



BIBLIOTEKA
SZKOŁY POWSZECHNEJ

JADWIGA VIEWEGEROWA

ŚWIATŁO W MORZU

Z CYKLU :
PRZYRODA

NR. 71

NAKŁADEM PAŃSTW. WYD. KSIĄŻEK SZKOLNYCH.

BIBLIOTEKA SZKOŁY POWSZECHNEJ

JADWIGA VIEWEGEROWA

ŚWIATŁO W MORZU



BIBLIOTEKA
Państw. Liceum Pedagogicznego żeńskiego
w SIEDLCACH

Nr inwent. 3452.

NAKŁADEM
PAŃSTWOWEGO WYDAWNICTWA KSIĄZEK SZKOLNYCH
LWÓW — 1933

PANSTWOWE WYDAW. KSIĄŻEK SZKOLNYCH WE LWOWIE
UL. KURKOWA 21. — Nr. Telefonu 28-47 — Konto czek. PKO Nr. 141751

BIBLIOTEKA
Państw. Liceum Pedagogicznego żeńskiego
w SIEDLACH

Rezerw. 3732



Vie.
Świa.

Br 418

I.

ŚWIATŁO SŁOŃCA.

Południe. Słońce oślepiającymi promieniami oblewa fale oceanu. Pod jego dobroczynnym wpływem żyją i mnożą się miliardy istot w bezmiernych masach wód morskich. Jedne, zamieszkujące wierzchnie warstwy, korzystają w całej pełni z promieni słonecznych. Inne, nieco głębiej żyjące, przebywają w półmroku, gdyż odbierają zaledwie część promieni słońca — i to tem mniejszą, im głębiej się znajdują. Lecz są i takie, które nigdy nie mogą korzystać ze światła słonecznego, gdyż znajdują się w tak głębokiej otchłani, iż olbrzymie masy wody zwartej nad niemi żadnego promyka nie przepuszczają. Człowiek nie był tam nigdy. Lecz liczne badania naukowe i doświadczenia z zakresu biologji *) i fizyki dały nam możność poznania — przynajmniej w najogólniejszych zarysach — w jaki sposób światło przenika wgląb wody i jak działa na istoty żywe, przebywające w różnych jej warstwach. Ujęcie w całość wyników

*) Nauka o życiu wszelkich istot organicznych.

tych badań pozwoliło nam — do pewnego stopnia — na stworzenie obrazu życia zwierząt w głębinach morskich.

Jak wiemy, światło powstaje wskutek drgań eteru; dochodząc falą do nerwów naszego oka, działają, jako podnieta. O jakości światła stanowi częstość drgań i rozmaita długość fal świetlnych. Jeżeli promień świetlny padnie ukośnie na ściankę pryzmatu szklanego, nie wyjdzie z niego po tej samej prostej linii, po której wszedł, lecz rozłoży się wachlarzowato na szereg promieni, z których każdy załamuje się inaczej i inną ma barwę. Najmniej odchylony jest promień czerwony, najwięcej fioletowy, między nimi zaś mieni się tęcza barw pomarańczowej, żółtej, zielonej, niebieskiej i błękitnej. Zjawisko to nazywa się widmem słonecznem.

Badania stwierdziły, iż barwa czerwona odpowiada falom eteru o większej długości, lecz mniejszej częstości drgań (393 tryljony na sekundę), natomiast barwa fioletowa powstaje przy mniejszej długości, lecz większej częstości tych drgań (756 tryljonów na sek.).

Oprócz dostrzegalnego dla naszego oka widma istnieją jeszcze na obu jego krańcach niewidoczne promienie pozaczzerwone (ultraczerwone), które nagrzewają termometr, a zatem oznaczają się własnościami cieplnymi, oraz promienie pozafioletowe (ultrafioletowe), posiadające własności chemiczne.

Szczegółowe badania tych ostatnich promieni

wykazały, iż można wśród nich odróżnić pod względem biologicznym (wpływu na życie) jeszcze dwa rodzaje. Jedne z nich, te mianowicie, które znajdują się bliżej promieni fioletowych, posiadają dodatni wpływ na życie, natomiast inne, więcej odchylone, działają na organizmy szkodliwie, a nawet zabójczo, np. giną w nich niektóre bakterje i pewne tkanki żywe. Zaznaczmy tu, iż organizmy nie są bezbronne wobec ujemnego działania pewnych promieni. Niektóre komórki roślinne posiadają barwik, który zatrzymuje szkodliwe promienie i przetwarza je na inne, korzystne dla życia. Nie jest wykluczone, iż taką właściwość posiada również barwik, zawarty w skórze niektórych zwierząt.

Promienie słońca, padając na wodę, częściowo odbijają się od jej powierzchni, częściowo zaś załamują się i przenikają w głąb. Jednakże woda dla promieni świetlnych nie jest nazbyt przenikliwa, gdyż pochłania część ich i to tak znaczną, iż na głębokości jednego metra dochodzi zaledwie połowa ogólnej ilości światła.

Pewien badacz, przyjmując liczbę 100 jako ilość światła, padającego na powierzchnię (głębokość 0), znalazł następujące wielkości naświetlania na rozmaitych głębokościach:

0	1	2	3	4	5	7	9	11
m głębokości								
100	52	40	37	34	32	31	30	29
stosunek naświetlania.								

Słynna wyprawa naukowa w latach 1898 i 1899 na statku *Valdivia* określiła następujące strefy morskie na podstawie przenikania światła słonecznego do wody: strefa *eufotyczna* do 80 m najbogatsza w światło, w którym rośliny bujnie rozrastają się; strefa *dysfotyczna* — półmroku do 200 m, w której wyjątkowo pojawiają się pewne gatunki roślin okrzemkowych i kulistych glonów; poniżej wreszcie — strefa *afotyczna* — pozbawiona światła i roślin. Powyższe określenie strefy afotycznej nie jest jednak ściśle i możemy je stosować w znaczeniu raczej biologicznym. Chemiczne działanie promieni świetlnych przenika znacznie głębiej, o czym świadczą następujące doświadczenia.

Na pełnych wodach oceanu w podzwrotnikowych strefach w południe, gdy promienie słońca padają pionowo, czuła płyta fotograficzna uległa naświetleniu na głębokości 1000 m. W innych badaniach otrzymano zczernienie płyty jeszcze czulszej na głębokości 1500 m. Takie próby, czynione na głębokości 1700 m przy dwugodzinnym wystawieniu (ekspozycji) kliszy, nie dały już żadnego rezultatu. Być może jednak, iż udoskonalenie przyrządów pozwoli kiedyś stwierdzić działanie światła na większych jeszcze głębokościach.

Stopień przenikania światła w głąb wody zależy z jednej strony od warunków zewnętrznych, z drugiej zaś od własności samej wody.

Od pory dnia, roku, od położenia geograficznego i od warunków klimatycznych zależy prostopadłość lub skośność padających promieni oraz ich natężenie.

Promienie wschodzącego i zachodzącego słońca, zachwycające wzrok nasz barwną grą kolorów, mają mniejsze znaczenie dla organizmów, przebywających w wodzie. Padając bardzo ukośnie na jej powierzchnię, odbijają się w znacznej ilości i są stracone dla istot wodnych; te zaś, które przenikają, naświetlają tylko warstwy płytsze. W pewnej miejscowości stwierdzono, iż na głębokości 20 m dzień trwa 11 godz., na 30 m — 5 godz., a na 40 m zaledwie 15 min.

Zimą promienie słońca padają ukośniej, niż latem, przy tem znaczną ich część pochłania w tej porze często mglista i wilgotna atmosfera. Dlatego zimowe promienie słabiej naświetlają wody, niż letnie, bardziej prostopadłe, przechodzące przez suche, przejrzyste powietrze.

Taka sama zależność naświetlania od nachylenia promieni słonecznych istnieje w każdej szerokości geograficznej. Przy jednakowem naświetlaniu ilość światła pod 33° półn. szer. geogr. była na głębokości 800 m taka sama, jak pod 50° szer. geogr. na głębokości 500 m i pod 67° szer. geogr. na 200 m. Pochodzi to stąd, iż pod 33° półn. szer. geogr. promienie słoneczne padają na wodę bardziej prostopadłe, niż pod większemi szerokościami, a zatem i przenikanie ich w głąb wody jest większe.

Przenikanie światła wgląb wody zależy także od jej przezroczystości i zabarwienia.

Przezroczystość wody macą w wysokim stopniu niezmierzone ilości maleńkich roślin i zwierząt, unoszących się w wodach (plankton); ciał ich, rozkładające się po śmierci, drobne cząsteczki mineralne rozmywanych i unoszonych przez prądy pokładów ziemi, wreszcie pył, nawiany przez wiatry z wybrzeży, to wszystko maci przeźroczystość wody.

Do pomiarów przejrzystości można stosować bardzo prosty przyrząd, składający się z białego krążka o 20—50 cm średnicy, zanurzanego stopniowo w wodę. Obserwator notuje, na jakiej głębokości przestaje go widzieć oraz — dla kontroli — na jakiej głębokości ujrzy go, gdy będzie się wynurzać z głębin. Przy pomocy powyższego przyrządu obliczono na statku *Valdivia*, iż w 11 miejscach ubogich w plankton widać było krążek do 26 m, natomiast w 12 innych, bogatych w plankton, krążek ginął z oczu na głębokości 16 m.

Zabarwienie wody zależy znowu od zabarwienia planktonu. Czysta woda destylowana w warstwie grubości 1—2m posiada piękny niebieski kolor. Do takiej doskonałości zbliżają się wody Adryatyku w lecie, morza Śródziemnego, szczególnie między wyspami Kretą i Cyprzem, morza Sargasowego, okalającego od północy wyspy Bermudzkie na oceanie Atlantycznym i inne.

Z chwilą, gdy w morzach pojawi się plankton, szczególnie roślinny, zaczynają one nabierać tonów zielonych, żółtych, brunatnych.

„Żółte morze“ zawdzięcza swą barwę masom brudno-żółtego mułu, nanoszonego przez rzekę Hoangho, „purpurowe“ kalifornijskie morze słynne jest z olbrzymich ilości czerwonych skorupiaków, „perskie“, zwane również „zielonem“, bywa okryte kobiercem zielonego planktonu roślinnego, morze „czerwone“ zwie się od masy rozwijających się w niem czerwonych wodorostów i bardzo licznych czerwonych skorupiaków.

Nie wyobrażajmy sobie jednak, aby zabarwienie wód morskich było stałe. Zależnie od pogody, od jasnego lub zachmurzonego nieba, od wiatru i ruchu fal, od wschodu i zachodu słońca, jest ono bardzo zmienne.

Niekiedy pojawiają się w morzu całe pasma, jakby rzeki czy strumienie o innej barwie, niż otaczające wody. Zjawisko to powstaje wskutek nagłego i masowego pojawienia się w danym miejscu jednego gatunku planktonu zwierzęcego lub roślinnego. Podczas wyprawy statku *Valdivia* zauważono koło południowego wybrzeża Afryki żółto-zielone pasmo, nieco dłuższe od stumetrowego statku i o połowę od niego węższe. Po zbadaniu okazało się, iż składa się ono ze zbitych w jedną ławicę zwierzątek, należących do osłonic, zwanych *Salpa flagellifera*. Na północy, na prądzie opływającym Labrador,

inna ekspedycja natrafiła na pas długości 50—70 mil morskich, wytworzony przez czerwone skorupiaki i t. d.

Zależność ubarwienia wody od planktonu można śledzić dokładnie na Bałtyku. Jego wody, o wczesnej wiosnie jasno niebieskie, ubogie o tej porze w plankton — przybierają w maju tony żółto-brunatne wskutek masowego rozwoju pewnego gatunku okrzemków. Latem część morza staje się zielona lub niebiesko-zielona od rozwijających się glonów, część zaś pozostaje żółto-brunatna, lecz barwią ją już nie okrzemki a plankton zwierzęcy. Ten ginie następnie, aby w jesieni ustąpić znów miejsca żółto-brunatnym okrzemkom, rozwijającym się tym razem wszędzie jednolicie. Późną jesienią, gdy wymrze cały plankton, wody stają się znów coraz jaśniejsze i przejrzystsze i promienie świetlne głębiej mogą przenikać.

Już na podstawie tego, o czym mówiliśmy, możemy zdać sobie sprawę, jak dalece inne warunki oświetlenia ma wodna flora¹⁾ i fauna²⁾, niż organizmy lądowe.

Różnice te polegają nietylko na ilości promieni świetlnych, lecz i na ich jakości. Wodne warstw pochłaniają stopniowo kolejne promienie widma słonecznego. Jako pierwsze znikają promienie czerwone. Na głębokości 30 m do-

1) Ogół roślin, właściwych pewnej miejscowości. 2) Ogół zwierząt, właściwych pewnej miejscowości.

chodzi ich znacznie mniej, na głębokości 100 m giną już zupełnie. Pochłanianiu promieni czerwonych towarzyszy pewne zjawisko fizyczne, mogące mieć znaczenie ochronne. Jeżeli barwny przedmiot znajduje się na drodze światła, w którym brak promieni jego barwy, wówczas przedmiot wydaje się czarny, a przez to mniej widoczny. Pochłanianie przez wodę promieni czerwonych wyjaśnia nam fakt, dlaczego nurkowi, pogrążonemu na głębokość 30 m lub więcej, wszystkie czerwono ubarwione zwierzęta wydają się czarne.

Dla życia roślin niezbędne są promienie czerwone, gdyż tylko pod ich wpływem roślina może wytwarzać w swych komórkach zielony barwik (chlorofil). Dlatego zielone rośliny mogą żyć wyłącznie w granicach przenikania do wody promieni czerwonych, a więc do 100 m. Przyroda jednak w tym przypadku poradziła sobie do pewnego stopnia, rozszerzając znacznie te granice. U brunatnic, roślin należących do glonów, warstwa zielonego barwika przykryta jest warstwą czerwonego, który posiada własność pochłaniania niebieskich promieni i przetwarzania ich na czerwone. Promienie czerwone zaś mogą w następstwie wpływać na wytwarzanie się dolnych warstw chlorofilu.

Jednak poniżej 200 m wszelkie życie roślinne jest wykluczone. Tam zaś, gdzie brak roślin, niemożliwe jest istnienie zwierząt roślinożernych. Tam więc zaczyna się panowanie zwie-

rzał drapieżnych, żywiących się mięsem innych zwierząt lub resztkami ich ciał.

Przenikanie promieni niebieskich i zielonych nie jest jeszcze dostatecznie zbadane. Są jednak dane po temu, iż zanikają one w granicach między 400 i 700 m. Fioletowe promienie sięgają do 1000 m, jeszcze niżej przenikają ultrafioletowe, które jednak w najlepszych warunkach naświetlenia nie przekraczają prawdopodobnie 2000 m.

Naświetlenie warstw wodnych w tak rozmaitym stopniu, zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym, ma bardzo znaczny wpływ na rozwój życia wszelkich morskich organizmów. Z całego szeregu czynników, które wpływają na różnorodność gatunków oraz na ilość osobników każdego gatunku, światło należy do ważniejszych.

W jasny słoneczny dzień wypływa łódź na fale spokojnego oceanu. Woda posiada przezroczystość tak doskonałą, jakiej nigdy nie napotyka się w wodzie słodkiej. A jednak kryją się w niej niezliczone ilości istot. Załoga łodzi zarzuca sieć, zakończoną wiaderkiem i ciągnie ją równomiernie z dość szybkim ruchem łodzi. Zawartość wiaderka po wyciągnięciu sieci przelewa się do szklanego naczynia. Już gołym okiem dostrzec można ogromne ilości drobniotkich żyjątek, jedne — nieruchomo zawisłe w wodzie, inne — uwijające się żwawo i niestrudzenie. Przezroczyste lub o delikatnych odcieniach ma-

leńkie te ciała, rozsiane w olbrzymiej masie wód, nie mącą jej przejrzystości. Jedne z nich mierzą po kilka mm, inne zaledwo są widoczne, jeszcze inne, może najliczniejsze, dostrzec można tylko pod mikroskopem.

Do wiaderka dostały się tylko te drobne organizmy. Lecz wierzchnie warstwy przestrzeni morskich zawierają i znacznie większe zwierzęta: mięczaki, skorupiaki, robaki, jamochłony. Za temi dążą ryby i największe ssaki — wieloryby, wszystkie w poszukiwaniu żeru, najobfitszego w nasłonecznionej warstwie powierzchniowej. Połowy wyprawy naukowej na statku Challenger wykazały, iż w górnych warstwach wody do 180 m znajduje się tyleż gatunków, co w całej pozostałej masie. Poniższa tabela podaje nam dokładnie obliczenia:

Głębokość	0—183 m	183—915 m	915—1829 m	1829—2744 m
Ilość gatunków	4400	2050	710	600
Głębokość	2744—3658 m	3658—4573 m	poniżej 4573 m	
Ilość gatunków	500	340	235	

Wraz z głębokością zmniejsza się również i ilość osobników każdego gatunku. Z głębi 900 m wyciągano siecią setki sztuk, z głębi 1800 m znajdowano w sieci zaledwie po 10—15. Na

statku Michael Sars (r. 1910) wyłowiono z głębokości 450—1350 m t. zn. z warstwy grubości 900 m 44 ryby, z niższego zaś słupa wody do 4500 m, a zatem z warstwy przeszło trzy razy większej wyjęto 10 ryb.

Ogólnie można powiedzieć, iż wody do głębokości 2000 m mają faunę bogatą, od 2000 m do 4000 m jest ona znacznie biedniejsza, a poniżej 6000 m do 7000 m wyjątkowo tylko napotykają się pojedyncze okazy.

Należy tu jednak zrobić pewne zastrzeżenie. Badań na podstawie najgłębszych sondowań było dotychczas bardzo niewiele i nie jest wykluczone, iż następne poszukiwania, liczniejsze i dokładniejsze, zgotują nowe niespodzianki, mogące obalić dzisiejsze poglądy.

Nie wszystkie zwierzęta morskie przebywają stale na jednej i tej samej głębokości. Pod tym względem możemy odróżnić zwierzęta eurybatyczne, które bez szkody dla swego organizmu mogą (względnie) dowolnie zmieniać swój pobyt w kierunku pionowym, oraz zwierzęta stenobatyczne, żyjące wyłącznie w pewnych wąskich granicach.

Wśród zwierząt eurybatycznych znane są szczecionogi, należące do robaków, z których na 20 gatunków, zstępujących nawet poniżej 1800 m — 12 znajdowano również w zwierzchnich 180 m. Jeżowce *Echinocardium australe* napotykają się w całej przestrzeni od powierzchni do 4900 m, ślimaki *Natica groenlan-*

dica przebywają od głębokości 4 m do 2300 m, skorupiaki *Gennadas parvus* żyją w warstwach wody między 600 m i 5600 m i wiele innych.

Ze zwierząt stenobatycznych znane są ostrygi, żyjące w wierzchnich kilkudziesięciu metrach. Wiele gatunków koralu, tworzących wyspy i rafy koralowe, nie może żyć poniżej 40—60 m. Rybę *Argyropelecus* znajdowano wyłącznie w granicach między 150 i 500 m. Osłonica *Caesira eugyroides* zamieszkuje przestrzenie między 450 i 540 m i t. d.

Oprócz zwierząt eurybatycznych i stenobatycznych istnieją jeszcze i takie, które stale spędzają życie w określonej strefie wodnej, lecz w pewnym okresie porzucają ją i przenoszą się do zupełnie innych warunków. Dzieje się to zwykle w okresie rozmnażania się. Głowonóg *Nautilus* wypływa z głębi na powierzchnię, gdy nadchodzi czas składania jajeczek. Dojrzałe ryby wypływają również na gody do górnych warstw wodnych i tu pozostawiają swe potomstwo dla dalszego rozwoju. Wyprawa ze statku Michael Sars wyловиła na Atlantyku 90% ogólnej ilości zarybku z wierzchnich 180 m warstw.

Rzadziej zdarza się odwrotnie, t. zn. iż zwierze, stale przebywające w górnych warstwach, opuszcza je, wędrując do dolnych. Larwy meduzy *Velella*, unoszącej się stale na powierzchni, znajdowano na głębokości 1000 m. Węgorze opuszczają wody słodkie i przepadają w wiecz-

nym mroku Atlantyku koło wysp Bermudzkich, gdzie składają swą ikrę.

Oddawna zwrócono również uwagę na to, iż połowyienne i nocne znacznie różnią się między sobą pod względem gatunków. Ma to ścisły związek ze zmianą miejsca pobytu zwierzęcia morskiego w zależności od dnia i nocy. Rybacy łowią śledzie w dzień siecią denną, w nocy zaś siecią zwykłą pod powierzchnią. Olbrzymia płaszczka, *Manta birostris*, dochodząca do 6 m długości i szerokości, z mrocznych głębín wypływa na niemniej mroczną nocą wierzchnie wody, aby tam zaspokoić swój apetyt obfitym żerem. Odwrotnie, srebrzyste sardynki nocie spędzają w głębszych wodach, szukając tam odpowiednich pod względem temperatury warunków, w dzień zaś chętnie wypływają na rozświetlone i ciepłe fale Morza Śródziemnego.

Świetlne warunki, panujące w morzach, odbijają się nietylko na zjawianiu się większej lub mniejszej ilości gatunków, a w każdym gatunku na ilościowym jego rozwoju, lecz poza tem wywierają ogromny wpływ na ubarwienie zwierząt.

W ciepłych falach podzwrotnikowych wód, pełnych blasku i promieni słonecznych, na tle zieleni podwodnej roślinności, wśród jaskrawych koralí i polipów, w stosunkowo płytkich przybrzeżnych strefach, uwijają się świetnie ubarwione ryby o błyszczącej łusce, pokrytej często barwnymi piętami i pasami. Tu i ówdzie roz-

siane są ciała kuliste lub owalne, dochodzące niekiedy wielkości pięści. W zbitej, jak filc tkance ich odróżnić można jeden tylko otwór. Są to gąbki, niezdadne do praktycznego użytku ze względu na szkielet krzemionkowy, lecz piękne swą gorącą pomarańczową barwą. Gdzieniegdzie głowonogi o pstrych, jak marmur, ciałach wyginają i skręcają swe węzowe ramiona, opatrzone setkami przysawek. Obok fioletowych lub czarnych ogórków morskich jeżą się kuliste jeżowce brązowe, purpurowe, niekiedy jasno-żółte lub znaczone białą i fioletową. Wszędzie pełzają piękne koralowe rozgwiazdy i czerwone kraby. A nad nimi kołyszą się spokojnie, unoszone prądami wodnymi, purpurowe, liljowe lub różowe meduzy, przezroczyste, o niebieskawych odcieniach muszelki pantofelków Venus, chroniących delikatne ciało mięczaka, falistymi ruchami przemyka się jamochłon, zwany pasem Wenery, mieniający się kryształowymi blaskami. Jeszcze wyżej, pod samą powierzchnią, miliardy purpurowych, niebieskich lub zielonych glonów i pierwotniaków przepyszniemi kobiercami pokrywają morze na dziesiątki km.

Jaskrawe promienie podzwrotnikowego słońca przenikają do podwodnych lasów, wytworzonych przez krzewy i drzewa przeróżnych koralu, oświetlają je długo i silnie, pozostawiając ślady działania swych przemożnych promieni w bogatej gamie barw, zdobiących najrozmaitsze gatunki flory i fauny morskiej.

Na pełnych wodach oceanów ogólny ton ubarwienia tych zwierząt, które zbyt nie zagłębiają, jest niebieski. Wiele rurkopławów posiada niebieskawe krążki np. wzmiankowana *Velella*, śliczna *Physalia* z Japońskiego morza, u której w miarę posuwania się na południe coraz obficiejszemu się czerwony barwik skórny. Niebieskie ubarwienie posiadają niektóre robaki, pierwotniaki, a nadewszystko liczne skorupiaki i ich larwy. Wśród ryb ubarwienie grzbietu, na który zgóry pada światło, często jest w tonach szafirowych lub lazurowych, natomiast podbrzusze, zwrócone stale ku mrocznej głębi, mieni się srebrzysto-perłowymi połyskami. Barwy — harmonijnie odpowiadające lazurowi nieba i spienionej bieli fal.

Niżej, w przestrzeniach pozbawionych roślinności, tam, dokąd nie wszystkie promienie świetlne dochodzą, panuje barwa czerwona. Tam można spotkać wszelkie odcienia od delikatnego koralu do wspaniałego karminu i ognistej purpury. Lecz odcienia te istnieją dla naszego oka wyłącznie po wyjęciu z wody. Na tych głębiach zaś, na których powyższe zwierzęta żyją, brak jest czerwonych promieni słonecznych, a zatem wszystkie czerwono ubarwione zwierzęta robią wrażenie czarnych, jak cienie przemykających się istot.

Jeszcze niżej, na głębokości 1000 m i więcej, tam, dokąd przenikać mogą jedynie pro-

mienie ultrafioletowe, nieuchwytnie dla naszego wzroku, wszystkie zwierzęta przyodziane są w jednolity ubiór głębinowy, czarny, cieniowany niekiedy purpurą lub fioletem, czasem brązowy lub szary. Tam nigdy nie napotykamy pstrego ubarwienia zwierząt wód przybrzeżnych, tak często ozdobionego jaskrawymi pasami, plamami lub nawet zawilemi rysunkami. Jednolitość jest tak charakterystyczna, iż po niej wprawne oko znawcy może odróżnić miejsce pobytu zwierzęcia.

Lecz oprócz zwierząt barwy ciemnej można napotkać w głębiach, szczególnie wśród ryb, gatunki zupełnie odmienne w swym ubarwieniu: jasne, błyszczące złocisto i srebrzysto. To są zwierzęta eurybatyczne, które w słoneczne dni kryją się w mrokach wody, a nocą wypływają na powierzchnię, zawsze starannie unikając jaskrawych promieni świetlnych.

Nakoniec w największych otchłaniach morskich, między głębią 3000 i 6000 m, skąd wyłowiono dotąd bardzo niewiele żywych istot, te, które znajdowano, były blade, żółtawe, białawe lub szare, zlekka zabarwione niekiedy na niebiesko lub fioletowo.

Te barwy zwierzęce pod wpływem światła tak rozmaite, czasem świetne, błyszczące i różnorodne, niekiedy przyćmione i jednolite, jedne stałe, inne zmienne — wszystkie zależą od budowy skóry. W skórze znajdują się specjalne

komórki, zwane chromatoforami. Mają one kształt gwiaździsty, rozpościerają na wszystkie strony swe rozgałęzienia i napełnione są drobnymi ziarnkami barwika, zwanego pigmentem. Pigment bywa czarny, żółty, rzadziej czerwony. Napełniając chromatofory, przyjmuje on promienie świetlne na nie padające i pochłania je lub przetwarza, nadając skórze ubarwienie. W pewnych przypadkach, pod wpływem podniet np. naświetlenia, mogą ziarnka pigmentu gromadzić się w jednym tylko miejscu, powodując wówczas bladość kolorytu, lub rozpraszać się, wypełniając całą komórkę i jej rozgałęzienia i nadając mniej lub więcej żywe ubarwienie. W innych przypadkach same komórki są kurczliwe, mogą zmniejszać lub zwiększać swą powierzchnię, powodując również nieraz bardzo znaczne zmiany w ubarwieniu.

Nie wszystkie zwierzęta posiadają wszystkie rodzaje chromatoforów. Niekiedy brak np. czarnego pigmentu, wówczas przewagę ma żółty lub czerwony, nadający tak piękną barwę dobrze nam znanym złotym rybkom.

Pigment jest produktem wydzielin organizmu. Liczne bardzo zwierzęta po wyjściu z jaj są kompletnie bezbarwne, przezroczyste, ciało ich przepuszcza promienie świetlne, nieodbijając ich i nie pochłaniając. Z wiekiem tracą swą przezroczystość. Pewne wydzieliny organizmu, skierowane ku skórze, odkładając się w chro-

matoforach w coraz większej ilości, powodują coraz wyraźniejsze ubarwienie.

Mechanizm powstawania pigmentu nie jest znany. Przypuszczalnie polega on na utlenianiu pewnych substancyj wydzielniczych, gromadzących się w chromatoforach, wskutek czego powstaje pigment. W wielu przypadkach światło wpływa na jego zjawianie się zarówno u roślin, jak i u zwierząt.

Zmiany w ubarwieniu u wielu zwierząt w okresie rozmnażania się i przywdziewanie t. zw. szaty godowej pozostają w ścisłym związku ze wzmożoną działalnością całego organizmu. Łososie, pstrągi, dążące w górę rzek dla złożenia tam swego potomstwa, barwią się karmazynowymi plamami na bokach swych wysmukłych ciał. U maleńkiej kolki w czasie tarła czerwienieje podbrzusze, tęczówka z perłowej staje się turkusowa i t. p.

Zmiany w chromatoforach zachodzą niekiedy ze znaczną szybkością. Najlepszym przykładem pod tym względem są głowonogi, które pod wpływem podniety np. dotknięcia, mieniają się, w oczach, przechodząc od tonów jasnych do ciemnych i odwrotnie, a umieszczone na innym tle, niż przebywały dotychczas, prawie natychmiast przystosowują się w barwie do otoczenia. Ryby zmieniają swe ubarwienie znacznie wolniej. Jasne sole, złowione na żółtym piasku morskiego dna i wpuszczone do basenu na granitowe podłoże, po kilku godzinach upodabniają

się doń tak dalece, iż w szaro-białych lub ciemnych plamach, rozrzuconych wśród kamieni, trudno odróżnić żywe istoty.

U ryb głębinowych ciemny barwik posiada prawdopodobnie ważne znaczenie biologiczne. Są przypuszczenia, iż na podobieństwo czerwonego pigmentu u brunatnic, o którym wyżej była mowa, posiada on zdolność pochłaniania ultrafioletowych promieni i przetwarzania ich na inne, niezbędne dla życia.

Zdarzają się jeszcze przypadki, aczkolwiek względnie rzadkie, braku chromatoforów, czyli tak zwany albinizm; takie zwierzęta są białawe lub żółtawe, jak to ma miejsce na dnie największych głębin morskich. Jednak z chwilą, gdy promienie świetlne zaczną oddziaływać, pigment może się zjawić i w tych bezbarwnych ciałach. Robiono tego rodzaju doświadczenia z dodatnim wynikiem na zwierzętach lądowych, zamieszkujących ciemne groty i pozbawionych barwika.

Należy jednak uczynić parę zastrzeżeń. Przedewszystkiem powstawanie barwika nie zawsze jest związane z naświetleniem. Widzimy to na przykładzie zwierząt głębinowych, nieraz bardzo silnie ubarwionych, aczkolwiek ciemnym pigmentem. A następnie, nie zawsze naświetlenie wywołuje zabarwienie. Wiele gatunków morskiego powierzchniowego planktonu posiada przez całe życie ciało całkowicie bezbarwne, przezroczyste, w którym ciemniejszymi plamami

i linjami zaznaczają się wnętrzości. Stąd wniosek, iż pigmenty bywają rozmaite, nie wszystkie wymagają światła dla swego rozwoju, a są nawet i takie, które światło niszczy. Być może, iż taki właśnie barwik znajduje się w przejrzystych zwierzątkach planktonowych.

Oprócz pigmentu w chromotoforach niekiedy wpływają na ubarwienie zwierząt kropelki tłuszczu oraz małeńkie, mieniające się kryształki, leżące u podstawy łusek rybich i w niektórych tkankach. Onę nadają rybom ich piękny srebrzysto-perłowy połysk.

II.

ŚWIATŁO ORGANICZNE.

Stanęliśmy u kresu światła. W morskiej toni wzrok nasz nie wyczuwa już żadnych promieni. A jednak poniżej tego kresu, poniżej nawet kresu przenikania ultrafioletowych promieni, bo aż do 6000 m żyją i mnożą się zwierzęta, posiadające organa wzroku, a zatem zdolne do otrzymywania wrażeń świetlnych.

Wrażenia te mogą być dwojakiego rodzaju. Jedne prawdopodobnie wywołane promieniami dla nas nieuchwytnymi, lecz, jak już mówiliśmy, oddziaływującymi jeszcze na płytę fotograficzną na głębokości 1500 m. Tam więc, gdzie dla nas byłaby ciemność zupełna, zwierzęta mogłyby widzieć otaczające przedmioty.

Drugi typ wrażeń świetlnych pochodzi z innego źródła, niż słońce. Źródłem tem jest światło organiczne, wydzielane przez różne istoty, bardzo rozpowszechnione w wierzchnich warstwach wód morskich, lecz jeszcze więcej w głębinach.

Dopóki nie znano dostatecznej ilości przedstawicieli fauny głębinowej ogólnie mniemano, iż w wiecznym mroku otchłani wodnych organ wzroku, nigdy nieużytkowany, ulega zanikowi. Przypuszczenia te oparte były na badaniach pierwszych bardzo nielicznych okazów, wyłowionych z głębin, z których jedne, dziwnym zbiegiem okoliczności, pozbawione były kompletnie oczu, inne zaś posiadały je w stanie zaniku. Wyprowadzono stąd wniosek, iż z powodu braku światła i nieużytkowania wzroku oczy u wszystkich zwierząt głębinowych uległy zanikowi w mniejszym lub większym stopniu. Wniosek ten okazał się przedwczesny i oparty na błędnych przypuszczeniach. Po pierwsze, w morskich głębinach brak wprawdzie światła słonecznego, lecz istnieje światło zwierzęce. Po drugie zaś — większość zwierząt głębinowych posiada oczy normalne, a nawet często rozwinięte w znacznie większym stopniu, niż u tychże gatunków, przebywających bliżej powierzchni.

Fakt ten jest dostatecznym dowodem, że zwierzęta głębinowe posilkują się swemi organami wzroku, a nadmierny rozwój oka świadczy o małej ilości promieni świetlnych, do wy-

zyskania których oko przystosowało się, zwiększając swą powierzchnię.

I w samej rzeczy, późniejsze wyprawy naukowe dały dostateczny materiał dla potwierdzenia powyższych wniosków. Przekonano się przede wszystkim, iż tak przyważająca ilość zwierząt głębinowych posiada zdolność wydawania światła, iż zjawisko to można uważać jako jedno z przystosowań do życia w głębinach.

Wspaniały jest widok, gdy wieczorną porą unosi się do góry sieć, napełniona zdobyczą głębinową. Całe wnętrze jej płonie tajemniczym zielonkawym ogniem, mieni się żywą purpurą i posępnym fioletem, ognistą czerwienią i gorącym złotem aż do niebieskawych odcieni błędnych ogników i białego żaru rozpalonego żelaza. Tyśiące promienistych snopów tryska fontannami i bije kaskadami¹⁾ na wszystkie strony, jarząc się barwami tęczy i spływając w otchłań morską deszczem ognistym.

Wśród tych żywych pochodni napotkać można najrozmaitsze grupy.

Najogólniej można je podzielić na takie, u których światło jest rozproszone w całym ciele, u innych umiejscowione w pewnych punktach, i na koniec, jeszcze inne, oprócz źródła światła, posiadają całą aparaturę, dostosowaną do kierowania, wzmacniania, odbijania i t. d. tego światła.

¹⁾ Kaskada — mały wodospad.

Niezliczone ilości świecących bakteryj gromadzą się niekiedy w takich masach, iż oświecają mdłym blaskiem całą powierzchnię morza.

Jedne z nich unoszą się swobodnie na falach, lach, wywołując fosforescencję¹⁾ wody, inne gromadzą się na roślinach i na ciałach zwierząt morskich, żyjąc ich kosztem i powodując ich świecenie. Niekiedy bakterje skupiają się na pewnych tylko miejscach obcych ciał, wywołując wrażenie świecących organów. U niektórych ryb składają się one z szeregu komórek gruczołowych, zakończonych zewnętrznymi otworami, w których można pod mikroskopem odróżnić ruchome bakterje. Bakterje te, zwane fotobakterjami, mogą być hodowane na odpowiednich pożywkach, wymagają jednak niskiej temperatury. W zbyt wysokiej cieplecie świecenie ustaje natychmiast i bezpowrotnie. Natomiast bardzo dobrze znoszą te bakterje niską temperaturę. Próbowano nawet zamrażać je z dobrym skutkiem, i otrzymano świecący lód.

Podczas odczytów w Instytucie Oceanograficznym²⁾ w Paryżu oświetlano salę przy pomocy balonów, wypełnionych pożywką z fotobakterjami. Oryginalną tę, jedyną w swoim rodzaju iluminację, podziwiać mogło parę tysięcy osób.

Fotobakterje rozwijają się z wielką łatwością na rozkładających się ciałach zwierzęcych

¹⁾ własność świecenia w ciemności, ²⁾ oceanografia = nauka o morzach.

w obecności wody morskiej, a nawet i zwyczajnej z dodatkiem soli kuchennej. Jeżeli inne zwierzę posili się taką świecącą padliną, może oświecić wnętrze swego ciała. Na piaskach nadmorskich często napotykają się maleńkie skorupiaki, które po takiej uczcie same wyglądają jak błędne ogniki, a nawet mogą zarazić tem pożyczonem światłem swe potomstwo.

Wiadomości nasze, dotyczące bakteryj z głębin morskich, są jeszcze bardzo nieliczne i nie wiemy, czy dużo z nich należy do świecących. Znaleziono jednak już kilka gatunków, i być może, iż jest ich tam znacznie więcej. Rojąc się w wielkich ilościach, mogą wyścielać muł denny świetlistym kobiercem i być jednym z ważniejszych źródeł światła głębin morskich.

Na morzu Północnem najbardziej rozpowszechnionym świetlnym organizmem jest pierwotniak *Noctiluca*. Jest to pojedyncza, okrągła komóreczka, zawierająca w swej plazmie drobnutki ziarenka o zabarwieniu pomarańczowem. Każde z nich świeci osobno, nadając całości zielonkawe lub niebieskawe połyskliwe światło. *Noctiluca* mnożą się nadzwyczaj szybko i przy sprzyjających warunkach mogą pokryć znaczną część powierzchni wody. W burzliwy czas, gdy woda jest niespokojna, każda fala połyskuje fosforycznym blaskiem i fontanny iskieł unoszą się wraz z kropelkami wody, odrywanymi wichrem, dając czarowny, nieporównany widok w duszną, letnią noc. Światło tego pierwotniaka

w odróżnieniu od światła bakteryj nie jest stałe, lecz wywołuje je mechaniczna podnieta np. silniejszy ruch wody.

W morzach podzwrotnikowych podobne, lecz bardziej jednostajne światło wydziela również pierwotniak *Pyrocystis*.

Prześliczne, błękitnawo opalizujące¹⁾ światło, choć słabsze od poprzednich, daje jeszcze inny pierwotniak: *Peridinium*. Maleńka jego komórka opatrzona jest pancerzem, ułożonym z poszczególnych płytek. Światło wydziela się z kropelek tłuszczu, rozrzuconych w ciełe.

Wśród jamochłonów znajdujemy bardzo wielu przedstawicieli gatunków świecących. Jedne z nich stale są przytwierdzone do podłoża, inne biernie dają się kołysać prądom, jeszcze inne pływają samodzielnie.

Na podmorskim dnie wyrastają wspaniałe krzewy *Pennatula* nakszałt piór strusich o szkarłatnej łodydze, której dalsze rozgałęzienia dźwigają całe szeregi przezroczystych niemal kielichów — polipów. Od podstawy krzewu przebiega błyskawica zielonego światła, zapalając się i gasząc kolejno w każdym kielichu. Solidne pnie drzewiastych *Gorgania* o cienkich gałązkach, pokryte są grubą warstwą wapiennej kory, w której osadzone są polipy. Zarówno kora, jak i polipy, jarzą się światłem bardzo żywym, mieniającem się czerwienią, purpurą

¹⁾ opalizować = mienić się różnemi kolorami jak minerał opał.

i szafirem, co spowodowało poetycką nazwę dla tego gatunku koralu — wachlarz *Venus*.

W wodzie unoszą się delikatne, o artystycznym rysunku, kopulaste meduzy, z których jedne posiadają światło rozsiane po całym krążku, inne świecą jego brzegami lub wewnątrz swych organów. Najczęściej spotykana wśród nich jest *Pelagia nectiluca*, wielkości pomarańczy, o długich czułkach, zwisających z krążka. Niekiedy meduzy te gromadzą się w wielkich ilościach na powierzchni wody, a światło, rozproszone pod wierzchnią warstwą i w kanałach ich ciała, nadaje im wygląd gładkich, płonących lamp. Wspaniała *Cyanea* ze swą kopułą o dwumetrowej średnicy ciągnie za sobą bujną grzywę cienutkich czułków, dochodzących do 30 m długości — wszystko świecące blado-zielonym delikatnym promieniem.

Wdzięczne kształty żebroplawa *Beroe*, pływającego przy pomocy bocznych żeberek w położeniu pionowym, świecą błękitnem lub purpurowem światłem, tworząc bajeczne morskie latarnie.

Wiele szkarłupni, wyłowionych z dna morskiego, posiada światło zielonkowe. Światło to, tak jak i u jamochłonów, nie jest stałe, lecz zjawia się kolejno na rozmaitych częściach ciała. Czasem błędny ogień zapłonie na środkowej części tarczy rozgwiazdy i mieniącym zygzakiem przeleci do ramion. Kiedy indziej, końce pięciu

ramion błysną zielonkawem światelkiem, by zgasnąć na środku.

Wśród morskich robaków napotymano na pewne gatunki pierścienic, wydzielających żywe zielone światło. Przejrzysta *Sagitta* posiada również własność świecenia.

U wszystkich zwierząt, o których mówiliśmy, światło jest rozproszone w całym ciele lub w pewnych jego częściach. U innych pojawiają się specjalne organa świetlne, choć o pierwotnej jeszcze budowie. Do takich należy np. małż *Pholas dactylus*. Wierci on otwory w przybrzeżnych skałach morza Śródziemnego i Atlantyku i, zamknięty w swej skorupie, przebywa tam stale, komunikując się ze światem zewnętrznym zapomocą długiej rurki, na końcu której znajdują się dwa otwory. Przez jeden wchodzi woda świeża, obmywająca skrzel, przez drugi zaś wychodzi zużyta, unosząca jednocześnie inne wydaliny organizmu. Podrażniony mięczak wyrzuca przez rurkę strumień świecącej wody, zawierającej fotosubstancję¹⁾. Od wewnątrz u podstawy rurki znajdują się gruczoły, wytwarzające tę substancję, komórki nerwowe, doprowadzające podrażnienie, oraz włókna mięśniowe, których skurcz powoduje wytrysk świetlistej cieczy.

Jedne z najbardziej efektownych światel wydaje osłonica *Pyrosoma*. Jest to kolonja tysięcy

¹⁾ substancję świecącą.

polipów, ugrupowanych w galaretowej masie w wielki metrowej długości pusty walec. Przy najmniejszym podrażnieniu *Pyrosomy* widać przebogatą grę błysków od żywej czerwieni do głębokiego szafiru¹⁾, poprzez barwy szmaragdowe²⁾, topazowe³⁾ i ametystowe⁴⁾. Każdy z maleńkich osobników posiada parę organów świetlnych, złożonych z komórek gruczołowych i nerwowych.

Liczne skorupiaki posiadają podobne organa. *Ophlophorus*, wyłowiony z głębi 4800 m, wyrzuca z dwóch otworków, znajdujących się u nasady paszczy, ciecz, która w zetknięciu z wodą płonie niebieskim światłem. Wiele innych skorupiaków ma organa świetlne u nasady rożków, na szczękach lub też na odnóżach, a nawet na całym tułowiu.

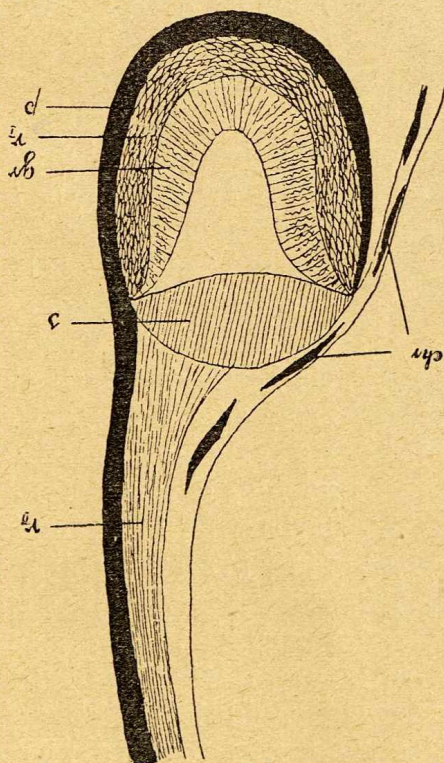
Pozostają jeszcze do rozpatrzenia bardzo złożone organa świecące, pospolite u wyższych zwierząt, przebywających w głębinach. Oprócz źródła światła, na które składają się gruczoły, wydzielające substancję świetlną, znajdują się tam udoskonalone narządy optyczne, służące do zgęszczania światła, do odbijania go, barwienia, zwiększania lub zmniejszania natężenia i t. d. Narządy takie napotkano w trzech grupach zwierząt wodnych: u głowonogów, u skorupiaków i u ryb — jedyńskich kręgowców, posiadających zdolność świecenia.

¹⁾ ²⁾ ³⁾ ⁴⁾ nazwy barw, pochodzące od nazw odpowiednich minerałów.

Głowonogi posiadają organa świecące, umieszczone z małymi wyjątkami na stronie brzusznej tak, iż oświecają one przestrzeń od spodu lub przed nimi, lecz nie od góry. Jedne z nich posiadają po kilka organów, u innych rozsiane są ich setki w skórze głowy, tułowia i ramion. Każdy organ świetlny zewnętrznie ma wygląd owalnego czarnego ciała, którego jeden koniec jest ścięty i zaopatrzony w dwuwypukłą soczewkę. Podłużne przecięcie tego ciała (rys. 1) wykazuje, iż na zewnątrz otoczone jest ono czarnym pigmentem (p), nieprzepuszczającym promieni świetlnych. Tkanka pigmentowa wewnątrz wyłożona jest zbitą warstwą srebrzystych komórek. Ta warstwa służy do odbijania promieni czyli odgrywa rolę reflektora (r. I). Na niej opiera się jeszcze inna, złożona z wydłużonych gruczołowych komórek (gr). Tu jest źródło wytwarzania się światła. Promienie jego padają przede wszystkim na srebrzysty reflektor i, zatrzymane przez tkanę pigmentową, wszystkie zostają odbite i skierowane do soczewki (s). Ta ostatnia, zbudowana z warstw tkanki przezroczystej, lecz o rozmaitej sile załamывania promieni, działa, jak najbardziej doskonałe szkło optyczne.

W tym tak skomplikowanym organie jest jeszcze jedno udoskonalenie, dzięki któremu można zobaczyć niezwykle efektowne zjawisko u głowonoga *Lycoteuthis diadema*, które jeden z organizatorów wyprawy na statku *Valdivia* ma-

lowniczo opisuje w następujący sposób:
 „Z wszystkich zachwycających barw, które nam
 dostarczyły głębiny morskie nic nie może się
 równać z kolorytem organów świecących tego
 głowonoga. Mniemać można, iż ciało jego ozdo-

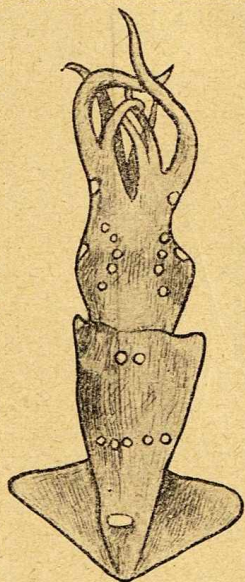


Rys. 1.

Przecięcie organu świetlnego u głowonoga *Histoteuthis Rüppelli*.

p — pigment, *r_I* i *r_{II}* reflektory, *gr* — komórki gruczołowe, *s* — soczewka,
chr — chromatofory. Rysunek szematyczny według Joubin.

bione jest diademem¹⁾ z mieniących się drogo-
cennych kamieni; organ środkowy nad oczami
świecił błękitem ultramaryny²⁾, boczne — po-
łyskiem pereł. Na stronie brzusz-
nej błyszczały ognie rubino-
we³⁾, poniżej zaś jaśniały srebr-
no-białe lub perłowe z jednym
lazurowym⁴⁾ pośrodku“. Ten
żywy klejnot morskich otchłani
udało się sfotografować w pełni
jego działalności przy jego wła-
snem świetle. (rys. Nr. 2).



Rys. 2.

Głównóg *Licotheuthis*
diadema. Według fotografii
Chuna. Z Plankton-
kunde Steuera.

To ciekawe zjawisko róż-
norodności barw zależy od zna-
nych nam już komórek chro-
matoforowych, (patrz rys. 1 —
chr), znajdujących się w prze-
zroczystej skórze, która pokry-
wa cały organ świetlny. Jak
wiemy, chromatofory zawiera-
ją barwik, który może się sku-
piać, przepuszczając, jak przez
szybkę, promienie białe lub też
rozpraszać się, zabarwiając

promień swym kolorem. Jeżeli wyobrazimy sobie,
iż przed soczewką znajduje się kilka chromato-
forów, z których każdy zawiera pigment innej

¹⁾ korona królewska, ozdobna przepaska na głowę, ²⁾ od-
miana barwy niebieskiej. ³⁾ minerał barwy czerwonej, ⁴⁾ la-
zur = błękit.

barwy, kolejno promadzący się lub rozpraszający się, zrozumiemy wówczas przyczynę powyższych efektów świetlnych, powstawania tych mieniących się ogní, zapalających się i gasnących dowolnie.

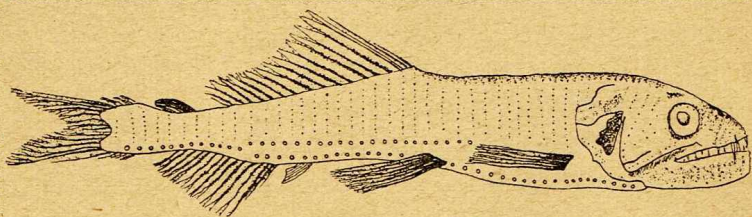
Powyższa budowa organów świetlnych może być mniej lub jeszcze więcej złożona, lecz zasadnicze części znajdują się wszędzie.

U skorupiaków można odróżnić dwa typy organów świecących. Jedne z nich są rozmieszczone na tułowi, odnóżach, szczękach i te posiadają budowę bardzo podobną do wyżej omówionej u głowonogów z tym wyjątkiem, iż zamiast czarnego pigmentu zawierają czerwony. Drugi typ nie posiada soczewek. W tych organach szczególnie godne uwagi jest ich umieszczenie. Są one osadzone u dolnej nasady złożonego oka skorupiaka i skierowują swe promienie świetlne ku jego powierzchni.

Organa świetlne u skorupiaków zaopatrzone są często w specjalne mięśnie, co pozwala na kierowanie światła w dowolnych kierunkach. Mogą więc one w otchłaniach morskich oświecać przedmioty przed, nad i pod nimi oraz po bokach znajdujące się, co w znacznej mierze pomaga im w poszukiwaniu żeru.

Najbardziej jednak zdumiewającą różnorodność organów świetlnych napotykamy u morskich ryb (rys. Nr. 3). Jedne z nich niosą przed sobą płonące pochodnie w postaci świetlistych plam na wydłużonych wyrostkach gór-

nej lub dolnej szczęki. U innych boki i podbrzusze usiane są gęsto świecącymi gwiazdkami, z których jedne ułożone są w regularne rzędy na bokach, inne rozrzucone po całym ciele. Jeszcze inne świecą plamami koło oczu, paszczy a nawet wewnątrz oka i paszczy. *Malacosteus* błyszczy wielkim rubinem tuż pod okiem, a nieco za nim żywym światłem odbija mniejszy szmaragd¹⁾. *Cyclotho*n posiada u podstawy oka



Rys. 3.

Ryba świecąca *Batylichnus cyaneus*. Według Brauera. Z Planktonkunde Steuera.

narząd tak zbudowany, iż światło zeń wydzielane skierowane jest wyłącznie do oka. U *Ipnops* brak oczu kompletnie, a na ich miejscu znajdują się dwie duże przezroczyste błony, oświetlone od spodu przez bardzo złożone narządy optyczne. U *Halosauropsis* zewnętrzna skóra, zawierająca chromatofory, zwisając fałdą, może zakrywać lub odkrywać nakształt okiennicy organa świetlne.

Niektóre ryby posiadają na swym ciele dwa lub więcej rodzajów organów świecących. Nie-

¹⁾ minerał barwy zielonej.

kiedy parę lub kilka tworzy ugrupowania, wzmacniając znacznie natężenie światła.

Przy całej różnorodności tych organów zasadnicza budowa jest — mniejwięcej — jednakowa. Znajdują się one w bezpośredniej zależności od całego systemu kanałów, gruczołów i nerwów, składających się na całość organu, znanego u ryb pod nazwą „linji bocznej“. Pod szkłem powiększającym można stwierdzić, iż właściwa „linja boczna“ składa się z szeregu maleńkich otworków w łuskach, leżących na boku ryb od nasady ogona aż do głowy. Otworki prowadzą do podłużnego kanału, idącego wzdłuż ciała i rozgałęziającego się na głowie. Odnogi otaczają szczęki, oczy, policzki. Wewnątrz kanału znajdują się gruczoły, wydzielające śluz i obficie unerwione. Całość stanowi niezmiernie wrażliwy organ, odczuwający ruch wody i wszystkie jej wstrząsy. U ryb głębinowych organ ten oprócz tego przystosował się do czynności świecenia. W otworkach łuski osadzone są maleńkie, okrągłe lub owalne organa świecące. W samym otworku błyszczy wypukła soczewka, pozostała zaś część okryta jest czarnym pokrowcem barwika. Barwik wysłany jest zbitą srebrzystą masą komórek, tworzących zwierciadło wklęsłe czyli reflektor. Na tej warstwie umieszczone są komórki gruczołowe, wytwarzające świecący śluz. Promienie jego światła, odbite przez zwierciadło, skierowują się ku soczewce.

Jak widzimy, budowa ta jest bardzo podobna

do opisanej u głowonogów. W szczegółach jednak jest ogromna różnaitość i niema może dwóch gatunków ryb, któreby posiadały jednakowe, a nawet na jednym gatunku niejednokrotnie można znaleźć różne rodzaje. W jednych organach brak barwika i narządu do odbijania światła, inne posiadają aż dwa reflektory, jeszcze u innych napotyka się różnorodność w budowie i rozmieszczeniu komórek gruczołowych. Czasem otworki linii bocznej są otwarte i świecący śluz wydobywa się nazewnątrż, kiedyindziej zasłonięty jest, jak szybką, skórą przezroczystą lub zawierającą chromatofory o różnem zabarwieniu. Takich odmian organów świecących znaleziono już u ryb dwadzieścia kilka.

Gdy mówimy o świetle słonecznem, mamy zwykle na myśli jego promienie świetlne i ciepłne. To samo mamy w przypadkach innych źródeł światła np. elektrycznego. Światło zwierzęce różni się pod tym względem. Dotychczasowe dane, oparte na bardzo dokładnych badaniach promieni świecących, wydzielanych przez bakterje *Noctiluca*, *Pyrosoma*, meduzy i in. wykazały, iż podczas ich świecenia ciepło się nie wydziela. A zatem światło zwierzęce jest zimne.

Bardzo interesujące jest zagadnienie siły tego światła. Niestety, odpowiedzi na to pytanie są bardzo ogólnikowe, niedokładne i nieliczne. Siła ta uzależniona jest przedewszystwszystkiem od gatunku zwierząt i od ich ilo-

ści. Jak twierdzi jeden z uczonych, można przy odbłasku fal morskich, zawierających olbrzymie masy świecących bakterij, odróżnić litery w odległości 4—5 stóp; inny badacz mógł odczytać godziny na zegarku w odległości jednej stopy, przy świetle „4—5 łyżeczek od kawy *Noctiluca*”. Bakterje, pokrywające ciało martwej ryby, dość dokładnie oświetlają jej kształt.

Próbowano również robić dokładniejsze pomiary zapomocą przyrządów fizycznych. Wyników takich jest jeszcze bardzo mało. Obliczono na przykład, iż dla wyrównania siły światła jednej normalnej świecy potrzebna jest taka ilość bakterij, która pokryłaby powierzchnię 2000 m². Przy pomiarach siły organów świetlnych dwóch ryb z mórz archipelagu malajskiego znaleziono, iż każdy z nich odpowiada 0,003 siły świecy normalnej.

Równie niedokładne i nieliczne są badania nad widmem światła zwierzęcego. Naogół dały one rezultaty nieco zbliżone do widma światła słonecznego, różniące się jednak natężeniem i rozległością. Światło bakterij *Bacillus lucifera* z Adrjatyku i z morza Północnego przedstawia widmo, składające się z barw zielonej, błękitnej i nieco fioletowej. W widmie światła osłonicy *Pyrosoma* znaleziono wszystkie barwy z wyjątkiem fioletowej, przyczem oba krańce, t. zn. czerwony i niebieski były bardzo słabe. Żebroplaw *Beroe* i meduza *Pelagia* dają jednolite słabozielone widmo.

Światło zwierzęce, podobnie jak słoneczne wywołuje fosforescencję, t. j. świecenie się rozkładających się organizmów, czerni płyty fotograficzne, gdyż słyszeliśmy już, iż udawały się fotografie, robione przy tem świetle. Światło to powoduje u roślin zgięcia, zwane fototropicznemi, a nawet niektórzy badacze twierdzą, iż może ono wpływać na wytwarzanie się w liściach zielonego barwika. Co dotyczy zabarwienia, światło zwierzęce posiada przeważnie odcień zielonkawy. Jednakże, jak już wiemy, napotkać można wszystkie inne kolory tęczy od czerwonego do fioletowego i to nie tylko wśród rozmaitych gatunków zwierzęcych, lecz nawet na jednym osobniku.

Pod względem chemicznym natura światła zwierzęcego została już w pewnym stopniu poznana. W świecących komórkach znaleziono trzy substancje: lucyferynę, która ulega utlenieniu, wydając przytem światło, lucyferazę — służącą, jako czynnik, pobudzający utlenianie, i fotofeleinę — niezbędną dla całkowitego utlenienia lucyferyny. Substancje te mogą różnić się między sobą, zależnie od gatunku zwierzęcia. Od mniejszego lub większego ich stężenia zależy natężenie i długość świecenia.

Wspominaliśmy już, iż pierwsze okazy zwierząt, wyłowionych z wielkich głębin, okazały się pozbawione oczu lub posiadały je w stanie zaniku. Do takich należy wzmiankowana już ryba *Ipnops*, mająca na miejscu oczu organa

światłne, *Bathyonus* o oczkach zanikających, *Bathypterois* o bardzo małych i również zanikających oczkach, lecz o nadmiernie wydłużonych paru promieniach pletwy grzbietowej oraz piersiowych, wynagradzających jako organa dotykowe brak wzroku, ślepy skorupiak *Eryonicus*, wyłowiony z 2000 m głębiny i in.

Naogół jednak niewiele wyłowiono zwierząt głębinowych bez oczu. Natomiast późniejsze poszukiwania dały wynik raczej odwrotny. U wielu bardzo zwierząt znaleziono oczy nadmiernie rozwinięte. Zwierzęta te przebywały przeważnie u kresu przenikania światła. Prawdopodobne jest przypuszczenie, iż nadmierny rozwój oka miał na celu wyzyskanie tej małej i dla zwykłego oka już nieuchwytniej ilości promieni świetlnych, jaka tam dochodzi. Tam, dokąd sięgają wyłącznie promienie ultrafioletowe, oczy niektórych zwierząt dochodzą do olbrzymich rozmiarów, nadając im potworny wygląd. Te same gatunki, przybywające w warstwach lepiej oświetlonych, posiadają oczy zwykłej wielkości.

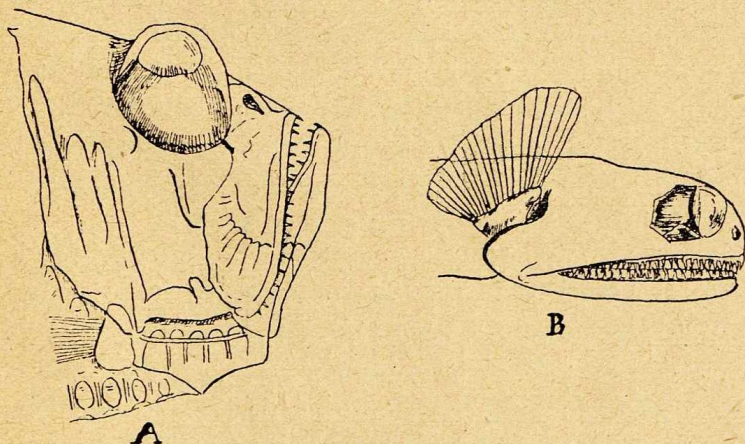
Na tem nie kończy się przystosowanie organu wzroku do zmienionych warunków świetlnych. Jeszcze głębiej oczy maleją znów stopniowo, aż do wielkości normalnej. Fakt ten może pozostawać w związku z życiem w przestrzeniach, oświetlonych żywymi pochodniami, z którymi już zapoznaliśmy się. Takie oczy posiada *Macrurus*. Normalnych wymiarów w po-

wierzchniowych warstwach wód, stają się one nadmiernie wielkie w głębokości 300—600 m, a jeszcze głębiej, gdyż znajdowano te ryby do 5000 m, maleją znów znacznie. Po wielkości oczu można rozpoznać, z jakiej głębokości ją wylowiono.

Jeszcze jeden fakt przemawia na korzyść przystosowania się oczu do warunków świetlnych. Młode rybki tych potworów mają oczy zupełnie zwyczajne w stosunku do swej postaci. Ulegają one zmianom później w czasie rozwoju. Tłumaczy się to tem, iż narybek przebywa w powierzchniowych, dobrze naświetlonych warstwach i dopiero w późniejszym wieku opuszcza się do głębszej wody.

Budowa zwiększonych oczu jest dwojakiego typu: jedno z nich są wprawdzie nadmiernie wielkie, lecz zachowują swój kształt okrągły; takie oczy posiada np. *Macrurus*. Do drugiego typu należą oczy zwane teleskopowymi, które napotykamy u wielu skorupiaków, głowonogów i ryb głębinowych. Tworzą one dwa wydłużone walce, wystające nazewnątrz głowy w kierunku do góry lub do przodu. Każdy z walców zaopatrzony jest w bardzo wypukłą soczewkę. Całość wygląda, jakby zwierzę zamiast oczu posiadało lornetkę. Oczy teleskopowe u ryby są nieruchome, patrzą zatem tylko przed siebie lub w górę, co im nadaje bardzo dziwny wygląd. Głowonogi mogą je nachylać, a nawet przypuszczalnie wsuwać tak, jak lu-

neta się wsuwa. Pole ich widzenia jest zatem obszerniejsze. Niektóre skorupiaki również posiadają oczy teleskopowe, lecz o innej wewnętrznej budowie. Te oczy widzą podwójnie: od góry oraz od boków wdół. Przedmioty, znajdujące się pod skorupiakiem mogą być oświetlone przez promienie, wychodzące z organów świetlnych, umieszczonych u nasady oka skorupiaka.



Rys. 4.

Oczy teleskopowe ryb: A. *Argyrolepecus affinis*. B. *Gigantura chuni*. Według Brauera. Z Tiergeographie Hesse.

Tak pospolite w morzu zjawisko, jak zdolność świecenia, posiada prawdopodobnie ważne znaczenie biologiczne.

Najprostsze przypuszczenie, jakie się nasuwa, to możliwość oświetlania przez zwierzęta ciemnych przestrzeni w celu poszukiwania żeru lub unikania nieprzyjaciela. Te organa, które

leżą w pobliżu paszczy, oczu, na głowie mogą światłem swym wabić zdobycz, która na podobieństwo motyli, krążących koło świecy, sama wpada w płomieniejącą paszczę łowcy. Są pewne gatunki np. wśród raków, które, uciekając, wyrzucają za siebie strumień świecącej substancji: jest to może środek odstraszający lub oślepiający nieprzyjaciela. Duże znaczenie mogą mieć również organa świetlne dla wzajemnego rozpoznawania się zwierząt. Światło, umieszczone stale w jednakowych miejscach oraz jego barwa byłyby sygnałami rozpoznawczymi dla osobników jednego gatunku, by mogły odszukać się dla wspólnego poszukiwania żeru, a co najważniejsze, dla złożenia potomstwa.

A może niekiedy świecenie komórki jest tylko wynikiem chemicznych zmian, jakie w niej zachodzą, bez żadnego zastosowania do życiowych potrzeb zwierzęcia?

Światło zwierzęce, jakiegokolwiek posiada znaczenie, jest bardzo pospolite wśród zwierząt głębinowych. Połowy wypraw naukowych stwierdziły np., iż na ogólną ilość zbadanych gatunków ryb głębinowych 44% posiada zdolność świecenia, zawdzięczając ją albo nalotom bakterjalnym albo własnym organom.

Pomimo tak znacznego rozpowszechnienia, światło zwierzęce nie jest jednostajnie rozmieszczone. Przy sondowaniach¹⁾ głębin jedno z nich

¹⁾ mierzenie głębokości, zgłębianie, badanie. Sonda, przyrząd do mierzenia głębokości.

dawały bardzo duże ilości gatunków świecących, inne wcale ich nie wykryły. Prawdopodobnie w niezmiernych pustyniach morskich głębin grupują się świetliste oazy w pewnych tylko miejscach. Może grupują się one tam, gdzie rosną szkarłatne lasy *Gorgania* i ścielą się cielistej barwy miękkie rozgałęzienia *Alcyonium*, które w swych gąszczach dają doskonale schronienie liczным przedstawicielom fauny morskiej, zapewniając im jednocześnie obfity pokarm.

Zejdźmy na chwilę do tych krain, aby przejść się po jaśniejącym kobiercu, utkanym ze świecących bakteryj. Między krzewami koralami tam rosnących, wśród których gałęzie i pnie *Pennatula* i *Gorgonia* promienieją, rzucając snopy iskier, wykwitają delikatne zarysy mieniących się różnemi barwami kwiatów morskich — polipów. Gdzieniegdzie na dnie i wśród gałęzi błyszczą szafirami, rubinami i perłami potworne głowonoogi i pelzają szmaragdowo świecące rozgwiazdy. Nad krzewami unoszą się girlandy rurkopławów, zwisają lampiony meduz, płonące światłem o pastelowych odcieniach. Świetliste skorupiaki kołyszą się spokojnie na szeroko rozpostartych widełkowatych rożkach i odnóżach. A wśród całego tłumu tych istot cicho przemykają się gwiazdziste ryby o metalicznym połysku miedzianej lub srebrzystej łuski.

Niestety, do tego zaczarowanego świata tylko fantazja może nas zaprowadzić. Kiedyś człowiek zdobędzie i te krainy z baśni!

Poza niemi w olbrzymich masach wód morskich istnieją pustynne przestrzenie, w których brak oaz świetlistych. Według dotychczasowych danych poniżej 7000 m życie pod żadną postacią nie istnieje, a zatem i światło zwierzęce tam istnieć nie może. Tam już wieczna pustka i wieczna noc panuje.

BIBLIOTEKA
Państw. Liceum Pedagogicznego Żeńskiego
w SIEDLCACH
~~Nr invent. 3732.~~

Władysław Kowaleńko. — Sowiety

Stanisław Wedkiewicz. — P

IV. NASI SOJUSZNICY

Marjan Jedlicki. — Francja

V. MIASTA POLSKIE:

Witold Hulewicz. — Wilno

Julja Jaworska. — Lublin

VI. MUZYCY POLSCY:

Witold Hulewicz. — Chopi

VII. URODA POLSKIEJ WSI:

Jan Stanisław Bystroń. —

Jędrzej Cierniak. — Boży rok w polskiej wsi

Adam Zawisza. — Wojciech Boron

Tadeusz Mayzner. — Muzyka ludowa

VIII. MALARZE POLSCY:

Jerzy Koller. — Jan Matejko

Jerzy Koller. — Artur Grottger

IX. PRZEDSTAWICIELE LUDZKOŚCI:

Stanisław Zaczek. — Juliusz Cezar

Stanisław Helsztyński. — Szekspir

Józef Watra Przewłocki. — Wilson

X. PISARZE POLSCY:

Józef Skoczek. — Jan Długosz

Stefan Adam Schmidt. — Jan Kochanowski

Ks. Stanisław Skaziński. — Piotr Skarga

XI. OBRAZKI HISTORYCZNE:

Antoni Jakubski. — Obrona Lwowa

E. M. Schummer Szermentowski. — Przeszłość Litwy

XII. OBRAZKI OBYCZAJOWE:

Józef Skoczek. — Zacy

XIII. CZYTANKI RÓŻNEJ TREŚCI:

Jan Sztaudynger. — Muchomorki

XIV. PRZEDMIOTY MÓWIĄ...

Władysław Lam. — Tajemnice malarskiej pracowni

XV. TEATR SZKOLNY:

Jadwiga Duszyńska. — Małi powstańcy

XVI. ZAGADNIENIA SPOŁECZNE I PRAWNE:

Ludwika Dobrzyńska Rybicka — Czy chcesz mieć powo-
dzenie?

Marjan Jedlicki. — Ustroje państw Europy zachodniej

XVII. ZAGADNIENIA WYCHOWAWCZE:

(w przygotowaniu)

XVIII. PRZYRODA:

Juljan Rżóska. — Podróż w krainę najmniejszych istot

Stanisława Słowikowska Dr. — Zwierzęta jadowite i ich broń

Bronisław Duchowicz. — Szkodniki domowe i polne

Jan Dobrowolski. — Uprawa roślin lekarskich

Adam Wodziezko. — O rezerwach przyrodniczych i parkach
narodowych w Polsce

Adam Wodziezko. — Ginące zwierzęta

XIX. FIZYKA I CHEMIA:

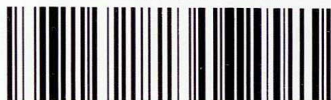
Piotr Laurecki. — Świat atomów

XX. GEOGRAFIA I PODRÓŻE:

Waleria Szalan Groele. — Przygody wakacyjne

Biblioteka Gł. UPH Siedlce

nr inw.: BR - 418



br.418