők, melyek bizonyos körülmények között a bőrlégzést jobban elősegítik, mint a rendes viszonyok között.

legalább a rendszeren megszokottnál kissé eltérőbe. Különösen Mergellina kis kikötőjében találtam helyeket, hol nyáron hasonló körülmények között élő alakokra bukkantam. Az innét gyűjtött Serpulák igen halavány színűek voltak. Nem lehetetlen, hogy ily körülmények között a szükségelt oxgén többlete a festőanyagok által fedeztetik.

A festőanyagok a Serpula-féléknél csakis oly helyeken találhatók, melyek nagyobb vízáramnak vannak kitéve, valamennyinél a kopoltyúkon és a hashártyákon, tehát oly külső bőrképleteken, melyek a légző felületet nagyobbítják.

E tekintetben igen érdekes példa gyanánt szolgálhatnak a hasonló életviszonyok között élő *Praxilla* és *Owenia* nevű fajok. Ezek homokszemekből és nyákból alkotott csövekben a tenger fenekén élnek. A *Praxillák* egy nagyobb nyíláson testök egyik felét kinyújtani képesek, míg az *Owenia* (Aminochares) fajok csupán fejüket kopoltyúikkal dughatják ki. Ennek megfelelőleg az előbbienek testük mellső részén piros gyűrűk vannak, míg az utóbbiaknak csupán durványos kopoltyúik színesek. Mindezen biológiai megfigyelések a festőanyagoknak a bőrlégzésnél jelentőséget látszanak tulajdonítani. Mindaddig azonban, míg ama vegyi folyamatok, melyek e bőrlégzésnél közreműködnek, nem ismeretesek, ezt bizonyosnak nem mondhatjuk.

A bőrlégzésen kívül nem kevésbé tevékeny a béllégzés. A kopoltyú függelékek számtalan villás nyulványaikkal a száj körül örvényszerű mozgást idéznek elő, mely a bélbe folytonosan friss vizet kerget. A bélcsőben helyenkint elhelyezett csillák továbbítják a vizet, mely elvégre is a végbélből ugyancsak csillák segélyével kilöketik. E férgek farkvégüket begörbítik, úgy hogy az anus a cső nyílása felé fordul. Az így fölfelé szökdecselő vízszugár a már említett hasi barázda segélyével a vizet kifelé szállítja. A bélbe került víz az ott bőven elágazó edényhálózatokat átfolyja s azok vérére oxydálja.

Miután a Serpula-féléknél az ú. n. segmental-szervek a külvilággal nem közlekednek, víz a testüregbe nem hatolhat. Különben is fölötte kétséges azon régi nézet, hogy ezen segmental-szervek útján víz a testüregbe juthat.

Végül, hogy a légzési folyamatról tökéletesebb képet nyerjünk, röviden felemlítem, hogy mily módon veszi fel a vér a környezetből az oxgént.

Tény, hogy a legtöbb alsórendű szervezetnél a vér oxydálása, fémnemű, fehérnyeszerű anyagok segélyével történik, mint ez a Gerinczesek vérére is ismeretes. Ily anyag a Serpulaceák véréből ismeretes Chlorocruorin, mely a vér zöld színét okozza. Ezen RAY-LANKESTER által fölfedezett fehérnyemű anyagon kívül még Hæmocyanogen és Hæmonerythrogen is van, melyek különösen az által jellegzők, hogy oxgén elvonása folytán

elszintelenednek. Azonban valószínű, hogy a Serpulafélék vérében részint a vértetestekhez, részint annak plasmájához még másnemű anyagok is vannak kötve, melyek az oxygénhez inkább rokonok azoknál, melyek színváltozásuknál fogva könnyen felismerhetők. A Chlorocruorint a Serpula-féléknél általában felismertem, de annak a légzéshez való viszonyát pontosan meghatározni nem sikerült. Hogy azonban a légzésnél nagy szerepe jutott, azt nagy elterjedésénél fogva gyaníthatjuk. MOSELEY, a Challenger expedítio egyik tagja, 600 méter mély helyekről gyűjtött alakoknál is megtalálta a Chlorochruorint.
