Dr. STANISŁAW MICHAŁ SUMIŃSKI

PODRĘCZNIK BIOLOGJI

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE
POZNAŃ. — LUBLIN. — ŁÓDŹ.
WILNO, KSIĘGARNIA STOW. NAUCZYCIELSTWA POLSKIEGO.

1920

Kochanemu Janusowi
Stanisław
2/V. 20.

PODRĘCZNIK BIOLOGJI.

Dr. STANISŁAW MICHAŁ SUMIŃSKI

PODRĘCZNIK BIOLOGJI

wyd. I.

WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE
POZNAŃ. ═══ ŁÓDŹ. ═══ LUBLIN.
WILNO, KSIĘGARNIA STOW. NAUCZYCIELSTWA POLSKIEGO
1920

1920 — DRUKARNIA M. ARCTA
WARSZAWA, NOWY-ŚWIAT 41.

PRZEDMOWA.

Nie posiadamy zupełnie podręcznika biologji ogólnej dla szkół średnich, w zakresie, odpowiadającym naszym dzisiejszym potrzebom. Cenna książeczka Sosnowskiego i Jezierskiego: „Zarys biologji ogólnej" jest już wyczerpana, a Nusbauma: „Wiadomości początkowe z biologji" nie stanowią metodycznego kursu i są zbyt elementarne dla młodzieży, uczącej się biologji zazwyczaj w klasie VII lub VIII. Dziś, gdy biologja, jako oddzielny przedmiot, zyskała już prawa obywatelstwa we wszystkich niemal szkołach średnich, gdy przestała być przedmiotem niejako luksusowym, na który przeznaczano zaledwie jedną godzinę tygodniowo, potrzebę podręcznika odczuwa się coraz bardziej. Nauki przyrodnicze, traktowane obecnie w szkole średniej dość obszernie, wymagają jako naturalnego zakończenia, biologji, a więc i książki, któraby ujmowała całość zagadnień biologicznych, jakie w systematycznych kursach botaniki, zoologji i t. d. nie mogły być należycie oświetlone. Stąd też jej braku nie mogą zastąpić książki istniejące w naszej literaturze popularno-naukowej, które poruszają wprawdzie szereg ważnych kwestyj biologicznych, ale nie stanowią całkowitego kursu szkolnego. Mam tu na myśli przedewszystkiem popularne prace pr. J. Nusbauma, które młodzieży zawsze jak najgoręcej polecam, ale tylko jako bardzo pożyteczną lekturę.

Od lat pięciu ucząc biologji i odczuwając bardzo brak jakiegokolwiek podręcznika, decyduję się dać młodzieży do rąk książkę niniejszą. Sądzę bowiem, że nawet najlepsze „notatki", robione przez uczących się, nigdy książki nie zastąpią, gdyż mają one zawsze wiele stron złych, z których najgorszą jest robienie ich w czasie lekcji, tak bardzo odciągające uwagę ucznia od istotnego biegu myśli nauczyciela. Sądzę również, że jakkolwiek nie mamy jeszcze ustalonego programu biologji i różnie bywa ona wykładana, to jednak przynajmniej pewne działy tej książki wejdą w zakres każdego kursu, a więc tem samem ułatwią młodzieży opanowanie tego przedmiotu.

Co dotyczy układu treści i rozłożenia materjału, to naogół wzorowałem się na programach, przyjętych dotychczas przez nasze najlepsze szkoły, jednakże z pewnemi uzupełnieniami, które wydały mi się pożądane.

Uzupełnienia te dotyczą przeważnie części drugiej (rozdziały XI—XXI); i dlatego też istnieje pewna nierównomierność w traktowaniu poszczególnych zagadnień. Pierwsze mianowicie rozdziały (I—XI) są znacznie bardziej streszczone, niż następne. Wynika to z tej przyczyny, że w nich są omawiane sprawy, które uczącym się powinny być znane dobrze; chodzi więc tu tylko o ogólniejsze ujęcie rzeczy; gdy natomiast w dalszych rozdziałach są poruszone kwestje, zazwyczaj zupełnie nieznane, te więc wymagały obszerniejszego potraktowania.

Każda książka przyrodnicza winna być jak najbardziej wyposażona w dobre rysunki. Wiem o tem. Niestety, trudności wydawnicze nakazały wielką oszczędność pod tym względem, aby nie podnosić nadmiernie ceny podręcznika.

Autor.

SPIS ROZDZIAŁÓW.

ROZDZIAŁ I.

Nie jest rzeczą łatwą określić, co to jest biologja — ta właśnie nauka, która ma stanowić treść książki niniejszej. Zazwyczaj, rozpoczynając studjować jakiś nowy dział wiedzy, zwykliśmy zaczynać od jej definicji, częstokroć już dostatecznie jasno wyrażonej w samej nazwie, prawie zawsze greckiego pochodzenia. Tym razem jednak spotkać nas musi zawód. Analiza nazwy bowiem wskaże nam zaledwie, że biologja pochodzi od wyrazów Βίος — życie i λογος słowo — nauka, że zatem biologja będzie nauką o życiu. Ale tu właśnie zaczyna się trudność. Wiemy bowiem wszyscy, że nie można określić, co to jest życie, zatem i określenie granic nauki staje się niemożliwością, tem bardziej, że wówczas trudno byłoby ustalić, jakie zagadnienia mogą tu być rozpatrywane, gdyż i historja np. mówi nam o życiu, nie wszystkich wprawdzie istot, ale jednak o ich życiu. Jeśli jednak staniemy na stanowisku badań przyrodniczych i powiemy, że nauką o życiu będzie to, co wchodzi w zakres systematycznych nauk o istotach żywych, a więc najszerzej pojętych, zoologji i botaniki, to napotkamy na naszej drodze nową trudność, mniejszą pod względem zakresu, ale większą jeszcze może pod względem treści wewnętrznej; chodzić nam będzie o to, co stanowić ma przedmiot biologji, a raczej, na czem ma polegać jej odrębność. Bo przecież skoro się zastanowimy nad tem, że zoologja i botanika są to nauki traktujące o istotach żywych, to wobec tego naukom tym, wychodząc z definicji biologji i znaczenia polskiego jej greckiej nazwy, nie możemy odmówić miana nauk biologicznych i miano to noszą one w rzeczy samej.

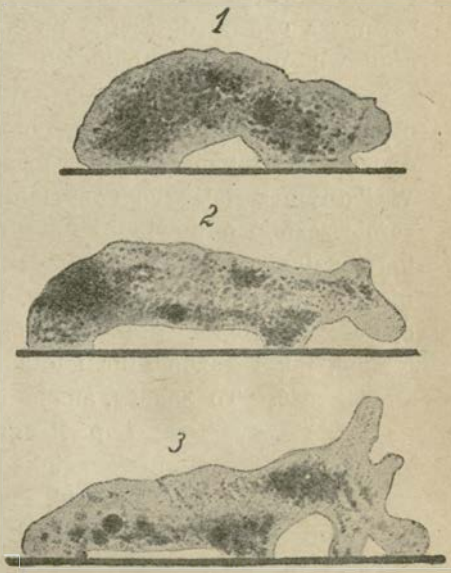
Powstaje zatem uzasadnione pytanie, gdzie, mówiąc obrazowo, kończy się zoologja albo botanika, a gdzie zaczyna się biologja. Owóż tu dość trudno o ścisłą odpowiedź. Możnaby tylko ogólnie powiedzieć, że, badając wszechstronnie zwierzęta i rośliny, obserwujemy wśród nich zjawiska, które, ze względu na ich znaczenie dla jak najpełniejszego oświetlenia pojęcia życia, wykraczają poza ramy zoologji czy botaniki, to znaczy interesują każdego przyrodnika, ze względu na ich ogólność, cechę stanowiącą o tem, że przestają być przywiązane do jakiejś rośliny czy jakiegoś zwierzęcia,

a więc biologja nasza będzie się zajmować temi zjawiskami, które, obserwowane u zwierząt i roślin, ze względu na ich wartość dla całokształtu życia, na wyróżnienie zasługują. Stąd wynika, że w książce naszej będzie nieraz mowa o zjawiskach, znanych z kursu zoologji czy botaniki, znajdą tu one tylko inne—szersze uwzględnienie. Innemi słowy: nauki systematyczne, jak zoologja i botanika, badają i opisują poszczególne fakty; na ich podstawie biolog stwierdza istnienie zjawisk biologicznych. Zoolog i botanik zatem dostarczają materjałów, na których biolog opiera swoje wnioski, stwarzając pojęcia biologiczne, oraz prawa. Weźmy przykład konkretny. W zoologji systematycznej, gdy, mówiąc o pierwotniakach, opisujemy wirczyka, to zaznaczamy między innemi, że prowadzi on życie osiadłe; to samo stwierdzamy, mówiąc np. o koralu, o rakach wąsonogich, jak kaczenica (Lepas), o osłonicach, jak Botryllus. Ale w systematycznym kursie zoologji nie mamy zwykle czasu, aby ogólnie pomówić o zjawisku życia osiadłego u zwierząt, to znaczy, zastanowić się nad kwestją, jak sobie wogóle tryb życia osiadły tłumaczyć, zestawić pod tym względem zwierzęta z roślinami i t. p. i starać się wyjaśnić przyczyny, które to zjawisko spowodować mogły. Przykładów takich możnaby z łatwością przytoczyć bardzo wiele. Owóż takie kwestje, już nasuwające się w czasie uczenia się zoologji i botaniki, które wówczas dla braku czasu, a często i przygotowania klasy musiały być pominięte, tu omówimy dokładniej.

Stąd jednak nie należy wnosić, aby zadaniem biologji było tylko rozszerzanie albo uogólnianie wiadomości nabytych już w kursie zoologji czy botaniki, bo np. w literaturze podręcznikowej istnieje ogromna ilość książek, które noszą nieraz identyczny tytuł, np. Biologja ogólna, a różnią się znacznie treścią. Oczywiście, zależy to tylko od tego, jak dany autor rozumie zakres biologji, bo, jak widać z powyższego, są to rzeczy w dużej mierze zależne od poglądów danego badacza na istotę zjawisk życiowych, ich ważność i t. p. W szkole średniej biologja ma być poniekąd syntezą tych wiadomości przyrodniczych, które stanowią kurs systematyczny klas niższych, i tak właśnie naszą biologję traktować będziemy, jakeśmy to już zresztą wskazali na podanym przykładzie. Ale takie rozwiązanie kwestji nie wyczerpałoby słusznych zainteresowań każdego człowieka. Omówimy zatem jeszcze i te najważniejsze zagadnienia, jakie współczesna biologja widzi przed sobą i stara się rozstrzygnąć; względnie, jakie stawały przed uczonymi w czasach dawniejszych, a które już zupełnie nie mogły wchodzić w zakres kursu klas niższych. Nie można np. pominąć kwestji t. zw. ewo-

lucji, o której każdy „coś słyszał” i właśnie chodzić nam będzie o to, aby w tej materji podać fakty ścisłe i wiadomości zgodne z dzisiejszym stanem wiedzy.

Lecz przedewszystkiem musimy zdobyć właściwy punkt wyjścia. Musimy odpowiedzieć sobie na pytanie, co to jest istota żywa, albo przynajmniej, czem różni się ona od wszelkiej materji nieożywionej. Najlepiej chyba będzie, jeśli zrobimy następujące zestawienie. Weźmy jakąkolwiek materję nieożywioną, a więc np. kawałek skały — z jednej strony, a z drugiej dwie istoty żywe, o najprostszej organizacji, więc amebę czyli pełzaka (rys. 1) i o organizacji najbardziej złożonej, a więc ssaka, powiedzmy królika. Ameba jest tylko bryłką zarodzi z jądrem pośrodku, do tego tylko zróżnicowania sprowadza się jej organizacja; nie widzimy tu przecież tej skomplikowanej machiny narządów, jak u ssaka, życie ameby sprowadza się do niewielu ruchów pełzakowatych, nie możemy jej przypisać ani świadomości, ani inteligencji i t. d. Ale jednak mniejszy jest przedział między amebą a najwyżej uorganizowanym ssakiem, niźli między tąż samą amebą a kawałkiem skały, a choćby nawet wspaniałym kryształem, czy symetrycznie zbudowanym płatkiem śniegu. Powiedzmy inaczej: między amebą a ssakiem jest tylko przedział, są różnice natury raczej ilościowej niż jakościowej; między amebą zaś a kryształem jest niczem, jak dotąd, nie dająca się wypełnić przepaść. Cóż więc jest to, co zbliża te pozornie tak dalekie od siebie jestestwa? i co je tak bardzo różni od naszego najpiękniejszego kryształu? Oto zarówno ameba jak i ssak są to istoty żywe, to znaczy posiadają szereg cech, których brakuje zupełnie materji nieożywionej. Postarajmy się te cechy uchwycić i wymienić je. W tym celu musimy uciec się do obserwacyj. Jedne z nich będą bardzo łatwe do wykonania, inne trudniejsze. Przypatrujmy się amebie przez czas pewien, a zobaczymy, że ameba się porusza (rys. 1). Stwierdzenie ru-

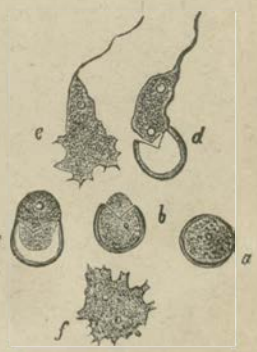


Rys. 1. **Pełzak (Amoeba)** w czasie ruchu.

chu u ssaka np. nie nastręczy chyba żadnych trudności. Nie wnikając narazie w rodzaj, charakter tego ruchu i t. d., z łatwością stwierdzimy, że ruch ameby, jak i królika, jest czemś zasadniczo odmiennem, niż ruch wody w strumieniu, kamienia staczającego się z gór, chmur na niebie i t. d. Tu, aby zaszło zjawisko ruchu, musi istnieć bezpośrednia przyczyna zewnętrzna i na zewnątrz też leżeć będzie źródło siły, ruch powodującej, a więc przemiana energji potencjalnej położenia w kinetyczną, działanie wiatru i t. p., tam zaś istota żywa sama dla siebie jest i może być źródłem siły i przyczyną, ruch wywołującą. Możemy zatem stwierdzić, że zdolność do samodzielnego, dowolnego ruchu posiadają tylko istoty żywe. Dalej, obserwując amebę czy ssaka, dostrzeżemy z łatwością, że istoty te muszą coś z otoczenia pobierać i coś otoczeniu oddawać; bez dopływu nowych substancyj życie ustaje. Widzimy również, że z amebą od czasu do czasu dzieją się dziwne rzeczy. Mianowicie, przewęża się jądro ameby, potem plazma, potem łączność między dwiema częściami plazmy przerywa się, powstają dwa osobniki. W jednym z dalszych rozdziałów jest o tem mowa obszerniej i tam zamieszczono odpowiedni rysunek. Kto choć raz w życiu rzecz taką widział, ten widział jedno z wielkich zjawisk natury: rozmnażanie się istoty żywej. Że ssaki rozmnażają się inaczej, wiemy wszyscy, ale w istocie swej zjawisko jest to samo. Wreszcie, zarówno ameba, jak i każda inna istota żywa wykazuje pewną swoistą cechę, wrażliwość. To znaczy, ameba reaguje na różne czynniki zewnętrzne, jak np. światło i t. p. Reaguje w ten sposób, że do światła np. zbliża się, lub od niego ucieka.

Nakoniec, ameba i ssak są to indywidua—osobniki, posiadają właściwe sobie wielkość, kształt i t. d. Odetnijmy, zniszczmy część ich organizmu, a w zasadzie zniszczymy zawsze całość; zabijemy tę istotę, ustaną wszelkie zjawiska świadczące o życiu. To są wszystko cechy, które w takiej czy innej formie spotkamy u wszystkich istot żyjących, a w żadnej wśród materji nieożywionej, bez względu na jej wygląd, skład chemiczny i t. d. Jakolwiek nie wszystkie cechy istoty żywej dadzą się zawsze łatwo dostrzec, zawsze jednak istnieją wszystkie i w ten sposób badając każdą istotę, ostatecznie określimy sobie zakres naszej działalności. Natomiast znaczniejsze trudności napotkamy, jeśli obecnie zechcemy w obrębie istot żywych zaprowadzić pewien podział i oddzielić zwierzęta od roślin. A kwestję tę musimy rozpatrzyć, bo pozornie zdaje się, że te dwa światy, zwierzęcy i roślinny, różnią się bardzo znacznie, stąd możnaby wnosić, że inaczej tu przebiegają zjawiska życiowe. Pogląd taki, jak się okaże, jest błędny, ale warto o nim pomówić, choćby

z tego powodu, że w nauce panował bardzo długo, a w życiu codziennem do dziś stosunek wzajemny obu tych światów oceniamy zwykle niesłusznie. Sprawa ta, pozornie łatwa, okaże się bardzo trudną. Zdawaćby się mogło, że nic prostszego niż określenie, jaka istota żyjąca jest rośliną, jaka zaś zwierzęciem; każdy z nas sądzi, że tu na wątpliwości niema miejsca. A jednak tak nie jest. Dopóki idzie nam o rozróżnienie między rośliną o organizacji złożonej, np. kwiatową, czyli t. zw. wyższą, a zwierzęciem o wysokiej również organizacji, np. kręgowcem, owadem i t. p., to oczywiście nie będziemy się wahać. Ale zejdźmy tylko w dół po wielkiej drabinie jestestw żywych, a wkrótce dojdziemy do postaci, gdzie granica między rośliną a zwierzęciem zatraca się zupełnie. Wiemy dobrze z zoologji i botaniki, że istnieje przedewszystkiem cały świat istot jednokomórkowych, których ciało stanowi tylko jedna komórka, gdzie zwykłe rozpoznanie cechy, jak np. obecność liści, igieł, łodygi, korzenia, grzybni i t. p. czy też odcinków ciała, włosów, piór i t. d., już nie wystarczają. Proszę spojrzeć przez mikroskop na istoty, przedstawione na załączonym rys. 2, wyobrażającym t. zw. pływki śluzowców, niełatwo nam będzie orzec o przynależności tych istot do któregoś z dwu światów. A przecież rozróżnienie to jest niewątpliwie ważne, a przynajmniej ważnem jest zastanowienie się, czy takie rozróżnienie jest możliwe. Zatem, gdy nas zawodzą cechy zewnętrzne, będziemy musieli poszukać cech innych i na nich oprzeć nasz podział.

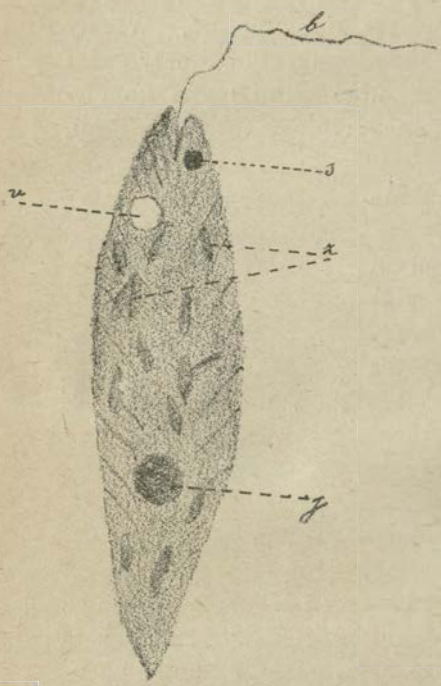


Rys. 2. Zarodniki i pływki śluzowców.

Jeszcze w XVIII stuleciu wielki systematyk Linneusz, dając rozróżnienie między roślinami a zwierzętami, powiedział: „Zwierzęta żyją, poruszają się i czują — rośliny zaś żyją, czują, lecz nie poruszają się". Diagnoza ta, wystarczająca na one czasy, dziś już jest zupełnie niedostateczną. Wystarczy przytoczyć takie rośliny, jak mimoza, której wrażliwość jest powszechnie znana, albo takie np. zwierzęta, jak korale, gąbki, nie poruszające się, aby stwierdzić, że słowa Linneusza nie są niezawodnym pewnikiem. Przecież wspomniane gąbki i korale, ze względu na kształt swój i wygląd, jeszcze przez przyrodników XIX stulecia były nazywane Zoophyta—zwierzokrzewy, w której to nazwie trafnie ujmowano ich zbieżne zwierzęco-roślinne cechy zewnętrzne. Lecz jeśli chodzi o rozróżnienie gąbki od jakiegoś, dajmy na to, morskiego wodorostu, to sprawa

jest jeszcze łatwa, wystarcza rzut oka na budowę wewnętrzną, która wszelkie wątpliwości odrazu rozstrzyga; ale już w świecie istot jednokomórkowych i ta cecha rozpoznawania zawodzi. Weźmy dla przykładu Euglenę zieloną (rys. 3) i spróbujmy dojść do stanowczego wniosku o jej przynależności do jednego lub drugiego państwa istot żywych. Wiemy już, że dawne linneuszowskie kryterja nic tu nam nie pomogą. Pominiemy je zatem.

Widzimy przed sobą istotę jednokomórkową. Obserwując ją w kropli wody, czyli we właściwem jej środowisku, dostrzeżemy, że Euglena się porusza, lecz wiemy skąd inąd, że ruch jest właściwy wszystkim prawie wolno w wodzie żyjącym istotom jednokomórkowym, nietylko zwierzętom. Widzimy dalej, że Euglena jest zielona. Ale obecność zieleni jest cechą świata roślinnego wyłączną tylko w odniesieniu do istot wyższych—w świecie istot niższych dostrzegamy brak powszechny zieleni, zarówno u roślin jak i u zwierząt, albo też czasami, obecność w ich ciele zielonych glonów lub ziarn chlorofilu, znów równie dobrze u roślin i zwierząt. Jakkolwiek pamiętać trzeba, że glony zielone i cząsteczki chlorofilu, występujące w ciele różnych zwierząt niższych, jak: pierwotniaki, hydra i t. d., żyją tam zawsze w symbiozie i nie stanowią ze zwierzęciem nierozerwalnej całości. Weźmy pod uwagę przemianę materji. Wiemy, że istnieje zasadnicza różnica w żywieniu się roślin zielonych i zwierząt, ale tylko roślin zielonych. Tu więc ta cecha zawiedzie. Szukajmy dalej.



Rys. 3. **Euglena viridis** (E. zielona), j—jądro, v—wodniczka tętniąca, s—stigma, b—wić, z—cząsteczki chlorofilu.

Przy jednym końcu ciała Eugleny dostrzegamy czerwoną plamkę, która, jak twierdzą badacze, jest specjalnie wrażliwa na światło, jest „okiem" Eugleny, jej ośrodkiem reakcji na podrażnienia świetlne. A więc może widzieliśmy wreszcie coś, co będzie pewnym wskaźnikiem zwierzęcej natury Eugleny? Niestety, nie. Bo czyż można tylko na tej podstawie się oprzeć, skoro się z jednej strony przypomni mimozę, a z drugiej o poznanych u różnych roślin

punktach wrażliwych na bodźce świetlne. Jeśli rozpatrzymy jeszcze sposób rozmnażania się Eugleny, dokonywający się przez podział, i stwierdzimy, że w taki sposób rozmnażają się zarówno liczne zwierzęta jak i rośliny, to okaże się, że tak samo nic o Euglenie pewnego nie możemy powiedzieć teraz jak i przedtem. Możemy tylko stwierdzić, że uczeni do dziś nie wiedzą, czem jest Euglena, rośliną, czy zwierzęciem. [1]) Możemy również stwierdzić, że roślinna natura bakteryj jest faktem ustalonym w nauce stosunkowo niedawno, gdyż i bakterje niełatwo było scharakteryzować pod tym względem. Z powyższego wypływa jeden wniosek pierwszorzędnej wagi dla biologa. Oto, że świat istot żywych jest w istocie rzeczy jeden, że zasadniczych różnic między zwierzętami a roślinami niema, a są to tylko różne gałęzie wielkiego drzewa życia.

Dochodząc do istot takich jak jednokomórkowce, doszliśmy zatem do punktu, skąd winniśmy badania biologiczne zacząć, a jeszcze brak nam wyjścia. Bo jasną jest rzeczą, że badania biologiczne trzeba zacząć od istot najprostszych, gdzie, jak możemy mniemać, najprościej będą też przebiegały zjawiska życia. Otóż, pierwsze w tym kierunku przeprowadzone rozumowanie doprowadzi nas do przeświadczenia, że takim punktem wyjścia musi być jakaś elementarna jednostka życiowa, wspólna obu światom. Czy jest taka? Jest. Dziś już wiemy dokładnie, że taką jednostką elementarną jest komórka, która, albo sama jedna tworzy ustrój żywy, albo wchodzi w skład osobnika żywego. Dlatego też musimy się z komórką bliżej zapoznać, bo jakkolwiek w klasach niższych mówi się zwykle o komórce, zaczynając naukę botaniki, zoologji, czy anatomji człowieka, jednak tu dopiero można o komórce pomówić obszerniej, uwzględniając zarazem nie tylko dzisiejsze o niej wiadomości, ale i najważniejsze daty z jej historji, to znaczy, gdy przynajmniej w krótkich słowach opiszemy najważniejsze momenty w dziejach nauki, od chwili odkrycia komórki i stwierdzenia komórkowej budowy wszystkich istot żywych.

ROZDZIAŁ II.

Przyznać trzeba, że o komórce zwykle posiadamy wiadomości dość mętne. Coś tam, niegdyś, mówiło się w klasach niższych i w rezultacie pozostała co najwyżej definicja, że komórka jest to

[1]) my jednakże, idąc śladem zoologów, wspominając w dalszym ciągu o Euglenie, zaliczać ją będziemy do zwierząt,—pierwotniaków, do gromady wiciowców (Flagellata).

bryłka zarodzi, otoczona błonką z jądrem pośrodku. Taka definicja, aczkolwiek niedostateczna, istotnie odpowiada pewnym poglądom na komórkę, ale już mającym dziś tylko historyczne znaczenie. Sądzę, że najlepiej będzie, gdy zaczniemy od historji komórki. Dziś pojęcie o budowie komórkowej istot żyjących jest elementarną wiadomością z zakresu nauk biologicznych. Ale pojęcie to jest w nauce względnie nowe. Nasze wiadomości o komórce datują się z drugiej połowy w. XVII, gdy niejaki Robert Hooke, w dziele p. t. „Micrographia", dając obrazy tego, co przez ulepszone przez siebie szkła powiększające zobaczył, dał pierwszy obraz komórki roślinnej z korka. Wkrótce później zauważyli komórki w roślinach Nehemias Grew i Marcello Malphighi. Nie wchodząc w bliższe szczegóły dziejów badań komórki, powiemy tylko, że przez dłuższy czas znana była jedynie komórka roślinna, co nie powinno nas dziwić, wobec faktu, że komórka roślinna jest naogół znacznie większa, skutkiem czego łatwiej dostrzegalna, dość powiedzieć, że w niektórych przypadkach, np. w łodydze trzciny wodnej, komórki dostrzec

Rys. 4. Schematy, ilustrujące stopniowy rozwój wiadomości o komórce.

można okiem nieuzbrojonem. Z drugiej strony trzeba też zauważyć, że uczeni schyłku XVIII i początku XIX stulecia nie docenili może znaczenia tego wiekopomnego odkrycia, tak że Schleiden i Schwann po raz drugi jakgdyby odkrywają komórkę w r. 1833—1839, przyczem Schwann odkrywa komórkę zwierzęcą. Od owych czasów zaczyna się mówić o „teorji komórkowej" (pierwszy pojęcie to wprowadził Dutrochet w 1824 r.), i komórkowa budowa wszystkich istot żywych staje się powszechnie uznanym faktem. Co jednak posiada ważniejsze znaczenie, to fakt, że dojście do dzisiejszego naszego poglądu na budowę komórki kształtowało się bardzo powoli. Z początku rozumiano, że komórka jest to przestrzeń ograniczona ściankami i jeśli nawet widziano jakąś treść wewnętrzną, to nie przypisywano jej większego znaczenia, tak dalece, że już dziś trudno nawet ustalić, czy widziano plazmę, czy też może tylko sok komórkowy. Ówczesnemu pojęciu komórki odpowiadałby załączony schemat (rys. 4, 1). Dopiero w pierwszej połowie XIX w. stwier-

dzono, że w każdej komórce, niezależnie od błonki otaczającej, znajdujemy we wnętrzu jakąś gęstą ciecz, której to cieczy nadano nazwę plazmy, albo protoplazmy, albo po polsku zarodzi.[1]) Zaznaczymy tu odrazu, że w pewnych szczególnych przypadkach plazma bywa jeszcze inaczej nazywana. Zatem schemat, odzwierciadlający te wyobrażenia, takby wyglądał (rys. 4, $_2$, $_3$).

Nieco wcześniej niż plazmę, bo w pierwszych dziesiątkach lat XIX stulecia, wykazano (Brown, 1831), że oprócz błonki, czyli ścian komórki i plazmy, wśród tej ostatniej tkwi zawsze jeszcze ciałko, silniej łamiące światło, a na preparatach barwnych barwiące się inaczej i intensywniej; ciałku temu nadano nazwę jądra—nucleus. Wreszcie na drugą połowę zeszłego wieku przypadają najdonioślejsze odkrycia komórkowe. Zostaje stwierdzona obecność w jądrze jeszcze mniejszego ciałka, i jeszcze bardziej łamiącego światło jąderka—nucleolus (rys. 4, $_4$); ponadto badacze wykrywają w obrębie plazmy pewne maleńkie ciałko t. zw. centrosom, albo śródciałko. Występuje ono zazwyczaj w postaci maleńkiego punkciku, nieopodal jądra, często jest zupełnie niewidoczne. Wyraźniejszem się staje w czasie rozmnażania się komórki, i wtedy otacza je t. zw. astrosfera, z cieniutkich nitek plazmy utworzone promienie (rys. 4, $_5$).

Jeszcze późniejsze czasy, t. j. schyłek XIX i początek XX w., przyniosły odkrycia nowych składników komórki; ponieważ odkrycia te nie są jeszcze ostatecznie ugruntowane i przyjęte, jako pewne przez ogół uczonych, przeto poprzestanę tylko na wzmiance, że dotyczą one przedewszystkiem plazmy. Jednocześnie wraz z wykrywaniem nowych składników komórki rozszerzała się i pogłębiała nasza znajomość składników już dawniej poznanych, badania mianowicie wykazały, że ani plazma, ani jądro nie są wcale tak proste, czy też jednorodne, jakby sądzić można było pierwotnie, że przeciwnie, są to elementy o budowie bardzo złożonej i zawiłej. Z drugiej znów strony, coraz powszechniejsze badania, doprowadziwszy nas do stwierdzenia niewątpliwego faktu, że wszystkie istoty żywe posiadają budowę komórkową, jednocześnie pouczyły nas o różnej wielkości komórki i różnych, nieraz bardzo swoistych jej kształtach. Trzeba się więc choćby w ogólnym zarysie zapoznać z wynikami tych badań.

Wielkość i kształt komórki bywa bardzo rozmaita. Jak już wynika z poprzedniego, wielkość komórki naogół leży w granicach powiększeń mikroskopowych, to znaczy, że komórkę okiem nie-

---

[1]) Nazwy składników komórki podaję takie, jakie się już dzisiaj w nauce przyjęły; pierwotnie brzmiały one inaczej.

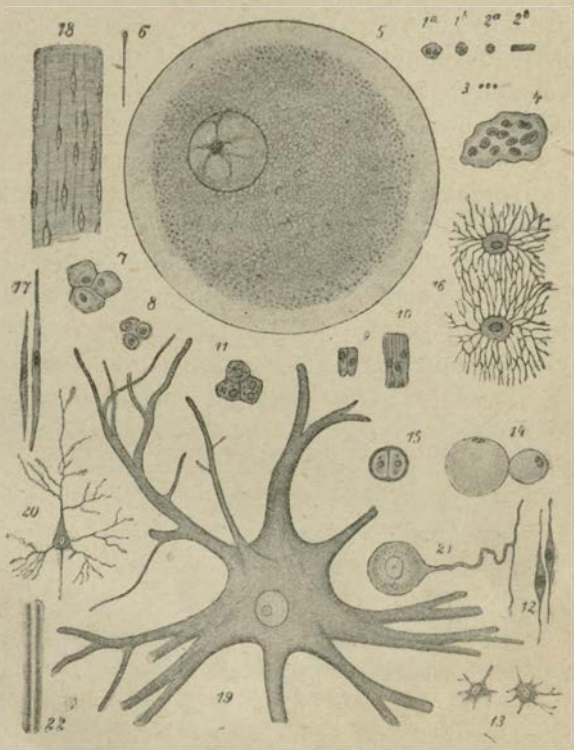
uzbrojonem dostrzec trudno, jakkolwiek i tu zdarzają się wyjątki. Do mierzenia komórki używamy specjalnej miary, t. zw. mikrona (μ) = 0,001 mm. Owóż, komórka mierzy zwykle kilka, względnie kilkanaście mikronów, dla przykładu powiedzmy, że czerwone ciałko krwi ludzkiej, również przecie będące komórką, ma w średnicy 7,5 μ. Jednakże, o ile z jednej strony mamy komórki jeszcze mniejsze, bo wielkość ich wynosi zaledwie 0,1 μ., jak np. liczne bakterje, to z drugiej zaś mamy komórki mięśniowe gładkie, mierzące po kilkanaście milimetrów, i np. komórki nerwowe, gdzie długość komórki z wyrostkami wszystkiemi, czyli t. zw. neuronu, wynosić może kilka metrów. Jeśli pominiemy takie komórki, jak przytoczony powyżej przykład neuronu, gdzie o wielkości stanowi długość jednego z wyrostków, t. zw. neurytu, to największemi komórkami będą komórki jajowe, które mogą, jak np. w jajku ptaków, dosięgać kilku centymetrów średnicy.

Co do kształtu, to kształt komórek bywa bardzo rozmaity. Naogół powiedzieć można, że komórka, o ile nie jest ściśnięta, zazwyczaj posiada kształt zbliżony do kuli, taką jest np. komórka jajowa; kuliste, względnie owalne są bardzo liczne pierwotniaki i t. d. natomiast komórka stanowiąca tylko jednostkę w licznym zespole przybiera różne kształty. Wystarczy tu przypomnieć te kształty, jakie pospolicie przybierają komórki w naszych tkankach, gdzie mamy komórki z nabłonka płaskie, walcowate, wrzecionowate, gwiaździste i t. d. (rys. 5).

Rozpatrzmy teraz składniki komórki w porządku chronologicznym. Najdawniej była znana błona komórkowa, ona to zwłaszcza w zmienionej postaci, zdrewniałej czy skorkowaciałej, spowodowała nazwę komórki i ją uważano niegdyś za składnik jedyny. Dziś wiemy już, że błona, otaczająca komórkę, jest czemś podrzędnem i był nawet czas, kiedy utrzymywano, że mogą istnieć komórki zupełnie nieobłonione; dziś pogląd ten jest zarzucony, wiemy bowiem, że cienka błonka zawsze istnieje, lecz że istotną treść komórki stanowi dopiero to, co jest wewnątrz błony. Błona zresztą stanowi tylko zewnętrzną część plazmy, odpowiednio zmienionej. Stąd wynika, że, właściwie rzecz biorąc, nazwa komórka jest anachronizmem, bowiem w nazwie tej leży pojęcie czegoś, objętego ścianami, przyczem zawartość wnętrza zdaje się stanowić rzecz bez znaczenia. Dziś jest to pewnikiem, że właśnie o tę zawartość chodzi przedewszystkiem, jednak nazwa już pozostała i oczywiście pozostanie w nauce.

Wewnątrz błony komórkowej znajdujemy plazmę czyli zaródź. Jest to substancja, której stan skupienia bardzo trudno określić.

Gdy badać tylko żywą komórkę, to odnosi się wrażenie, że plazma jest bardzo gęstym płynem, gdyż w niektórych przypadkach widać ruch plazmy w komórce, o czem będzie jeszcze mowa. Badania komórki martwej wykazują niezbicie, że płyn ten jest niejednorodny. Plazma jest prawie przezroczysta, to znaczy, że promienie światła przechodzą niemal bez załamania. Jednakże już nawet badania in vivo (czyli żywej komórki) wykazują, że plazmę możemy podzielić na część zewnętrzną — obwodową, zazwyczaj bardziej przezroczystą, noszącą też nazwę ektoplazmy, i część skupiającą się naokół jądra, ciemniejszą, częstokroć ziarnistą, t. zw. entoplazmę. W tej to entoplazmie można nawet często zauważyć jak gdyby drobne ziarenka ciemniejsze, tkwiące w jasnym ośrodku. Lecz właściwszy, dokładniejszy pogląd na budowę, czyli, jak mówimy, strukturę plazmy, zyskujemy dopiero wówczas, gdy badamy ją już zabarwioną. Wówczas stwierdzamy jeden niewątpliwy pewnik, a mianowicie, że plazma nie jest substancją jednorodną, lecz że jest utworzona z dwu składników, płynniejszego i bardziej stałego, który w tamtym jest jak gdyby zawieszony. Składnik ten płynniejszy, bardziej ciekły, jest, zdaje się, dość jednorod-



Rys. 5. Różne postaci komórek (powiększenie w jednej skali). 1a i 1b—białe ciałka krwi; 2a—czerwone; 2b—czerwone ciałka krwi w rulonie; 3—płytki krwi; 4—wielojądrowa komórka olbrzymia; 5—komórka jajowa; 6—plemnikowa; 7, 8, 9, 10-komórki nabłonka; 11—komórki wątroby; 12—komórki wrzecionowate tkanki łącznej; 13—gwiaździste; 14—km. tłuszczowe tkan. łącznej; 15-km. chrzęstne; 16—km. kostne; 17—km. mięśni gładkich; 18—km. mięśni prążkowanych; 19—nerwowe ruchome z rdzenia; 20—piramidalne z mózgu; 21—nerwowe z układu współczulnego; 22—kawałek włókna nerwowego.

ny, natomiast co do składnika stalszego, to aż do dzisiejszych czasów niema jeszcze zgody między uczonymi, jaką mu przypisać właściwą strukturę. Mamy tu aż kilka teoryj czyli poglądów, dotyczących budowy, albo struktury plazmy, wymienimy z nich tylko trzy, jako najważniejsze.

Najstarszą z nich jest t. zw. teorja granularna (granulum — ziarenko) (rys. 6, $_1$). Według niej w części plazmy bardziej płynnej, jednorodnej, są zawieszone skupienia gęstsze, występujące w postaci ziarenek. Ziarenka te zazwyczaj w okolicy jądrowej liczniejsze, ku obwodowi komórki stają się rzadsze.

Druga teorja, t. zw. fibrillarna (rys. 6, $_2$) czyli budowy włóknistej, orzeka, że w plazmie przebiegają w różnych kierunkach włókienka, tkwiące w plazmie bardziej płynnej.

Wreszcie teorja trzecia, budowy alveolarnej czyli piankowej (rys. 6, $_3$), podaje, że plazma posiada strukturę pianki, jednakże nie takiej, jaką jest np. piana z mydła, gdzie wnętrze pęcherzyków wypełnia powietrze, lecz takiej, gdzie ścianki tych jakgdyby pęcherzyków są z substancji stalszej zbudowane, a wnętrze jest wypełnione przez tę drugą substancję płynniejszą.

Rys. 6. Schematy, ilustrujące pogląd na budowę czyli strukturę plazmy.

Możnaby zapytać, dlaczego blisko stuletnie badanie komórki jeszcze nie doprowadziło do jednomyślności w poglądach na tak ważną, a zarazem tak elementarną sprawę; na to można tylko odpowiedzieć, że przedewszystkiem stają tu na przeszkodzie olbrzymie trudności techniczne badania.

Trzeba przecież pamiętać, że komórka jest objektem bardzo małym. Że badania in vivo nie dają wielkich rezultatów, że zatem trzeba się uciekać do badań komórki barwionej, że aby móc swobodnie komórkę barwić, t. j. działać na nią barwnikami, trzeba ją uprzednio zabić i poddać tak wielu zabiegom, że choć staramy się, aby w niej żadne zmiany nie zaszły, to jednak zasadniczo mogą one wpłynąć na jej ukształtowanie. Trzeba uświadomić sobie, że nasze wyobrażenia o komórce żywej muszą być często oparte na badaniu komórki martwej, stąd więc wynika możliwość tak różnorodnego interpretowania danych faktów.

Jądro znajduje się zazwyczaj mniej więcej w środku komórki; pod względem wielkości jest ono w pewnym stałym do komórki stosunku, mniej więcej zajmuje około ósmej części. Co do kształtu, to o ile komórka bywa kształtu bardzo różnego, to o jądrze nie da się tego powiedzieć. Wyjąwszy przypadki stosunkowo nieliczne, jądro jest okrągławe, albo owalne. Jądro o innym kształcie, nie okrągławym, spotykamy np. u pierwotniaków — wymoczków, gdzie spotykamy jądro wrzecionowate, w kształcie podkowy, sznura przewężonego i t. p. Zazwyczaj w komórce znajdujemy tylko jedno jądro, komórki wielojądrowe np. z mózgu, z wątroby płazów są bardzo rzadkie, natomiast nie znamy komórek pozbawionych jądra, a znane przypadki, jak to wykażemy niżej, dadzą się łatwo do ogólnej reguły sprowadzić. Już w komórce żywej, niebarwionej, jądro wyróżnia się jako ciałko cokolwiek silniej łamiące światło niż plazma i jak gdyby twardsze. Gdy poddamy jądro bliższemu badaniu, to zauważymy zawsze błonę jądrową, dość cienką, natomiast bardzo elastyczną, a we wnętrzu dwie substancje. Jedna z nich, umieszczona w cieczy, t. zw. soku jądrowym, nosi nazwę lininy. Linina tworzy t. zw. zrąb, złożony z delikatnych, cienkich, krzyżujących się włókienek. Na tych włókienkach, czy wśród nich, jest ułożona druga substancja, chromatyna. Chromatyna jest stalszym składnikiem jądra i występuje w różnych postaciach ziarenek, niteczek, nacieków, zbitych grudek i t. p. Nazwa chromatyna, greckiego pochodzenia, jest dana stąd, że substancja ta barwi się chciwie i na preparatach barwionych jest zwykle intensywnie zabarwiona. Chromatyna jest substancją nadzwyczaj ważną, zwłaszcza rola jej ujawnia się w czasie rozmnażania się komórki.

Pozostałe składniki komórki możemy już tylko pokrótce omówić, a to dlatego, że znaczenie ich jest często jeszcze nie wyjaśnione. Tu należy jąderko, ciałko znacznie od jądra mniejsze, niezawsze nawet w komórce dobrze widoczne, które zdaje się, że zupełnie zanika w czasie rozrostu komórki. Nadmienić należy, że jąderko znajdować się może albo wewnątrz jądra, i tak jest w przeważnej ilości przypadków, albo poza jądrem. Jąderko jest zazwyczaj jedno, jakkolwiek znamy przykłady, gdzie ilość jąderek jest znacznie większa, np. w t. zw. owocytach, czyli niedojrzałych komórkach jajowych płazów, znajdujemy kilka, a nawet kilkanaście jąderek. Tu należy również t. zw. śródciałko—centrosoma, poza okresem rozmnażania się komórki prawie nigdy nie widoczne. Widzimy zatem, że dzisiejsza komórka jest tworem nadzwyczaj złożonym. Z tego wynikają ważne konsekwencje, o których będzie mowa później, tu tylko należy sobie postawić pytanie, jaką rolę od-

grywają w życiu komórki te opisane powyżej składniki. Albowiem komórka, stanowiąc albo organizm samodzielny, albo składnik wielkiego zespołu komórek, jakim jest każda istota wielokomórkowa, żyje, to znaczy, że zachodzą w niej te wszystkie zjawiska, które istotę żywą od materji nieożywionej różnią, jak to już było opisane wyżej. Pytanie więc, jaką rolę grają części składowe komórki w jej życiu, można zastąpić innem, jakie mianowicie części komórki są tem materjalnem podścieliskiem, w którem dane zjawisko zachodzi? Owóż dawniej mniemano powszechnie, że zachodzi tu dość wyraźny podział. Plazma miała być siedliskiem i podłożem takich zjawisk, jak przemiana materji, wrażliwość, ruch, gdy tymczasem jądro miało służyć jedynie sprawom rozmnażania. Dziś wiemy już, że tak nie jest. Możemy powiedzieć tylko, że wprawdzie jądro w sposób widoczny działa w chwili rozmnażania się komórki, tem niemniej bez udziału jądra i żadne inne zjawiska, dokonywające się w plazmie, zachodzićby nie mogły. Ponadto doświadczenia, czynione nad komórką, wykazały, że komórka bez jądra istnieć, żyć nie może i pozbawiona go sztucznie, rychło obumiera, gdy przeciwnie, samo jądro, oddzielone od plazmy, żyje nadal.

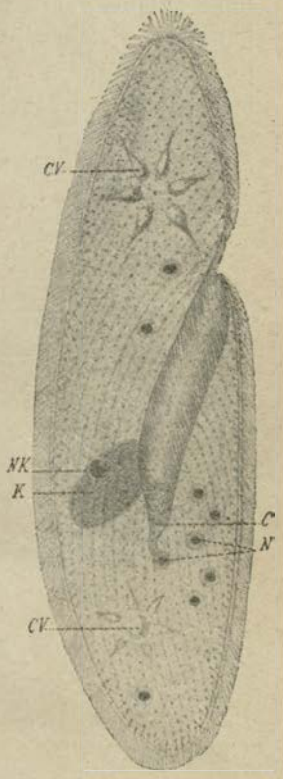
W zakończeniu dodać trzeba, że, mówiąc o budowie komórki, nie wspomnieliśmy wcale o składnikach, występujących w niej często, ale nie stanowiących jej istotnych części składowych. Tu zaliczyć należy rozpowszechnione w świecie roślinnym: ziarna skrobi, chlorofilu i t. p., a w świecie zwierzęcym: ciałka tłuszczowe, wodniczki u pierwotniaków, ziarnka barwika i t. p.

ROZDZIAŁ III.

Jak widzimy zatem, badania, prowadzone w celu poznania budowy komórki, doprowadzały do rezultatów nadzwyczaj ważnych, wzbogaciły naszą wiedzę o tej najmniejszej jednostce życiowej, ale zarazem dały wyniki trochę nieoczekiwane. Mianowicie: z jednej strony badania wykazały, że wszystkie żyjące istoty albo są jedną komórką, albo z komórek się składają, z drugiej zaś, nagromadzające się fakty i spostrzeżenia bynajmniej nie sprawiły, aby komórka stała się czemś zrozumiałem i prostem, lecz przeciwnie, z roku na rok niemal komórka wydaje się być tworem o budowie coraz bardziej skomplikowanej. A ponieważ nasza, coraz dokładniejsza znajomość komórki zależy w znacznej mierze od subtelności metod i coraz lepszych narzędzi fizycznych, służących do jej badań, więc z dużą chyba słusznością można przewidywać, że przyszłość raczej jeszcze bardziej skomplikuje budowę komórki, niźli ją uprości, to

znaczy, że dla przyszłego badacza komórka będzie może jeszcze bardziej złożoną. Wobec tych faktów staje się rzeczą zrozumiałą, że uczeni, zastanawiający się nad kwestją najprostszych istot żywych na ziemi, niechętnie godzili się z myślą, aby najpierwotniejszą formą życia miała być istota tak złożona, jaką jest, w myśl naszych badań współczesnych, komórka.

Tu muszę się zastrzec w kwestji, która mogłaby nasunąć wątpliwości. O tem, w jaki sposób powstały żywe istoty na ziemi, nie wiemy zgoła nic, i zastanawianie się nad tem, przy dzisiejszym stanie wiedzy, mogłoby co najwyżej do hipotez doprowadzić, do sprawdzenia niemożliwych; natomiast poszukiwanie istot prostszych, niż komórka, nasuwało się jako logiczna konieczność z obserwacji istniejącego świata istot żywych, gdzie przecież widzimy stopniowanie, bo zaczynając np. od istot o tak wielkiej złożoności, jak np. ssaki, dochodzimy stopniowo do istot stosunkowo prostych, jak np. pierwotniaki. Wobec tego staje się rzeczą zrozumiałą, że zaczęły się poszukiwania, przedewszystkiem w obrębie znanego już świata żywych jestestw.

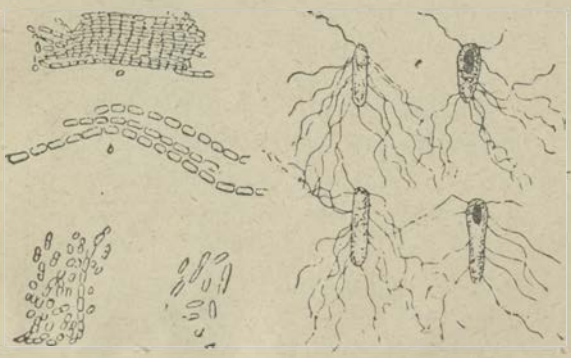


Rys. 7. **Paramaecium caudatum.** K—jądro, NK—jąderko,[1]) N—banieczki odżywcze, CV—banieczki tętniące, C — przedsionek-przełyk.

Trzeba odrazu powiedzieć, że poszukiwania są, jak do dziś, bezowocne. Wszystkie znane nam do dzisiaj rośliny i zwierzęta są to komórki, bo jeśli weźmiemy pod uwagę np. najprostsze ze zwierząt, t. j. wiciowce i korzenionóżki, albo najprostsze rośliny, jak glony, to wszędzie z budową komórkową się spotkamy, to jest wszędzie spotkamy już daleko idące zróżnicowanie osobnika na plazmę, jądro i t. d.; co więcej, warunki życia stwarzają, że wśród jednokomórkowców spotykamy istoty o bardzo zróżnicowanej budowie, gdzie na koszt poszczególnych części plazmy powstają urządzenia w organizmie, służące do zadośćuczynienia wymaganiu życia. Weźmy dla przykładu choćby paramaecium albo jakiegokolwiek innego wymoczka (rys. 7). Widzimy tu, prócz plazmy i jądra, powstałe

[1]) właściwie: jądro główne i poboczne.

na koszt plazmy rzęski, służące do ruchu; widzimy dalej, że część plazmy uległa zróżnicowaniu w taki sposób, że wytworzyła pasemka kurczliwe, t. zw. myonemy, że wreszcie, jak twierdzą badacze, część tylko plazmy reaguje na bodźce zewnętrzne, mielibyśmy zatem zaczątek tego, co u tkankowców doprowadzi do wytworzenia się systemu nerwowego. Znana powszechnie, do wiciowców należąca Euglena, jak już była o tem mowa, posiada na jednym końcu ciała w plazmie małą plamkę czerwoną, której przypisujemy zdolność załamywania promieni świetlnych, a więc mielibyśmy tu jeszcze jeden ośrodek zróżnicowania plazmy w pewnym specjalnym kierunku, jeszcze jedną t. zw. organellę, odpowiadającą narządowi wzroku u tkankowców. Musimy tedy porzucić pierwotniaki i najniższe rośliny, gdyż wszędzie tu spotkamy co najmniej zróżnicowanie na plazmę i jądro, czyli wyższy stopień indywidualizacji ustroju. A oczywiście wobec niewątpliwego faktu, że jądro i plazma wykazują jednakże dość znaczną różnicę, o czem już była mowa, należałoby spodziewać się, że może istnieć życie w takiej formie, gdzie tego zróżnicowania jeszcze niema, to znaczy, gdzie mielibyśmy tylko ożywioną materję, ale ponieważ życie wszędzie, gdzie je znamy, występuje jako indywiduum, które nazwaliśmy komórką, czy zespołem komórek, więc praktycznie, szukając istot prostszych, musimy rozejrzeć się, czy niema istot albo komórek bezjądrowych. Czy zatem niema komórek bezjądrowych? Niema. Bo naprzykład t. zw. e r y t r o c y t y albo inaczej czerwone ciałka krwi ssaków, jądra nie posiadają. Ale, jak wykazały badania, erytrocyty są w stadjum dorosłem komórkami bezjądrowemi, w stadjum embrjonalnem jądra posiadają, i te później zanikają. Pozostały jeszcze pewne istoty, co do których długo istniały poglądy, iż są bezjądrowemi. Temi istotami są bakterje.

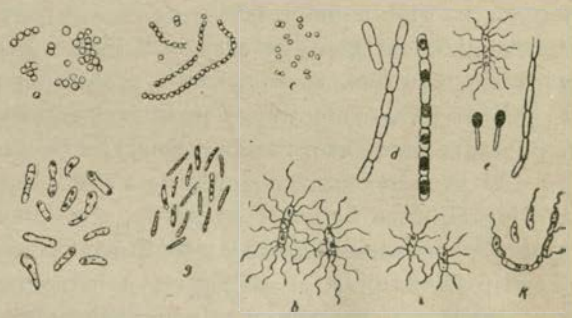


Rys. 8. Różne postaci bakteryj fermentacyjnych.

Wogóle bakterje z wielu względów zajmują odrębne poniekąd stanowisko wśród istot żywych, a że, jak wiadomo, odgrywają one olbrzymią rolę w sprawie przemiany materji w przyrodzie, a po-

zatem posiadają i dla człowieka ogromne znaczenie, więc stąd należy im się baczniejsza uwaga (rys. 8 i 9).

Bakterje są to, jak wiadomo, rośliny, do których jednak zaliczono je ostatecznie dopiero w końcu XIX w., tak dalece trudno było ustalić, czy należą do roślin, czy też do zwierząt. Oczywiście, spowodował to brak dostatecznych i wyraźnych danych. Ze względu na sposób rozmnażania, przez podział podłużny, oraz inne jeszcze cechy, wspólne dla niższych roślin, zaliczono je do Rozprątek (Schizophyta). Jednakże pod względem życia bakterje stanowią jak gdyby odrębną grupę biologiczną, takie jest ich zachowanie się w stosunku do tlenu, gdyż tylko wśród bakteryj znajdujemy istoty, które bez tlenu obchodzić się mogą, albo nawet dla których tlen jest zabójczy; w stosunku do niskich i wysokich temperatur, bowiem tylko bakterje, względnie ich zarodniki, mogą wytrzymywać z jednej strony temperaturę ciekłego powietrza, z drugiej temperaturę wrzenia wody, przynajmniej przez kilka minut; wreszcie do zjawisk pobierania materji, są to bowiem jedyne ustroje, które potrafią korzystać z wolnego atmosferycznego azotu, żyć kosztem połączeń nieorganicznych, a żyjąc związkami organicznemi, azotowemi, doprowadzać ich rozkład aż do związków nieorganicznych o bardzo prostej budowie. Ze względu na kształt i wielkość bakterje też różnią się od innych ustrojów. Co do kształtu, to, jak wiadomo, bywa on różny, począwszy od kuleczek, jakby paciorków, a skończywszy na nitkach, pałeczkach albo przecinkach. Pod względem wielkości bakterje są to najmniejsze żywe istoty. Bardzo liczne z nich nie mierzą nawet całego mikrona!



Rys. 9. Różne postaci bakteryj chorobotwórczych.

Nic też dziwnego, że wobec takich wymiarów bakteryj, największe objektywy i okulary współczesnego mikroskopu są jeszcze bezsilne i dlatego tak mało możemy powiedzieć o strukturze bakteryj. Dlatego też spór o budowę bakterji do dziś nie jest rozstrzygnięty, i dlatego też jedni uczeni upatrują w nich istoty, zbudowane w całości z substancji takiej, jak jądrowa, gdy inni właśnie chcą w bakterjach widzieć te najprostsze na świecie ustroje, utwo-

rzone z bryłki zarodzi, nie posiadające jądra zupełnie, a tylko ziarenka chromatyny, rozrzucone w plazmie. Jednakże to swoiste zachowanie się bakteryj wobec warunków życia nakazuje nam wielką ostrożność w ich traktowaniu i nasuwa mniemanie, że bakterje nie są pierwotnemi postaciami, lecz że uległy modyfikacji na skutek przystosowania do warunków życia.

Ale te wszystkie rozważania nie rozstrzygną kwestji szukania prostszych ustrojów, o którą nam tu chodzi. Dziś, jak to już zaznaczono, przyrodnik przeszukujący całą już ziemię prostszych istot nie znajduje, lecz był moment, kiedy zdawało się uczonym, że natrafili na ślad; było to mianowicie wtedy, gdy zaczęła się era wspaniałych odkryć głębinowych. Gdy okazało się, że dawna legenda o wiecznym lodzie na dnie oceanów i braku tam wszelkiego życia musiała ustąpić zgoła innej rzeczywistości, i gdy sieć badacza wydobyła z głębin mórz istoty żywe, a inne, niż te, które na powierzchni ziemi kiedykolwiek widziano. Niektórym uczonym zdawało się wówczas, że w szlamie głębinowym znaleźli istotę żywą w postaci niezróżnicowanej masy galaretowatej. Okazało się to jednak złudzeniem, które wobec ścisłych badań musiało zniknąć.

W tych też czasach opisano t. zw. monery, istoty bezjądrowe. Ale i tu bliższe badania wykazały, że takich moner, o jakich mówiono, niema zupełnie, a te istoty, które brano za monery, i jakie w rzeczywistości istnieją, są to poprostu jednokomórkowce. O tych monerach dlatego tylko wspominam obszerniej, że niegdyś wiele o nich, a niesłusznie, pisano.

Pozostaje więc tylko stwierdzenie, że w granicach dostępnych ludzkiemu badaniu najpierwotniejszym ustrojem żywym jest dopiero komórka. Możnaby tylko zapytać jeszcze, czy niema w przeszłości ziemi jakich śladów życia, jak są ślady istnienia całych faun i flor odmiennych od dzisiejszej, t. j. czy może te istoty pierwotne zaginęły do dziś, ale były w zaraniu życia na ziemi. Na to już niema odpowiedzi. Być może, że tak było, ale z jednej strony, z najdawniejszych epok ziemi nie mamy szczątków roślinnych, ani zwierzęcych, z drugiej wogóle skazane były na doszczętne zniszczenie istoty, nie posiadające tak twardych części szkieletowych, aby mogły się ostać wobec działania wszystkich czynników niszczących.

Tak więc, rozglądając się wśród wszystkich istot żywych, nie znaleźliśmy stworzeń prostszych w budowie, niż komórka. Musimy więc zgodzić się z faktem, że dla nas komórka jest najpierwszym stopniem indywidualizacji ustroju, najprostszym wyrazem życia.

Skoro tak jest, to obowiązkiem naszym jest komórkę poznać możliwie wszechstronnie, aby się dowiedzieć jak najwięcej. Badania

morfologiczne nie wyczerpują jeszcze całokształtu badań komórki i oto musimy się zaznajomić z inną ich dziedziną, mianowicie: fizyko-chemiczną.

ROZDZIAŁ IV.

Przystępując do zbadania komórki pod względem fizyko chemicznym, musimy przedewszystkiem wspomnieć o dwu poglądach na istotę życia, które spotykamy w nauce. Jeden, datujący istnienie swe jeszcze z XVIII w., orzeka, że ustrój żyje, t. j. porusza się, rozmnaża i t. d. dlatego, że w nim tkwi t. zw. siła życiowa (vis vitalis, stąd nazwa ogólna kierunku—witalizm), to właśnie „coś", co wszelką istotę żywą tak bardzo od martwej różni. Można powiedzieć, że, z pewnemi zmianami, pogląd ten przetrwał do naszych dni. Jako przeciwwagę, można uważać pogląd inny, który wszystkie zjawiska życiowe sprowadza do mniej lub więcej złożonych zjawisk fizycznych, czy reakcyj chemicznych. Ponieważ pogląd ten zjawiska życiowe usiłuje wyjaśnić zapomocą przekształcenia natury raczej mechanicznej, więc otrzymał on nazwę mechanizmu. Nie jest naszą rzeczą wdawać się w ocenę tych poglądów. Zaznaczymy tylko, że mechanizm ma wielką wobec wiedzy zasługę przez to, że poddał wszechstronnemu badaniu komórkę, jako podwalinę życia. Jakkolwiek trzeba zauważyć, że badania fizyczne i chemiczne, aczkolwiek bardzo wiele nam powiedziały o komórce, jednak nie doprowadziły nas również do odsłonięcia zagadki życia. Pod względem chemicznym przeprowadzone poszukiwania musiały pójść takiemi drogami, aby odpowiedzieć na pytania, z jakich pierwiastków są zbudowane żywe istoty, w jakim te pierwiastki wchodzą stosunku procentowym i wreszcie, jakie tworzą związki. Chcąc na powyższe pytania odpowiedzieć, musimy dokonać analizy istoty żywej.

Analiza, mająca nam odpowiedzieć na pytanie, z jakich ciał jest zbudowana komórka, jest stosunkowo prostsza i pozwala z łatwością ustalić, że jakkolwiek istota żywa tak bardzo różni się od martwej, to jednak w jej skład wchodzą znane powszechnie pierwiastki. Jeśli żywą istotę, np. kawałek mięśnia, poddamy badaniu, a to w ten sposób, że najpierw zaczniemy ogrzewać w probówce, to przekonamy się łatwo, że na drugim końcu probówki zacznie się zbierać para wodna, która, skraplając się, da nam wodę. Stąd oczywisty wniosek, że w skład żywych istot wchodzi woda. Znajduje się ona w bardzo dużej ilości, tak że można ją obliczać na 55 — 95%, to zna-

czy, że w najtwardszych, najbardziej zbitych tkankach ilość jej jest równa połowie. (Naturalnie, nie odnosi się to do tkanek martwych, jak np. róg, kopyto, włos, gdzie ilość wody jest znacznie mniejsza). Natomiast wiele bardzo części roślin, owoce zwłaszcza, liczne zwierzęta, a przedewszystkiem liczne zwierzęta morskie, jak meduzy, żebropławy i t. p., posiadają wody 95% i więcej nawet. Jako przykład przytaczana jest meduza Rhizostoma cuvieri, gdzie woda stanowi 98% ciała.

Równie łatwo, jak obecność wody w organizmach, można wykazać też obecność węgla, bo wystarcza wzięty dla przykładu kawałek mięśnia ogrzewać silniej, aby go doprowadzić do pospolicie znanego stanu zwęglenia. I znów obliczenia % wykażą, że istoty żywe posiadają około 53% węgla (liczba ta oczywiście odnosi się do substancji suchej). Całkowita analiza wykaże obecność węgla, wodoru, azotu, tlenu, siarki, fosforu. Ponieważ te pierwiastki wchodzą w skład wszystkich żywych istot, tworzą jak gdyby organizmy, więc nadano im nazwę organogenów. Badając dalej, albo wszechstronniej, możemy jeszcze znaleźć w istotach żywych takie pierwiastki, jak: sód, magnez, potaz, żelazo, chlor, jod, a wreszcie i zupełnie rzadkie, jak np.: brom, miedź, krzem, fluor, glin, arsen. Tyle daje nam analiza pierwsza. Analiza, mająca wykazać, w jakiej ilości wchodzą pomienione pierwiastki, którą również nietrudno wykonać, da następujące liczby, odnoszące się do zawartości wspomnianych pierwiastków, organogenów; oczywiście, liczby przytoczone są to liczby średnie, a przedewszystkiem odnoszą się do substancji suchej:

C 50 — 5%	H 6,5 — 7,3%
O 19 — 24%	N 15 — 18%
S 0,3 — 2,4%	Ph 0,4 — 0,8%

Ale jest rzeczą jasną, że tu się badanie chemika kończyć nie może. Pragnie on zbadać, w jakiem wzajemnem ustosunkowaniu wchodzą dane pierwiastki, czyli jakie tworzą związki chemiczne.

Owóż wspomniane pierwiastki tworzą trzy grupy związków: 1) Bardzo złożone, zawierające zawsze N, które, dzięki podobieństwu fizycznemu i chemicznemu do białka jaja kurzego, otrzymały nazwę ciał białkowych albo wprost białek. 2) Ciała, zbudowane z C, H i O, gdzie stosunek wzajemny pierwiastków w drobinie odpowiadałby ogólnemu wzorowi $C_m (H_2 O)_n$, są to t. zw. węglowodany albo wodany węgla; typowym przykładem może być mączka albo cukier. W powyższym wzorze *m* trzeba przyjąć za niemniejsze niż 3. Zawartość węgla w węglowodanach wynosi okrągło 40%.

3) Ciała również zbudowane z C, H i O, od węglowodanów różnią się przedewszystkiem zawartością C, która tu wynosi od 60 - 80%, t. zw. tłuszcze. Ponieważ badania wykazały, że najważniejsze składniki komórki, t. j. plazma i jądro, utworzone są właśnie z ciał białkowych, więc stąd wynika, że od ich zbadania zawisło poznanie chemizmu istot żywych. Badania ciał białkowych, prowadzone już od wielu lat dziesiątków, dały wprawdzie z jednej strony nadzwyczaj wielkie rezultaty, ale z drugiej natrafiły na nieprzezwyciężone wprost przeszkody. Dziś chemja wie już, że w skład ciał, ogólnie zwanych białkami, wchodzi bardzo wiele różnych związków, które wszystkie posiadają pewne wspólne właściwości fizyczne i chemiczne. Co do fizycznych, to najważniejsze tu są te mianowicie; że związki te są nierozpuszczalne w wodzie, nawet w wyższej temperaturze, że nie przenikają przez błony zwierzęce i wreszcie, że w temperaturze powyżej 70° C ścinają się, tworząc znany wszystkim obraz białka w jajku „na twardo". Te cechy fizyczne są niezwykle ważne, jeśli uświadomimy sobie, że przecież najważniejszy składnik naszego pożywienia stanowią ciała białkowe; wobec zatem takich właściwości białek wynikają doniosłe dla ustrojów konsekwencje. Mianowicie: konieczność takiego ich przeobrażenia wewnątrz organizmu, aby stały się rozpuszczalnemi i przenikającemi przez błony, t. j. ścianki przewodu pokarmowego. Co do cech chemicznych, to ciała białkowe różnią się bardzo od wszystkich znanych związków chemicznych; jak wspomniano, ciała białkowe są już dziś pojęciem zbiorowem; wśród wielu białek wyróżniamy: 1) proteiny, 2) proteidy, 3) albuminoidy. Z tych najważniejsze są proteiny, bo z nich jest zbudowana przeważnie materja żywa.

Różnica między ciałami białkowemi a innemi związkami chemicznemi polega przedewszystkiem na ilości atomów w drobinie. Ilość ta, wynosząca zwykle w związkach nieorganicznych kilka lub kilkanaście, np. N_a C_l — 2, H_2 SO_4 — 7, w związkach organicznych do kilkudziesięciu, np. C_{36} H_{74}, tu dochodzi do tysięcy, np. jedno z białek tworzących surowicę w krwi ma skład następujący: C_{450} H_{720} N_{116} S_6 Q_{140}, razem 1432 atomy. Jest rzeczą zrozumiałą, że zbadanie składu ciał białkowych jest sprawą nadzwyczaj trudną, w wielu przypadkach jeszcze nieosiągniętą. Ale tu nasuwa się jeszcze większa trudność. Mianowicie, badania, dokonane w chemji organicznej zwłaszcza, przekonały, że charakter związku zależy nie tylko od ilościowego składu, ale również od ułożenia atomów w drobinie, czyli od tego, co nazywamy konstytucją związku. Otóż pod tym względem ciała białkowe usuwają się, jak dotąd, od badań. Co zaś dotyczy węglowodanów i tłuszczów, to,

jakkolwiek budowa ich jest znacznie prostsza i ciała te są chemikowi dobrze już znane, ale też w skład zarodzi i jądra nie wchodzą, więc stąd nie mają tu większego znaczenia. Jednem słowem, chemiczne badania komórki nie doprowadziły do celu. Zwróćmy się zatem do badań fizycznych. Tu musimy zauważyć, że badania fizyczne odrazu natrafiły na zaporę. Gdy chcemy badać jakieś ciało pod względem fizycznym, to badamy szereg cech, a więc: jego stan skupienia przedewszystkiem, potem barwę, ciężar właściwy i t. d. Otóż określić, jaki jest stan skupienia plazmy niepodobna. Już w rozdziale, omawiającym budowę komórki, zaznaczono, że plazma jest substancją o konsystencji pół stałej, pół ciekłej, i niestety, ściślejszego określenia dać nie można. A wprawdzie plazma wykazuje, jak już wiemy, budowę złożoną, to jednak, obserwując ruch plazmy, np. w komórkach trzykrotki (Tradescantia), z łatwością dostrzegamy, że cząsteczki plazmy poruszają się tak swobodnie, że i te części stalsze, które widzimy w komórce zabitej, nie muszą być bardzo zbite. Plazma, badana na zachowanie się wobec różnych czynników, wykazuje dwie zwłaszcza cechy ważne: są niemi zachowanie się wobec światła i temperatur.

Dla promieni światła plazma komórki żywej jest całkowicie przenikliwa, t. j. promienie przechodzą przez nią jak np. przez wodę, to znaczy, że właściwie komórki niebarwionej nie widzimy prawie zupełnie, gdyż wyraźniej zaznaczają się tylko brzegi komórki, z powodu załamania się światła na pograniczu dwu odmiennych ośrodków. Cokolwiek silniej łamie światło jądro, stąd też jądro, nawet w komórce niebarwionej, zarysowuje się jako ciemny pęcherzyk. Te warunki fizyczne powodują konieczność barwienia komórki dla badań. Zachowanie się plazmy wobec temperatur przedewszystkiem określa granice, w jakich życie plazmy i komórki jest możliwe; otóż stwierdzono eksperymentalnie, że komórka, przy zachowaniu wszystkich innych warunków, żyć może w granicach od — 20^0 do + 70^0 C. Możnaby zatem jako minimum, poniżej którego ustroje żywe nie schodzą, temperaturę — 20^0 C i maximum, którego one przekroczyć nie mogą + 70^0 C, gdyż w obu tych przypadkach plazma ginie. Tu należy omówić pozorne wyjątki. I niższe znacznie i wyższe temperatury znoszą istoty żywe dość często. Np. mrozy krain północnych częstokroć przekraczają T = — 20^0 C, a jednak życie tam nie zanika. Fakt ten jednakże objaśnia się prostą drogą w ten sposób, że wszędzie tam plazma nie jest w bezpośredniem zetknięciu się ze światem zewnętrznym, lecz że oddziela ją warstwa izolująca, utworzona ze zrogowaciałego naskórka, z elementów martwych i t. p. W tych przypadkach istoty żywe, o ile są dobrze odizolowane, mo-

gą wytrzymywać nawet bardzo niskie temperatury, np. nasiona wielu roślin nie tracą zdolności kiełkowania, czyli rozwoju, nawet trzymane w powietrzu ciekłem; to samo dotyczy zarodników bakteryj, które w analogicznych warunkach żyć mogą nawet we wrzącej wodzie przez kilkanaście minut, i dopiero temperatura + 140° C zabija je odrazu. [1])

Gdy mowa o minimum i maximum życia plazmy, warto wspomnieć jeszcze o trzecim momencie: mianowicie optimum. Żywa komórka już żyć może przy temperaturze — 20° i jeszcze żyć może przy + 70°, ale jest na drodze łączącej dwa te punkty skrajne taki, gdzie życie komórki przebiega najintensywniej, najpełniej; punkt ten to będzie optimum, który dla większości przypadków leży około + 20° C.

Przy tej sposobności należy zauważyć, że takie trzy punkty dadzą się zawsze ustalić dla każdego zjawiska życiowego. Będą one oczywiście zawsze leżały w granicach ogólnych, zakreślonych przez życie komórki, ale poza tem panuje tu znaczna dowolność. Weźmy kilka przykładów: np. roślina zielona asymiluje węgiel dopiero w temperaturze = ± 0, najlepiej w temperaturze = + 25°, a zaś w temperaturze = + 50° już asymilacja nie zachodzi, a zatem temperatury + 0; + 25; + 50° wyznaczają minimum, optimum i maximum dla tego zjawiska. Tu zjawisko odbywa się w szerokiej skali. Ale weźmy inny przykład. Jajko kury po zniesieniu może być przez pewien czas trzymane, przyczem nie rozwija się wówczas, ale też nie traci zdolności rozwojowych. Wiemy przecież wszyscy, że jajko kurze można dość długo trzymać w temperaturze pokojowej i rozwój wtedy nie zachodzi, a więc, mówiąc ściśle, jajko jest wówczas w temperaturze niższej, niż minimum, dla rozwoju. Jeśli jednak jajko takie będziemy poddawali działaniu różnych temperatur, to przekonamy się, że w temperaturze 38, 5° C zacznie się rozwój, jednakże jajka stale utrzymywane w tej temperaturze, wprawdzie już zaczną się rozwijać, ale rozwój będzie często anormalny. W temperaturze = 39,5° C rozwój przebiegać będzie najlepiej, wreszcie o ile temperaturę będziemy podnosili, to w temperaturze= 41° C ustanie zupełnie. Tu więc mamy min. 38,5°, opt. 39,5°, max. 41° C. Żeby zaś nikt nie sądził, że wogóle rozwój jajka zwierzęcego zawsze w takich i tak wąskich odbywa się granicach, weźmy jeszcze inny przykład. Pospolita nasza żaba, t. zw. brunatna

[1]) Ustalenie maximum, w jakiem żyć może komórka, pozwala na wyciągnięcie pewnych wniosków, dotyczących pojawienia się życia na ziemi. Oto możemy stwierdzić, że życie na naszej planecie wtedy dopiero zacząć się mogło, gdy temperatura ziemi, wody i powietrza spadła poniżej ustalonego maximum.

(Rana temporaria), znosi do wody jajka, t. zw. skrzek, w końcu marca i zaraz zaczyna się ich rozwój; ponieważ w naszych warunkach klimatycznych T⁰ wody może opadać nawet do 0⁰, więc tu, jak widać, leży minimum, maximum leży koło 20⁰, optimum koło 10—12⁰.

Wracając do spraw, w tym rozdziale przedewszystkiem poruszonych, musimy uczynić pewną rekapitulację. Przypominamy, że założenie, z jakiem przystępowaliśmy do badań komórki, było takie, iż ponieważ komórka, jako podstawa życia, kryje w sobie jego tajniki, więc od zbadania jej wszechstronnego zależy wogóle postęp wiedzy biologicznej. Tymczasem okazało się, że wielkie nasze nadzieje narazie nie zostały spełnione. Pod każdym względem komórka nie jest jeszcze zbadana dostatecznie i stąd dzisiejsza nasza wiedza o komórce nie może być punktem wyjścia do dalszych badań życia. Więc choć niepodobna studjować biologji, pomijając tę elementarną jednostkę życiową, choć jeszcze nieraz wypadnie nam wrócić do zjawisk, dokonywających się w komórce, to jednak, chcąc badać życie, musimy szukać innej drogi. Nasuwa się ona sama przez się. Już w pierwszym rozdziale była mowa o cechach, które różnią istotę żywą od nieżywej; Owóż te cechy istoty żywej, czyli te zjawiska życiowe będą nam służyły, jako podstawa badań. Skoro na podstawie analizy komórki nie można dojść do definicji życia, skoro brak nam jeszcze metod, aby móc przystąpić do tego zagadnienia bezpośrednio, to musimy się zwrócić do analizy zasadniczych przejawów życia.

ROZDZIAŁ V.

Gdy w wieku XVIII wielki Linneusz chciał podać cechy różniące zwierzęta od roślin, to, jak wiemy już, przedewszystkiem orzekł, że zwierzęta poruszają się i czują. Nie wchodząc narazie w analizę drugiego określenia, zastanowimy się nad pierwszem. Otóż jak widać z powyższego, w wieku XVIII zdolność do samodzielnego ruchu przypisywano tylko zwierzętom. Dziś nasze poglądy musiały ulec kardynalnej zmianie; wiemy już bowiem, że istnieją rośliny obdarzone samodzielnym ruchem, jak np. glony i bakterje, i odwrotnie — zwierzęta, które jako osobniki nie poruszają się, jak np. korale; ponieważ z drugiej strony nie wszystkie, przyznać to trzeba, istoty żywe obdarzone są zdolnością do zmiany miejsca, więc zachodzi pytanie, jak sobie to zjawisko ruchu wyjaśnić. Gdy chodzi o zwierzęta i rośliny, to punktem wyjścia będzie tu dla nas świat ustrojów najprostszych, a więc pierwotniaków. Wogóle, we wszystkich zjawiskach życiowych stwierdzimy fakt, że pierwociny ich

zawsze dadzą się już u jednokomórkowców stwierdzić. Ale gdy mowa o ruchu u istot żywych, to przedewszystkiem trzeba się zaznajomić z ruchem, zachodzącym w samej komórce, a więc z ruchem plazmy. Już przedtem zaznaczono, że gdy obserwujemy komórkę, to możemy zauważyć, że plazma jej nie jest bez ruchu, przeciwnie, daje się widzieć przesuwanie cząsteczek plazmy w różnych kierunkach, jakkolwiek przeważa ruch kołowy. Najlepiej widać to w komórkach roślin, np. ramienicy (Chara), albo trzykrotki (Tradescantia) i t. p.

Że ruch ten jest istotnie związany z życiem komórki, możemy się łatwo przekonać w sposób następujący. Zabijmy komórkę czemś działającem na ustrój żywy, a nie zmieniającem nic w fizycznej stronie ciała, a ruch ustanie.

Komórka samodzielnie żyjąca, czyli osobnik, nawet najniżej stojący pod względem organizacji, wykazuje zdolność do swoistego ruchu. Znana tak powszechnie ameba może się, jak wiadomo, poruszać (p. rys. 1). Jakże się tu ruch odbywa? Oto plazma w dowolnem miejscu, co należy podkreślić, wysuwa się, zwierzę całe się zwęża, natomiast wydłuża, przyczem jądro nie zmienia położenia w ciele ameby, środek zwierzęcia się przesuwa, a zatem w stosunku do jakiegoś nieruchomego punktu zaszła w położeniu ameby zmiana, zaszedł w danym kierunku ruch ameby? I to jest rzeczą najzupełniej obojętną, czy ameba poruszyła się pod wpływem takiego czy innego bodźca, co ją do tego ruchu zmusiło, czy np. dążenie do światła, czy ku jakiejś podniecie; ważne tu jest to tylko, że ameba poruszyła się i źródło tej siły tkwi w niej, a nie jest na zewnątrz. I to różni amebę zasadniczo od każdej materji nieożywionej.

Jednakże taki ruch jak u ameby, który nawet dał temu zwierzęciu polską nazwę pełzaka, spotykamy dość rzadko, to znaczy ruch, który jest rezultatem przelewania się plazmy i wysuwania t. zw. nibynóżek. Tu, jak widzimy, narządem ruchu jest cała prawie plazma komórki.

Bardzo wcześnie zaczyna się u zwierząt zróżnicowanie, prowadzące do wytworzenia specjalnych narządów ruchowych, którego pierwszym etapem jest przeobrażenie części tylko plazmy zewnętrznej, tej znanej już nam ektoplazmy w nitkę, czyli wić, pojedyńczą, osadzoną na węższym końcu ciała. taką wić znajdujemy u wiciowców, stąd ich nazwa. Nić taka działa w zasadzie podobnie do śruby okrętowej, dzięki jej ruchowi, zwierzę drugim końcem ciała posuwa się naprzód. U wiciowców zresztą spotykamy jeszcze inny sposób uzyskania narządu ruchowego; mianowicie błonkę t. zw. falu-

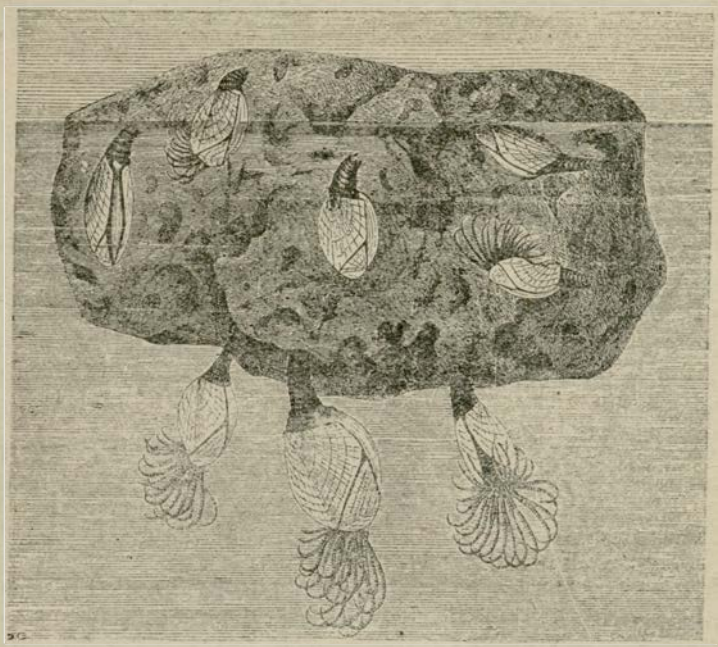
jącą (membrana ondulans), obiegającą wkoło całe ciało zwierzęcia. U wyższych pierwotniaków, jak rzęskowce czyli wymoczki (Infusoria v. Ciliata), spotykamy już nie jedną długą nić, ale zazwyczaj znaczną ilość rzęsek, cieniutkich wyrostków plazmatycznych, które bądź otaczają całe ciało, bądź też tworzą tylko linje orzęsione. Tu już widzimy i inne ciekawe zjawisko. Rzęski te otaczają t. zw. otwór gębowy, czyli wpustowy i są nie tylko narządami ruchu, ale zarazem służą do wpędzania zdobyczy. U bezkręgowców rzeczy się już zmieniają, tu do ruchu służą zawsze specjalne narządy, które też są wytworem górnej warstwy ciała czyli tkanki pokrywającej, tylko że ilość ich, naogół wziąwszy, ulega stopniowej redukcji i nie wynosi już tysięcy, jak u wymoczków, lecz zaledwie kilkanaście. Wreszcie maximum zredukowania osiągają kończyny dopiero u kręgowców, gdzie też i pochodzenie mają inne, są mianowicie częścią szkieletu. W świecie roślinnym tylko u niższych roślin dostrzegamy zdolność do zmiany miejsca.

Przejdźmy teraz do zjawiska, które nosi nazwę życia osiadłego. Mamy tu do rozstrzygnięcia ciekawą kwestję, skąd się ta postać trybu życia wziąć mogła. Otóż przedewszystkiem należy stwierdzić, że gdziekolwiek występuje u zwierząt życie osiadłe, to wszędzie jest ono zjawiskiem nie pierwotnem, a wtórnem, które się później zjawiło jako ciekawy rezultat przystosowania do warunków życia. Z powyższych już rozważań wynika, że ruch samodzielny, możność zmiany miejsca, jest cechą właściwą ustrojom żywym. Skoro go spotykamy na najniższym stopniu organizacji zwierzęcej i roślinnej, jeśli zatem znamy zwierzęta osiadłe, to zawsze dopatrzeć się możemy cech, które nam wskażą, że osiadłość jest późniejszym w rozwoju nabytkiem. Przedewszystkiem w rozwoju zwierzęcia można to obserwować. Weźmy dla przykładu korale. Są to istotnie zwierzęta osiadłe, ale jeśli zbadamy ich rozwój, to przekonamy się, że u korali, obok osobników pojawiających się drogą pączkowania, istnieją osobniki powstałe z jajka. Tą drogą powstaje osobnik, który naprzód jest larwą orzęsioną, wolno pływającą w wodzie. Larwa ta później dopiero, po przeobrażeniu, staje się postacią osiadłą. I tak jest wszędzie. Jeśli tak często wszakże spotykamy zwierzęta osiadłe, gdyż niema typu, z wyjątkiem kręgowców, gdzieby nie było form osiadłych, [1]) to można sobie to tem objaśnić, że jest to tylko jeden z niezliczonych przejawów walki o byt. Załączone rysunki wykazują dowodnie, że osiadłość spotkać można u zwierząt o wysokiej organizacji.

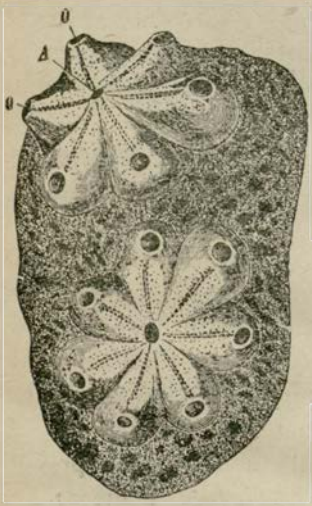
---

[1]) osiadłe postaci mamy wśród wymoczków, gąbek, prawie wszystkich jamochłonów, robaków, mszywiołów, ramienic, stawonogów, mięczaków, osłonic i t. d.

Kaczenica (Lepas) (rys. 10) należy do stawonogów, a więc zwierząt, do których należą również zwierzęta o tak wysokiej organizacji, jak owady.

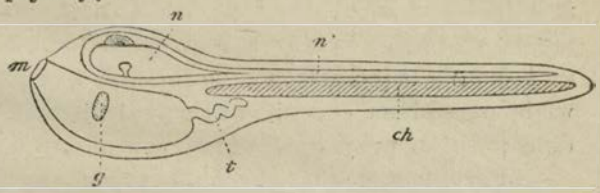


Rys. 10. Kaczenice (**Lepas anatifera**) przytwierdzone do kawałka pływającego pumeksu (wielkość naturalna).



Rys. 11 Żachwa kolonjalna (**Botryllus violaceus**) (pow.).

Żachwa (Botryllus) (rys. 11) należy do osłonic, a więc zwierząt, które ze względu na budowę swoją stoją najbliżej kręgowców, a jednak prowadzi życie osiadłe, ale larwy żachw (rys. 12) są to istoty wolno pływające.



Rys. 12. Larwa żachwy: m—otwór gębowy, g—jama skrzelowa, n—mózg, ń—cewka nerwowa, ch—struna grzbietowa.

Co dotyczy zewnętrznych bodźców, powodujących ruch u zwierząt, to tu mieli-

byśmy bardzo różnorodne zjawiska. Ruch t. zw. „dowolny", np. lot motyla, jest zapewne właściwy tylko wyższym zwierzętom, niższe poruszają się prawdopodobnie tylko na skutek mechanicznych bądźców zewnętrznych, jak to np. wyjaśniono dla wymoczków.

ROZDZIAŁ VI.

Jako jeden z rezultatów ruchu opisywanej poprzednio ameby wymienić moglibyśmy otaczanie wypustkami plazmy, czyli nibynóżkami, cząstek organicznych, stanowiących jej pożywienie. Pobieranie pożywienia przez rośliny i zwierzęta jest rzeczą tak pospolitą, że już na to zjawisko nie zwracamy najmniejszej uwagi. A tymczasem rzecz zasługuje na bliższe rozważenie. Jest to jedna z elementarnych cech żywych istot, którą możnaby tak sformułować. Każda żywa istota, aby móc żyć, musi się „żywić" czyli coś z otoczenia pobierać. Wiemy wszakże, że pobieranie z otoczenia nie kończy tego procesu, lecz go dopiero zaczyna, że to „coś", pobrane z otoczenia, wchodzi do istoty żywej, tam spełnia pewne określone zadanie i wreszcie, że każda żywa istota coś otoczeniu oddaje, przytem o ile pierwsze dwa punkty powtarzają się niezmiennie w całym świecie, o tyle trzeci już podlega wahaniom, wiemy bowiem dobrze, że o ile u zwierząt proces oddawania otoczeniu jest łatwy do skonstatowania, o tyle u roślin nie; o ile u zwierząt mogą zachodzić takie okresy, że pobieranie substancyj z otoczenia i oddawanie ich czyli wydalanie mogą się równoważyć, co z łatwością stwierdzimy z niezmieniającej się nawet w dłuższych okresach czasu wagi, o tyle u roślin, wyższych zwłaszcza, pierwszy proces przeważa, roślina znacznie więcej pobiera, niż wydala. Otóż ten całokształt wielkich zjawisk życiowych, polegający na tem, że wszystkie istoty pobierają różne substancje z otoczenia, przeobrażają je w sobie, a potem wydalają, nosi nazwę przemiany albo wymiany materji. Należy zawsze pamiętać, że jednocześnie zachodzi tu i drugie niemniej ważne zjawisko, zgoła nieodłączne, mianowicie przemiana energji, objaśnienie jednak tego terminu dane będzie później, przy opisywaniu przemiany energji.

Przystępując do badania przemiany materji, musimy zacząć od stwierdzenia faktu, że możemy wyróżnić przemianę materji gazową i substancyj stałych, do których ze względu na sposób pobierania, t. j. narządy do tego celu służące, zaliczymy i ciecze, jak np. wodę, przyczem jest rzeczą obojętną, czy substancje, które będziemy uważać jako stałe, będą istotnie w chwili pobierania ich

w stanie stałym, czy też płynnym. Zaczynając rzecz od przemiany materji gazowej, przypominamy, że każda istota żywa oddycha, t. j. pobiera z powietrza zawarty w niem w 21% mniej więcej tlen. To jest prawo ogólne, rozciągające się na zwierzęta, zarówno jak i na rośliny. Wyjątki od tego znamy bardzo nieliczne. Są to mianowicie niektóre robaki pasorzytnicze, które, jak dowiedziono, potrafią czerpać tlen z połączeń organicznych, na skutek ich rozkładu, oraz z pośród roślin pewne bakterje. Albowiem zachowanie się bakteryj, jak już wiemy, wobec tlenu określa się w sposób trojaki. Dla jednych bakteryj tlen (atmosferyczny) jest niezbędny do życia, jak i dla innych istot, dla drugich tlen jest obojętny, to znaczy obchodzą się bez tlenu, ale obecność jego nie szkodzi im, dla trzecich wreszcie atmosfera tlenowa jest szkodliwa. Otóż pominąwszy te wyjątki, wszędzie poza tem widzimy niezbędność tego gazu dla istot żywych. Warunki istniejące na ziemi powodują, że istoty, żyjące na powierzchni ziemi, czyli otoczone atmosferą, tlen mają w obfitości, głodu tlenowego nie mamy prawie nigdzie, natomiast inaczej się rzecz przedstawia dla zwierząt i roślin żyjących w wodzie. Albowiem wszystkie żyjące w wodzie istoty oddychają również tylko atmosferycznym tlenem, t. j. rozpuszczonym w wodzie, nie posiadając zdolności rozkładania wody na O i H. Tlen do wody dostaje się dwiema drogami. Albo przez dyfuzję, albo jako produkt procesu rozkładu dwutlenku węgla, przez żyjące w wodzie rośliny zielone. To też w płytkich zbiornikach wody, tam gdzie roślin jest obfitość, tlenu też nie brak. Natomiast inaczej jest w wodach, pozbawionych roślin, tam życie zwierzęce jest zależne od tlenu dyfundującego z atmosfery, a wogóle tam tlenu zwykle brak odczuwać się daje. Bo wprawdzie tlen rozpuszcza się w wodzie łatwiej niż azot, skąd powietrze rozpuszczone w wodzie zawiera do 33% tego pierwiastku, to jednak ilość ta nie jest wystarczająca, gdyż dyfuzja zachodzi bardzo wolno. To są przyczyny, które wpływają na fakt, że o ile u zwierząt, żyjących w korzystnych warunkach tlenowych, nie widzimy żadnych specjalnych przystosowań do pobierania tego gazu, t. j. urządzeń ułatwiających, o tyle przystosowania takie spotykamy często u zwierząt wodnych. Przystosowania te wyrażają się w budowie organów, służących do oddychania. Gdyż tylko w nielicznych przypadkach oddychanie dokonywa się bez specjalnych narządów, może się to dziać tylko tam, gdzie albo wielkość zwierzęcia, albo grubość jego ciała pozwalają na to, aby tlen mógł się przedostać do każdej poszczególnej komórki żyjącej.

Taki typ oddychania spotykamy u pierwotniaków. Tu tlen wchodzi do ciała wskutek różnicy ciśnień tlenu w komórce i w oto-

czeniu. W otoczeniu ciśnienie tlenu jest większe, więc tlen przenika do komórki. Odwrotnie się dzieje z dwutlenkiem węgla. W chwili nagromadzenia tego produktu przemiany gazowej w komórce ciśnienie w komórce CO_2 jest większe, niż w środowisku otaczającem, a więc wówczas CO_2 dyfunduje do otoczenia. Lecz, jak to już zaznaczono, takie oddychanie jest możliwe tylko u zwierząt pod względem morfologicznym pozostających na stadjum komórki. A więc u pierwotniaków, również i u jamochłonów dzieje się podobnie, to znaczy, że tlen wchodzi wraz z wodą do wnętrza ciała i bez pomocy narządów, zostaje wprost pobrany przez komórki; wreszcie oddychanie tylko drogą dyfuzji gazów przez ścianki ciała spotykamy jeszcze u pewnych pasorzytów, np. których rozwój uwsteczniony wywołał redukcję odnośnych narządów, a powierzchnia ciała takie oddychanie umożliwia.

We wszystkich innych przypadkach w miarę rozwoju organizacji osobnika zaczynają występować mniej, albo więcej skomplikowane narządy do oddychania. Nie będziemy tu wchodzili w obszerniejsze ich opisy, gdyż są one w każdym podręczniku zoologji, tu podkreślimy tylko pewne biologicznie ciekawe kwestje. A więc przedewszystkiem narządy, do pobierania tlenu służące, można podzielić na dwie kategorje: jedne służą do pobierania tlenu z wody, tu zaliczymy system naczyniowo wodny szkarłupni, płuca wodne strzykw i skrzela wreszcie, jak narządy najbardziej rozpowszechnione w świecie zwierzęcym, do pobierania zaś tlenu wprost z atmosfery służą, tchawki, u owadów prawie wyłącznie występujące, poza tem u wijów, płucotchawki pajęczaków, wreszcie płuca. Rozpatrzymy tu tylko dla przykładu różnice biologiczne między skrzelami a płucami. Skrzela są to wyrostki skórne, u bezkręgowców, u kręgowców zaś i osłonic w tworzeniu się skrzel bierze udział i przednia część jelita, ich kształt, budowa, ułożenie mogą być najrozmaitsze, jednakże w zasadzie posiadają one zawsze jedną cechę, są położone na zewnątrz ciała, położenie to jest spowodowane koniecznością stykania się z wodą, skąd przenika tlen. Tu spotykamy często bardzo ciekawe urządzenia zapewniające zwierzęciu ciągły dopływ tlenu. Za przykład może służyć rozwielitka (D a p h n i a) bardzo pospolity skorupiaczek słodkowodny, gdzie stała się rzecz taka.

Skrzela są to odnóża niegdyś chodowe, a zwierzę pływa dzięki odpowiednio przekształconym czułkom czyli różkom, umieszczonym na głowie. Odnóża zatem zatraciły pierwotną funkcję, ale zachowały jeszcze zdolność poruszania się i to właśnie stanowi istotę rzeczy. Jeśli będziemy obserwować rozwielitkę w kropli wody, to dostrzeżemy rzecz taką: odnóża-skrzela są w ciągłym

rytmicznym ruchu. Cel bardzo prosty. Dzięki temu stwarza się ciągły prąd wody, dookoła skrzel, które tą drogą mają otrzymywać ciągle świeży tlen.

O ile skrzela u bezkręgowych są wyrostkami skórnemi, o tyle płuca spotykane rzadko wśród bezkręgowych (są u mięczaków), a przeważnie u kręgowców są pochodnemi przewodu pokarmowego, tak dalece, że dopiero wtórnie uzyskują połączenie z jamą gębową. Płuca są więc ukryte w organizmie zwierzęcym, co jednak nie przeszkadza ich funkcji, albowiem przez drogi oddechowe powietrze się do nich z łatwością dostaje. U owadów istniejące tchawki służą do pobierania powietrza wprost z atmosfery, ponieważ znajdują się one w wielu miejscach na ciele owadu, to znaczy w wielu punktach otwory prowadzące do rurek uchodzą nazewnątrz, więc powietrze z łatwością się do wnętrza ciała dostaje. U owadów wodnych liczba otworów jest znacznie zredukowana.

Warto wspomnieć jeszcze o pewnej nielicznej grupie zwierząt, t. zw. jelitodysznych, gdzie właściwie skrzela stanowią część jelita. Na wzmiankę zasługują ponadto zwierzęta, które posiadają podwójne organy oddechowe bądź stale, bądź na zmianę. Drugi przypadek znamy u naszych wszystkich płazów, które jako postacie młodociane, larwalne, żyją w wodzie i są wtedy skrzelodyszne, po przeobrażeniu zaś skrzela zatracają, uzyskują płuca i są wówczas płucodyszne. A zaś np. stałe podwójne organy oddechowe posiada maleńka, ale nader ciekawa grupa ryb, t. zw. dwudysznych. Ryby te, reprezentowane zaledwie przez kilka gatunków, żyjących w rzekach Afryki, Ameryki Południowej i Australji (Protopterus, Lepidosiren, Ceratodus), uzyskały te podwójne organy oddechowe, wskutek osobliwych warunków, w jakich żyją. Mianowicie rzeki, w których ryby te żyją, są to rzeki wysychające przeważnie w suchej porze roku. Wtedy ryby zagrzebują się w szlamie, robiąc tylko otwór prowadzący do nozdrzy i oddychają płucami. Gdy mowa o zwierzętach wodnych, oddychających skrzelami, należy dla uniknięcia nieporozumienia wspomnieć o owadach dorosłych oraz ich larwach, żyjących w wodzie. Tu należą liczne chrząszcze, pluskwiaki, larwy dwuskrzydłych, ważek, chróścików, jętek i t. d. To są oczywiście zwierzęta tchawkodyszne, które pobierają tlen albo wprost z atmosfery, wypływając na powierzchnię wody, a często wysadzając ponad powierzchnię tylko zakończenia rurek powietrznych, znajdujących się na odwłoku, jak np. u larw ważek. I tu mamy liczne ciekawe zjawiska, jak zabierania pęcherzyków powietrza do wody, przebijania łodyg roślin pod wodą, dla zdobycia znajdującego się tam tlenu i t. p. Larwy zaś nie wynurzają się ponad powierzchnię,

a więc oddychają tlenem rozpuszczonym w wodzie w ten mianowicie sposób, że, posiadając wewnątrz ciała tchawki, bezpośrednio z wody tlen pobierają z pomocą wyrostków skórnych, podobnych do skrzel.

Pamiętać wszakże należy, że bez względu na to, dzięki jakim organom zwierzę pobiera tlen, czy to będą płuca, czy skrzela, wszędzie prawie poza tem istnieje oddychanie skórne; jest ono dość ważne, bo tą drogą niektóre zwierzęta znaczniejsze ilości tlenu otrzymują. Jak dalece skóra może być ważną dla oddychania, o tem najlepiej poucza znane doświadczenie z żabą. Żaba oddycha płucami. Wszakże, jeśli jej płuca usuniemy, to żaba żyć będzie, a więc oddychanie skórne potrzeby organizmu zaspokoi; ale jeśli uniemożliwimy żabie oddychanie przez skórę, np. przez powleczenie jej warstwą izolacyjną wosku, pokostu i t. p., to wówczas płuca nie wystarczą i żaba zginie z braku tlenu.

Do tej pory opisywaliśmy narządy, służące do oddychania tlenu z atmosfery, względnie z wody. Ale, jeśli zastanowimy się nad dalszemi losami tlenu, to przedewszystkiem musimy sobie uświadomić fakt, że tlen musi się przedostać do każdej komórki. I wówczas staje się zrozumiałem, że same tylko narządy oddechowe nie mogą wystarczyć, trzeba jeszcze jakiegoś pośrednika. Tym pośrednikiem jest odpowiednio przekształcona tkanka, która występuje w postaci cieczy; u niższych zwierząt nosząc nazwę hemolimfy, u wyższych zaś – krwi. Ponieważ jednak krążenie krwi w organiźmie, t. zn. zaopatrywanie się jej w tlen w drogach oddechowych i oddawanie go komórce, posiada pewną prawidłowość, przeto wśród zwierząt wytworzył się cały szereg narządów, które w sprawie wymiany gazów pośredniczą. A więc cała przemiana gazowa dokonywa się u tkankowców, dzięki współdziałaniu tych trzech kompleksów narządów. Znów nie będziemy wchodzili w szczegóły budowy ani krwi, ani narządów krążenia, bo są to fakty łatwo dające się poznać w zoologji i anatomji człowieka, podkreślimy tylko zjawisko ważne z punktu widzenia biologa. A więc przedewszystkiem związek, zachodzący między organami oddychania i krążenia. Tu widzimy, że w miarę coraz większego zróżnicowania się ciała zwierzęcego komplikują się też i narządy krążenia, gdzie ostatecznie wytwarza się organ centralny, służący do równomiernego rozprowadzania krwi, czyli serce. Pamiętajmy jednak, że terminem serce obejmujemy różne pod względem ukształtowania budowy, położenia i funkcji fizjologicznej narządy, począwszy od serca bezkręgowców, będącego np. tylko rozszerzeniem głównego naczynia grzbietowego, a skończywszy na dwuprzedsionkowem i dwu-

komorowem sercu wyższych kręgowców. Nawet w obrębie samych tylko kręgowców serce występuje w różnych formach, tam też zazwyczaj znajdujemy już układ krwionośny zamknięty, czyli krew krążącą w naczyniach tylko, gdy tymczasem na innym stopniu rozwoju hemolimfa, posługując się nawet już naczyniami, często krąży jeszcze również i w tkankach bezpośrednio. O znaczeniu krwi, a zwłaszcza jej składniku głównym, hemoglobiny, niema potrzeby mówić.

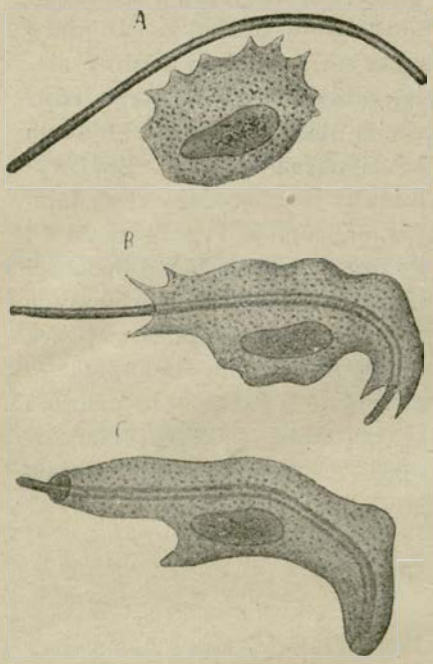
Jak już wspomniano, oddychanie jest to właściwie utlenianie komórki. Pobrany zatem tlen dostaje się ostatecznie do komórki i utlenia ją. Wskutek tego powstały produkt CO_2 zostaje wydalony temi samemi drogami, jakiemi przyszedł tlen. Zaznaczyć tu jeszcze trzeba, że zarówno jak część tlenu dostaje się do ciała przez skórę, tak i CO_2 tą drogą opuszcza ciało, tak, że właściwie wymiana gazów całą powierzchnią ciała istnieje prawie u wszystkich zwierząt.

Pozostaje nam jeszcze omówić oddychanie u roślin. Dopiero w pierwszej połowie zeszłego stulecia wykryto fakt, że i rośliny zielone, które, jak poprzednio sądzono, tylko oddają tlen powietrzu, również i pobierają tlen; i do dziś jeszcze trzeba nieraz walczyć z błędnem mniemaniem, że rośliny „oddychają dwutlenkiem węgla". Błąd wynikał z trudności zaobserwowania, ponieważ jednocześnie z wydalaniem tlenu, jako produktu rozkładu CO_2, następuje i pobieranie O. Okazuje się, że obserwacji najlepiej dokonać można bez obecności światła, gdy pobieranie CO_2 ustaje. Ponieważ o roślinach niezielonych oddawna już było wiadomo, że tlen z otoczenia pobierają, więc przez udowodnienie oddychania u roślin zielonych dochodzimy do zupełnego przeświadczenia, że pobieranie tlenu z atmosfery jest zatem prawem powszechnem. Jedynie wspomniana już grupka bakteryj stanowi wyjątek, gdzie jednak ta ich beztlenowość jest, być może, zjawiskiem wtórnem.

ROZDZIAŁ VII.

Przystępując do zbadania przemiany materyj stałych, musimy odrazu zaznaczyć, że, w porównaniu z pobieraniem tlenu, zachodzą tu poważne różnice. Nie da się przedewszystkiem powiedzieć tego, co o tlenie, że go nie brak prawie nigdzie. Przeciwnie, zdobycie pokarmu, pożywienia, czyli owych materyj stałych, jest celem wielu zabiegów w życiu niemal wszystkich istot; a że na ziemi jest coraz ciaśniej, więc stąd ta nieustanna walka o pożywienie, która doprowadziła do najprzeróżniejszych, ułatwiających zdobycie pokarmu urządzeń w organizacji zwierząt, a i roślin także. Pomijając szczegóły, opiszemy pokrótce zjawiska, towarzyszące sprawie

przemiany materyj stałych, przyczem znów jako punkt wyjścia weźmiemy amebę, jednokomórkowca, gdzie przemiana ta dokonywa się w formie najprostszej. Bo, jeśli się zwrócimy do wyższych ustrojów, to wystarczy tylko przebiec myślą świat zwierzęcy, aby się przekonać, jak wiele i różnych urządzeń w organizacji zwierzęcia istnieje tylko poto, aby móc pożywienie zdobyć, a zdobyte jak najdokładniej wykorzystać. Przecież zdobycie pożywienia spowodowało istnienie czułków u hydry, czy ukwiała, przeróżnych chitynowych tworów u owadów, stanowiących ich aparat gębowy, przystosowany do tak różnego pokarmu, jak np. drewno u gąsienicy Cossus ligniperda albo krwi u komara; do miażdżenia pokarmu służy latarnia Arystotelesa jeżowca, albo uzębienie kręgowca i t. p. Kwestja zdobycia pokarmu stworzyła takie zjawiska, jak z jednej strony wszystkożerność, z drugiej żywienie się wyłączne jakimś jednym pokarmem, jak np. krwią, albo tylko określonemi liśćmi i t. d.



Rys. 13. Leukocyt zjadający bakterję.

Chyba z każdego podręcznika zoologji znany jest rysunek, wyobrażający amebę, jak, wysuwając nibynóżki, otacza jakiś stały przedmiot, który dostaje się do wnętrza jej ciała. (Na załączonym rysunku podajemy inny przykład: leukocytu, zjadającego bakterję rys. 13). Jeśli tym przedmiotem było np. ziarenko piasku, to po pewnym czasie zobaczymy, że przedmiot ten zostaje usunięty w ten sposób, iż pojawi się na drugim końcu ciała ameby. Lecz jeśli przedmiotem tym będzie coś, co może służyć za pokarm, np. jakaś cząstka roślinna lub zwierzęca, to wówczas ameba wchłonie tę cząstkę. Tu zaczną działać wtedy osobliwe twory, jakie spotykamy w ciele pierwotniaków, mianowicie t. zw. wodniczki albo wakuole trawiące. Są to okrągłe pęcherzyki, w ilości kilku znajdujące się tu, których zadanie polega na tem, aby każdej cząsteczce ciała ameby dostarczyć albo powietrze, albo wchłonięty pokarm. Trzeba pamiętać, że wodniczki trawiące nie są utworem stałym, liczba ich może się zmieniać, za-

leżnie od obfitości pożywienia. Na czem polega owo wchłonięcie? Tu odpowiedź jest trudniejsza. Sądzimy przedewszystkiem przez analogję ze stosunkami panującemi u człowieka i wyższych kręgowców, gdzie stosunki te najlepiej zostały zbadane. Otóż polega ono przedewszystkiem na rozpuszczeniu pokarmu, który, zawierając ciała białkowe, może tem samem odżywić, czyli odtworzyć, zużyte części plazmy. Ten sposób pobierania pokarmu, przez wchłonięcie całą istotą i w dowolnym punkcie widzimy u ameby i u zwierząt pasorzytów. Już nawet u innych pierwotniaków o tyle jest inaczej, że pokarm dostaje się tylko przez jedno miejsce, przez tak zwany otwór gębowy, który jeszcze, jak to już było wspomniane, otoczony bywa wieńcem rzęsek, tych zaś ruch sprzyja dostawaniu się zdobyczy do wnętrza. Taki otwór wpustowy jest zazwyczaj zarazem otworem wyrzutowym, kędy wydostają się na zewnątrz cząstki niestrawione, względnie cząstki rozpadu pobranej materji. Ale tak proste urządzenie znajdujemy u nielicznych zwierząt. Widzieliśmy je u pierwotniaków, widzimy je jeszcze u jamochłonów, gdzie np. nasza słodkowodna hydra, zbudowana, jak wiadomo, z dwu tylko warstw ciała o strukturze komórkowej (w środku jest jeszcze t. zw. mezenchyma, która tej struktury nie posiada), w ten sposób się odżywia, że pokarm dostaje się przez otwór gębowy, aby potem być wchłoniętym przez ścianki jamy ciała. Jednakże i tu już mamy z jednej strony wodniczki, z drugiej rzęski, wystające z każdej komórki warstwy wewnętrznej, które, dzięki ruchowi swemu, ułatwiają równomierne rozmieszczenie substancyj pokarmowych. U wszystkich wyższych tkankowców do sprawy przemiany materyj stałych służy cały szereg narządów, które razem noszą nazwę narządów układu pokarmowego. Nie wnikając w znane szczegóły anatomiczne, przypominamy, że naogół układ pokarmowy składa się z kilku części; pierwsza, nosząca nazwę jamy gębowej, służy do chwytania pokarmu i zarazem mechanicznego tylko przygotowania go do dalszej przeróbki. Dalej pokarm idzie do mniej albo więcej skręconej rury, gdzie podlega przedewszystkiem mechanicznemu i chemicznemu rozkładowi, a powtóre zostaje wessany. Wreszcie ostatni odcinek przewodu pokarmowego służy sprawie wydalania z organizmu tych części pokarmu, które, dla jakichkolwiekbądź przyczyn, nie weszły w obręb krążenia materji, albowiem właściwe produkty rozpadu tylko u bardzo nielicznych zwierząt są usuwane na zewnątrz przez ostatni odcinek przewodu pokarmowego, to znaczy, że tu do niego uchodzą specjalne narządy. Zazwyczaj w znacznej części opuszczają one ustrój przez oddzielne narządy, t. zw. narządy wydalnicze (produkty rozpadu białka). Roz-

patrzmy teraz, co się dzieje z pokarmem wewnątrz organizmu zwierzęcego, wziąwszy jako przykład, stosunki panujące u człowieka. Przedewszystkiem zauważmy, że pokarmy pobierane składają się z trzech grup ciał organicznych, oprócz składników nieorganicznych, takich jak np. sól albo woda. Te trzy grupy ciał są to znane już nam: białka, tłuszcze i węglowodany. Ciała te zostały już omówione w jednym z poprzednich rozdziałów. Jeśli będziemy mieli na myśli tylko ich skład chemiczny, to tu należy jeszcze dodać, że gdy chodzi o ich zachowanie się w przemianie materji, to przedewszystkiem ważną ich cechą jest rozpuszczalność i wartość dla organizmu, który na koszt pobranych substancyj musi pokrywać swe różnorodne zapotrzebowania. Dostawszy się do przewodu pokarmowego, ulegają one rozmaitym zmianom. Tylko bowiem cukry są rozpuszczalne, wskutek czego zmieszane ze śliną mogą dostać się do układu krwionośnego i wejść do organizmu. Wszystkie inne ciała muszą się stać najpierw rozpuszczalnemi. Dlaczego? Na to już odpowiedź znajduje się w jednym z pierwszych rozdziałów; tam było powiedziane, że jedną z bardzo ważnych fizycznych cech białek jest nierozpuszczalność (cecha właściwa również skrobi i tłuszczom) i niezdolność przenikania przez błony zwierzęce, a zatem i przez ścianki przewodu pokarmowego; po mechanicznem przygotowaniu w jamie ustnej, a częściowo, w odniesieniu do skrobi, i chemicznem, gdyż skrobia przechodzi w rozpuszczalny cukier, pod wpływem znajdującej się w ślinie ptyaliny, pokarm, jak wiadomo, idzie do żołądka i jelit. Tu ulegają ostatecznemu przeobrażeniu: mączka na cukier (u człowieka w jelicie cienkiem), a ciała białkowe na inne ciała prostsze i już rozpuszczalne, mianowicie peptony i albumozy; tłuszcze zaś zostają rozłożone na glicerynę i kwasy tłuszczowe. Cały ten zawiły bardzo proces chemiczny, który do dziś nie jest jeszcze zupełnie poznany, dokonywa się pod wpływem t. zw. enzymów, czyli fermentów. Są to wydzieliny gruczołów, które uchodzą do przewodu pokarmowego, bądź tkwiąc bezpośrednio w jego ścianach, bądź też znajdując się poza jego obrębem; tu należy u kręgowców: wątroba i trzustka. Działanie tych enzymów można porównać do katalitycznego, gdyż mamy tu zjawisko podobnego oddziaływania, jak oddziaływanie katalizatorów, to znaczy wywoływanie reakcyj bez podlegania zmianom. Działanie to musi być bardzo znaczne, skoro ulegają rozszczepieniu w temperaturze normalnej organizmu, t. j. 37^0 stopni zaledwie, ciała, których rozkład w laboratorjum wymaga temperatury znacznie wyższej. Zapytajmy teraz, jaki jest los rozłożonych ciał? Zostają one wessane, to znaczy przez ścianki przewodu pokarmowego dostają się do naczyń chłonnych i krwionośnych, aby dalej

rozejść się w całym ustroju. Ale w jakiej postaci? Białko, jak widzieliśmy, zostało rozszczepione, bo dopiero w takiej postaci mogło przeniknąć, ale przecież komórce potrzebne jest znów jako białko; w jakiż więc sposób dokonywa się przemiana? Otóż badania wykazały, że następuje tu, zaraz po przejściu przez ściany przewodu, zjawisko zwane restytucją białka. Przez restytucję zaś mamy rozumieć zjawisko, które ma polegać na tem, że albumozy i peptony, które były białkiem rozłożonem, łączą się, tworzy się synteza tych ciał i znów z powrotem powstaje białko. Jak przebiega ten tajemniczy, a złożony proces; jakie tu czynniki działają, tego jeszcze dokładnie nie wiemy.

Oczywiście, stwierdzenie powyższych faktów nie może być już wystarczające. Trzeba wziąć pod uwagę także inne zjawiska. Mianowicie: jeśli przeprowadzimy dalsze badania nad przemianą materji, to musimy się zastanowić jeszcze nad dalszemi losami pobranych substancyj. Obserwując np. człowieka, albo jakiegoś innego ssaka; dorosłego i znajdującego się w normalnych warunkach życia, możemy z łatwością zauważyć, że w ciągu nawet dłuższych okresów czasu waga jego ciała się nie zmienia, a zatem wszystko to, co zostaje pobrane, musi być wydalone. Ponieważ, jak już było wspomniane, tylko pewna część niestrawionych substancyj pokarmowych zostaje wydalona przez przewód pokarmowy i ta w rachubę wchodzić nie może, więc, chcąc poznać losy ciał białkowych, tłuszczów i węglowodanów, trzeba zbadać te produkty, te ciała, jakie są przez organizm wydalane. Tu trzeba rozpatrzyć, co i którędy zostaje wydalone.

Gazowe produkty zawarte są w powietrzu wydychanem, które, jak u człowieka, zawiera przeszło 4% CO_2, tu znajdujemy, jak wiadomo, przedewszystkiem węgiel w CO_2 i wodę w postaci pary wodnej; powietrze wydychane bowiem jest zawsze całkowicie parą wodną nasycone. Owóż, z tych trzech grup ciał węglowodany i tłuszcze spalają się, czyli utleniają w organizmie, w komórce, teoretycznie przynajmniej aż do dwutlenku węgla i wody. Chodzi więc tylko o ciała białkowe. Jak już wspomnieliśmy, produkty rozpadu tych ciał opuszczają organizm przez specjalne narządy. Już u najniższych tkankowców, u jamochłonów, spotykamy t. zw. ciałka ekskrecyjne, wydalnicze; ciałka te zawierają w sobie produkty rozpadu białka, z któremi zostają wyrzucane z organizmu. U wyższych zwierząt znajdujemy specjalne, do tego celu służące, narządy. Noszą one nazwy różne, jak np.: nephridia u pierścienic, rurki Malpighiego u owadów i t. p. W zasadzie są to zawsze kłębki rurek, zbierające się w nich produkty rozpadu białka zostają potem wydalone na zewnątrz. Ja-

ko same produkty bywają: mocznik, kwas moczowy, kwas hipurowy, guanina. Są to wszystko ciała zawierające zawsze azot.

U kręgowców organem wydalniczym są, jak wiadomo, nerki, parzyste gruczoły, położone w jamie brzusznej, poza otrzewną. W nerkach zatem zbiera się ostatecznie produkt rozpadu białka, powstały w wątrobie z soli amonowych. Produktem tym u wyższych kręgowców jest mocznik, ciało o wzorze $CO(NH_2)_2$.

To byłyby zatem drogi krążenia materji w świecie zwierzęcym. Można tu jeszcze zauważyć, że pewna część substancyj białkowych zostaje wydalona wraz z potem. Reasumując otrzymane wyniki, dochodzimy do stwierdzenia następujących faktów: że przedewszystkiem przemiana materji u zwierząt rozpada się na gazową i materyj stałych, że materje stałe organiczne, pobierane przez zwierzęta, tworzą trzy grupy ciał—ciał złożonych. Ponieważ ciała te później opuszczają ustrój w postaci związków prostszych, więc z konieczności musi powstać pytanie, skąd się biorą te olbrzymie ilości substancyj białkowych, węglowodanowych i tłuszczowych, któremi się ciągle żywi świat zwierzęcy, skoro w żadnym przypadku stwierdzić nie możemy, aby jakieś proste związki mogły służyć za pokarm, a już tem mniej związki nieorganiczne, czy pierwiastki. Jeśli np. obserwujemy dżdżownicę i widzimy, że jej pożywienie składają cząsteczki ziemi, jakie ona stale przepuszcza przez swój przewód pokarmowy, to nie sądźmy, aby ta ziemia była pokarmem; wiemy, że w ziemi znajdują się liczne resztki organiczne i one to żywią dżdżownicę. Mamy więc z jednej strony wielki świat zwierzęcy, zużywający olbrzymie ilości substancyj organicznych, a z drugiej—tylko pierwiastki albo związki nieorganiczne. Na czemże więc opierają zwierzęta swój byt?

Owóż tą olbrzymią fabryką produktów spożywczych dla zwierząt jest tylko świat roślin zielonych. One to tworzą substancję organiczną, u nich przemiana materji przebiega inaczej. Pod względem przemiany materyj stałych musimy przedewszystkiem cały świat roślin podzielić na dwa wielkie zbiorowiska, mianowicie: na rośliny zielone i niezielone.

Rośliny niezielone żyć mogą tylko związkami organicznemi, a więc tak samo jak zwierzęta, i istotnych różnic w żywieniu się np. grzyba i robaka niema żadnych; natomiast zasadniczą i najistotniejszą cechą roślin zielonych jest zdolność tworzenia połączeń organicznych z pierwiastków, względnie ciał prostych. Odnośne badania, prowadzone od wielu już dziesiątków lat, wykazały, że rośliny posiadające chlorofil mogą rozkładać w świetle słonecznem dwutlenek węgla, znajdujący się w atmosferze, celem zużycia węgla do

syntezy pierwszych ciał organicznych. Otrzymując z ziemi wodór i tlen, tworzą rośliny zielone, przy zużyciu energji słonecznej, ciała organiczne, a mianowicie mączkę i cukier. Ponadto, pobierając w postaci połączeń nieorganicznych azot z ziemi, jako sole kwasu azotowego, rośliny zielone, tworzą ciała białkowe, a ze wspomnianych: węgla, tlenu i wodoru, również i tłuszcze. Są to wszystko fakty powszechnie znane, to też nie będziemy się nad niemi dłużej zatrzymywali, a jeśli jeszcze raz wspominaliśmy je, to tylko dlatego, aby podkreślić ze stanowiska biologji różnicę zasadniczą w przemianie materji roślin i zwierząt, bo tylko dzięki zdolności syntetycznej roślin, a również dzięki tej okoliczności, że rośliny pobierają różne ciała, a prócz produktów gazowych i wody nic nie wydalają, zatem akumulują pobrane produkty, tylko dzięki temu, oparty o świat roślinny, może żyć i rozwijać się świat zwierzęcy.

ROZDZIAŁ VIII.

Przemiana materji jest nieodłączna od przemiany energji, to znaczy, że oba te zjawiska zachodzą w organizmie jednocześnie, a jak to łatwo bardzo udowodnić, są w ścisłym ze sobą związku. Ponieważ obszerne traktowanie spraw przemiany energji nie leży w zakresie niniejszego podręcznika, jako należące do fizjologji, więc tu tylko chcemy pokrótce przypomnieć te fakty, jakie uczącym się powinny być znane z kursu anatomji i fizjologji człowieka, gdzie o tem jest zwykle mowa. Przedewszystkiem więc zaczniemy od stwierdzenia faktu, że w każdym żyjącym ustroju pewne przeobrażenia energji, pewien określony stan energetyczny istnieją i istnieć muszą. Nietrudno to udowodnić. Obserwując siebie, czy jakiekolwiek zwierzę, z łatwością zauważymy, że, żyjąc naszem normalnem życiem, wydajemy bezustannie pewne ilości energji. Praca mięśniowa, wykonywanie wogóle jakichkolwiek ruchów, wzrost, wszystko to są czynności wymagające pewnego nakładu energji. Jeśli teraz uświadomimy sobie, że organizm sam dla siebie nie może być źródłem energji, albowiem musiałby ją w takim razie stwarzać z niczego, co się nie zgadza z naszemi zasadniczemi pojęciami o zachowaniu energji, to pozostaje nam do przyjęcia jedna tylko możliwość, że źródła energji, kompensujące nasze wydatki, muszą leżeć poza nami. Ponieważ z zewnątrz otrzymujemy tylko pokarmy w różnych postaciach, więc stąd płynie konieczna konkluzja, że w pobranych substancjach kryje się energja, oczywiście natury chemicznej, która w organizmie zostaje odpowiednio przetworzona; a jeśli jeszcze wyłączymy pobierany tlen, wodę i sole, jako sub-

stancje, które nie mogą być źródłem energji dla organizmów, to zostaną do zbadania pod względem energetycznym znów te trzy grupy ciał (o których już była mowa), mianowicie: ciała białkowe, węglowodany i tłuszcze. Aby móc mówić o ich wartości energetycznej, trzeba przedewszystkiem ustalić pewne, przyjęte tu, jednostki miary. Jednostką taką będzie Kalorja, wobec tego, że substancje pokarmowe w ustroju przechodzą proces analogiczny do spalania, a zatem ich wartość trzeba mierzyć jednostkami cieplnemi. Trzeba tu zaznaczyć, że nie wszystka energja, dostarczona ustrojowi w pokarmach, zostaje zużyta w postaci ciepła, względnie pracy mechanicznej. Trzeba wspomnieć jeszcze o dwu innych postaciach przeobrażeń energetycznych w obrębie świata zwierząt. Mam tu na myśli energję elektryczną i świetlną. Co do pierwszej, to jest ona naogół rzadka. Wśród ryb spotykamy postaci, które, dotknięte, dają wyładowania elektryczne. Tu należą: węgorz (Malapterurus), sum (Gymnotus), drętwa (Torpedo), płaszczka (Raja) i nieliczne inne. Wyładowania te, częstokroć tak silne, że mogą powalić człowieka, zdaje się, że mają na celu tylko obronę. Organy, do tego służące, są to przekształcone mięśnie.

Natomiast znacznie częściej spotykamy u zwierząt zjawiska świecenia, a i u roślin, jak np. u pewnych bakteryj. Mieszkając w środku lądu, zdala od mórz, wśród fauny, gdzie jedynym znanym przedstawicielem zwierząt świecących jest t. zw. robaczek świętojański, chrząszczyk (Lampyris), nie zdajemy sobie sprawy, jak pospolitem jest świecenie u zwierząt. Można śmiało powiedzieć, że niema typu, w którymby nie było postaci świecących, a wśród zwierząt głębinowych świecą bardzo liczne. I tak, wśród pierwotniaków (Noctiluca), jamochłonów piórko (Pennatula), meduzy i t. d. Wśród robaków niektóre pierścienice. Znany mięczak, skałotocz (Pholas), głowonogi głębinowe i inne, wśród szkarłupni pewna rozgwiazda, wśród osłonic bardzo liczne, wreszcie najobfitsze, najbardziej skomplikowane, organy świecące spotykamy u ryb głębinowych.

Co zaś do energji zużywanej w postaci ciepła, to badania wykazały, że substancje pokarmowe spalane dają następujące wartości:

1 gr.	białka	4,1 Kal.
1 gr.	tłuszczów	9,3 Kal.
1 gr.	węglowodanów	4,1 Kal.

Liczby takie otrzymujemy, spalając dane substancje w probówce; zachodzi pytanie, czy tak samo rzecz się odbywać będzie w ustroju. W zasadzie oczywiście tak, i niema żadnych podstaw, aby przypuszczać inaczej; naturalnie pewne różnice w danych liczbach będą, a to z tego powodu, że w obrębie ustroju nigdy cała

ilość danej substancji się nie spala; stąd pochodzi drogą empiryczną zdobyty t. zw. współczynnik użyteczności, który powoduje, że podane liczby są w ustroju mniejsze o kilka %. A ile potrzeba dostarczyć organizmowi Kaloryj, aby pokryć jego zapotrzebowania? Tu, przyznać trzeba, badania porównawcze są jeszcze bardzo niedostateczne, i stąd opieramy się tylko na danych dla człowieka. Człowiek, będący w stanie spoczynku, zużywa dziennie (na dobę) mniej więcej 30 Kaloryj na 1 kg. wagi. Przy znaczniejszym wysiłku mięśniowym liczba ta wzrasta do 40 Kaloryj. Dotychczasowe badania nie wykazały, aby praca umysłowa zwiększała zużycie energji. Teraz więc należy oświetlić przemianę materji ze stanowiska przemiany energji. Należy się zapytać, czy, skoro ciało białkowe, węglowodan, czy tłuszcz, posiadają określoną wartość energetyczną, można, wobec tego, zaspokajać potrzeby ustroju jednym tylko składnikiem, czy też ta kombinacja składników jest niezbędna. Tu właśnie najwyraźniej się zaznacza związek i zależność między zjawiskami przemiany materji i energji. Ze stanowiska przemiany energji każde ciało dostarczające tej energji jest dobre, ale tu zaznaczają się i inne czynniki bardzo ważne.

Nie można ani samemi tłuszczami, ani samemi węglowodanami żywić organizmu, gdyż do odżywienia komórki niezbędne jest białko i zwierzę tak żywione zdechłoby z głodu, głodu białkowego. Z drugiej strony, nie można też żyć samem białkiem, jakkolwiek teoretycznie jest to możliwe, gdyż u zwierząt, których organizm przystosowany jest do pobierania substancyj różnorodnych, system wydalniczy (nerki) nie podołałby wzmożonym zadaniom. Stąd praktyczny wniosek. Ustrój musi otrzymywać pewną ilość białka, której minimum jeśli będzie znane, to brakującą resztę można dopełniać węglowodanami i tłuszczami. Takie minimum białka dla człowieka obliczają obecnie na mniej więcej 75—80 gramów dziennie (substancji suchej).

Rozejrzawszy się w otaczającej nas przyrodzie, dojdziemy do przekonania, że głównem dopełnieniem białka są węglowodany, które, jak wiadomo, powstają w roślinach, jako rezultat syntezy roślinnej, powstają najłatwiej i jest ich najwięcej, innemi słowy, przyroda, a ściślej mówiąc, świat roślinny produkuje najwięcej węglowodanów, znacznie zaś mniej tłuszczów i białek. Zaspokoiwszy potrzeby białkowe organizmu, możemy już (w teorji) rozdzielić dość dowolnie pozostałe, konieczne pokrycie energetyczne między węglowodany i tłuszcze. I o ile ustrój zwierzęcy stara się, jak powiadamy, o równowagę azotową, to znaczy wydala azot podaawny w nadmiarze, o tyle, w stosunku do węgla, podobnego za-

chowania się ustroju nie zauważymy. I oto większe ilości tłuszczu spotykamy u zwierząt, a zwłaszcza u zwierząt północy, gdzie tłuszcz, nagromadzony pod skórą, stanowi warstwę izolacyjną wobec zimna. Spotykamy też wśród zwierząt zdolność przetwarzania pobranych w nadmiarze wodanów węgla na tłuszcz. A zaś wówczas, gdy pożywienie jest niedostateczne, zwierzę „chudnie", jak powiadamy, czyli spala dawniej nagromadzone zapasy; zwłaszcza wobec braku białka to spalanie może dojść aż do zużycia białka tkanek; wówczas, według znanego wyrażenia jednego z uczonych, królik głodzony staje się zwierzęciem równie mięsożernem, jak lew, to znaczy, zjadając sam siebie, mięsem się przecie żywi. Ale może też zajść zjawisko wręcz przeciwne, nadmiar pożywienia, i wówczas zwierzę wytwarza tkankę tłuszczową. Zjawisko nadmiernego nagromadzenia tłuszczu, ciekawe dla biologa, obserwujemy w naszym klimacie u zwierząt ssących, zapadających w sen zimowy; jest ono ciekawe i ważne.

Mianowicie, w czasie snu zimowego, np. u borsuka, jeża, niedźwiedzia, przemiana energji wprawdzie maleje, gdyż wówczas chodzi prawie tylko o pokrycie strat ciepła utraconego przez promieniowanie i o utrzymanie stałej temperatury ciała, w środowisku, gdzie T może być o kilkadziesiąt stopni mniejsza, np. $+ 36^0$ — -20^0, jednakże te właśnie potrzeby powodują taki wydatek nagromadzonego latem i jesienią tłuszczu, że zwierzę traci do połowy swej wagi. Oczywiście, u zwierząt, u których temperatura ciała jest zależna od otoczenia, podobne zjawiska nie zachodzą. (Np. żaba, owady i t. d., tu w niektórych przypadkach stwierdzono, iż przemiana energji schodzi do minimum, o tem niżej).

Zróbmy teraz rzut oka na całość omawianych tu zjawisk. Widzieliśmy, że krążenie materji i energji w ustrojach żywych jest zjawiskiem nie mającem wyjątku i widzieliśmy, że tu świat roślin i zwierząt jest ze sobą nierozdzielnie złączony. Tylko rośliny zielone mogą utrzymać świat zwierzęcy. Zwłaszcza w warunkach takich, gdzie roślin zielonych jest mało, fakt ten nabiera jaskrawego oświetlenia. W morzach np. widzimy, że od istnienia jednej rośliny zależy istnienie całego łańcucha zwierzęcego. Np. okrzemkami żywią się drobne raki wiosłonogi (Copepoda), gdzie się one pojawią w wielkich ilościach, tam za niemi ciągną stada śledzi, sardynek i innych drobnych rybek. Niemi żyją znów stokfisze, te zaś stanowią pokarm dla rekinów, a nawet mew i delfinów. Tu mamy zatem jedne rośliny, jako podstawę, i na niej oparty szereg zwierzęcych istnień.

W warunkach, gdzie niema wcale roślin, w głębinach morskich, zwierzęta skazane są tylko na resztki organiczne, które powoli opadają na dno z wyższych warstw morza. Ale teraz właśnie na jeden niezmiernie ważny fakt musimy zwrócić uwagę. Rośliny zielone przygotowują z ciał nieorganicznych, prostych, bądź ze związków nieorganicznych, substancje organiczne, aż do białkowych włącznie, zawierających azot, ten najważniejszy składnik białek. Wiadomo dalej, że z wyjątkiem bakteryj, żyjących na korzeniach roślin strączkowych, oraz pewnych innych żyjących w ziemi, żadne inne rośliny z wolnego atmosferycznego azotu korzystać nie mogą. Wiemy również, że ilość azotanów i innych związków azotowych, zdatnych do użytku dla roślin zielonych, a znajdujących się w ziemi, w glebie, nie jest zbyt wielka i wyczerpuje się bardzo prędko. Skąd zatem biorą rośliny te olbrzymie masy substancji azotowej? Bo i to wiemy dobrze, że zwierzęta, wskutek swej przemiany materji, nie dostarczają tych niezbędnych składników. Jakież to w ostatecznym rezultacie związki azotu powstają wskutek przemiany materji zwierząt? Jak wiadomo, związki prostsze wprawdzie niż posiadające azot, bardzo złożone białka, mianowicie znany nam mocznik albo kwas moczowy i t. d, ale w każdym razie jeszcze są to ciała dla roślin niedostępne. Gdy zaś zwierzę ginie, to co się dzieje wówczas z całą masą jego ciała, zawierającą tak pracowicie i kosztownie zebrane ciała białkowe? Rozumie się, gdy ginie zwierzę duże, to jeszcze zwykle jego kosztem żywi się gromada zwierząt małych, jak: ssaki, ptaki, owady i ich larwy i t. p., ale i te wreszcie giną i niema już zwierząt, które mogłyby zużyć np. szczątki chityny stawonogów, pióra, włosy, róg i t. p.

A zapytajmy, co się dzieje z tą masą substancji organicznej którą stanowią spadłe jesienią liście, zeschłe trawy i t. p.? Gdy sobie to uświadomimy, to zrozumiemy, że musi tu istnieć jakiś pośrednik, jakieś ogniwo wiążące, które te już niezdatne dla zwierząt substancje azotowe, a jeszcze niezdatne dla roślin, do tego wielkiego łańcucha istnień dołącza, zamyka to wielkie koło krążenia materji. Tem ogniwem są bakterje. O ile krążenie węgla, wodoru i tlenu nie wymaga ich pośrednictwa, o tyle krążenie azotu w przyrodzie tylko dzięki bakterjom jest możliwe, jeśli się weźmie pod uwagę fakt, że wprawdzie azot wolny otacza kulę ziemską w ilości prawie $^4/_5$ atmosfery, ale, wyjąwszy wspomniane przypadki, ani zwierzę, ani roślina bezpośrednio z niego korzystać nie mogą. Działanie bakteryj jest tu naprawdę olbrzymie. One to opanowują wszystkie szczątki organiczne i one sprawiają, że złożone substancje azotowe wracają

do ziemi w postaci dostępnej dla roślin. Już poprzednio, mówiąc o bakterjach, stwierdzaliśmy pod wielu względami ich osobliwe stanowisko wśród istot żywych. Tu występuje ono najjaskrawiej. Pod względem przemiany materji różnią się bakterje i od zwierząt, i od pozostałych roślin właśnie tem, że prowadzą nie syntezę, jak rośliny, ale rozkład aż do związków nieorganicznych. Oczywiście, nie wszystkie bakterje. Jedne, jak np. bakterje gnilne, zaczynają proces rozkładu, a kończą go dopiero inne, mianowicie t. zw. bakterje nitryfikacyjne: Nitrosomonas i Azotobacter. Trzeba śmiało powiedzieć, że gdyby nie było tych bakteryj, nie byłoby życia na ziemi. Gdyby nie ich destrukcyjna, a zarazem twórcza praca, to nagromadzająca się na kuli ziemskiej od tysiącoleci masa substancyj organicznych, w postaci wszelakiej, sprawiłaby wreszcie, że świat cały stałby się jednem wielkiem cmentarzyskiem, gdzie już życie istniećby nie mogło, co wobec nieznacznych ilości związków nieorganicznych azotu, jakie w ziemi być mogły, bez udziału bakteryj, byłoby już oddawna faktem. A więc to wielkie koło krążenia materyj w przyrodzie żywej istnieć może tylko dzięki bakterjom nitryfikacyjnym; one go zamykają.

Tyle co do krążenia materji. Widzieliśmy, że cała ta wielka wędrówka pierwiastków dokonywa się w obrębie naszej ziemi, a nawet, aby być ścisłym, trzeba powiedzieć, że w wąskim pasie jej powierzchni i atmosfery. Każdy atom węgla, czy azotu, zaczyna od roślin, przechodzi do zwierząt, aby, dzięki bakterjom, znów wrócić do roślin. Lecz inaczej się ma z krążeniem energji. Tu, gdyśmy mówili o przemianie energji u zwierząt, tośmy, jako źródło energji, życia zwierzęcego i roślinnego, wskazali trzy grupy produktów asymilacji roślinnej. Zwierzęta, przetwarzając energję pokarmów na ciepło, czy pracę mechaniczną, mogą to robić tylko dlatego, że związki organiczne, służące im jako pokarm, są t. zw. egzotermiczne, to znaczy, że przy rozkładzie wydzielają ciepło. Istotnie tak jest, ale w takim razie związki te, tworząc się, powstając, musiały być endotermiczne, to jest pochłaniać ciepło, aby je potem móc oddać. Tak właśnie jest. Wyliczenia wskazują, że na utworzenie 1 gr. węglowodanów trzeba 8,000 Kal. Oczywiście, źródłem takich kolosalnych ilości ciepła może być i jest tylko słońce. Oto dlaczego asymilacja roślin zielonych może się dokonywać tylko w świetle słonecznem. A więc źródłem energji jest słońce. I słusznie można powiedzieć, że słońce opala nasze kotły w fabrykach, bo jego to energja przed wiekami została uwięziona w węglu kamiennym, a my ją dziś wyzwalamy, spalając węgiel; można też powiedzieć, że słońce porusza skrzydłem motyla i sprawia,

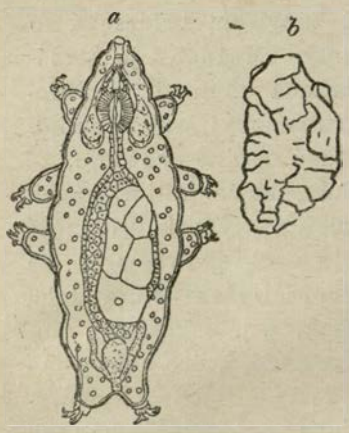
że krew krąży w żyłach. Trzeba więc stwierdzić, że źródłem wszelkiego życia jest w ostatecznej instancji słońce. Ale jeśli krążenie materji dokonywa się w obrębie naszego globu, to krążenie energji daleko poza ziemię wykracza. Ściśle biorąc, biolog nie ma prawa używać terminu „krążenie" energji. Gdy chodziło o materję, mogliśmy śledzić ruch każdego atomu po drodze kołowej, można więc było mówić o krążeniu, tu wiemy, jakie jest i gdzie leży źródło wszelkiej energji dla istot żywych; ale o losach tej energji nic już pewnego powiedzieć nie możemy.

ROZDZIAŁ IX.

Zajmując się sprawami przemiany materji i energji, podawaliśmy, ile np. człowiek zużywa dziennie energji, a wprawdzie nie zawsze wiemy już dokładnie, ile jej i jakie zużywają zwierzęta, to przecież i tu już pewne informacje posiadamy. Możnaby je streścić choćby w takich dwu punktach. Przemiana materji u zwierząt roślinożernych wymaga większej ilości substancyj, wobec mniejszej jej wartości odżywczej. Możnaby też podać ogólne prawidło, że im zwierzę mniejsze, tem więcej zazwyczaj zjada, tak że, jeśli u dużych ssaków przeciętnie waga dziennego pożywienia wynosi 0,1 część ich wagi (często znacznie mniej), to u wielu bezkręgowców np. ta sama pozycja kilka, albo kilkadziesiąt razy przewyższa wagę ciała. Tak się rzecz ma u larw owadów, np. u liszek, t. j. u gąsienic motyli. Ale tu nasuwają się różnorodne zastrzeżenia, które należy porobić, aby przemiana materji i energji nie została uschematyzowana na wzór stosunków panujących u człowieka, względnie wyższych ssaków. W świecie zwierzęcym i roślinnym spotykamy różne postaci tych zjawisk, u zwierząt zależne przedewszystkiem od ich organizacji i ciepłoty ciała. Już w poprzednim rozdziale była wzmianka o zwierzętach o stałej i zmiennej temperaturze ciała. Zwierzęta te dawniej niesłusznie nazywano ciepło-i zimnokrwistemi. Otóż zwierzęta o stałej temperaturze ciała naogół stale pobierają pokarmy, choć i tu zdarzają się wyjątki, gdy tymczasem wśród zwierząt o temperaturze ciała zależnej od otoczenia mamy bardzo dużo takich, które w czasie pobierania pożywienia wykazują znaczne przerwy. Wiemy przecież, że ryby nasze nie pobierają pożywienia przez szereg miesięcy, a przecież żyją, tak samo płazy i gady, tak samo bardzo liczne bezkręgowce, wśród których nietrudno znaleźć przykłady, że życie ich może być zachowane nawet przez parę lat, mimo braku dopływu z zewnątrz materji i energji. Poddanie analizie cie-

kawych zjawisk z tego rozkładu pozwoli nam z jednej strony rozszerzyć poglądy na sprawę przemiany materji wogóle, a z drugiej zbliżyć się do zrozumienia zjawiska śmierci, którem kończy się wszelkie życie— a przynajmniej postawienia śmierci, obok innych, we właściwym szeregu zjawisk świata istot żywych. Zacznijmy przedewszystkiem od zgromadzenia pewnych faktów, niezbędnych tu do dalszego toku myśli.

Gdy opuścimy świat wyższych kręgowców i zaczniemy badać życie bezkręgowych, to, jak już wspomniano, bardzo często spotkamy się ze zjawiskiem, że życie nie płynie tu jednostajnie, ale dokonywa się, może pozornie tylko, jak gdyby skokami. Już jednak i u ssaków znajdujemy t. zw. sen zimowy, zjawisko zastosowane do naszego klimatu, gdzie zwierzęta, nie mogąc w zimie zdobyć sobie pożywienia, chowają się do ciepłych kryjówek, i w śnie, w takiej pozornej martwocie, spędzają zimowe miesiące. Borsuk, świstak, suseł, chomik, jeż, kret, nietoperz, oto znane powszechnie przykłady. Jednakże tu sen taki ogranicza się do kilku miesięcy, a nawet bywa przerywany i dlatego w tym szeregu nie wymieniłem niedźwiedzia, bo on właśnie sen przerywa. A ponad to, jak to już stwierdziliśmy, ssaki te nie żyją wprawdzie życiem intensywnem, ale procesy przemiany materji i energji nie ustają w nich, lecz się tylko zmniejszają; najlepszym tego dowodem są te ogromne ilości tłuszczu, nagromadzonego na jesieni, a zużytego w czasie zimy. U bezkręgowców spotykamy fakty daleko jaskrawsze. Mięczaki np., przywiezione przed dwoma laty przez mego kolegę z Kaukazu, żyją doskonale, choć nic nie jedzą, są nieruchome, a wejście do wnętrza skorupki, czyli do ciała, zasłonięte jest zasłonką, powstałą ze skrzepłej wydzieliny śluzowej. Wystarczy wszakże dać im liść kapusty albo sałaty, aby zaczęły żyć; gdy go zjedzą, znów przechodzą w stan martwoty. Liczne owady zimujące, jak np. motyl pospolity, ten, który się pierwszy pojawia na wiosnę (V a n e s s a), nie wykazują prawie żadnych procesów życiowych. Najczęściej takie objawy przerywania pełnego życia widzimy u zwierząt, jako rezultat przystosowania do specjalnych warunków. Okresy tych przerw otrzymały nawet specjalną nazwę,



Rys. 14. Macrobiotus hufelandi. a—w stanie normalnym, b—wysuszony.

życia utajonego, vita minima. Może najbardziej znanym przykładem jest Macrobiotus hufelandi (rys. 14), mały dwumilimetrowy pajęczak z grupy niesporczaków (Tardigrada), który zwykł żyć na dachach, w rynnach i t. d. Jeżeli jest dostatecznie mokro, żyje, porusza się i t. d.; gdy dach wyschnie, wówczas i on wysycha, stając się podobnym do ziarnka piasku, aby znów czekać na nową wilgoć, co może trwać nawet kilka lat. Podobne zjawiska wykryto u wrotków, u niektórych obleńców, zwłaszcza pasorzytujących w ziarnach zbożowych i t. d. Przez długie lata mogą też nie okazywać objawów życia jaja skorupiaków. Np. jaja rozwielitek mogą w znacznym stopniu wyschnąć (niektóre nawet muszą wyschnąć, aby się potem rozwijać), w takim stanie przetrwać okres suszy, a zacząć się rozwijać wtedy, gdy nastaną korzystne dla ich istnienia warunki. Zdolność do życia w stanie utajonym całemi latami posiadają, w najwyższym może stopniu, pierwotniaki. Przecież jedna klasa tych zwierząt, mianowicie rzęskowce, Ciliata, uzyskała niegdyś nazwę wymoczków, Infusoria, dlatego właśnie, że je otrzymywano przez nalanie siana, czy liści wodą, gdzie się pojawiały same, jak niegdyś mniemano, samorodnie.

Pierwotniaki otaczają się osłonką, t. zw. cystą, wydzieliną ektoplazmy, stąd proces ten nosi nazwę encystacji, i tak w stanie życia utajonego mogą trwać wiele lat. Należy dodać, że encystacja zachodzi również przy rozmnażaniu licznych pierwotniaków.

W świecie roślinnym mamy również liczne przykłady tego zjawiska. Możnaby tu przytoczyć nasiona, które, jak wykazały obserwacje, przez sto lat prawie znajdując się w stanie wyschniętym, przecież nie straciły zdolności kiełkowania, to znaczy, że żyły. Jak rozumieć te fakty ze stanowiska przemiany materji i energji? Badania w niektórych przypadkach (dotyczy to np. poczwarek) wykryły, że przemiana energji schodzi do niesłychanego minimum, wynosząc zaledwie jedną tysiączną przemiany gąsienicy; co zaś do nasion roślinnych, to tu najczulsze przyrządy nie są w stanie wykazać przemiany materji, coby się objawić musiało w zmianie składu powietrza w otoczeniu. Czyżby tu życie zupełnie zamarło? Trudno winić przyrządy, trzeba przypuszczać, że tu procesy odbywają się poniżej minimum, dającego się zaobserwować (w ostatnich czasach zaczęto mówić o przemianie wewnątrzcząsteczkowej). Gdy więc zastanowić się teraz nad przejawami takiego życia, to trochę inaczej kształtuje się pojęcie śmierci.

Zwróćmy uwagę na to, że nasze pojęcie o śmierci, które wszyscy posiadają, tworzy się na podstawie śmierci zwierząt wyższych, gdzie po intensywnem, pełnem życiu całego organizmu następuje

odrazu zerwanie wszystkich więzów, łączących z życiem. I jeśli myślimy z jednej strony o istocie żywej i wyobrażamy ją sobie działającą, czynną, a potem odrazu widzimy martwe ciało, to wtedy śmierć staje się czemś tak bardzo kontrastowem, niepojętem i jakgdyby przeciwnem naturze. Obserwacja takich zjawisk, jak powyższe, wskazuje dopiero, że między pełnią życia a śmiercią np. ssaka istnieje szereg przejść i stopniowań, począwszy od snu zimowego, a skończywszy na vita minima, gdzie przez lata całe istnieje wprawdzie życie, ale w postaci tak dalekiej od tego, co my życiem nazywać zwykliśmy, że nasze pojęcia już tu się stosować nie dadzą. To wszystko jednakże nie objaśnia nam zjawiska t. zw. śmierci naturalnej, t. j. śmierci ustroju, która, jak to wiemy, nastąpić musi, niezależnie od tego, czy jakiekolwiek czynniki zewnętrzne wpłyną tu, czy też wpływać zupełnie nie będą. Nie leży jeszcze w mocy biologa odpowiedzieć na pytanie, dlaczego śmierć nastąpić musi, natomiast biolog może z jednej strony wskazać, jakie procesy w ustroju powodują ostatecznie śmierć naturalną, a z drugiej wykazać, jakie są konsekwencje śmierci osobnika, czy też osobników, dla świata istot żywych. Ale przedewszystkiem muszę tu zająć się sprawą długości życia organizmów. Jest to kwestja, która wprawdzie nie posiada może większego znaczenia teoretycznego, bo pytanie, jak długo jakieś zwierzę, czy roślina, żyje, czy żyć może, w gruncie rzeczy nie jest tak znów ważne, ale odpowiedź zaspokaja jednak naszą naturalną ciekawość i, wiemy to wszyscy, pytanie takie zawsze każdy młodociany umysł stawia nauczycielowi przyrody. Jeśli chodzi o zwierzęta, to odpowiedź nie zawsze jest łatwa i do dzisiaj jeszcze kres naturalny życia bardzo często nie jest nam znany, nawet gdy chodzi o zwierzęta kręgowe, a cóż dopiero mówić o bezkręgowych. Do tej nieznajomości w dużej mierze przyczynia się i ta okoliczność, że o wiadomości ścisłe i pewne bardzo trudno. Bezpośrednia obserwacja zwierząt, żyjących dziko, nie uda się pod tym względem; skoro zaś będziemy mieli do czynienia ze zwierzętami w hodowli, czy w niewoli, to dane, tą drogą zdobyte, nigdy nie mogą być uważane za pewne i miarodajne. Długość życia zwierząt bywa bardzo rozmaita i, zdaje się, że tu żadne ogólne prawidła wysnuwać się nie dadzą. Wiemy tylko, że zwłaszcza wśród bezkręgowych mamy bardzo dużo zwierząt takich, których życie trwa bardzo krótko. Zwłaszcza dotyczy to owadów, które, jako postacie dorosłe, żyją nieraz zaledwie dni, a nawet godziny, jak to ma miejsce np. wśród jętek (Ephemeridae). A w każdym razie, biorąc pod uwagę całość życia owadziego, od chwili złożenia jajka do chwili

śmierci osobnika dorosłego, będziemy mieli często do czynienia z okresem rocznym, choć i tu zdarzają się wyjątki, np. cykl życiowy chrabąszcza (Melolontha) trwa lat 2–3. Kręgowce żyją naogół znacznie dłużej; obliczenia, jakie wielokrotnie robiono, dały jako przeciętne liczby życia kręgowca 10—20 lat. [1])

Wracając do poprzedniego rozważania, stwierdzić możemy, że w ustroju każdym dadzą się dostrzec zjawiska, które w ostateczności powodują śmierć. Począwszy od pierwszych stadjów życia, poprzez życie całe, organizm każdy jest terenem, gdzie przebiegają dwa wręcz przeciwne sobie procesy: pierwszy to jest proces twórczy, proces zdążający do tworzenia organizmu, dzięki niemu powstają komórki, z komórek tkanki, dzięki niemu przemiana materji i energji odbywa się energicznie. Jest to proces, albo są to procesy t. zw. anaboliczne. Jednocześnie w ustroju dokonywa się inny proces—rozkładowy, destrukcyjny; proces rozpadu żywej materji, jej zniszczenie, proces kataboliczny. W pierwszym okresie życia osobnika, w czasie jego rozwoju (który bynajmniej nie kończy się z chwilą zakończenia rozwoju embrjonalnego, przeciwnie, organizm rozwija się nieustannie, zmieniając się ustawicznie), pierwsze procesy przeważają. Okres życia osobnika dojrzałego jest właśnie tym, kiedy zachodzi pewna równowaga, procesy destrukcyjne jeszcze nie przeważają nad twórczemi. Wreszcie nadchodzi czas, gdy dzielność ustroju maleje, gdy organizm, jak powiadamy, starzeje się, tracąc zdolność odtwarzania części zużytych. Wtedy następuje śmierć. Trzeba tu tylko zauważyć, że dla badacza życia śmierć osobnika staje się nie tylko czemś naturalnem, ale staje się nawet czemś koniecznem. Koniecznem, jeśli się weźmie pod uwagę całokształt życia na ziemi. Można przecież bez przesady powiedzieć, że tylko dlatego dziś ziemia jest widownią bujnie krzewiącego się życia, że niegdyś—wczoraj, w znaczeniu przyrodniczem—istniejące postaci żywe wymarły. W myśl znanych już nam praw przemiany materji, stwierdzamy że nowe pokolenia, zarówno zwierzęce jak i roślinne, materjał twórczy dla swego ustroju czerpać mogą tylko na koszt pokoleń, które, ginąc, dostarczyły sobą nowego tworzywa.

---

[1]) Jako przykłady podaję że: dżdżownica żyje do 10 lat. pijawka - 20, szczeżuja—12–14, karp i szczupak ponad 100 lat, traszka, salamandra—10–12 lat, żółw aż do 300; kura, sroka, owca, pies, kot około 20 lat i t. d.

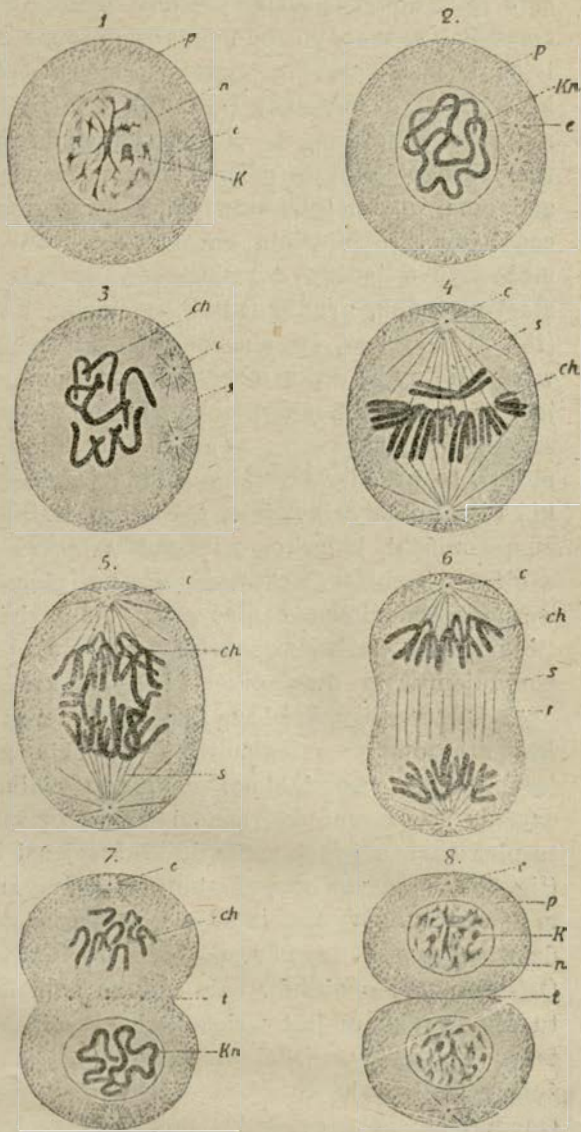
ROZDZIAŁ X.

Badaliśmy dotąd, jak ustrój żyje, t. j. dzięki czemu utrzymuje się przy życiu, obecnie postawmy sobie pytanie, jakie przyczyny sprawiają, że wciąż nowe wokoło siebie widzimy istoty, a odpowiedź ukaże znów jedną z istotnych cech życia, a mianowicie rozmnażanie się ustrojów. Co to jest rozmnażanie? Jest to zdolność dostrzegana tylko u istot żyjących, stwarzania osobników nowych, potomnych, i ta tylko zdolność sprawia, że życie istnieje bezustannie. Dziś już możemy z wszelką, bezwzględną pewnością powiedzieć, że każdy istniejący osobnik zwierzęcy czy roślinny powstał i mógł tylko powstać z innego podobnego doń osobnika. Tak twierdząc, obalamy ostatecznie ideę samorództwa, która bardzo długo istniała wśród uczonych, a powiedzmy to otwarcie, do dziś jeszcze zachowała się w pojęciach ciemnego tłumu. Możnaby zaznaczyć te etapy myśli ludzkiej, gdy ludzkość kolejno odrzucała pojęcie samorództwa. Starożytni przypisywali możność samorodnego powstawania bardzo licznym zwierzętom, nawet Arystoteles wierzył w samorodne powstawanie wszy, a powszechnie wierzono w „robaczywienie" (verminatio) mięsa i t. p. Pod koniec wieku XVIII wierzono, że w nalanem wodą sianie pojawiają się samorodnie „Infusoria". Badania i to wyjaśniły. Wreszcie zostały już tylko bakterje. O tych samorodnem powstawaniu mniemano powszechnie do połowy XIX stulecia i dopiero wielki Pasteur udowodnił, że i bakterje tylko z bakteryj powstawać mogą.

Rozmnażanie zwierząt i roślin przybrało formy bardzo rozmaite; aby zrozumieć ten zawiły nieraz proces, zacznijmy go rozpatrywać, jak przebiega w komórce.

Dopiero w połowie zeszłego wieku słynny Virchow wyprowadził aforyzm, że: „omnis cellula e cellula" na wzór Harveyowskiego „omne vivum ex ovo". „Każda komórka pochodzi z komórki, albo od innej komórki". Aforyzm ten dziś jest dla nas pewnikiem. Dziś rozumiemy już, że skoro ustrój zaczyna swe istnienie jako jedna komórka, a potem z miljonów komórek się składa, to nie może się stać nic innego, jak tylko tej komórki pierwotnej jakoweś rozmnożenie. Ponieważ wkrótce po wygłoszeniu powyższej myśli Virchowa przekonano się, że niema rozmnażania się komórek bez udziału jądra i tylko z jądra jednej komórki powstaje jądro potomnej, więc uzupełniono aforyzm ten drugim, głoszącym, że „omnis nucleus e nucleo" — czyli: każde jądro jest — pochodzi z jądra. Jednakże sposób, w jaki rozmnażają się komórki, długo uchodził uwagi uczonych i poznano go bliżej dopiero w drugiej

połowie wieku XIX. Mianowicie, wiedziano już, że komórki dzielą się, czyli rozmnażają, przez podział, ale z początku sądzono powszechnie, że mamy tu do czynienia z podziałem takim, jaki znamy już u ameby, z podziałem t. zw. bezpośrednim, polegającym na przewężeniu jądra najpierw, potem plazmy. Okazało się wszakże, że taki podział jest nadzwyczaj rzadki i poznany inny podział komórki, t. zw. pośredni, okazał się przeważającym. Dość powiedzieć, że obecnie niemal na palcach możnaby wskazać te przypadki, gdzie komórka rozmnaża się drogą bezpośrednią. (W ostatnich czasach nawet i te przypadki zostały zakwestjonowane, i może się okazać, że takiego prostego podziału, jak opisywany u ameby niema wcale). Podział pośredni nosi oprócz tego nazwę podziału mitotycznego albo karjokinetycznego, inaczej mitozy albo karjokinezy. O identyczności tych terminów trzeba pamiętać, gdyż używane one bywają równorzędnie. Terminy te znaczą: mitoza, właściwie podział, rozszczepienie. Karjokineza jest terminem więcej mówiącym; pochodzi on od καρυόν — jądro, i κινεῖν — ruszać się; istotnie dobrze to określa proces, którego najważniejszą część



Rys. 15. Podział komórki pośredni (mitotyczny, karjokinetyczny).

stanowi ruch, oraz zmiany, zachodzące w obrębie jądra. Przystępując do opisu karjokinezy, musimy zacząć odrazu od stwierdzenia faktu, że to, co się w czasie karjokinezy w komórce dokonywa, ma na celu przedewszystkiem podział jądra, stąd wynika, że mamy tu zjawiska z tego powodu pierwszorzędne, dotyczące samego jądra i obok zjawiska, rozgrywające się w plazmie. Przebieg karjokinezy jest następujący (rys. 15). Na fig. 1 mamy komórkę w stanie spoczynkowym, t. zn. przed podziałem; ponieważ plazma i teraz i długo jeszcze później nie podlega żadnym widoczniejszym zmianom, więc najpierw zwróćmy uwagę na jądro i na najważniejszą część jego, mianowicie chromatynę. Chromatyna, jak już wiemy, może być w jądrze rozmieszczona w różny sposób, a więc w postaci ziarenek, grudek, nitek, nacieków i t. d.. W stadjum drugiem (fig. 2) widzimy, że chromatyna, która już przedtem skupiła się wśród lininy w zbitą masę, tworzy jedną długą nić, ale skłębioną; jest to stadjum t. zw. kłębka zbitego, a dotąd trwające stadja noszą wspólną nazwę p r o f a z y. Co dotyczy pozostałych części komórki, to przedewszystkiem błona jądrowa rozpuszcza się i na jakiś czas znika całkowicie, tak samo linina miesza się z protoplazmą komórki, jąderko, o ile nawet było widoczne, to teraz również zanika, natomiast wysuwają się na pierwszy plan pochodne pierwotnego śródciałka, centrosomy, mianowicie, śródciałko, dzieląc się, tworzy dwa ciałka, zwane biegunowemi, a to dlatego, że je potem znajdujemy na dwu przeciwległych krańcach komórki, na biegunach. Oprócz tego, każde ze śródciałek, teraz już z ciałek biegunowych, jest otoczone promieniami pochodzenia plazmatycznego, spotykającemi się z promieniami drugiego ciałka biegunowego w płaszczyźnie środkowej, która nosi nazwę płaszczyzny równikowej. Jest to płaszczyzna prostopadła do dłuższej osi komórki. Stadjum trzecie (fig. 3) rozpoczyna szereg stadjów, które znów noszą wspólną nazwę m e t a f a z y. W tem stadjum zmiany dotyczą tylko chromatyny, dzieli się ona na pewną ilość odcinków, równych na długość. O ilości tych odcinków (nie zawsze jednakowej) pomówimy później, tu dla przykładu jest wzięta dzieląca się komórka taka, gdzie ilość ta wynosi osiem. Odcinki te skupiają się i układają w płaszczyźnie równikowej. Stadjum dalsze piąte (fig. 4) jest najistotniejsze. Odcinki chromatyny, które powyginały się i utworzyły tak zwane pętle chromatynowe albo c h r o m o s o m y, dzielą się, ale wzdłuż, to znaczy każdy odcinek rozszczepia się, jak drzazga, powstaje zatem ilość chromosomów podwójna, oczywiście, zawsze parzysta. Chromosomy układają się teraz tak, że każdy odcinek kieruje się stroną pętli zamkniętą w stronę swego bieguna. Stadjum piąte (fig. 5, 6)

polega na tem, że chromosomy wędrują od równika ku biegunom, zbierając się trochę poniżej swego ciałka biegunowego. Na tem kończy się metafaza, zaczyna się przedostatni okres podziału komórki, czyli t. zw. anafaza. To, co się tu dzieje z chromatyną i jądrem, przypomina stadja początkowe, tylko w odwrotnym porządku, zmiany nowe zachodzą tylko w plazmie. Mianowicie, plazma zaczyna się powoli przewężać w płaszczyźnie równikowej, w miejscu, gdzie było zetknięcie promieni idących od ciałek biegunowych. W stadjum szóstem (fig. 6, 7) poszczególne chromosomy zbierają się znów w jedną nić. W siódmem (fig. 8) zatracają się już zarysy nici i powstaje znów tylko kupka zbitej chromatyny, która w stadjum ostatecznem, noszącem nazwę telofazy, da postać chromatyny komórki spoczynkowej. W tych stadjach pojawia się znów błona jądrowa, pojawia się jąderko (które, jak przypuszczali niegdyś badacze, dzielić się miało drogą bezpośrednią, amitotyczną, dziś o niem nic nie wiemy pewnego), natomiast ciałka biegunowe znikają i promienie plazmatyczne rozpuszczają się w plazmie. (U roślin z wyjątkiem ich części równikowej, która utworzyła przegrodę między dwiema komórkami potomnemi). Proces karjokinezy jest skończony. Komórki rozchodzą się, albo pozostają przy sobie, aby każda na swoją rękę po pewnym czasie zacząć proces podziału na nowo.

Opisawszy sam przebieg karjokinezy, musimy obecnie wyjaśnić niektóre jego momenty. Więc przedewszystkiem, jak już było wspomniane, wszystko to, co się dzieje z chromatyną, są to sprawy pierwszorzędnego znaczenia. Ale teraz zapytajmy, jak zrozumieć taki zawiły proces, trwający stosunkowo dość długo, wymagający tyle energji ze strony komórki. Odpowiedź jest tylko jedna; wynika ono bezpośrednio z obserwacji zachodzących przed naszemi oczami faktów. Chodzi tu o możliwie dokładny i ścisły podział chromatyny na części absolutnie równe. Wszystkie zjawiska do tego zmierzają. Chromatyna zbija się, bo tylko z takiej kupki może się utworzyć jedna ciągła nić, która już jest jednakowej grubości. Dalej, chromatyna rozpada się na odcinki jednakowej długości, ale i taki podział nie jest jeszcze dostatecznie dokładny, a więc następuje moment najistotniejszy karjokinezy—podział chromosomów wzdłuż, zapewniający skutecznie podział dokładny chromatyny całej między komórki potomne. Zachodzi taki podział i w tym przypadku, gdy chromosomy, jak np. u pewnych bezkręgowców, posiadają inny kształt, niż pętle. Wszystko, co dalej się dzieje, również tylko do tego celu zmierza. Na tem tle można dopiero zrozumieć znaczenie i rolę ciałek biegunowych w procesie karjokinezy. Te nici plazmatyczne, ciągnące się od równika ku bie-

gunom, to są niejako drogi, po których chromosomy zdążając, spotykają się w jednym punkcie. Niektórzy badacze są mniemania, że nici te wprost ciągną chromosomy. Trzeba pamiętać, że ilość chromosomów bywa duża, że w stosunku do chromosomu poszczególnego komórka jest wielka, że cały proces przebiega szybko, łatwoby się wówczas stać mogło, że jakiś chromosom znalazłby się nie na biegunie, tylko gdzieś z boku i wówczas nie wszedłby w skład jądra potomnego. Tak samo znikanie błony jądrowej tylko w ten sposób się tłumaczy, że chodzi o to, aby nic podziałowi chromatyny nie stało na przeszkodzie. Jednakże wyjaśniwszy zjawiska, zachodzące przy karjokinezie, musimy zapytać, czem sobie objaśnić potrzebę aż tak dokładnego podziału, czemu nie wystarcza zwykły podział jądra, polegający na przewężeniu tegoż? Tu już fakty nie wystarczają, trzeba się uciec do teoretycznych rozważań. Z nich to wynika—mówimy tu o poglądzie, przyjętym przez bardzo wielu uczonych, choć dla ścisłości zaznaczyć trzeba, że są badacze, którzy chromatynie odmawiają tak wielkiego znaczenia—że jądro, którego rola dopiero przy rozmnażaniu tak wyraźnie występuje, a w jądrze substancje chromatynowe są przedewszystkiem podścieliskiem cech dziedzicznych, jak dziś przyjmują uczeni, prawie powszechnie. W chromatynie mieści się to, co stanowi, że z komórki jajowej żaby wylęga się żaba, a z jaja kury —kura; jeśli sobie uświadomimy, jaki zespół cech stanowi to, co nazywamy np. żabą, to łatwo zrozumiemy, ile cech różnych musi się mieścić w każdej cząstce chromatyny i wtedy staje się dla nas jasnem, jak ważną jest rzeczą podział istotnie równy. Należy też zaznaczyć, że, jak z powyższego rozważania o własnościach chromatyny wynika, może wcale nie jest ona czemś morfologicznie jednorodnem; a jeśli nasze przyrządy jej zróżnicowania nie wykazują, to jeszcze kwestji nie przesądza.

Pozostaje nam jeszcze omówić różne zjawiska, ze sprawą karjokinezy związane. Rola protoplazmy, jak to już zaznaczono, jest tu mniej wybitna, proces podziału plazmy jest tu czemś mniej istotnem i podział ten w niczem zdaje się nie odbiegać od podziału, zachodzącego bezpośrednio. Co do czasu trwania karjokinezy, to, o ile można z różnych danych wnosić, nie jest on długi. Przypuszczalnie karjokineza trwa około kilkudziesięciu minut. W tej kwestji zresztą dość trudno o dane dokładne. Natomiast łatwiej o dane, jak długo trwają poszczególne stadja. I oto okazuje się, że na preparatach, gdzie jest dużo komórek w stadjum podziału, najwięcej się obserwuje stadjów metafazy, profaza i telofaza są rzadsze, stąd oczywisty wniosek, że stadjum metafazy trwa najdłużej.

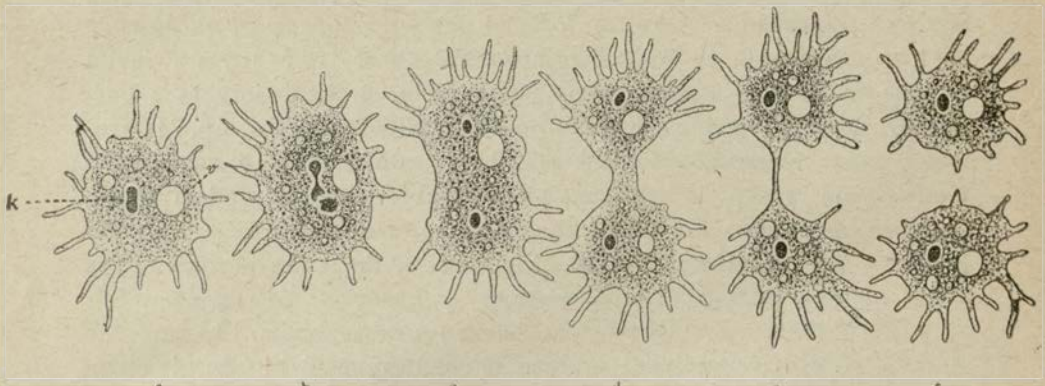
Nie od rzeczy będzie zrobić jedną uwagę. Mianowicie, uczący się błędnie nieraz myśli, że karjokineza przebiega w 7—9—11 stadjach, zależnie od ilości rysunków, jakie są w książce, czy na tablicy. Jest to błędne, bo jest rzeczą oczywistą, że mamy tu do czynienia ze zjawiskiem ciągłem, z którego my tylko wybieramy najważniejsze momenty.

Na zakończenie kilka słów o ilości chromosomów. W omawianym przykładzie było ich osiem. Naogół liczba chromosomów bywa różna u różnych gatunków, ale zawsze dla danego gatunku stała; o ile dziś wiadomo, waha się ona w granicach od 2—200. Dwa chromosomy posiada jeden znany pasorzyt wnętrzniak Ascaris megalocephala val. univalens (Obleńce). Poza tem wszystkie badane pod tym względem zwierzęta mają chromosomów więcej. Może i więcej niż 200, ale z powodu ich wymiarów, rachunek tu jest trudny. Zauważmy tylko, że ilość ich przeciętnie wynosi około 10—20 i co ważniejsze, że ilość chromosomów nie stoi w żadnym związku ze stanowiskiem systematycznem zwierzęcia, t. j. zwierzęta z bardzo różnych typów mają jednakową ilość chromosomów, np. 24 chromozomy ma człowiek, mięczak (Helix), salamandra (to samo lilja) i odwrotnie, zwierzęta stojące blisko siebie pod względem systematycznym mogą mieć ilości chromosomów zupełnie różne, np. podjadek — 12, kałużnica — 16, bielinek — 28 (wszystko owady). Jakie są tego przyczyny, nie wiemy.

Karjokineza jest zjawiskiem bardzo powszechnem, i to zarówno w świecie zwierzęcym jak i w świecie roślinnym. Tylko, że nie wszędzie karjokinezę można równie dobrze obserwować i dlatego za objekt do badań służą nam zwykle te przypadki, gdzie karjokinetyczne obrazy są najlepiej widoczne, a więc przedewszystkiem, gdzie chromosomów jest mało. U roślin spotykamy karjokinezę tak samo przebiegającą, jak i u zwierząt. Zjawisko to zatem okazuje się ogólnem. W pewnych przypadkach obserwujemy u roślin podział t. zw. redukcyjny, polegający na tem, że chromosomy przed utworzeniem się jądra potomnego dzielą się, skutkiem czego znacznie szybciej powstają cztery komórki. W szczegóły już tu wchodzić nie będziemy, wspomnę tylko jeszcze, że jednym z pierwszych, którzy doniosłe zjawisko karjokinezy opisali, był rodak nasz, dr. Wacław Mayzel z Warszawy.

ROZDZIAŁ XI.

W rozdziale poprzednim opisany został proces t. zw. pośredniego podziału komórki, czyli karjokinezy. Wiemy już, że karjokineza jest zjawiskiem prawie powszechnem, gdyż tą drogą rozmnaża się olbrzymia większość komórek, a przedewszystkiem komórki rozrodcze, które w następstwie dadzą początek nowemu organizmowi. Dziś, wobec naszej znajomości świata zwierzęcego i roślinnego, możemy powiedzieć, że przypadki niemitotycznego rozmnażania się komórek dadzą się łatwo policzyć. Zanim to jednak zrobimy, wypadnie nam się przedtem zaznajomić z tem, jak takie zjawisko przebiega. W tym celu opiszemy rozmnażanie się ameby, które będzie nam służyło jako punkt wyjścia dla studjowa-



Rys. 16. Ameba w sześciu następujących po sobie stadjach podziału (a, b, c, d, e, f) k—jądro, v—wodniczka tętniąca.

nia rozmnażania się, czyli rozrodu osobnika, w odróżnieniu od rozmnażania się komórki, czy komórek stanowiących złożony organizm osobnika zwierzęcego czy roślinnego. Obserwowaliśmy już amebę kilkakrotnie. Raz, aby poznać ustrój o najprostszej stosunkowo budowie, drugi, aby tu oglądać pobieranie substancyj stałych, znów w postaci najbardziej pierwotnej, wreszcie ameba nam pokazała pierwociny zjawisk ruchu; i znów zwracamy się do ameby i jeszcze się do niej zwrócimy niejednokrotnie, dowód, że istotnie tu zjawiska życia przebiegają w formie albo najprostszej, albo przynajmniej najłatwiej zaobserwować się dającej.

Patrząc na amebę, jak powoli wysuwa nibynóżki, pseudopodia i przesuwa się po szkle, możemy zobaczyć rzecz niezwykle ciekawą. Oto poruszająca się ameba na chwilę zaprzestała tej czynności, natomiast coś się dziać zaczyna wewnątrz niej. Jądro,

które wyglądało, jak kulisty pęcherzyk, zaczyna zmieniać kształt (rys. 16). Widzimy mianowicie (a), że jądro przybiera kształt wydłużony, który później ulega zwężeniu w części środkowej (b). Dalej (c) jądro w miejscu, gdzie było zwężenie, rozrywa się, czyli innemi słowy, jądro się podzieliło i, jak widzimy na rysunku, obie jego części, albo jak możemy powiedzieć, oba jądra potomne, odsunęły się od siebie, a plazma, która z początku zmianom widocznym nie podlegała, też zaczyna się wydłużać. Właściwie z chwilą dokonania się podziału jądra jego rola narazie się kończy, dalsze obrazy (d, e) wskazują na zmiany w plazmie, analogiczne do zmian w jądrze. Plazma się przewęża (d). Wkrótce pozostaje tylko wąski przesmyk (e), łączący już dwie ameby, wreszcie (f) i to połączenie przerywa się. Oba osobniki przybierają zaraz kształt właściwy amebie, a po pewnym czasie i odpowiednią wielkość. Całe zjawisko trwało krótko, nieledwie parę minut, a jednak dokonał się przed oczyma naszemi fakt niezmiernie doniosły: powstał nowy osobnik, bo cokolwiek bądź możnaby powiedzieć o stosunku dwu ameb potomnych do ameby, która im dała początek, to jednak pozostaje niezaprzeczony fakt, że mieliśmy jedno indywiduum, mamy dwa. Istota żywa wykazała jedną więcej cechę, tak zasadniczo różniącą ją od świata materji nieożywionej. Tak przebiega rozmnażanie się ameby. Ten sposób, czy typ rozmnażania otrzymał nazwę podziału, podziału bezpośredniego, w odróżnieniu od opisanej poprzednio karjokinezy, czyli podziału pośredniego. Porównawszy oba te zjawiska, zauważyć możemy pewną analogję. Jakkolwiek u ameby różnica w podziale jądra i plazmy nie zaznacza się tak wyraźnie, jednakże i tu widać, że przedewszystkiem dokonywa się podział jądra, podział plazmy znów zdaje się być czemś stojącem na drugim planie, czemu jądro impuls dopiero daje. Nadmieniam, że wielu badaczy i w podziale jądra ameby stwierdza różne zawiłe stosunki.

Podział ameby, czyli podział bezpośredni, jest najprostszą formą rozmnażania. Spotykamy go u wszystkich pierwotniaków, u glonów, oraz u bakteryj. O ile płaszczyzna podziału leży nie prostopadle do osi długiej danego organizmu, lecz równolegle, wówczas podział taki (podłużny) nazywamy rozszczepieniem. Widzimy takie rozszczepienie u okrzemek (Diatomeae) i u licznych bakteryj. Podział bezpośredni jest jednak w postaci opisanej wogóle bardzo rzadki. Poza jednokomórkowcami znamy go bodaj tylko u białych ciałek krwi. U tkankowców rozmnażanie przez podział jest też rzadkim wyjątkiem. Tak czasami rozmnaża się hydra, o której będzie mowa później, niektóre

robaki z rzędu wirków (Turbellaria), jak np. Microstomum lineare. W tym przypadku osobniki, dzieląc się, nie rozłączają się — powstaje wskutek tego szereg ich w jednej linji, stąd właśnie nazwa lineare. Jednakże już u pierwotniaków spotykamy inne sposoby rozmnażania, a nawet tam, gdzie w zasadzie zachodzi podział, możemy jeszcze wyróżnić dwa inne jego przypadki. Owóż pierwszy będzie to opisany, gdzie osobniki po podziale są jednakowej wielkości, drugi polega na tem, że osobnik, powstały na skutek podziału, jest od osobnika, od którego powstał, znacznie mniejszy i w momencie tworzenia się wygląda, jak gdyby pączek; jest to t. zw. pączkowanie. Tą nazwą obejmujemy i pewien typ rozmnażania tkankowców, będzie on opisany poniżej. Wreszcie trzeci przypadek podziału bezpośredniego jest taki, gdzie na skutek podziału powstaje odrazu wiele osobników potomnych; jest to t. zw. sporulacja, którą widzimy już u korzenionóżek (Rhizopoda) czyli pierwotniaków niższych. Sporulacja polega na tem, że pierwotniak przed podziałem otacza się cystą, wewnątrz której następuje podział komórki na bardzo wiele osobników, które, jak to ma miejsce naprzykład u pewnej ameby z rodzaju Protomyxa, posiadają z początku inny kształt, jakby gruszki z ogonkiem. Cysta zostaje rozerwana i nowe pokolenie dostaje się do wody, przybierając z czasem kształt amebowaty.

Przechodząc obecnie do rozpatrzenia innych sposobów rozmnażania, musimy zacząć od wprowadzenia pewnej klasyfikacji ogólnej. Owóż widzimy w otaczającym nas świecie istot żywych fakt, że zazwyczaj powstanie nowego osobnika jest rezultatem działania dwu osobników, różniących się od siebie przedewszystkiem elementami, które osobnikowi potomnemu dadzą początek, czyli różnych pod względem płciowym. Mamy dwa typy osobników, reprezentujące dwie płci, i tam, gdzie one występują, mówimy o rozmnażaniu płciowem, pewne pozorne wyjątki od tej reguły będą później omówione.

Takiemu typowi rozmnażania przeciwstawiamy inny, gdzie osobniki, z których powstają nowe pokolenia, nie różnią się od siebie i gdzie nowe indywiduum zostaje utworzone przez jedno poprzedzające. To będzie rozmnażanie bezpłciowe. Nie wchodząc narazie w bliższy podział rozmnażania płciowego, zajmiemy się rozmnażaniem bezpłciowem.

Z góry powiedzmy, że przeważna, olbrzymia większość istot żywych rozradza się drogą płciową i rozmnażanie bezpłciowe raczej jako wyjątek od ogólnej reguły traktować należy.

Rozmnażanie bezpłciowe w postaci najwyraźniejszej poznaliśmy, opisując podział ameby. Można powiedzieć, że podział jest wogóle jedyną formą takiego rozmnażania. Jak widzieliśmy, podział może przybrać swoiste formy sporulacji i pączkowania. Czem jest pączkowanie u jednokomórkowców, już wiemy. Spotykamy je nie tylko u korzenionóżek, ale także i wśród innej gromady, a mianowicie wśród wymoczków. U tkankowców zaś pączkowanie przebiega oczywiście trochę inaczej. Pączkowanie spotykamy przeważnie u tkankowców niższych, u gąbek i jamochłonów. Polega ono na tem, że nowy osobnik powstaje z organizmu macierzystego z warstw tkankowych, które w miejscu tem przyjmują charakter zarodkowy i energicznie się rozmnażają. Dla przykładu opiszemy pączkowanie u jedynego naszego słodkowodnego stułbiopława, hydry czyli stułbi (rys. 17). Często bardzo na ciele hydry zauważamy takie zgrubienia albo nabrzmienia. Mogą to być albo dojrzewające produkty płciowe, albo też zaczątki nowych osobników, tworzące się pączki. Obserwując je bliżej, zarówno na żywem zwierzęciu jako też na przekrojach stwierdzimy szereg faktów następujących.

Rys. 17. **Hydra.** A—skurczona. B—silnie wyciągnięta. C—z dwoma pączkami: a—młodszy, b—starszy. D - z gruczołami płciowemi: sp—jądra, e—jajko tworzące się i wychodzące na zewnątrz.

W pewnem miejscu na ciele hydry powstaje nabrzmienie. Nabrzmienie to jest rezultatem wypuklenia ścianek ciała, co najlepiej możemy stwierdzić na przekroju. Tu daje się teraz zauważyć ów wspomniany już zarodkowy charakter miejsca, które pączkuje. Komórki ciała hydry nie różnią się od innych, rozmnażają się tylko tak energicznie, jak w zarodku. I oto małe wypuklenie „pączek", stąd nazwa: pączkowanie, wyciąga się w małą ślepą rurkę

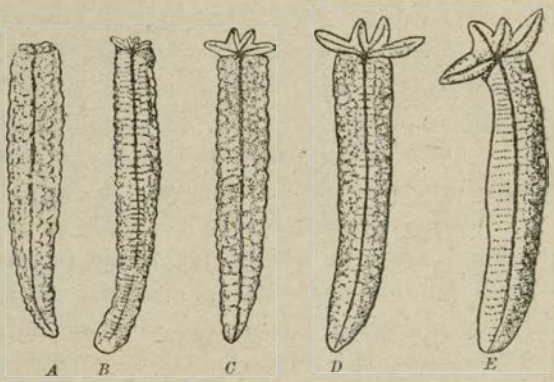
(rys. 17 C, a), na którym zaczynają się wytwarzać czułki (C, b) powstaje więc młoda hydra. Z początku żywi się ona pokarmem, dostarczanym przez ustrój macierzysty nie posiadając jeszcze nawet własnego otworu gębowego. Dopiero potem tworzy się ten otwór, a zato po oderwaniu się od starej hydry zarasta dawne połączenie z nią, dając późniejszą podeszwę. Trzeba dodać, że na ciele jednego osobnika może się tworzyć odrazu kilka nowych.

Ważną jest rzeczą, że pączkowanie może się odbywać w wielu punktach ciała zwierzęcia, a nie jest związane z jakąś określoną okolicą, jak to zachodzi zawsze w rozrodzie płciowym, jakkolwiek i tu znamy wyjątek w t. zw. stolonizacji u pewnych osłonic.

Przez pączkowanie rozmnażają się liczne jamochłony, jak np. korale, bezpłciowe pokolenie meduz (polipy). Pączkowanie korali zachodzi inaczej. Mianowicie, osobniki pączkujące nie odrywają się od organizmu macierzystego, dorastając na nim, wskutek tego powstaje kolonja osobników. Jak bardzo te kolonje mogą się rozrastać, dowodzi fakt tworzenia się tak wielkich raf koralowych, jakie znamy z geografji, a które, jak wiadomo, tak znaczną rolę odgrywają w ukształtowaniu skorupy ziemskiej.

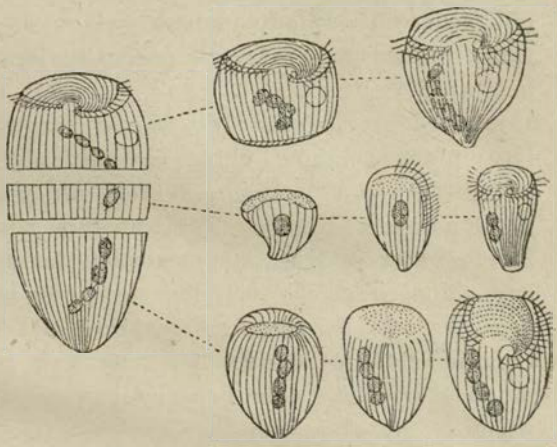
Zazwyczaj gdy się mówi o pączkowaniu, to ma się na myśli taki przebieg zjawiska, gdzie powstający pączek wyrasta na zewnątrz, znamy jednak i takie przypadki, gdzie pączkowanie odbywa się do wewnątrz organizmu, jak to bywa u gąbek. Podział więc wraz ze sporulacją i pączkowanie, jako jedna z jego form swoistych, stanowią jedyny typ rozmnażania bezpłciowego. Ale, o ile z jednej strony, pączkowanie zwłaszcza, spotykamy i u wyższych tkankowców, np. osłonice, o tyle trzeba z naciskiem podkreślić, że mało znamy istot dla których rozród bezpłciowy byłby jedyną formą rozmnażania i zazwyczaj, obok podziału, w znaczeniu ogólniejszem, występują pewne zjawiska, w których cech rozmnażania płciowego z łatwością można się doszukać. Zanim jednak do tych spraw przejdziemy, wypadnie nam się zająć czemś, co z pączkowaniem ma wiele cech wspólnych, mianowicie regeneracją. Regeneracją nazywamy zdolność, spotykaną u wielu organizmów odradzania, odtwarzania części organizmu, które w sposób naturalny lub sztuczny zostały utracone. Do pewnego stopnia można nawet powiedzieć, że niekiedy regeneracja spełnia rolę taką, jaka przypada rozrodowi w udziale, dzięki niej powstają nowe osobniki. Weźmy kilka przykładów. Wiemy już, że hydra rozmnaża się przez pączkowanie. Wiemy również, że rozród zachodzić u niej może drogą płciową. Ale trzeba jeszcze dodać, że u hydry możemy czasem obserwować sposób rozmnażania, który należałoby nazwać

właśnie regeneracyjnym. Oto hydra dzieli się wpoprzek, powstają w ten sposób dwa osobniki, jeden z otworem gębowym i czułkami, ale bez podeszwy, drugi, przeciwnie, z podeszwą, ale bez otworu gębowego i czułków. I oto po pewnym czasie powstałe w ten sposób osobniki odradzają, regenerują części brakujące. Weźmy inne jeszcze przykłady. Rys. 18 wskazuje nam, jak dalece mogą być rozwinięte zdolności regeneracyjne. Mamy tu (A) odcięte jedno ramię rozgwiazdy. Jedno to ramię może odrodzić całkowite zwierzę. Powstaje tylko z początku rozgwiazda o pozostałych ramionach znacznie krótszych, t. zw. kometa. Widzimy więc, że jedno ramię odrodziło cały przewód pokarmowy, którego większa część leży, jak wiadomo, wewnątrz tarczy, całe narządy rozrodcze, leżące w międzypromieniach i t. d.



Rys. 18. Pięć następujących po sobie stadjów regeneracji rozgwiazdy: A—ramię odcięte. E—rozgwiazda zregenerowana w t. zw. postać kometową.

Jamochłony, szkarłupnie, liczne robaki posiadają zdolności regeneracyjne w stopniu może wybitniejszym, niż inne zwierzęta, ale regenerację widzimy zarówno już u pierwotniaków, jak i u kręgowców, jakkolwiek trzeba stwierdzić, że u kręgowców regeneracja zachodzi już w stopniu mniejszym i nigdy nie przekracza regeneracji części zwierzęcia, jakkolwiek i tu widzimy zdumiewające rzeczy, jak odradzanie całych płatów wątroby przez płazy, części składowych oka i t. p.


Rys. 19. Wymoczek **Stentor**, rozcięty na 3 części, z których odradzają się całkowite jednostki.

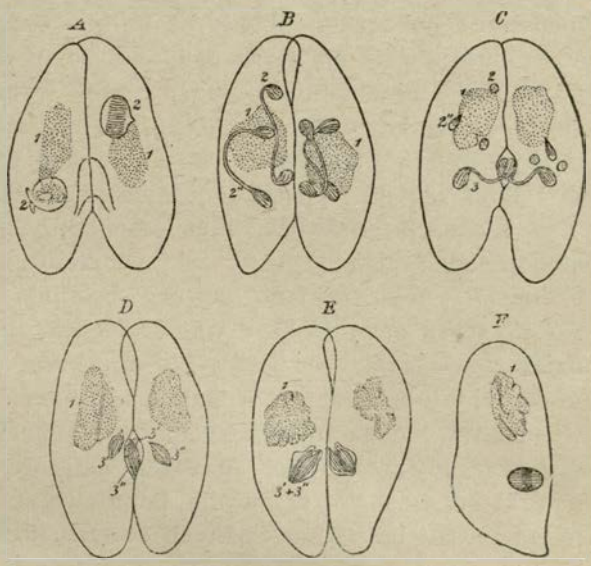
Już u pierwotniaków możemy wywołać regenerację. Jeśli w odpowiedni sposób przetniemy wymoczka, np. stentora (rys. 19) kilkoma płaszczyznami na szereg odcinków, to każdy z nich odtworzy całe zwierzę, jak wskazuje rysunek, byleby tylko każda część zawierała pewną ilość substancji jądrowej. Te doświadczenia między innemi wykazały wielkie znaczenie jądra w komórce. Mała cząstka pierwotniaka, byle z fragmentem jądra, [1]) zregeneruje całość, duża część nawet plazmy, bez jądra zamiera bezwzględnie.

Poza omówionemi przypadkami duże zdolności regeneracyjne widzimy u robaków, zwłaszcza u wypławków. Co do kręgowców, to, jak już zaznaczono, tu regeneracja zachodzi już w stopniu mniejszym. Ale i tu wiemy, jak łatwo regeneruje odcięty ogon kijanka, czyli larwa płazów bezogonowych, równie łatwo regenerują ogon larwy traszek i salamandr, wreszcie najbardziej znanym jest przykład jaszczurki, gdzie jednak regeneracja wiąże się z innem zjawiskiem, t. zw. autotomji, t. j. odrzucania pewnych części organizmu, ogona jak u jaszczurki, w celu obrony. Naogół więc, możnaby może powiedzieć, że im ustrój jest bardziej złożony, tem regeneracja jest trudniejsza i obejmuje organizm w mniejszym stopniu, choć trzeba pamiętać, że np. płazy regenerują znacznie łatwiej, niż ryby, trudno więc o ogólne reguły. Ponadto trzeba dodać, że regeneracja, jako zjawisko restytuowania organizmu, jest wspólne obu światom. Wiemy dobrze, jak łatwo odradzają się rośliny, nieraz z nieznacznych części, pospolity jest przykład wierzby, topoli, begonji i t. p.

Wróćmy jednakże do spraw rozmnażania. Zaznaczyliśmy, że i u pierwotniaków obok rozmnażania przez podział spotykamy pewne zjawiska płciowe. Weźmy dla przykładu wymoczka takiego jak Paramaecium. Paramaecium, jak i inne wymoczki, rozmnaża się przez podział, ale, gdybyśmy tak sprawić mogli, że wymoczki hodowane przez nas tylkoby się przez podział rozmnażały, to po pewnej ilości pokoleń tą drogą powstałych (a jak wielkiej, tego jeszcze nie ustalono ostatecznie), następnie jużby się tak rozmnażać nie mogło i wreszcie cała generacja wymarłaby doszczętnie. Tak oczywiście w przyrodzie się nie dzieje, gdzie, jak twierdzą niektórzy badacze, istnieje tylko rozród przez podział, w hodowli zaś zapobiega temu bowiem spotykane u wymoczków zjawisko, które otrzymało nazwę konjugacji, albo sprzężenia. Na czemże ona polega? Przedewszystkiem opiszemy przebieg zjawiska, które ilustruje załączony rysunek (rys. 20).

[1]) Wykazano (Morgan), że można otrzymać zupełne regeneraty z cząstek zawierających $^1/_{64}$ część ciała stentora.

Już na początku książki był podany rysunek paramaecium, który, jak to łatwo zauważyć, od niniejszego znacznie się różni. Otóż proces konjugacji, jaki zamierzamy opisać, jest nadzwyczaj zawiły i trzeba tu powtórzyć, co się mówiło o karjokinezie; obserwowany jest u bardzo wielu wymoczków, ale trzeba wybierać takie przypadki, gdzie w bardzo tu złożonych stosunkach najłatwiej się zorjentować. Uwagi te piszę dlatego, że w wielu podręcznikach obszerniejszych zoologji, czy biologji czytelnik może znaleźć obrazy inne, które, ilustrując zasadniczo tę samą konjugację, mogą inaczej wyglądać. I jeszcze jedno. Na rysunku poprzednim (rys. 7) paramaecium widać było jądro i jąderko. Nazwy te, jak wspomniano, dla wymoczków mają zupełnie inne znaczenie, niż w komórce. A nawet nazwy jąderko nie należałoby używać wcale, w tym przypadku stosujemy się do terminów używanej w naszych podręcznikach zoologji.



Rys 20. Konjugacja u **Paramaecium**. 1. Macronucleus (jądro główne). 2. Micronucleus (jądro poboczne)

Teraz będziemy mówili o jądrze głównem (macronucleus), które przedewszystkiem służy sprawom fizjologicznym życia osobnika i o jądrze pobocznem (micronucleus), grającem rolę główną w sprawach rozmnażania się.

Gdy się zaczyna konjugacja wówczas dwa wymoczki, które sobie swobodnie pływały, łączą się ze sobą zazwyczaj w tem miejscu, gdzie znajduje się otwór wpustowy, a więc stroną brzuszną. W przypadku opisywanym istnieje tylko jedno jądro główne (A,B,C,D,E,F 1) i jedno poboczne (2, 2″). Konjugacja dotyczy tylko jąder, jak widzimy, sam wymoczek nic się nie zmienia, przynajmniej badania tego dotąd nie ujawniły. Przedewszystkiem dzieli się jądro poboczne na dwa, które dzielą się jeszcze raz, tak że w rezultacie otrzymujemy cztery jądra poboczne (B, 2 i 2″). Z tych

czterech zostaje tylko jedno, pozostałe trzy albo ulegają rozpuszczeniu, albo zostają poprostu wyrzucone na zewnątrz. Taki sam los spotyka i jądro główne, ono też stopniowo ulega rozpadowi i wreszcie fragmenty rozpuszczają się, względnie zostają usunięte.

Pozostałe zaś po podziałach jedyne jądro poboczne znów dzieli się, tworząc dwa jądra (C_3), z nich jedno (żeńskie) zostaje na miejscu, drugie zaś (męskie) przez punkt zetknięcia się obu postaci przechodzi do drugiego osobnika, współkonjugującego (D, 3′ 3″) i zespala się tam z pozostałem tam właśnie jądrem żeńskiem (E, 3′ + 3″ i F). Z nowego jądra pobocznego, powstałego w każdym konjugującym osobniku, jak widzimy, na skutek zlania się dwu części pochodzących od osobników różnych, pochodzą drogą podziału nowe jądro główne i nowe poboczne. Wtedy osobniki konjugujące rozchodzą się.

Zastanówmy się teraz nad tem, co tu się stało. Widzieliśmy, że w czasie przebiegu konjugacji nasz wymoczek zewnętrznie nic się nie zmieniał, widzimy obecnie, że nie zaszło tu zwiększenie się liczby osobników, albowiem do konjugacji przystąpiły dwa osobniki i tyleż ich jest, po zakończonym procesie.

Musimy więc stwierdzić, że istotą konjugacji jest odnowienie substancji jądrowej, przyczem, jak widzieliśmy, dokonywają tego micronuclei. Wymoczki do pewnego stopnia wymieniają swe jądra. Co się teraz dalej dzieje z wymoczkami? Rozmnażają się przez podział; konjugacja więc jest tylko czasowem i częściowem połączeniem się osobników. A jednak uczeni nazywają ją zjawiskiem płciowem, bo zachodzą tu objawy takie, jak przy rozmnażaniu zwierząt zróżnicowanych płciowo. Wreszcie ostatnie pytanie. A gdyby wymoczki od czasu do czasu nie kopulowały? Już odpowiedzieliśmy na to przedtem. Mimo różnych danych, przeważa wśród uczonych pogląd, że u wymoczków nie konjugujących wcześniej czy później zjawiają się procesy, doprowadzające do wymarcia wszystkich osobników. Dla ścisłości zaznaczmy, że niektórzy uczeni twierdzą, iż konjugacja występuje tylko w hodowlach, t. j. w warunkach zmienionych, a że w przyrodzie nie spotyka się jej wcale. Tu, jak i w wielu innych przypadkach, dopiero przyszłe badania mogą tę sprawę rozstrzygnąć. Dodać należy, że poza wymoczkami konjugacja nie była obserwowana.

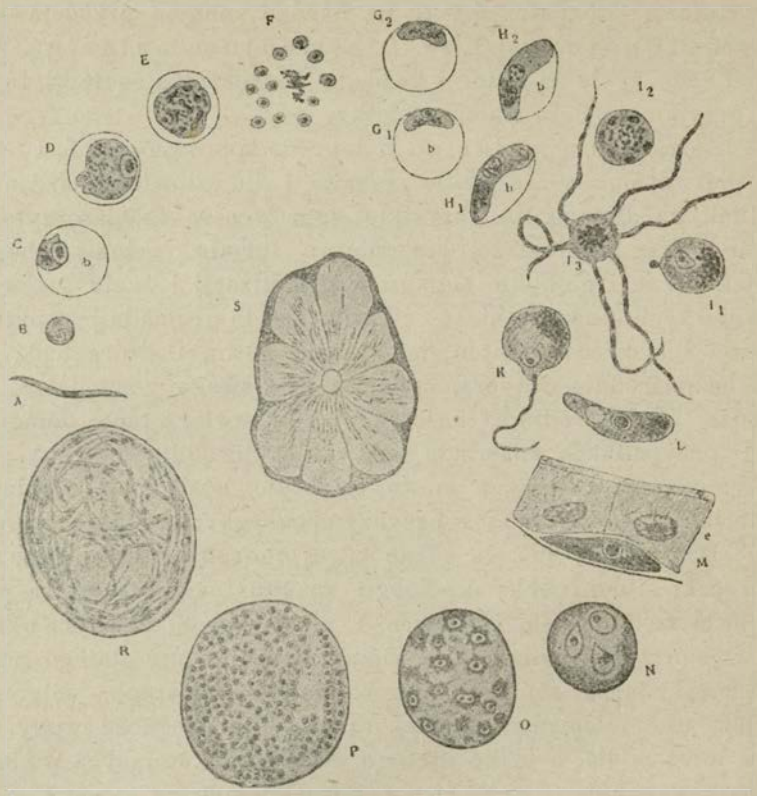
Widzimy więc, że już u pierwotniaków rozmnażanie przez podział jest często uzupełniane w jakiś sposób, tak dalece, że w czystej postaci występuje rzadko. U pierwotniaków również spotykamy i inne zjawiska płciowe. Aby wykazać, że już u pierwotniaków, a więc u najprostszych istot, rozród może przybierać bardzo zawiłe formy, opiszemy jeszcze, jak się rozmnażają liczne pierwotniaki

pasorzytnicze. Rozpatrzymy to na bardzo znanym przedstawicielu sporowców (Sporozoa), t. zw. Plasmodium malariae. Zwierzę to i jego życie są znane z każdego podręcznika zoologji, tu więc tylko przypomnę najważniejsze fakty.

Plasmodium malariae należy do sporowców. Jest to gromada pierwotniaków niezwykle ciekawa i dla człowieka bardzo ważna. Ciekawa dlatego, że wszystkie sporowce są to pasorzyty, zatem tu już w najprostszej stosunkowo formie możemy obserwować, jak różne i głębokie zmiany w organizacji i życiu zwierzęcia wywołuje życie pasorzytnicze. Ważną zaś ta gromada jest przez to, że wśród sporowców znajdujemy liczne gatunki, które bądź człowieka bezpośrednio dotyczą, mając w nim swego gospodarza, bądź obchodzą go pośrednio, pasorzytując w zwierzętach domowych. W obu przypadkach zwierzęta te zwykle powodują choroby.

Sporowiec, o którym mowa, słusznie nosi nazwę gatunkową „malariae", on to bowiem jest przyczyną choroby, zwanej malarją albo febrą. Dziś wiemy już, że różne w tej chorobie występujące okresy gorączki silnej, obok zupełnego spadku temperatury, są w ścisłym związku z życiem sporowca i odpowiadają pewnym określonym w jego życiu momentom; wiemy także, że nie dlatego malarja najczęściej zdarza się w miejscowościach bagnistych, wilgotnych, aby, jak to mniemano dawniej, sama tylko obecność wody na to wpływ mieć miała, a tylko dlatego, że w takich stojących wodach są najlepsze warunki rozwoju larwy pewnego komara (z rodzaju Anopheles), w którym część życia tego sporowca przebiega. Albowiem jedną z cech tego pasorzyta jest, iż życie jego całkowite, czyli, jak się wyrażamy, cykl życiowy, musi się dokonać i w komarze, i w człowieku. Dzieje się to w sposób następujący.

Gdy komar ukłuje człowieka, wówczas wraz z wydzieliną gruczołów ślinowych dostają się do krwi ludzkiej zarodniki pasorzyta (A), które przenikają do erytrocytów, czyli krwinek (C). Zarodnik taki rośnie (D, E) i rozpada się na sporozoity, czyli drobne zarodniki, które, zniszczywszy już całkowicie ciałko krwi (F), przedostają się do nowych ciałek. W tych albo jeszcze rozmnażają się przez sporulację, albo też przeobrażają się w t. zw. makro- i mikrogametocyty (G_1 G_2 H_1 H_2). Dalszy rozwój tych przebiega albo już z powrotem w komarze, albo jeszcze w człowieku. Polega on na tem, że makrogametocyty odrzucają część substancji jądrowej i tworzą t. zw. makrogamety (I_1 I_2), u mikrogametocytów zaś zachodzi pewna zawiła forma podziału jądra, wskutek którego powstaje duża ilość t. zw. mikrogametów (I_3), cienkich, nitkowatych, otaczających okrągłą resztę komórki. Jeśli



Rys. 21. Rozwój **Plasmodium malariae.** A, B—zarodniki—sporozoity. C, D, E—zarodniki—sporozoity rozrastające się w krwince. F—rozpad zarodników. G_1, G_2, H_1 H_2—makro-i mikrogametocyty. I_1, I_2—makrogamety. I_3—tworzenie się mikrogamety. K—kopulacja makro-i mikrogamety. L—ookineta. M—ookineta w ściance żołądka. N, O, P, R—oocysty z tworzącemi się sporozoitami. S—przekrój przez gruczoł ślinowy komara, wewn. sporozoity.

gamety obydwu rodzajów nie dostaną się z powrotem do komara to poprostu giną, ale jeśli komar ukłuł człowieka chorego na malarję i wessał wraz z krwią gamety, to wówczas mikrogamety łączą się z makrogametami (K), zachodzi t. zw. kopulacja, wskutek której makrogameta przekształca się w t. zw. ookinetę (L).

Ookineta wykazuje znaczne podobieństwo zewnętrzne do innych sporowców, gregaryn. Powstaje ona zazwyczaj w świetle przewodu pokarmowego komara. Potem ookineta wwędrowuje do komórek ścian żołądka i otacza się cystą, powstaje t. zw. oocysta.

Wewnątrz oocysty (N, O, P, R) dokonywa się utworzenie nieobłonionych zarodników (sporozoitów), stopniowo przybierających postać nitkowatą (R). Wreszcie, ścianki cysty rozpadają się; spo-

rozoity (A) wędrują po ciele komara, aż nakoniec dostaną się do gruczołów ślinowych (S), aby, po ukłuciu przez komara, zacząć w człowieku na nowo swój cykl życiowy.

Wprawdzie nie wszystkie sporowce rozmnażają się w podobny sposób, ale rozwój ich jest zawsze mniej albo więcej złożony. W rozwoju zarodka malarji na szczególną uwagę zasługują dwa momenty. Pierwszy, to fakt, że rozmnażanie przez podział nie może zachodzić zawsze, musi nastąpić pewne odnowienie substancji jądrowej, zatem zjawisko analogiczne pod tym względem do opisanej poprzednio konjugacji, i wykazujące jak bardzo te procesy są ważne.

Drugim momentem jest ten, że osobniki w całym cyklu są dwojakiego pochodzenia. Jedne powstały drogą bezpłciową, inne drogą, którą możemy nazwać płciową, albowiem mikro-makrogamety możemy uważać za różne płciowo, mamy tu zatem przykład zmiany pokoleń. Zjawisko to jest znane i u tkankowców, jak np. u mszyc, u filoksery, u wrotków (Rotiferi), rozwielitek (Daphnidae), u osłonic i t. d. Odróżniać wszakże należy zmianę pokoleń od przemiany pokoleń, jaką mamy np. u meduz i polipów. W pierwszym przypadku mamy osobniki podobne do siebie, w drugim różne. Bliżej jednak te sprawy omówimy w rozdziałach następnych, omawiając szczegółowo najważniejszy i najczęstszy typ rozmnażania istot żywych, mianowicie rozród płciowy.

ROZDZIAŁ XII.

Obecnie więc przystępujemy do zbadania spraw rozmnażania płciowego u tkankowców.

Już z treści poprzednich dwu rozdziałów wynika, że w rozmnażaniu się zarówno komórki, jak też i istot jednokomórkowych, jest rzeczą pierwszorzędnej wagi to, co się dzieje z substancją jądrową. Badając rozmnażanie zarodka malarji, dochodzimy do wniosku, że w procesie tym chodzi przedewszystkiem o wymianę substancji jądrowej, to jest o odnowienie substancji jądrowej danego osobnika, co uskutecznione być może albo przez konjugację, jak u wymoczków, albo przez kopulację, jaka była opisana u sporowca dla makro i mikrogametów, wytwarzających ookinetę. Kopulacja jest wśród jednokomórkowców zjawiskiem nader pospolitem, aczkolwiek występującem w różnych formach. Jeśli więc teraz zastanowimy się nad pytaniem, co stanowi istotę rozrodu płciowego u tkankowców, innemi słowy, jaki jest sens i cel produkowania odmiennych elementów rozrodczych, zjawisk łączenia się ich, czyli zapłodnienia i t. d., to odpowiedź będzie taka. Chodzi o to, aby

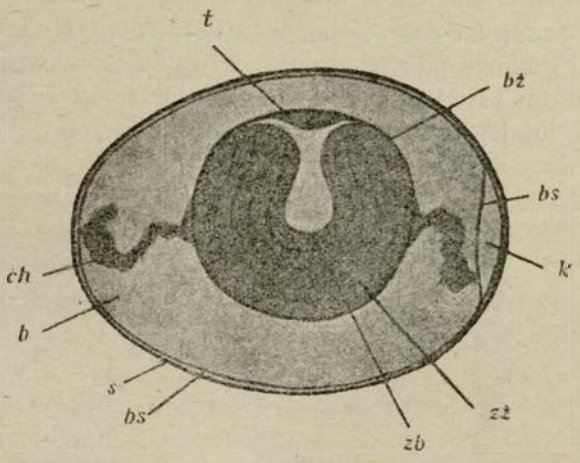
nowy osobnik powstawał z różnych, odmiennych substancyj, aby jego organizm składał się z różnych elementów, pochodzących od różnych osobników, dających mu początek.

Przy rozrodzie płciowym u tkankowców nowy osobnik powstaje z dwu innych, różnej płci, znaczy to, że u istot o bardziej złożonej organizacji istnieje zróżnicowanie, którego wynikiem jest, że jedne osobniki produkują stale i zawsze jedne tylko określone elementy płciowe, t. zw. samcze albo samicze, czyli męskie albo żeńskie. Dopóki ustrój jest na poziomie zróżnicowania jednokomórkowca, albo najniższego tkankowca, dopóty rozmnaża się „całą swoją istotą". Pamiętamy przecie, że hydra np. posiada bardzo wiele takich punktów, z których może pączkować, ale z chwilą większego zróżnicowania ustroju na liczne tkanki i ich kompleksy sprawy rozrodu stają się udziałem pewnej tylko części organizmu, która wytwarza specjalnie ku temu celowi służące narządy i tam ostatecznie dokonywa się produkcja elementów rozrodczych. Zanim więc przystąpimy do opisu tych ostatnich, musimy pokrótce przypomnieć pewne fakty, dotyczące owych narządów, dla przykładu biorąc stosunki, panujące u zwierząt. Owóż u zwierząt wyższych spotykamy dwa rodzaje narządów płciowych, oba o charakterze gruczołowym. Narządy te mają postać i położenie bardzo rozmaite; w ogólności powiedzieć można, że u zwierząt dwubocznie symetrycznych są one parzyste i prawie zawsze mieszczą się w tylnej okolicy ciała. Noszą też one odmienne nazwy. Mianowicie: narządy płciowe samcze nazywamy jądrami (testes), narządy zaś płciowe samicze jajnikami (ovaria). Jądra mają zazwyczaj kształt mniej lub więcej skłębionej rureczki, w jednem tylko miejscu uchodzącej na zewnątrz, jajniki zaś są to raczej rurki proste, nieskłębione; u owadów np. jajniki składają się często z szeregu rurek, ułożonych obok siebie tak, że oglądane na przekroju tworzą postać rozłożonego wachlarza, którego trzonkiem jest wspólny przewód, t. zw. jajowód, przez który odnośne produkty wydostają się na zewnątrz. Nie wchodząc już bliżej w budowę i położenie narządów rozrodczych, przystąpimy obecnie do zaznajomienia się z ich produktami. Narządy płciowe samcze produkują komórki plemnikowe albo plemniki, narządy zaś płciowe samicze — komórki jajowe, albo jaja.

Zacznijmy od poznania budowy komórki jajowej. Element rozrodczy żeński, czyli jajo (ovum), jest zawsze jedną komórką, a więc składa się z protoplazmy i jądra, zawierającego jedno lub wiele jąderek, oraz otoczone jest błoną komórkową. Przyjęto tylko nazywać jądro komórki jajowej pęcherzykiem zarodkowym, jąderko zaś często nazywają plamką zarodkową. W plazmie

komórki jajowej znajdujemy zawsze twory ziarniste, zbudowane z ciał białkowych, a stanowiące materjał odżywczy dla przyszłego zarodka; twory te oznaczamy nazwą żółtka. Żółtko może być więcej albo mniej skupione, często bardzo jest zupełnie oddzielone od protoplazmy, to znaczy tworzy osobną całość; oprócz powyższych składników znajdujemy jeszcze często w jajku błony dodatkowe, otaczające je i mające znaczenie ochronne, o czem wspomnimy niżej.

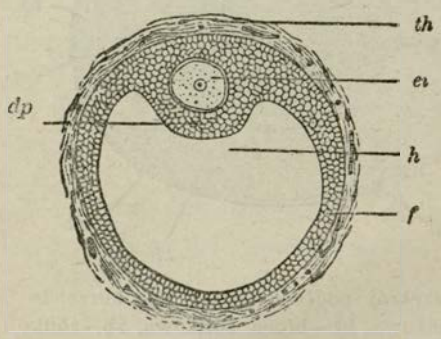
Pod względem kształtu i wielkości jajko różni się znacznie od wszystkich innych komórek ciała. Jak już widać z podanego poprzednio rysunku (rys. 5_5), jajko jest komórką bardzo dużą, znacznie większą, niż wszystkie inne danego ustroju. Istotnie, komórka jajowa dosięga olbrzymich wymiarów, jak np. u gadów i ptaków, gdzie może mierzyć w średnicy do kilku centymetrów. Pod względem kształtu jajko zachowuje w świecie zwierzęcym dość znaczną jednostajność. Kształt jaja bywa najczęściej kulisty lub nieprawidłowo owalny (jajowaty, jak powiadamy, mając na myśli każdemu znany obraz jajka kurzego). Wyjątki od tej reguły są naogół bardzo rzadkie.



Rys. 22. Przekrój podłużny przez jajo kurze: t—tarczka zarodkowa, bż—błona żółtkowa, zb—żółtko białe, żż—żółtko żółte, ch—chalaza, b—białko, bs—błona skorupowa, k—komora powietrzna, s—skorupa.

Aby się lepiej zapoznać z budową jajka, rozpatrzymy jajko kurze, które wszyscy wprawdzie dobrze znamy, ale którego zbadanie pozwoli nam ustalić pojęcie jajka. Rys. 22 daje nam właśnie jajko kurze w przekroju podłużnym. Składa się ono z następujących części. Przedewszystkiem z wielkiej kuli, umieszczonej w środku, zawierającej plazmę z jądrem (t), żółtko (żż, żb), otoczonej wspólną błoną (bż). W tym przypadku, plazma i jądro leżą na kuli żółtkowej, stanowiąc tylko jej cząstkę bardzo nieznaczną. Co do żółtka, to widzimy, że nie jest ono jednakowe. Mianowicie pod plazmą i jądrem, noszącemi razem nazwę tarczki zarodkowej, mamy żółtko t. zw. białe, istotnie jaśniejsze, w formie dzbanka, żółtko białe tworzy jeszcze i w żółtku żółtem, ciemniejszem, listewki współ-

środkowe (na rysunku oznaczone czarną kreską). Kula żółtkowa jest zawieszona w białku (b); aby zaś nie zmieniała położenia, utrzymują ją w równowadze dwa sznurki z substancji białka nieco gęstszej, t. zw. chalazy (ch), przyczepione do błony skorupowej (bs). Białko, którego rozbiorem chemicznym nie będziemy się zajmowali, przypominając tylko to, co się mówiło o niem w pierwszych rozdziałach, jest w gruncie rzeczy jeszcze jedną błoną o swoistym charakterze, otaczającą żółtko z tarczką zarodkową. Białko otacza błona skorupowa (bs); przypomina ona swym wyglądem pergamin i w takiej postaci znamy ją dobrze w jajku ugotowanem. Błona ta w jednem miejscu, najczęściej na biegunie tępym jajka nieco odstaje, tworząc komorę powietrzną (k), która jest oczywiście zbiornikiem powietrza dla zarodka, jakkolwiek powietrze przenika przez skorupę i na całej jej powierzchni. Skorupa wreszcie (s) stanowi zewnętrzną osłonę jajka, u kury, wogóle u ptaków, jest ona twarda, zawiera bowiem do 98% soli wapiennych, oraz porowata, co umożliwia przenikanie powietrza.



Rys. 23. Pęcherzyk Graafa: th—ścianka pęcherzyka, ei—jajko, dp—tarczka jajonośna, f—komórki ściany pęcherzyka, t. zw. błona ziarnista, h—jama pęcherzyka Graafa, wypełniona płynem surowiczym.

Widzimy więc, że wzięte dla przykładu jajko kury jest tworem bardzo złożonym i zmusza do zapytania, co właściwie jest jajko. Otóż na to pytanie trzeba odpowiedzieć, że komórką jajową, czyli jajkiem, jest u kury i u ptaka wogóle tylko tarczka zarodkowa i kula żółtkowa z otaczającą błoną, białko bowiem, błona skorupowa, albo białkowa i wreszcie skorupa to są już twory dodatkowe, a przedewszystkiem powstają one też już nie w jajniku, a w jajowodach, czyli w przewodach narządów płciowych (ściśle mówiąc, u ptaków w jedynym jajowodzie lewym, gdyż prawy ulega zanikowi). I jeszcze jedno zastrzeżenie trzeba odrazu zrobić. Jajko kury zniesione zwykle nie zasługuje na nazwę jajka w znaczeniu powyższem, gdyż jest przeważnie zapłodnione, oczywiście przed utworzeniem osłon, i wykazuje już pierwsze stadja rozwoju.

Dla porównania weźmy jeszcze jajko zwierzęcia ssącego. Wielkość i tu jest znaczniejsza, niż innych komórek ciała, jakkolwiek waha się w granicach kilku dziesiątych milimetra. Rysunek (rys. 23)

wyobraża nam jajko (ei) w t. zw. pęcherzyku Graafa. Pęcherzyk Graafa otacza ścianka (th), uczyniona z tkanki łącznej. Wewnątrz niej znajdujemy liczne komórki, które mają zadania odżywcze, tworzą też one warstwę komórek t. zw. odżywczych, zróżnicowaną w t. zw. błonę ziarnistą (f) i tarczkę jajonośną (dp), w której leży same jajo. Wnętrze pęcherzyka Graafa wypełnia płyn surowiczy (h). O znaczeniu tych składników wspomnimy jeszcze później.

Jeśli teraz zwrócimy się do kwestyj ogólnych, dotyczących jajka, to przedewszystkiem chodzić nam będzie o ich wielkość i liczbę. Tu można wypowiedzieć jako pewnik, że: wielkość jaj zależy w pierwszym rzędzie od mniejszej lub większej zawartości żółtka. Ilość zaś żółtka bywa rozmaita, w zależności znów od tego, czy rozwijający się z jajka zarodek powstaje tylko na koszt żółtkowego materjału zapasowego, czy też otrzymuje soki odżywcze bezpośrednio od ustroju matki. A więc: jajo ssaków np., rozwijające się wewnątrz ustroju macierzystego, jest przeto znacznie drobniejsze, aniżeli np. jajo ptaka lub gada, które, rozwijając się niezależnie od organizmu macierzystego, zawiera wielką masę żółtka, którem żywi się rozwijający i rozrastający się zarodek.

Stąd wynika, że wielkość jaj nie jest zależna od takiego czynnika, jak wielkość zwierzęcia, istotnie, widzimy, że np. jaja żaby albo kury są tysiąckrotnie większe, niż jaja myszy lub królika.

Ale nietylko ilość materjału odżywczego wpływa na wielkość jaj u różnych zwierząt. Zależy to również od liczby wyprodukowanych jaj. Im więcej jaj zwierzę wytwarza, tem są one drobniejsze. Ilość zaś jaj jest w związku z warunkami rozwoju zarodka oraz z zabezpieczeniem zarodka i postaci młodocianych. Można ogólnie powiedzieć, że im jajka są bardziej zabezpieczone w czasie rozwoju, tem jest ich mniej. Najlepiej to objaśnią przykłady. Największą liczbę jaj produkują pasorzyty, a to dlatego, że warunki zwykłe dla pasorzytów, jak zmiana gospodarza i t. p., powodują, iż tylko olbrzymia ilość jaj pozwala nielicznym zaledwie osobnikom osiągnąć dojrzałość i możność dalszego rozrodu w rezultacie. Pasorzytnicza glista ludzka (Ascaris lumbricoides) ma produkować 64 miljony jaj, robak Gordius składa w ciągu dnia 8 miljonów jaj, tasiemiec (soliter) około 40 miljonów jaj rocznie i t. d.

Jako dowód, że ilość produkowanych jaj jest w związku z opieką, daną jajom później, można przytoczyć ryby.

Jesiotr, szczupak składają przeszło miljon jaj (jesiotr do 3 miljonów), karp około pół miljona, gdy tymczasem ryby, których jaja są w jakikolwiek sposób zabezpieczone, składają ich stosunkowo bardzo mało.

Ciernik (Gasterosteus) (rys. 24) do gniazdka, które buduje pod wodą, składa zaledwie 80—100 jaj. Różanka (Rhodeus) też tyle mniej więcej (por. rozdział o pasorzytyzmie i rys.). Ale też jajka tych ryb mają szanse, że się rozwiną wszystkie, gdy tymczasem ileż to miljonów jaj jesiotra, wprost do wody złożonych, skazanych jest na zagładę, a jak mały odsetek wylęże się osobników![1])

Jak elementem rozrodczym samiczym jest jajko, tak elementem rozrodczym samczym jest t. zw. ciałko nasienne albo plemnik (spermatozoum). Plemnik jest najważniejszym składnikiem morfologicznym spermy, czyli plemni, cieczy, będącej produktem gruczołów nasiennych czyli jąder (testes).

Rys. 24. Ciernik **Gasterosteus pungitius** i jego gniazdo (zmn.)

Badania mikroskopowe wykazują, że plemnik jest tak samo jedną komórką, jak i jajko. Tylko że, jeśli o jajku można było powiedzieć, że jest to największa komórka organizmu, to przeciwnie, plemniki są to komórki najmniejsze.

I tak samo wielka różnica występuje między jajkiem a plemnikiem, jeśli się weźmie pod uwagę kształt.

W przeciwieństwie do jaj, które, jak wiemy, mają naogół postać dosyć jednostajną, plemniki wykazują przeróżne kształty, najczęściej tak zmienione, że odszukanie w nich zwykłych części składowych komórki stanowi pewną trudność. W rzadkich tylko przypadkach plemnik ma kształt zwykłej komórki, podobnej do jajowej, najczęstsze zaś, najbardziej rozpowszechnione kształty plemników, i to zarówno u zwierząt niższych, jak i najwyższych, są to postaci wiciowate, opatrzone główką. Plemnik taki mamy tu na rysunku (rys. 25). Jest to plemnik pewnego ssa-

---

[1]) Dla porównania daję jeszcze kilka liczb.

W ciągu roku produkują:

pszczoła	do	10,000 jaj
pająk krzyżak	—	1,500 —
ostryga	—	1,000,000 —
żaba	—	2,500 —
jaszczurka		8 — 12 —
wróbel		8 — 15 —

ka. Składa się on z trzech części, dających się wyraźnie rozgraniczyć: z główki, pasemka środkowego, oraz stosunkowo bardzo długiej wici, czyli ogonka.

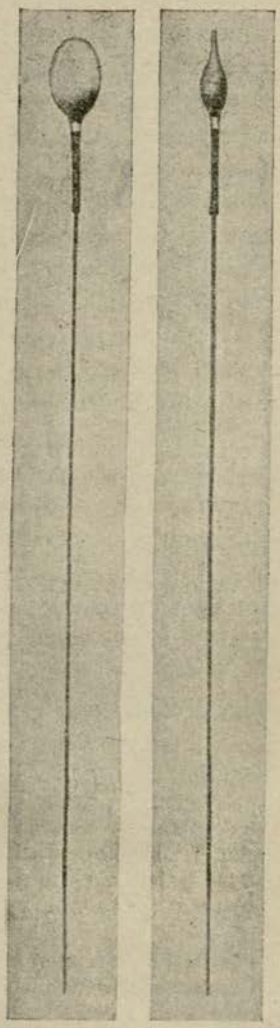
Główka, oglądana z przodu, ma kształt prawidłowego owalu, widziana zaś z boku, pozwala stwierdzić, że w części dolnej jest znacznie grubsza, niż w górnej, stąd jej kształt gruszkowaty.

Jak wykazują badania, dotyczące powstawania plemnika, główkę stanowi jądro komórki plemnikowej, a w szczególności zgęszczona substancja chromatynowa. Z zewnątrz tylko główka jest powleczona powłoką plazmatyczną, czasami wystającą nawet poza jej przednią część; jest to tak zwana kapa główki.

Za główką następuje część plemnika zwana pasemkiem środkowem, nieco grubsza od wici. Pasemko to jest tworem plazmatycznym, w niem znajduje się śródciałko (centrosom) komórki plemnikowej (budowa tej części plemnika jest bardzo złożona). Za pasemkiem środkowem idzie wić czyli ogonek, twór plazmatyczny, złożony często z pęczka delikatnych włókienek.

Jednakże nie zawsze taki jest kształt plemnika. U skorupiaków naprzykład spotykamy nieraz formy bardzo osobliwe, torped najeżonych kolcami i t. p.

O znaczeniu różnych części składowych plemnika powiemy nieco dalej i wtedy wyjaśni się i budowa, i stanie się zrozumiałą ta drobiazgowość, z jaką uczeni i jajko i plemnik badają. Jeszcze tylko wspomnimy o ilości produkowanych plemników. Jest ona olbrzymia. Gdy chodziło o liczbę jaj, mieliśmy już przykłady liczb dochodzących do miljona, produkcja plemników wkracza w miljardy i wyżej nawet.



Rys. 25. Schemat budowy plemnika ssaka, widać główkę, pasemko środkowe i wić (silnie pow.) 1—wprost, 2—z boku.

Te zatem zasadniczo podobne, gdyż będące przekształconą komórką, a zewnętrznie, ze względu na funkcje tak odmienne, produkty płciowe wytwarzają tkankowce w specjalnych narządach.

Należy jednak zapytać, czy zawsze? To znaczy, czy jest to zjawisko tak ciągłe, jak np. przemiana materji i energji? Oczywiście, nie. Produkowanie elementów rozrodczych zachodzi tylko przez pewien okres życia. Zaczyna się dopiero wtedy, gdy zwierzę jest całkowicie dorosłe, a kończy zazwyczaj na długo przed naturalnym kresem życia. Z powyższego wynika, że tam, gdzie zwierzę przechodzi przemiany, czy przeobrażenia larwalne, tam do czynności rozrodczych zdolny jest dopiero osobnik dorosły, bez względu na to, że stan larwalny może trwać długo, a stan osobnika dorosłego bardzo krótko. Tak też jest w istocie rzeczy. U owadów np. stan larwalny może się ciągnąć lata, zwierzę dorosłe (imago) może żyć chwile nieledwie, a jednak rozmnażać się może tylko owad dorosły. Znamy jednakże wyjątki. Jeden z nich pragnę opisać, bo dotyczy zwierzęcia dość u nas znanego.

Mianowicie, po akwarjach laboratorjów zoologicznych często jest hodowany pewien płaz, t. zw. aksolotl (Siredon), pochodzący z Meksyku.

Płaz ten, należący do ogoniastych, żyje u nas w postaci larwy (kijanki), żyje w wodzie i oddycha skrzelami. U nas bardzo rzadko, a i w ojczyźnie swej nieczęsto, przeobraża się i wtedy otrzymujemy zwierzę płucodyszne, żyjące na lądzie, noszące nazwę Amblystoma. Owóż ciekawem jest to, że larwa, czyli aksolotl, może produkować elementy rozrodcze, najzupełniej zdatne do rozwoju, z których oczywiście rozwijają się znów larwy i t. d. Larwy te mogą się również i przeobrażać. Zjawisko takie rozrodu postaci larwalnych nazywamy neotenją.

Zaczynając omawiać rozród płciowy, mówiliśmy, że w świecie zwierzęcym, a i w roślinnym osobniki dzielą się na dwie płci. Stąd wynika, że każdy osobnik tylko jeden rodzaj elementów rozrodczych wytwarzać może, jajka albo plemniki. I tak w zasadzie jest u zwierząt zawsze. Jednakże nie można przemilczać faktu, że zarówno wśród zwierząt jak i bardzo często wśród roślin spotykamy zjawisko występowania obu narządów płciowych u jednego osobnika. Zjawisko to nazywamy obupłciowością, obojnactwem albo hermafrodytyzmem.

Jeśli chodzi o zwierzęta, to trzeba odrazu zaznaczyć, że obojnactwo spotykamy tylko u bezkręgowców. Jedyne bowiem przypadki obserwowane wśród kręgowców są: u śródziemnomorskiej ryby Serranus, gdzie hermafrodytyzm został poważnie zakwestjonowany i uznany, jako sporadyczny, i u śluzicy (Myxine) też niezupełnie pewny.

Natomiast u bezkręgowców obojnactwo jest więcej rozpowszechnione, spotykamy je bowiem u jamochłonów, licznych robaków, szkarłupni, mięczaków, stawonogów, osłonic.

Obojnactwo jest niewątpliwie zjawiskiem wtórnem, powstałem jako specjalne przystosowanie życiowe, zwiększające w wielu przypadkach szanse zapłodnienia, np. u zwierząt wolno poruszających się, albo pasorzytów. Należy wszakże pamiętać, że u zwierząt obupłciowych zawsze jest tak, iż zapłodnienie jaj własnemi plemnikami nigdy nie zachodzi. Zazwyczaj produkty nie jednocześnie dojrzewają czyli stają się zdatne do rozrodu. U roślin zaś samozapylenie istnieje, ale też często spotykamy specjalne zabezpieczenia, chroniące znamię od własnego pyłku.

ROZDZIAŁ XIII.

Jajko i plemnik, opisane w poprzednim rozdziale, są to więc te elementy organizmu, które dadzą organizm nowy, potomny. Jednakże jasną jest rzeczą, iż samo wytworzenie tylko jajek czy plemników wystarczać nie może, że musi nastąpić ich zetknięcie i zespolenie.

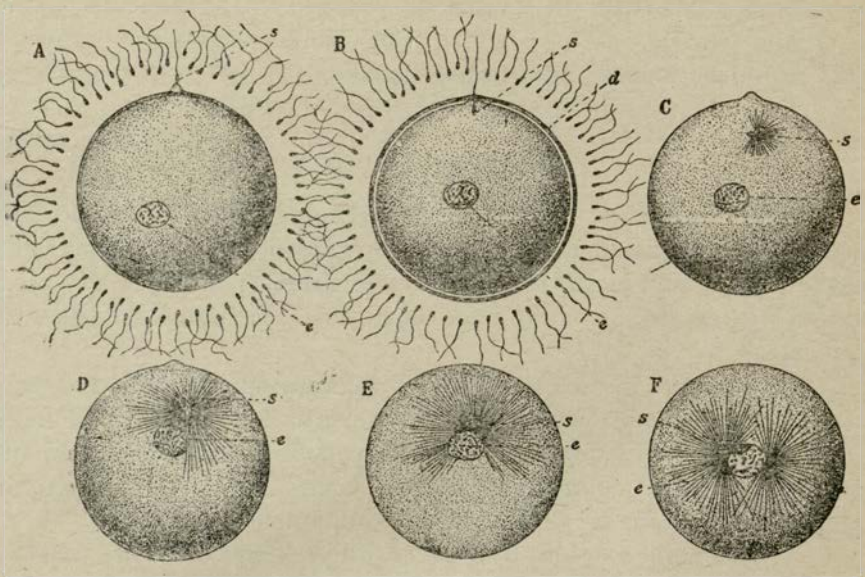
Proces taki zawsze zachodzi i jakkolwiek przybiera u zwierząt i roślin najróżnorodniejsze formy zewnętrzne, jednakże w gruncie rzeczy istotę jego stanowi połączenie się elementów obu płci, u zwierząt—plemnika z jajkiem, czyli inaczej jest to zapłodnienie jajka, zwane w skróceniu zapłodnieniem.

Proces zapłodnienia był przez długi czas otoczony tajemniczością, poznano go wówczas dopiero, gdy zaczęto badać zapłodnienie u zwierząt niższych, a przedewszystkiem, gdy zaczęto obserwować zapłodnienie uzyskane drogą doświadczenia. Trzeba wiedzieć, że obserwować to zjawisko nie jest łatwo, gdyż muszą tu być zachowane trzy warunki. Po pierwsze, jaja muszą być tak małe, aby je w całości obejmowało silne powiększenie mikroskopu, po drugie, muszą być przezroczyste, t. j. zawierać niewiele żółtka i wreszcie po trzecie, u zwierzęcia, wziętego do doświadczenia, musi być zapłodnienie t. zw. zewnętrzne, to znaczy, że zapłodnienie musi zachodzić poza ustrojem zwierzęcia, jak np. u płazów, ryb, a nie wewnątrz ustroju, jak np. u gadów, ptaków.

Wszystkim tym warunkom odpowiadają jaja szkarłupni, i dlatego tu po raz pierwszy obserwowano sprawę zapłodnienia i dlatego też na tym przykładzie zaznajomimy się z tem zjawiskiem.

Weźmy na szkiełko zegarkowe świeże jajka np. jeża morskiego i dajmy kroplę spermy czyli plemni, wyciśniętej z gruczołu nasien-

nego. Ujrzymy wówczas szereg następujących obrazów (rys. 26). Do olbrzymiego w stosunku do plemników jajka zewsząd zdążają plemniki, a ponieważ plemników jest zawsze znacznie więcej, niż jajek, więc na każde jajko przypada ich bardzo dużo. Jajko stanowi element bierny ze względu na kształt, wielkość, objętość żółtka, brak wreszcie narządów ruchowych; jajko więc nie porusza się, poruszają się natomiast plemniki. Dlaczego? Tu właśnie ujawnia się rola wici końcowej, czyli ogonka, który działa podobnie jak wić eugleny, tylko że nie ciągnie, lecz popycha plemnik naprzód.



Rys. 26. Schemat zapłodnienia jaja jeżowca.

Wić więc zdaje się posiadać tylko znaczenie organu ruchowego. A teraz drugie pytanie. Jaka siła działa, że plemniki właśnie do jajka wszystkie zdążają? Niewiadomo. Uczeni przypuszczają, że działa tu siła specyficzna, którą nazwano chemotaktyzmem, czyli chemicznem przyciąganiem. Zjawisko to opiszemy jeszcze dokładniej (w rozdz. XIV).

Zbliżające się plemniki będą się oczywiście znajdowały w różnych od jaja odległościach, wreszcie jeden zbliży się o tyle, że przedni koniec jego główki dotknie się błony jajowej (rys. 26 A,s). Wówczas zajdzie rzecz ciekawa. Oto jajko w tem miejscu daje maleńkie wpuklenie na zewnątrz, t. zw. wzgórek przyjmujący, do którego plemnik przenika, zanim zagłębi się w jaju. Wzgórek ten wkrótce zanika. Co się dzieje z następnemi plemnikami, które

później zbliżyły się do jajka? Te się już nie dostaną, albowiem jajko reaguje natychmiast na przeniknięcie plemnika w ten sposób, że, albo zewnętrzna warstewka plazmy oddziela się od reszty, powstaje szczelina wypełniająca się pochodzącą z jaja cieczą i ta stanowi dla każdego plemnika zaporę, albo też zachodzi zgęstnienie zewnętrznej warstwy plazmy, skutkiem czego powstaje błona i ta broni jajko przed dalszemi plemnikami. Stąd można wysnuć niezmiernie ważny wniosek, który da się sformułować tak: do zapłodnienia jajka potrzebny jest jeden plemnik, ale też tylko jeden. Wniosek powyższy jest również oparty i na danych zoologji doświadczalnej. Doświadczenia mianowicie wykazały, że jeśli osłabić zdolność życiową jajka, działając na nie np. kokainą, to do jajka przeniknie większa ilość plemników. Ale wówczas albo jeden tylko faktycznie zapładnia, a pozostałe giną, albo też, jeśli więcej plemników łączy się z jajkiem, to jajko rozwija się nienormalnie i wreszcie ginie.

Wszelako taka sytuacja, że plemnik może się dostać do jajka w dowolnem miejscu zdarza się stosunkowo rzadko. Naogół zaś, i tak się dzieje w bardzo wielu przypadkach, plemnik może się dostać w miejscu określonem, np. u wielu owadów, których jaja posiadają twardą osłonę, w jednem tylko miejscu znajduje się otwór wpustowy dla plemnika. W ostatnich czasach zauważono, że nawet w otoczonych galaretowatą osłoną jajach jeżowców (która tu na rys. nie jest oznaczona) istnieje tylko jeden korytarzyk dla plemnika.

Plemnik, przeniknąwszy do jaja, zaczyna się zbliżać ku środkowi, to jest w kierunku jądra komórki jajowej. Jednakże zazwyczaj mamy teraz już tylko główkę i pasemko środkowe, rola bowiem wici jest skończona. Wić bardzo często odrywa się jeszcze w chwili, gdy główka przebija błonę jajową, a więc do jajka wcale się nie dostaje, wtedy zaś nawet, gdy dostaje się do wnętrza, to i tak wkrótce odrywa się i tkwi gdzieś z boku w plazmie, a potem zanika. Główka zaś z pasemkiem środkowem zaczyna podlegać znacznym przeobrażeniom. A mianowicie, główka przekształca się w kłębek chromatyny, zwany przedjądrzem męskiem (jądro jaja stanowi wtedy przedjądrze żeńskie), a zaś z pasemka środkowego, w którem, jak już wiemy, jest centrosoma, powstają dwa śródciałka, otaczające się sferą promieni plazmatycznych, których rola jest później taka, jak w czasie karjokinezy.

Wreszcie główka plemnika, czyli obecnie już przedjądrze męskie, zbliża się całkowicie do jądra jajka, czyli przedjądrza żeńskiego, poczem następuje zlanie się albo zespolenie obu tych przedjądrzy. Zjawisko to nosi nazwę k a r j o g a m j i i jest najistotniejszym momentem w całym procesie zapłodnienia.

Od tej chwili jajko jest zapłodnione i zaczyna się rozwijać drogą karjokinezy. Lecz obecnie nasuwa się sama przez się niezmiernie ważna kwestja, a mianowicie taka. Zapłodnienie, jak widzieliśmy, polega na karjogamji, czyli połączeniu dwu jąder, a właściwie przedjądrzy. W zasadzie po tym fakcie następuje podział komórki jajowej, jak już wiemy, karjokinetyczny. A więc z chromatyny tworzą się jedna nić, z niej znane nam już chromosomy i t. d. Ale przecież ilość chromatyny jest tu podwójna, zatem podwójna powinnaby być ilość chromosomów, a skoro chromosomy rozszczepiają się, więc taka podwójna ich ilość winnaby się znaleźć w komórkach potomnych. Jeśli więc np. osobniki, których jajko i plemnik połączyły się, mają w swych komórkach, dajmy na to, n chromosomów, to powinno ich być w pokoleniu, a_1 dwukrotnie więcej czyli $2n$ na tej samej zasadzie w pokoleniu a_2 już $4n$ i t. d. Oczywiście, tak nie jest. Już mówiliśmy o tem przecież, że liczba chromosomów jest dla danego gatunku wielkością stałą, zatem mamy do przyjęcia jedyny tu wniosek, że w jakimś momencie tworzenia się elementów rozrodczych zachodzi zmniejszenie się ilości chromatyny. Rozumowanie wskazuje, że to zmniejszenie musi wynosić połowę ilości pierwotnej. I tak jest w rzeczywistości. Jajko i plemnik posiadają tylko połowę tej liczby chromosomów, jaka jest właściwa danemu gatunkowi, a ta ilość chromatyny rozpada się w następstwie na połowę liczby chromosomów, a więc w naszem oznaczeniu zarówno jajko, jak i plemnik tych osobników, które mają n chromosomów, posiadać ich będą $\frac{n}{2}$, a więc jajko zapłodnione $\frac{n}{2} + \frac{n}{2}$ czyli znów pierwotne n.

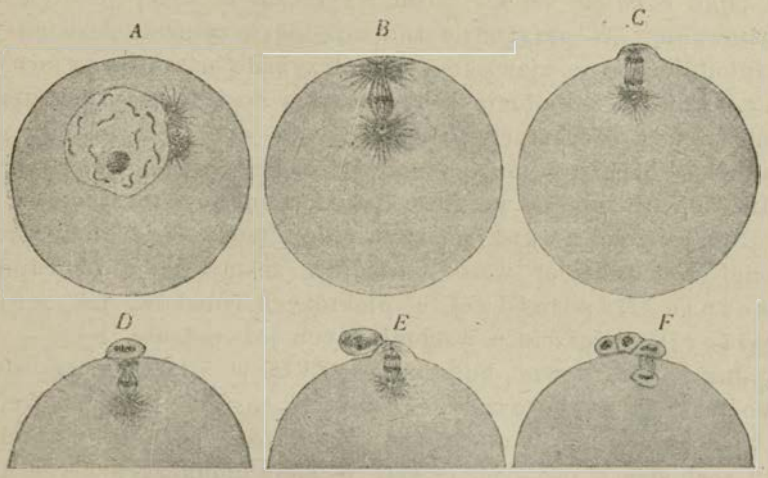
Ale przecież jajko i plemnik są to, jak się rzekło, komórki, odpowiednio przekształcone; jakże to zmniejszenie liczby chromosomów następuje?

Dokonywa się to w czasie t. zw. dojrzewania jaj i plemników, dzięki procesowi, noszącemu nazwę redukcji chromatyny. Już przedtem wspomniano, że elementy rozrodcze, zanim staną się jajkiem i plemnikiem, przechodzą szereg zmian. Zmiany te idą w dwóch kierunkach. W jednym dokonywa się wytworzenie jajka albo plemnika o swoistych kształtach i t. p. z komórek, pierwotnie podobnych do innych komórek ciała, w drugim zaś ulega redukcji chromatyna.

W opis pierwszego procesu wdawać się nie będziemy, poprzestając na zaznaczeniu, że np. komórka jajowa powstaje na koszt bardzo wielu komórek, które składają się na utworzenie: żółtka, osłon i t. p.; aby zaś zilustrować proces drugi, podajemy niniejszy rysunek (rys. 27). Proces redukcji chromatyny, tak bardzo ze sta-

nowiska biologji ważny, jest niezmiernie zawiły i trudny do zbadania, to też ograniczymy się tylko do objaśnienia rysunku.

Rysunek ten wyobraża młode, niedojrzałe jajko. Na fig. A widzimy tu komórkę jajową z jądrem, jąderkiem i śródciałkami. Dalej (B) widać, że następuje podział karjokinetyczny jądra, jednakże sama komórka się nie dzieli, natomiast połowa chromosomów wędruje ku obwodowi komórki (C), wydostaje się na zewnątrz do małego pączka plazmy i wreszcie po pewnym jeszcze czasie odpada wraz z plazmą. Ta część chromosomów tworzy t. zw. ciałko kierunkowe. Natychmiast po oddzieleniu się ciałka kierun-



Rys. 27. Tworzenie się ciałek kierunkowych czyli proces redukcji chromatyny w jajku. (Schemat. Objaśnienie w tekście).

kowego, pierwszego podobny proces odbywa się po raz drugi (E, F) i w ten sposób oddziela się drugie ciałko kierunkowe, które całkowicie dzieli los pierwszego. Teraz jądro jajowe wraca do środka jaja i zawiera już tylko połowę chromosomów, będąc też znacznie mniejsze.

Jednakże dlaczego ten proces podziału jądra, pozornie tak do karjokinezy podobny, doprowadza do zredukowania liczby chromosomów (czego przy karjokinezie nie mamy), tego jeszcze dokładnie nie wiemy.

W komórce plemnikowej zachodzą zjawiska w zasadzie identyczne. I teraz dopiero możemy uzupełnić definicję, daną w rozdziale poprzednim. Dopiero komórka jajowa, o połowie chromatyny, jest zdatna do zapłodnienia, czyli jest jajkiem dojrzałem i tylko taka powinna nosić nazwę jajka (wyjątek stanowią tu jajka par-

tenogenetyczne). To samo dotyczy plemnika, który dopiero po usunięciu połowy chromosomów staje się dojrzałym i może jajko zapłodnić.

Nim przejdziemy do opisywania rozwoju zapłodnionego jajka, musimy pierwej zająć się rozważeniem pewnej kwestji, bardzo doniosłej. Jajko może się rozwijać i zazwyczaj zaczyna się rozwijać, gdy zostaje zapłodnione. Czy więc zapłodnienie jest niezbędnym warunkiem rozwoju jajka? Zdawałoby się, że tak, bo skoro połączenie dwu odmiennych elementów stanowi istotę rozrodu płciowego, jak to wyżej było powiedziane, to sądzićby należało, że bez udziału plemnika jajko rozwijać się nie może. Tymczasem fakty przeczą temu rozumowaniu. W przyrodzie zdarzają się przypadki rozwoju jajka niezapłodnionego, a zjawisko takie otrzymało nazwę partenogenezy. Ponieważ zoologja doświadczalna dostarczyła nam danych, że można wywołać sztuczną drogą rozwój jajka bez udziału plemnika, więc dziś już musimy mówić o partenogenezie naturalnej i sztucznej. Poznajmy najpierw partenogenezę naturalną.

Nie jest ona zjawiskiem zbyt pospolitem. Spotykamy ją najczęściej i najliczniej wśród owadów, znamy je u skorupiaków (płesznic—Daphnidae), u niektórych robaków, jak wrotki (Rotiferi), wreszcie u wspominanych już osłonic.

Już bardzo dawno, bo jeszcze w XVIII w. (Reaumur), stwierdzono fakt, że pewne owady, mianowicie mszyce, mogą łąc młode, nie będąc uprzednio zapłodnione. Zauważono później, że podobne fakty zachodzą u pewnych motyli, u wielu błonkoskrzydłych, u filoksery. Ponieważ najciekawszą z wielu względów jest partenogeneza u pszczoły i mszyc, przeto te przypadki opiszemy nieco dokładniej.

Jeszcze w pierwszej połowie zeszłego stulecia wykazano, że u pszczół królowa zostaje tylko raz w życiu zapłodniona, i to nie w ulu, a w powietrzu, podczas t. zw. lotu weselnego. Sperma dostaje się do specjalnego woreczka, t. zw. zbiornika nasiennego, umieszczonego przy jajowodach, gdzie może być przechowana przez kilka lat, nie tracąc swych właściwości. Składane jajko, wędrując przez jajowody, przechodzi obok zbiornika, przyczem może być tutaj zapłodnione, część jajek jednak zapłodnieniu nie ulega.

Z jajek zapłodnionych powstają samice (królowe i robotnice), z jajek niezapłodnionych samce, czyli trutnie. A teraz pytanie: co sprawia, że jedno jajko zostaje zapłodnione, drugie zaś nie? Na to pewnej odpowiedzi jeszcze dać nie możemy, wszakże trzeba tu wyłączyć przypuszczenia, jakoby rzecz zależeć miała od woli królowej, raczej sądzić należy, że działają tu przyczyny natury ściśle mechanicznej. Przypuszcza się między innemi, że ponieważ

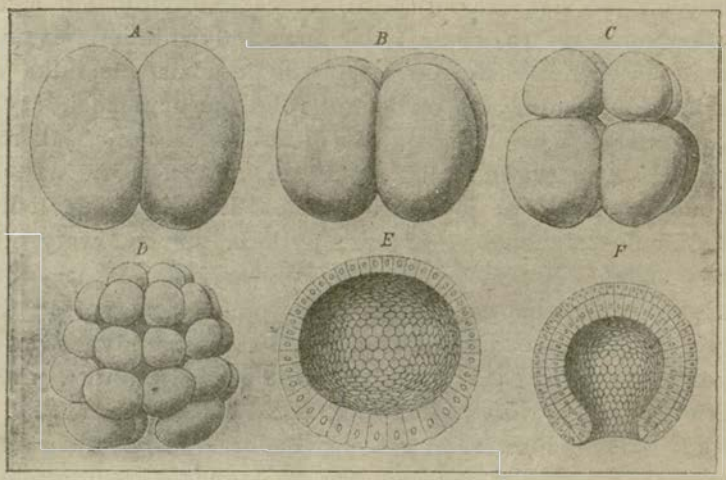
średnica komór woskowych, do których królowa składa jajka, jest niejednakowa, więc też niejednakowy jest ucisk na jej ciało; komory, przeznaczone na robotnice, są węższe, stąd ucisk na ciało królowej przy składaniu jaj do komory większy, co powoduje podrażnienie mięśni zbiornika nasiennego i wypływ spermy. U mszyc dzieje się inaczej, a mianowicie: w ciągu całego lata następuje po sobie kilkanaście pokoleń żyworodnych i partenogenetycznie rozmnażających się samic bezskrzydłych, a dopiero w późnej jesieni pojawiają się samice skrzydlate i takież samce. Samice wtedy składają jaja, zawsze zapłodnione, jaja te zimują, a na wiosnę powstaje z nich znów pokolenie partenogenetyczne i żyworodne.

Sądzę, że dość będzie i tych przykładów.

Wystarczają one, aby zrozumieć, że uczeni, poznawszy te zjawiska, musieli powziąć ważną myśl, którą możnaby tak wyrazić: skoro jajko może się rozwinąć i dać nowe indywiduum bez udziału plemnika, to w takim razie, jaki jest wogóle udział plemnika w zapłodnieniu? Może odgrywa on tylko rolę mechanicznej, czy chemicznej podniety, wyzwalającej taką osobliwą reakcję, jak rozwój istoty żywej? A w takim razie może się uda natrafić na sposób takiego oddziaływania na jajko, aby plemnik zastąpić, czyli wywołać zapłodnienie sztuczne. Powyższe pytania spowodowały olbrzymią liczbę badań. Nie możemy szczegółowo ich rozpatrywać poprzestaniemy na zaznaczeniu, że stosowano tu podniety dwuch kategoryj: mechaniczne, jak np. pocieranie szczotką (słynne doświadczenie rosjanina Tichomirowa nad jajkami jedwabnika, pierwsze w tym kierunku) wywoływanie większego ciśnienia i t. p. i chemiczne, jak działanie kwasami i t. d. Badania te objęły wszystkie typy zwierząt, nie wyłączając kręgowców. Jednakże rezultaty, otrzymane do dziś, nie pozwalają na żadne wnioski stanowcze. Ogólnie możnaby powiedzieć tak. W zasadzie prawie zawsze można wywołać rozwój jajka, stosując „zapłodnienie sztuczne". Jednakże w rzadkich tylko przypadkach tak rozwijające się jajko daje w rezultacie osobniki dorosłe.

Jeśli weźmiemy pod uwagę kręgowce, to mamy zaledwie kilka stwierdzonych faktów otrzymania osobników dorosłych (żab, doświadczenia Bataillon'a i Loeb'a) na tysiące, a może i miliony wykonanych prób. Powstałe tą drogą osobniki są zwykle mniejsze niż normalne. Otrzymanie kilku po sobie następujących pokoleń, choćby dwu, dotychczas nie udało się, bo zazwyczaj zwierzęta, powstałe dzięki partenogenezie sztucznej, rychło giną. Wreszcie w przyrodzie nie znamy ani jednego przypadku istnienia tylko samic, a zatem partenogenezy, jako reguły rozrodu. Zawsze po pew-

nej ilości pokoleń bezpłciowych następują płciowe i obok samic zawsze istnieją samce. Jeśli czasami samce są nieznane, to tylko jest przykładem i dowodem dwóch pospolitych w świecie zwierzęcym zjawisk: małej liczebności samców u niektórych gatunków, (czasem samce może się tylko sporadycznie pojawiają), oraz daleko nieraz idącego dymorfizmu. Dymorfizm płciowy, dwupostaciowość, jest to zjawisko, polegające na tem, że osobniki dwu płci znacznie się od siebie różnią zewnętrznie. Np. u pewnego robaka (Bonellia) samiec jest wielokrotnie mniejszy, wygląda zupełnie inaczej niż samica i nawet stale w narządach wewnętrznych samicy pasorzytuje. U wrotków i niektórych wąsonogów, spotykamy samce karłowate. Odwrotnie, często znów samiec jest większy, np. u ptaków kurowatych, jak bażant i t. p.



Rys. 28. Pierwsze stadja rozwoju jajka. Stadjum 2. (A), 4. (B), 8. (C) blastomerów, blastula (D),—w przekroju (E), gastrula (F).

Zapłodnione jajko, o ile znajduje się w odpowiednich warunkach, zaczyna się rozwijać. Na czemże polega rozwój? Oto jajko dzieli się, jak już wiemy, drogą mitotyczną; trzeba jeszcze dodać, że podział bezpośredni jajka nigdy nie zachodzi. Z komórki jajowej powstają zatem nasamprzód dwie potomne, wskutek ich podziału cztery, później coraz więcej (rys. 28 A, B, C). Komórki te t. zw. blastomery w zasadzie są jednakowe, i w zasadzie jednakowo też zawsze proces cały przebiega, różnice są ważne wprawdzie, lecz natury drugorzędnej; polegają one przedewszystkiem na tem, że żółt-

ko różnie bywa w jaju rozmieszczone, a że przy podziale, zwanym tu b r ó z d k o w a n i e m (jako że na powierzchni jaja powstają brózdy), plazma z jądrem jest składnikiem czynnym komórki, a żółtko biernym, więc stąd wynikają różnice w przebiegu tego procesu; w rezultacie, jak widać z rysunku, blastomery mogą być niejednakowej wielkości. Po wielu wreszcie podziałach, tworzy się kula złożona z komórek, t. zw. b l a s t u l a (D), częściowo wewnątrz wypełniona resztkami substancji żółtkowej. Komórki, czyli blastomery, są dotąd jeszcze jednakowe, jednakże wskutek wzajemnego ucisku już nie kuliste czy owalne, jak pierwotnie, ale ścieśnione z boków (E). Rozwój idzie dalej. Stadjum kuli ulega zmianom i przekształceniom. Mogą one być różne. Najpospoliciej dzieje się tak, jak wyobraża załączony rysunek (F): następuje wpuklenie w jednem miejscu, czyli tworzy się postać zarodkowa, złożona z dwu warstw komórek, zewnętrznej czyli e k t o d e r m y, albo z e w n ę t r z n e g o l i s t k a z a r o d k o w e g o i wewnętrznej czyli e n t o d e r m y, lub w e w n ę t r z n e g o l i s t k a z a r o d k o w e g o. W tem miejscu, gdzie nastąpiło wpuklenie, powstaje prowadzący do wnętrza otwór; jest to pierwotny otwór gębowy zarodka, prowadzący do pierwotnej jamy jelitowej. W dalszym rozwoju zarówno otwór ten, jak i jama ciała, ulegają zupełnym przemianom, tak że np. otwór gębowy dorosłego osobnika jest zupełnie innego pochodzenia. Od tego momentu postać rozwojowa nosi nazwę g a s t r u l i. Później, w różny u rozmaitych zwierząt sposób, powstaje między ektodermą i entodermą trzecia warstwa, m e z o d e r m a, albo ś r o d k o w y l i s t e k z a r o d k o w y.

Moment utworzenia się gastruli i dalszego rozwoju zarodka jest bardzo ważny. Teraz bowiem zaczyna się różnicowanie komórek, tworzących wspomniane trzy warstwy, różnicowanie, prowadzące do wytworzenia różnych tkanek przyszłego organizmu. Do tej pory komórki były mniej więcej jednakowe, od tej chwili zaś będą one różnicowały się i wytwarzały:

1) Listek zarodkowy zewnętrzny wytwarza: a) naskórek i jego pochodne, jak: włos, kopyto, pióro i t. p., b) cały układ nerwowy i zmysłowy, c) nabłonek części przewodu pokarmowego.

2) Listek zarodkowy wewnętrzny daje: a) strunę grzbietową, b) nabłonek przewodu pokarmowego i gruczołów tu należących i t. d.

3) Listek zarodkowy środkowy tworzy: a) system mięśniowy, b) narządy rozrodcze, c) narządy wydzielnicze i d) tkanki łączne i ich pochodne.

Tak więc kształtuje się nowy osobnik. Musimy jeszcze zauważyć, że stadjum gastruli jest i dlatego tak bardzo ważne, że jest ono wspólne wszystkim zwierzętom, które powstają z jajka. Dlaczego, mówiąc o blastuli i gastruli nie zaznaczaliśmy, u jakich zwierząt występują te postaci rozwojowe? Właśnie dlatego, że w zasadzie są one wspólne całemu światu zwierzęcemu od najniższych tkankowców, jak jamochłony, aż do najwyższych, jak zwierzęta ssące.

Dowodzi to, że pierwsze zjawiska rozwojowe w całym świecie przebiegają jednakowo. Dopiero w dalszym rozwoju zaczynają się ujawniać liczne różnice. Na jedną z nich musimy zwrócić uwagę. Oto w świecie zwierzęcym mamy dwa typy rozwoju osobnika. Mianowicie: rozwój prosty albo bezpośredni i rozwój pośredni (drogą przeobrażeń).

Rozwój prosty polega na tem, że powstający z jajka osobnik odrazu kształtuje się na podobieństwo dorosłego. Ten typ rozwoju jest rzadszy. Posiadają go tylko trzy wyższe klasy kręgowców (gady, ptaki, ssące) i nieliczne bezkręgowce. Przeważającą zaś formą, jest ta, gdzie z jajka powstaje larwa, postać do istoty dorosłej niepodobna, i dopiero później następuje przeobrażenie. Larwa bardzo często różni się znacznie od postaci dorosłych, i badając ją można nieraz stwierdzić fakty nadzwyczaj doniosłe dla zrozumienia rozwoju rodowego danego zwierzęcia, gdyż często larwy mają cechy, które u form dojrzałych zanikły i nie ujawniają się zupełnie.

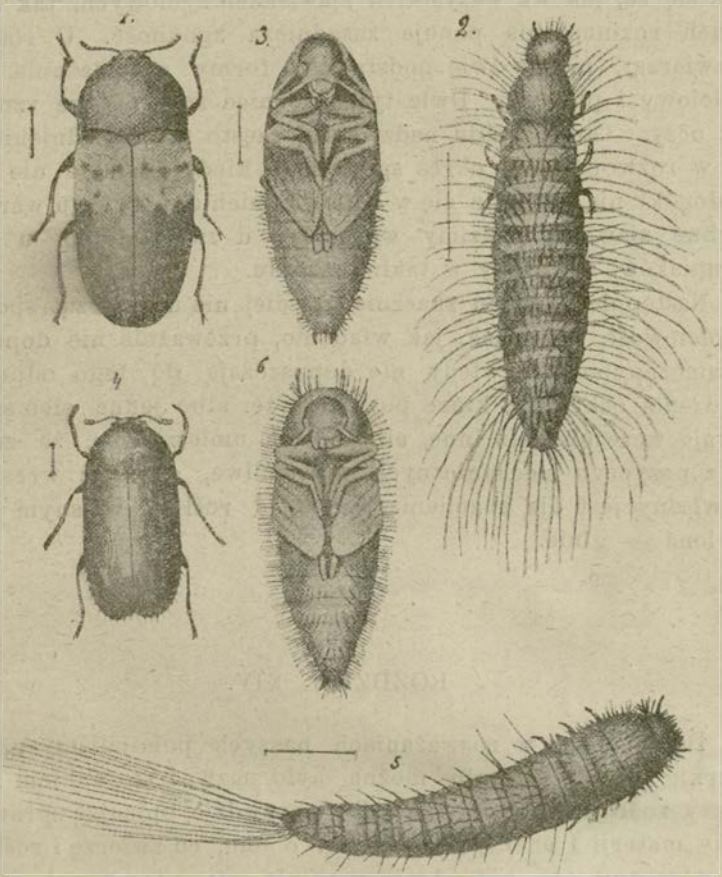
Jako przykład mogą być wspomniane larwy żachw (por. rys. 11, 12 str. 27), gdzie widać, że larwy, .jako postaci wolno żyjące, posiadają narządy, które później zanikają z chwilą przejścia do życia osiadłego. Tak samo larwa szkarłupni, prętowiec, posiadająca symetrję dwuboczną, wykazuje tem samem, że pięciopromienista symetrja szkarłupni jest późniejszą i nabytą wtórnie.

Przeobrażenia spotykamy w każdym typie bezkręgowców u bardzo wielu gatunków, a wśród kręgowców u ryb i płazów.

Nawet tam, gdzie larwa nie jest zasadniczo odmienna od postaci dorosłej, różnice występują zawsze. Weźmy dla przykładu płazy bezogonowe. Wiadomo, że wszystkie nasze płazy posiadają postać larwalną, t. zw. pospolicie kijankę. Otóż kijanka różni się od postaci dorosłej następującemi ważniejszemi cechami: posiada ogon, który zanika; oddycha skrzelami, postać dorosła zaś—płucami i żywi się roślinami, stąd przewód pokarmowy, skręcony spiralnie, jest dłuższy, niż u mięsożernych osobników dojrzałych, i t. d.

Często przeobrażenia, albo jak je nazywamy, metamorfozy zachodzą kilkakrotnie, nim się utworzy osobnik dorosły. Widzimy

to u motylicy albo np. u wielu owadów, gdzie, o ile przeobrażenie jest zupełne (chrząszcze, motyle, błonkoskrzydłe i in.) mamy stadjum gąsienicy i poczwarki (rys. 29). Wiemy również, o czem już była mowa, że często życie larwalne może trwać znacznie dłużej,



Rys. 29. Przeobrażenia zupełne u chrząszczy, skórników. 1, 2, 3 — **Dermestes lardarius**—owad dorosły, gąsienica, poczwarka. 4, 5, 6 — **Attagenus piceus**—owad dorosły, gąsienica, poczwarka.

aniżeli bytowanie dorosłego osobnika; znamy bowiem przykłady ze świata owadziego, gdzie stadjum larwy i poczwarki trwa lata całe, a owada dojrzałego kilka dni zaledwie. To są fakty znane powszechnie. Ale jak je objaśnić? Trudno na to stanowczo odpowiedzieć, lecz niewątpliwie wiele znaczy ta okoliczność, że mała ilość żółtka, a więc i energji chemicznej nie wystarcza dla utworzenia postaci dorosłej, stąd zjawia się stadjum larwy, która jest poniekąd

etapem w życiu, pozwalającym na ponowne nagromadzenie zapasów energji, do dalszego kształtowania ostatecznej formy.

Aby zakończyć rozdział o rozmnażaniu, trzeba się jeszcze zwrócić do świata roślin. Jeśli zechcemy przeprowadzić analogję, to okaże się że, jak we wszystkich zjawiskach życiowych, tak i w zjawiskach rozmnażania panuje zasadnicza zgodność. U roślin, jak i u zwierząt, mamy dwie podstawowe formy rozmnażania: rozród bezpłciowy i płciowy. Dwie tylko różnice znaczniejsze rzucają się tu w oczy. Oto u roślin nadzwyczaj często po zapłodnieniu następuje w rozwoju długi okres spoczynku, kiedy nasienie nie rozwija się, dopóki nie znajdzie się w odpowiednich dla rozwoju warunkach; podobne zjawiska widzimy wprawdzie u zwierząt, np. u ptaków, skorupiaków, ale nigdy w takim stopniu.

Następnie u roślin znacznie częściej niż u zwierząt spotykamy dwupłciowość, co jednak, jak wiadomo, przeważnie nie doprowadza do samozapylenia i wtedy nie dopuszczają do tego odpowiednie urządzenia ochronne, które powodują że: albo jedne elementy dojrzewają wcześniej niż inne, albo są tak umieszczone, że zapylenie jest z przyczyn mechanicznych niemożliwe, albo też wreszcie pyłek własny jest dla znamienia trujący i roślina, własnym pyłkiem zapylona — ginie.

ROZDZIAŁ XIV.

Do tej pory w rozważaniach naszych pomijaliśmy rzecz niezmiernie ważną, którąby można było nazwać stosunkiem zwierzęcia, czy rośliny do otoczenia. Bo wprawdzie, opisując sprawy przemiany materji i energji, mówiliśmy o tem, co zwierzę i roślina biorą z otoczenia, co zaś oddają mu, ale nie interesował nas bliżej ogromny zespół czynników, na zwierzę czy roślinę oddziaływujących. W ich zaś stwierdzeniu wychodzi na jaw jeszcze jedna więcej cecha życia, coś, co różni żywe jestestwo od materji nieożywionej. Trzeba to bliżej wyjaśnić. Mówiąc o przemianie materji, czy też o zmienności osobnika w czasie, czyli o jego rozwoju, traktowaliśmy go potroszę tak, jak gdyby między nim a światem zewnętrznym nie było żadnych nici łączących, jak gdyby osobnik żywy dostawał tylko z zewnątrz odpowiednie ilości pożywienia czy energji, albo też odpowiednie warunki do rozwoju.

A tymczasem tak nie jest. Proszę się zastanowić nad drobnem, codziennem zjawiskiem, które właśnie obserwuję. Na kamie-

niu, leżącym na parapecie mego otwartego okna, usiadł wróbel. Krzyknąłem. Każdy wie, co się dalej stało. Wróbel uciekł, kamień został. Zapytajmy teraz, co tu zaszło? Krzyk był w stosunku do wróbla czemś całkowicie pochodzącem z zewnątrz, był, jak powiadamy, podnietą, na którą ze strony ustroju żywego nastąpiła pewna określona reakcja. Jest rzeczą oczywistą, że takich podniet, działających na naszego wróbla, możemy wiele pomyśleć; reakcja może być za każdym razem inna, lecz to nie ulega najmniejszej wątpliwości, że jakaś reakcja zawsze będzie, gdy tymczasem, na takie podniety kamień nie zareaguje zupełnie. Dochodzimy tedy do stwierdzenia jeszcze jednej cechy: właściwej żywym istotom, znajdujemy w nich obecność czegoś, co nazwiemy wrażliwością, albo pobudliwością. Naturalnie, gdyśmy wzięli jako przykład wróbla, to w tym przypadku rzecz cała jest bardzo skomplikowana. Wróbel usłyszał nas, albo zobaczył, albo też zaszło jedno i drugie, i uciekł na skutek tego; ale to też nie jest sprawa taka prosta, bo np. pingwin nie uciekałby zapewne. Jednem słowem, chcąc zbadać, co to jest reakcja ustroju na podnietę, to znaczy, na czem się opiera istniejący tu związek przyczynowy, musimy narazie przynajmniej, rozstać się z wróblem, a znów wrócić aż do pierwotniaków, u nich szukając stosunków najprostszych. Jakże będą się one przedstawiały?

Obserwując ruch ameby, jej pobieranie pokarmu i t. p., możemy z łatwością dokonać wielu prostych spostrzeżeń, które nas pouczą, że na takie zewnętrzne zjawiska, jak np. dźwięk, ameba nie reaguje zupełnie. Ameby np. „przestraszyć" niepodobna. Wnosimy zatem, że brak amebie tego, co może odpowiednią reakcję wywołać. Lecz czego? Badania, prowadzone przez nas dotąd, utwierdziły nas chyba dostatecznie w przeświadczeniu, że każdemu dostrzeżonemu zjawisku życiowemu odpowiada pewne materjalne podłoże. A więc i teraz takiego podłoża szukać musimy. Lecz czegoż się można doszukać u istoty, która składa się tylko z bryłki plazmy i jądra? A jednak, sprobujmy. Jeśli badania nasze, dotyczące ameby, przeprowadzimy konsekwentnie i nie poprzestaniemy tylko na takich podnietach, jak dźwięk, to okaże się, że ameba bynajmniej nie jest tak niewrażliwa, jakby się to wydawać mogło. Wykonajmy np. następujące doświadczenie. Weźmy małe akwarjum, w którem hodujemy ameby i ustawmy je tak, aby jedna połowa była oświetlona, druga zaś nie. Cóż się wtedy stanie? Wszystkie ameby zbiorą się w części naczynia nieoświetlonej. Dla sprawdzenia, wykonajmy nasze doświadczenie jeszcze raz, albo kilka razy. Rezultat zawsze

otrzymamy ten sam. Ameby będą się skupiały w częściach zaciemnionych. A więc wypływa stąd taki wniosek: ameba reaguje — jest wrażliwa na światło.

Gdybyśmy postarali się, aby zbadać wszystkie podniety, jakie działają na amebę, to moglibyśmy w rezultacie wymienić ich szereg, najważniejsze będą takie: światło, temperatura, czynniki chemiczne, czynniki mechaniczne, elektryczne i wreszcie magnetyczne. Działanie tych wszystkich czynników pozwala na ustalenie pewników, że organizmy żywe są wrażliwe na podniety zewnętrzne i że każda podnieta wywołuje swoistą reakcję. Jednakże stwierdzenie powyższego niewiele posunie naszą wiedzę o tem zjawisku, poprostu musimy sobie tyle tylko powiedzieć, że wrażliwość jest cechą każdej żyjącej istoty. A ponieważ żyjąca istota jest to w najprostszym przypadku komórka albo ustrój jednokomórkowy, przeto w myśl wygłoszonego pewnika, komórka posiada tę cechę. Lecz komórka jest ustrojem złożonym. Któraż tedy jej część składowa reaguje na podniety? Badania wykazały, o czem już wspominano, że wrażliwością obdarzona jest plazma. W pewnych przypadkach (u pierwotniaków) uczeni dopatrzyli się nawet specjalnych części plazmy, obdarzonych większą wrażliwością, niż inne (np. znana już nam „stigma" eugleny). Skoro już u pierwotniaków dostrzegamy zróżnicowanie w tym kierunku, to tem bardziej znajdziemy je u zwierząt o wyższej organizacji.

Ponieważ jednak rozwój wielokomórkowego organizmu polega nie tylko na nagromadzeniu komórek, ale i na podziale pracy między niemi, co wszędzie stwierdzamy nieodmiennie, przeto naturalnem będzie, że sprawie reagowania na podniety będą poświęcone pewne części organizmu i one to będą stanowiły to materjalne podłoże, czy podścielisko, na którem te procesy będą się dokonywały. Będzie to u zwierząt szereg narządów, które ogólnie nazwać możemy narządami systemu nerwowego. Oczywiście podstawą systemu narządów nerwowych będzie komórka, komórka nerwowa (rys. 5 str. 11). Jednakże w takiej postaci komórka nerwowa występuje dopiero u wyższych tkankowców, u najniższych, jak np. u hydry, mamy między komórkami nabłonka, a więc w warstwie zewnętrznej, ektodermalnej, pewne komórki gwiaździste, komórki nerwowe. U wyższych tkankowców komórka nerwowa stanowi pewną jednostkę, t. zw. neuron. Jak wiadomo, jest to komórka ze wszystkiemi wyrostkami pochodzenia plazmatycznego, z których jeden osiąga niezwykłą długość, do kilku metrów, on to, t. zw. neuryt przenosi podrażnienia (neuryt czuciowy) i reakcje (neuryt ruchowy) od i do obwodu. Neurony tworzą wreszcie system nerwowy. System nerwowy jest, jak

wiemy, złożony z ośrodka centralnego, umieszczonego, w pewnej części przynajmniej, w obrębie okolicy głowowej zwierzęcia, oraz nerwów obwodowych. Zapamiętać wszakże należy, że znaczna część systemu nerwowego mieści się poza głowową okolicą, przyczem u zwierząt dwubocznie umiarowych przebiega albo po stronie brzusznej (bezkręgowce), albo po stronie grzbietowej (kręgowce).

Z chwilą wytworzenia się systemu nerwowego, ten, chociaż jest, jak wiemy, nabłonkowego, ektodermalnego pochodzenia, jednakże zatraca związek bezpośredni z ektodermą i, co za tem idzie, z powierzchnią ciała, będąc ukrytym w warstwach głębszych. I oto zjawisko reagowania na podniety doprowadziło do wytworzenia związanych jak najściślej z układem nerwowym narządów, albo organów zmysłowych. Jakie są te narządy, to wiadomo wszystkim, lecz zaznaczmy, że klasyczna liczba pięciu zmysłów oddawna już nie może być brana pod uwagę; wiemy dzisiaj, że liczbę tę trzeba znacznie zwiększyć i nawet nie potrafimy powiedzieć, jaką liczbę zmysłów przyjąćby należało. Dość wspomnieć o niewątpliwie istniejących zmysłach takich, jak: równowagi, temperatury i t. d.

U roślin do wytworzenia specjalnego systemu nerwowego nie doszło. Jednakże liczni uczeni botanicy stwierdzają, że i rośliny „czują", co ostatecznie przekreśla dawne poglądy, na tę sprawę.

Rośliny, jako istoty także przecież zbudowane z komórek muszą tem samem posiadać wrażliwość. Jeśli zaś chodzi o reakcję na podniety, to odpowiednikiem w pewnej mierze systemu nerwowego i narządów zmysłowych u zwierząt będą te liczne punkty ześrodkowanej wrażliwości w organizmie roślinnym, jakie w ostatnich czasach wykryto w liściach, korzeniu i t. p. Stwierdzono nawet obecność miejsc i innych specjalnie wrażliwych na światło organów zmysłów, jakkolwiek roślinom brak specjalnych narządów, przewodzących podniety. Organami zmysłowemi będą brodawki na liściach, organy wrażliwości na światło, włoski dotykowe, również na liściach; ziarenka skrobi, tak umieszczone w komórkach wierzchołka korzeniowego, że zastępują statocysty zwierząt i t. p.

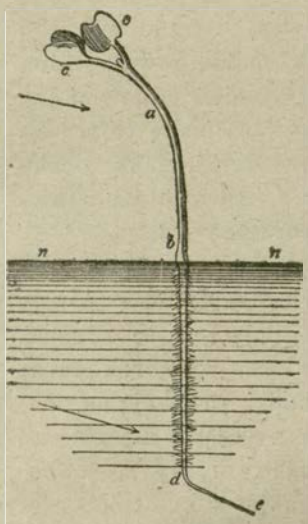
Dotąd mówiliśmy ogólnie, o podnietach z jednej strony, a reakcji ustroju z drugiej teraz wypadnie nam wyróżnić pewne specjalne zjawiska.

Ustrój reaguje na podnietę. Ale jeśli reakcja ustroju na podnietę, względnie szereg podniet, jest zawsze jednakowa, jeśli przytem reakcja ta jest tego rodzaju, że zachodzi w ustroju zawsze, nawet jeśli ustrój nie posiada jeszcze rozwiniętego systemu nerwowego i posiada charakter stałego odruchu, zwróconego w jednym kie-

runku, to wówczas takie reakcje nazywamy tropizmami, albo taktyzmami.

Tropizmem będziemy nazywali reakcję stałą ustroju na pewne podniety, związaną ze zjawiskami wzrostu.

Taktyzmem zaś — podobną reakcję, ale związaną tylko ze zjawiskiem ruchu. Przyjmujemy to rozróżnienie w myśl wielu uczonych, jakkolwiek liczni inni, opierając się na danych, pozwalających stwierdzić, że między tropizmami i taktyzmami, tak określonemi, są postaci wspólne, posługują się tylko terminem jednym — tropizmów. O ile wzrost lub ruch kieruje się ku podniecie, tropizm lub taktyzm nazywamy dodatnim, w przeciwnym razie zwiemy go ujemnym.



Rys. 30. Fototropizm dodatni łodygi (a,b) i ujemny korzenia (d, e) rośliny hodowanej w wodzie; strzałki oznaczają kierunek światła.

Ile jest tropizmów i taktyzmów i jakie są? Trudno na to odpowiedzieć. Zdaje się, że w zasadzie każde zjawisko, które może działać na ustrój żywy, jako podnieta, może też wywołać tropizm albo taktyzm. Ograniczając się do najważniejszych, wymienimy: fototropizm i fototaktyzm, heljotropizm i heljotaktyzm, chemotropizm i chemotaktyzm, wreszcie geotropizm i geotaktyzm. Przykład ujemnego fototaktyzmu dała nam wspomniana ameba, znamy go u wijów, dżdżownicy i t. d.; fototropizm dodatni łodygi i liści, oraz ujemny korzenia możemy z łatwością obserwować u roślin, hodowanych w wodzie, jak wskazuje załączony rysunek (rys. 30). Roślinka ta była początkowo hodowana w takich warunkach, że światło dochodziło równomiernie ze wszystkich stron. Gdy obecnie źródło światła stale znajduje się w jednym punkcie, to widzimy, że łodyga z liśćmi wygięła się ku światłu, korzeń zaś w kierunku przeciwnym.

Rysunek 31 daje nam jeszcze jeden ciekawy przykład fototropizmu zwierzęcego. Wogóle, jak to łatwo wywnioskować, w świecie zwierzęcym przeważają taktyzmy, tropizmy zaś w świecie roślinnym.

Owóż tu mamy przypadek stosunkowo rzadkiego, tropizmu zwierzęcego. Dotyczy on pewnego robaka, należącego do widoszczetów (Polychaeta) t. zw. Spirographis. Zwierzę to prowadzi tryb życia osiadły, budując sobie rurkę wapienną, w której mieszka na dnie morza. W akwarjum, wyobrażonem na rysunku, zwierzęta

przed doświadczeniem były ułożone tak, że częścią głowową (widoczną na rysunku w postaci pierzastych skrzel) były skierowane ku stronie akwarjum, oznaczonej literami e, f, g, h; po pewnym czasie, jak to widać, zwróciły się wszystkie ku światłu, wpadającemu przez okno (a, b, c, d.).

U bakteryj powszechnie występuje zjawisko ujemnego fototaktyzmu i heliotaktyzmu. Prawie wszystkie bakterje, a przynajmniej wszystkie chorobotwórcze są wybitnie ujemnie fototaktyczne, co jest zrozumiałe wobec faktu, że słońce zabija je w bardzo krótkim czasie, stąd słuszne przysłowie włoskie, że gdzie do domu nie wchodzi słońce, tam wchodzi lekarz. Prawie wszystkie owady posiadają fototaktyzm dodatni, (znany przykład: ćmy lecące na światło) a geotaktyzm ujemny. Geotaktyzmem nazywamy dążenie do ziemi. W najwybitniejszym stopniu geotropizm dodatni widzimy w korzeniu.

Rys. 31. Fototropizm dodatni u Spirographis. (Objaśnienie w tekście).

Chemotaktyzm dodatni już poznaliśmy w jednym przypadku, mianowicie w dojrzałem jajku w stosunku do dojrzałych plemników. Wykazano też, że np. kwas jabłkowy wywiera chemotaktyczne działanie na plemniki paproci, które się wszystkie zbierają do kropli tego kwasu, wpuszczonego do wody. Widzimy więc, że tropizmy i taktyzmy są bardzo rozpowszechnione wśród istot żywych, dodać też należy, że często mogą one działać, czyli występować odrazu w większej ilości i wtedy albo się sumować, wówczas efekt działania jest tem samem większy, albo też wywierać działanie wręcz przeciwne, czyli rezultatu nie wywoływać wcale.

Nadmienić też trzeba, że o ile podnieta, wywołująca pewien tropizm czy taktyzm, będzie zbyt silna, to wówczas reakcja bywa

odmienna, przeciwna niż zazwyczaj. Może nas o tem przekonać następujące doświadczenie. Weźmy trzy młode roślinki, podobne np. jak na rys. 30, które przez pewien czas rosły w warunkach oświetlenia zwykłych i wyrosły proste. Postawmy je w jednej linji, w pewnych jednakowych odstępach, a na tej samej linji poza niemi umieśćmy silne źródło światła, np. lampę łukową. Rośliny zielone posiadają przeważnie, jak już wiemy, fototropizm dodatni, a więc wnosićby należało, że wszystkie zaczną rosnąć w kierunku źródła światła. Tymczasem stanie się inaczej. Ku światłu rosnąć będzie tylko najdalej znajdujący się osobnik, środkowy będzie rósł prosto, a najbliżej umieszczony, jak się okazuje za blisko, będzie się kierował w stronę przeciwną, czyli wykaże fototropizm ujemny.

Z powyższego wynika więc, że tropizmy i taktyzmy grają ważną rolę w różnych przejawach życia zwierząt i roślin, i badania wykazują, że bardzo wiele zjawisk dzięki im objaśnić można. Zauważono naprzykład, że plankton roślinny i zwierzęcy oscyluje w ciągu dnia między powierzchnią wody a głębszemi warstwami i właśnie objaśnia się to różnemi taktyzmami, których działanie ujawnia się w związku ze zmieniającą się temperaturą wody, oświetleniem jej i t. d.

Czy każda istota żywa podlega tropizmom i taktyzmom? Spotykamy je bowiem już u najniższych roślin i zwierząt, a zapytajmy teraz, czy istnieją i wśród najwyższych? Nie można na to pytanie odpowiedzieć kategorycznie, bo naprzykład trudno byłoby orzec, czy wyższe ssaki i człowiek jakimkolwiek również podlegają taktyzmom. Jednakże ogólnie trzeba raczej przyjąć, że i u wyższych ssaków swoista reakcja organizmu na światło i t. p. ma może charakter taktyzmu, jakkolwiek zdaje się słusznem orzeczenie, że gdzie ujawnia się istnienie świadomości, tam ustrój przestaje podlegać taktyzmom.

U zwierząt niższych możemy mówić tylko o ich bezpośredniej reakcji na podniety, względnie o tropizmie czy taktyzmie, ale u zwierząt wyższych nie możemy nie zauważyć, że w przejawach ich życia istnieją inne jeszcze liczne zjawiska, które już tą tylko drogą wyjaśnić się nie dadzą. Weźmy pod uwagę takie znane fakty, jak z życia owadów, czy ptaków, jak np. budowanie gniazda, wogóle zabezpieczanie bytu potomstwa i wiele innych tym podobnych. Co to są za zjawiska? Mówić tu o „świadomości" i „woli" jest rzeczą nad wyraz ryzykowną, jak to objaśnimy niżej, a jednak nie są to już taktyzmy i nie są jeszcze zjawiska będące wynikiem świadomości. Są to instynkty. Na zapytanie, co to jest instynkt, nie można dać jeszcze dziś odpowiedzi wolnej od zarzutów i dostatecznie ścisłej, a to przedewszystkiem dla następujących przyczyn.

A mianowicie dlatego, że dopiero w ostatnich czasach zaczęto badać zjawisko instynktu w sposób możliwie objektywny, i to nie tylko instynkt, ale wogóle przejawy tego w życiu zwierzęcem, co życiem psychicznem można nazwać. Dawniej zaś zbyt bezkrytycznie zapatrywano się na różne fakty życia zwierzęcego; człowiek zbyt często zapominał, że sądząc według siebie o „pobudkach czynów", „stopniu świadomości", pozwalamy sobie na analogje, które tylko w stosunku do człowieka wolno robić, i to z wielkiemi zastrzeżeniami, nigdy zaś w stosunku do zwierząt, gdyż wpadamy wówczas w zgoła nienaukowe antropomorfizowanie zjawisk, a to nie tylko nie przyczynia się do zrozumienia życia zwierzęcia, ale przeciwnie, zaciemnia pogląd na zjawiska, i tak dostatecznie zawiłe.

Powiedzenia takie jak: „wzruszający objaw najszlachetniejszej miłości macierzyńskiej" dajmy na to u ptaków, albo „pouczający przykład niezwykłej pracowitości" przypuśćmy u mrówek, nie należą do rzadkich, i jakkolwiek spotykamy je w wielu skąd inąd cennych książkach, to jednak wartość ich należałoby poważnie zakwestjonować. Jeśli zaś chodzi o instynkt, to dokładne sprecyzowanie tego pojęcia i z tego jeszcze powodu jest trudne, że niestety, wyraz ten wszedł do naszego języka codziennego, wobec czego stosowany bywa najczęściej zupełnie niewłaściwie. Mówi się np. o instynktownem zamknięciu oczu, instynktownem uskoczeniu przed nadjeżdżającym tramwajem i t. p., które to czynności nie mają nic wspólnego z instynktem.

Dla rozważenia instynku weźmy jakiś prosty przykład. Niech będzie nim ten właśnie, jakiego dostarcza Fabre, opisując zachowanie się pewnej błonkówki, kordówki dwupaskowej (Scolia), gdy poluje na gąsienicę. Fabre jest wielkim i nadzwyczaj przenikliwym znawcą owadów i na ścisłości jego obserwacyj można całkowicie polegać. [1])

Oto co pisze: „Warto zbadać owady błonkoskrzydłe, polujące na zwierzynę nieopancerzoną, łatwą do ugodzenia w każdą część ciała, z wyjątkiem głowy, zadające wszakże tylko jedno pchnięcie żądłem. Z tych dwu warunków, kordówki zastosowują się do pierwszego, ile że zwykłą ich zdobyczą są miękkie gąsienice chrząszczy, złotawca (Cetonia), rohatyńca (Oryctes) lub anoxji. Czy stosują się również i do drugiego? Wnosząc z budowy anatomicznej ofiar, posiadających system nerwowy skoncentrowany, z góry byłem przeświadczony, że owad raz tylko wysuwa żądło z pochwy,

---

[1]) Jean Henri Fabre 1) «Z życia owadów», pisma wybrane z «Souvenirs entomologiques», Warszawa 1916. 2) «Dziwy instynktu u owadów i pająków», Warszawa 1918. Obie te książki jak najbardziej zasługują na gruntowne przestudjowanie.

a nawet przewidywałem, w które ugodzi miejsce. Było to przeświadczenie, oparte na badaniu anatomicznem, spróbowałem umieścić kordówkę pod szklannym kloszem, oko w oko z jej ofiarą. ....Przyjrzyjmy się kordówce dwupaskowej, gdy operuje gąsienicę złotawca.

Uwięziona gąsienica usiłuje umknąć od swej strasznej sąsiadki i, leżąc wedle swego zwyczaju na grzbiecie, czołga się mozolnie, krążąc wciąż dokoła areny szklanego cyrku. Wkrótce czujność kordówki budzi się, o czem można wnosić z ustawicznego bębnienia koniuszczkami rożków po stole. Kordówka rzuca się obces na zwierzynę, uderzając na potwora od tyłu i, opierając się na końcu odwłoka, wspina się na złotawca. Napadnięty czołga się tylko coraz prędzej na grzbiecie, nie skręcając się jednak dla przybrania obronnej postawy. Kordówka dociera tymczasem do przodu gąsiennicy, co się nie obywa bez upadków i przygód bardzo różnorodnych, zależnie od cierpliwości chwilowego wierzchowca, szczękami chwyta za jakiekolwiek miejsce na grzbiecie, sadowi się wpoprzek na zwierzęciu, zgina się w pałąk i koniuszczkiem odwłoka usiłuje dosięgnąć miejsca, w które pragnie zatopić żądło. Lecz zgięte w pałąk ciało kordówki jest nieco przykrótkie, żeby mogło prawie całkowicie objąć korpulentną zdobycz, to też próby i usiłowania ponawiają się i trwają długo. Koniec odwłoka męczy się w wysiłku, dotyka ofiary to tu, to tam, to znów gdzieindziej, lecz nigdzie się nie zatrzymuje. Te uporczywe poszukiwania dowodzą, jak wielką wagę przywiązuje drapieżnik-obezwładniacz do punktu, w którym zamierza zatopić swój lancet. Tymczasem gąsienica nie przestaje posuwać się na grzbiecie; nagle skręca się w kółko i jednem szarpnięciem głowy odrzuca napastnika daleko. Ów jednak, nie zrażony bynajmniej szeregiem niepowodzeń, zrywa się, prostuje skrzydełka i znowu napada olbrzyma, prawie zawsze wdrapując się nań od tyłu. Wreszcie, po wielokrotnych nadaremnych próbach udaje się kordówce zdobyć odpowiednie stanowisko i usadowić się wpoprzek gąsienicy; szczęki jej chwytają gdziekolwiek za grzbiet, zaciskając się mocno, i zgięte w pałąk ciało kordówki wsuwa się pod gąsienicę, a koniec odwłoka dosięga jej odcinków szyjowych. Czując groźne

Rys. 32. (Scolia) Kordówka paraliżująca liszkę Złotawca (Cetonia) (pow.).

niebezpieczeństwo, złotawiec wije się na wszystkie strony, skręca się i rozkręca i obraca dokoła siebie. Kordówka nie sprzeciwia się temu, i objąwszy mocno ofiarę, przewraca się z nią razem a, szamotana w skrętach gąsienicy, znajduje się kolejno to pod spodem, to z wierzchu, to z boku.

....Wreszcie, w zamęcie walki kordówka wyczuwa, że dotyka końcem odwłoka właściwego punktu. Wtedy, i tylko wtedy, wysuwa swe żądło. Zatapia je i rzecz skończona (rys. 32). Ciało gąsienicy, z początku ruchliwe i sprężyste, staje się nagle bezwładne i zwiotczałe. Zostało sparaliżowane. Nic się w niem odtąd nie porusza, prócz rożków oraz przysadek gębowych, które długo będą jeszcze dawały znaki życia. W całym szeregu walk, które się odbyły pod szklaną pokrywą, miejsce, w którem zatapiało się żądło, zawsze było to samo: na stronie brzusznej, pośrodku linji oddzielającej przedtułowie od śródtułowia. Nadmienić też należy, że osmyk (Cerceris—Błonkoskrzydłe) napadający na słoniki, których zwoje nerwowe są również, jak i u gąsienicy złotawca silnie skupione, zatapia żądło w tem samem właśnie miejscu. ....Zauważmy nadto, że żądło kordówki pozostaje pewien czas w głębi rany i ryje się w niej z widoczną uporczywością. Ostre żądło szuka najprawdopodobniej małego zwoju nerwowego, który trzeba przekłuć, lub przynajmniej skropić jadem, żeby sprowadzić natychmiastowy paraliż.

....Kordówka nie kłuje więc złotawca, dopóki nie natrafi żądłem na upragnione miejsce. Że nie zadaje ran w innych punktach ciała, nie zależy to bynajmniej od budowy gąsienicy; gąsienica jest bowiem miękka i można ją przeszyć w każdem miejscu, oprócz głowy, miejsce zaś, poszukiwane przez żądło, jest zabezpieczone skórną powłoką wcale nie gorzej od innych" (Fabre l. c. p. 129 i n.).

Tyle mówi nam Fabre. Opisując przebieg walki kordówki z gąsienicą, nie dodał tym razem, w jakim celu jest toczona. Ale wiemy to z innych znanych przypadków. Czy kordówce chodzi o to, aby, sparaliżowawszy wreszcie gąsienicę, zjeść ją powoli? Bynajmniej. Wszystko to ma zupełnie co innego na celu. Do ciała gąsienicy zostanie złożone jedno, albo więcej jajeczek, z nich zaś rozwijające się larwy—gąsienice będą miały świeży pokarm ze zwierzęcia jeszcze żywego, ale już bezbronnego pod każdym względem. Zanalizujmy teraz powyższy opis. Co nas uderza przedewszystkiem? Kordówka zadaje tylko jedno ukłucie i tylko w jednem, określonem miejscu. A dlaczego? bo tylko tam mieści się zwój nerwowy, którego zniszczenie, czy zatrucie obezwładnia gąsienicę, czyniąc z niej żywą, bierną masę pokarmu.

Skóra wszędzie jest jednakowa, miękka, zwierzę długo walczy, nim dostanie się do upragnionego miejsca, a jednak, inaczej nigdy nie postępuje. Czy miejsce znajdowania się tego zwoju nerwowego czemśkolwiek zaznacza się nazewnątrz? Nie. I nie tylko niefachowiec, ale specjalista, entomolog, nie wskazałby tak dokładnie położenia tego zwoju, jak to czyni żądło kordówki. Jeszcze jedno pytanie. Czy kordówka zawsze postępuje z gąsienicą w sposób identyczny? Zawsze. Mamy prawo fakt ten uogólnić. U bardzo wielu zwierząt spotykamy masę podobnych zjawisk, wykonywania szeregu zdumiewających dla nas, nieraz bardzo złożonych czynów, w celu bądź zdobycia pożywienia, bądź ochrony przed wrogiem, bądź wreszcie zabezpieczenia bytu potomstwa. Wszystkie one posiadają wspólne cechy: niezmienność, przechodzącą z pokolenia w pokolenie, i brak udziału świadomości w czynach, pozornie najbardziej złożonych i z naszego stanowiska wymagających natężenia tej władzy. A teraz pytanie ostatnie, najważniejsze. Czy kordówka, dokonywując całego szeregu tak skomplikowanych czynów, tak celowych, wie o tem, co robi i dlaczego to robi? Oczywiście—nie. Jest to jedyna odpowiedź, jaką dziś dać można.

Trzeba jeszcze na jedno zwrócić uwagę. Kordówka każdego pokolenia postępuje identycznie, jakkolwiek niema żadnej łączności między dwoma następującemi po sobie pokoleniami.

Zważmy przecież, że nie może być nawet mowy o tem, aby kordówka mogła się takich „metod walki", mówiąc ludzkim językiem „nauczyć". Można mówić o tem, że kocięta widzą, jak się mysz łapie, że np. mały lis widzi, jak stary norę wygrzebuje i t. p. ale u owadów, gdzie może najdobitniej takie zjawiska występują, nic podobnego być nie może, przecież pokolenie a_1 nic nie wie o pokoleniu a, nie widzi go nawet nigdy. Pokolenie to (a) bardzo często już nie istnieje na świecie.

A więc takie czynności celowe, mające za zadanie albo zdobycie, czy wyszukanie pożywienia, albo obronę przed wrogiem, albo wreszcie zabezpieczenie bytu potomstwa, zawsze niezmienne, to znaczy nie podlegające zmianom w następnych pokoleniach, nigdy nie nabyte, lecz odziedziczone, oraz dokonywane bez udziału świadomości, nazywamy instynktownemi, a zjawisko samo instynktem.

Nie będzie tedy np., w myśl tej definicji, instynktem uskoczenie przed tramwajem, czy coś w tym rodzaju, gdyż jest to odruch, który może być wywołany przez nasze stany podświadome; natomiast tylko instynktem i niczem więcej będzie obrona potomstwa przez zwierzęta, doprowadzona nawet aż do zguby osob-

nika, czego dają nam przykład ptaki, rzucające się w paszczę węża, bocian — w płomienie palącego się z gniazdem domu i t. p.

Definicji instynktu, wolnej od zarzutów, dać nie sposób, więc i w powyższej chodziło tylko o zaznaczenie przynajmniej pewnych istotnych cech tego tajemniczego zjawiska. Pozostaje jeszcze tylko odpowiedzieć na pytanie, które się nasuwa samo przez się. Skoro instynkt jest niezmienny, to jakże mógł powstać? Oczywiście trzeba przyjąć, że niezmienność instynktu nie jest innej kategorji, niż niezmienność gatunku, w obrębie którego dany instynkt występuje; a ten wszak zmianom podlega, aczkolwiek w bardzo długich okresach czasu.

ROZDZIAŁ XV.

Tropizm, czy taktyzm, albo wogóle jakaś reakcja ustroju żywego na podnietę, wszystko to jest wyrazem pewnego określonego stosunku istoty żywej do otoczenia. Ale, jak wiemy, przedewszystkiem do otoczenia martwego, czyli do otaczającego świata fizycznego. Tropizm, albo taktyzm, określają stosunek zwierzęcia czy rośliny, do takich czynników jak światło, ciepło, przyciąganie ziemi i t. p.

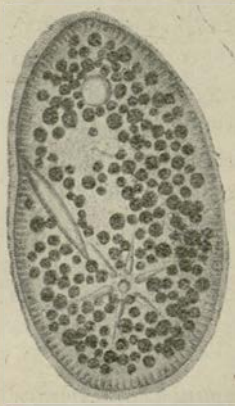
Opisując te zjawiska, wyszliśmy po raz pierwszy poza osobnika; zainteresował on nas tu w odniesieniu do czynników zewnętrznych. Obecnie pójdziemy nieco dalej; wypadnie nam rozpatrzyć już nie tylko zależność ustroju żywego od świata zjawisk fizycznych, ale również od innych żywych istot.

Przypomnijmy sobie, że w rozdziale o pobieraniu pokarmów zauważyliśmy, iż zdobywanie pożywienia nie jest rzeczą tak łatwą, jak zdobywanie tlenu i że w organizacji istot żywych wiele widzimy takich szczegółów budowy, które o tem świadczą. Przypomnijmy sobie choćby, jak to różnie ukształtowany jest aparat gębowy owadów, dostosowany do różnych rodzajów pobieranych pokarmów. O pożywienie trzeba walczyć. Wyżywienie się jest to teren, na którym rozgrywa się owa odwieczna walka o byt. Walka ta przybiera bardzo różnorodne formy.

Świat, czyli powierzchnia ziemi i głębiny wód są przez zwierzęta i rośliny zaludnione bardzo gęsto; są zwłaszcza miejsca, gdzie, dzięki korzystnym warunkom fizycznym, życie specjalnie bujnie się rozwija, weźmy naprzykład krainy zwrotnikowe, o których potędze życia każdy z nas słyszał i czytał. Ale po co aż tak daleko szukać! Czyż pierwszy lepszy nasz staw nie jest terenem, na którym żyją i walczą o możność istnienia tak liczne zwierzęta i rośliny? Jednakże pojęcia „walki o byt” nie należy nadużywać, co często daje się za-

uważyć. W tym samym stawie żyją obok siebie istoty, które się nie obchodzą wzajemnie, przynajmniej bezpośrednio. I tak jest wszędzie. Walka o byt jest niewątpliwie czynnikiem niezmiernie ważnym w kształtowaniu się stosunków wzajemnych żywych istot, ale ostatecznie błędnem byłoby mniemanie, że rośliny i zwierzęta tylko walczą ze sobą i na inne formy współżycia niema już miejsca. I właśnie zadaniem niniejszego rozdziału jest zaznajomić nas, jak może kształtować się stosunek żywej istoty do żywego otoczenia.

Rozpatrzywszy szereg przykładów, będziemy mogli ustalić pewne określone formy takich stosunków. Pierwsza już została zaznaczona. Jest to taki wzajemny stosunek, gdzie dostrzec trudno, aby istnienie zwierzęcia, czy rośliny, bezpośrednio od innej istoty zależało. Nie będziemy też tych spraw szczegółowiej rozpatrywali, zaznaczywszy dla dokładności, że jakieś głębsze wpływy zawsze istnieć muszą. Mówiliśmy już przecież o wielkiej zależności zwierząt od roślin wogóle, ale nam chodzić będzie o sprawy bardziej indywidualnie z danym osobnikiem związane, to znaczy takie, gdzie wzajemny stosunek jest już wyrażony ściśle. Rozpatrzymy trzy takie formy współżycia: komensalizm, symbiozę i pasorzytyzm. Naturalnie, wszędzie znajdziemy i przypadki przejściowe.



Rys. 33. Pierwotniak (rzęskowiec), żyjący w symbiozie z zielonemi wodorostami (oznaczone na rysunku kolorem czarnym).

Komensalizm albo komensualizm jest to taki wzajemny stosunek istot żywych do siebie, gdy jedna korzysta wprawdzie z drugiej, ale ta druga nic na tem nie traci. Więc naprzykład: lew zabija antylopę. Oczywiście, hieny, szakale, różne ptactwo drapieżne zjawiają się tam, gdzie lew ucztuje, i czekają, póki lew nie zaspokoi głodu; czekają opodal, aby się dzielić dopiero resztkami. Gdy nasze wilki rozprują konia, tak samo zbierają się wrony, aby się potem pożywić. Wreszcie podobne fakty widzimy też i u naszych zwierząt domowych oraz wróbli. Wróble często korzystają z okruszyn, jakie uszły uwagi indora, czy koguta, który silną nogą rozgrzebywał śmietnisko.

Jak widać, komensalizm jest stosunkiem jednostronnym. Inaczej rzecz się ma z symbiozą.

Symbioza znaczy po grecku współżycie; wyraz ten więc właściwie używany jest w znaczeniu nie ogólnem, lecz specjalnem, przyjęto bowiem nazywać symbiozą taki tylko stosunek, gdy obie

strony czerpią z siebie jakąś korzyść, przyczem zwykle rozumie się taki układ rzeczy, że oba osobniki żyją razem. Symbioza bynajmniej nie wymaga jakiejś świadomości, przeciwnie, obserwujemy ją często w takich warunkach, gdzie o „świadomości" obopólnych korzyści nie może być nawet mowy. Znamy naprzykład liczne pierwotniaki, zabarwione na kolor zielony. Skąd to pochodzi? A oto w ciele pierwotniaka żyją również jednokomórkowe wodorosty, zawierające chlorofil (rys. 33). Pierwotniak produkuje dwutlenek węgla, który pobiera wodorost, a zato wodorost, rozkładając dwutlenek węgla, zaopatruje pierwotniaka w tlen, którego dyfuzja jest, jak wiadomo, dość powolna i trudna, a oprócz tego może jeszcze i w związki azotowe. Podobną symbiozę wodorostów ze zwierzętami widzimy i u wyższych zwierząt niż pierwotniaki, jak np. u skorupiaków. Pospolicie zdarza się np. u oczlików (Copepoda).

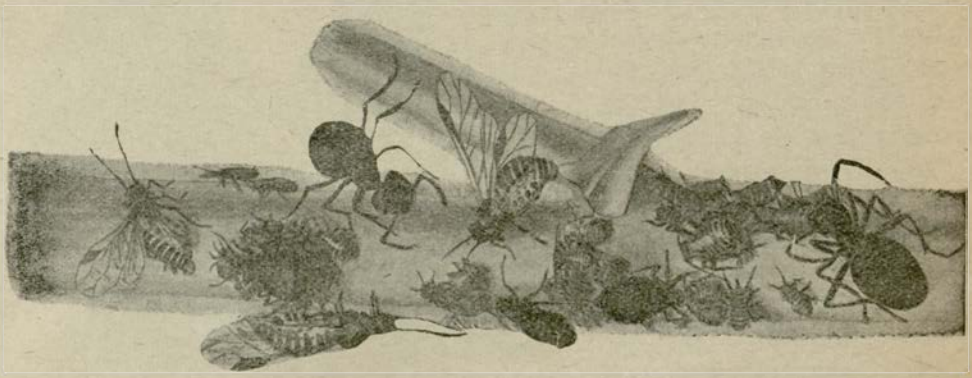
Rys. 34. Krab Cancer pagurus w symbiozie z ukwiałami Adamsia palliata.

Znanym przykładem symbiozy tylko między roślinami są mchy i grzyby, które razem tworzą t. zw. porosty. Inny znany przykład symbiozy zwierzęcej daje nam współżycie ukwiału Adamsia palliata z krabem Cancer pagurus (rys. 34). Krab ten posiada zupełnie miękki odwłok, który chowa do wnętrza muszli, a na niej osiada ukwiał; krab więc nosi ukwiała na swej muszli i korzysta z jego parzydełek, jako z ochrony, ukwiał zaś nie tylko karmi się resztkami pożywienia swego wierzchowca, ale, odbywając na nim wygodną podróż, sam łatwiej może jakąś zdobycz schwytać. Symbioza ta jest widocznie tak korzystna dla kraba, że gdy ten, rozrósłszy się, przenosi się na mieszkanie do nowej skorupy, to i ukwiała zabiera ze sobą, przenosząc go w kleszczach.

W krajach egzotycznych widzimy bardzo ciekawy objaw symbiozy między ptakami a wielkiemi ssakami, jak: nosorożce, bawoły dzikie lub inne. Ssaki te są obsiadane przez ptactwo, wybierające im ze skóry złożone tam jaja różnych owadów i ich gąsienice; wzamian za to pożywienie ptaki zachowaniem swem ostrzegają ssaka przed nie-

bezpieczeństwem. Wziąwszy pod uwagę, że właściwie w obu przypadkach ssak odnosi korzyść, dojdziemy do przekonania, że jest to rzadki przykład takiej czasowej symbiozy, gdyż przeważnie dzieje się inaczej i prawie zawsze jedna strona wyzyskuje, mówiąc po ludzku, drugą.

Wyrazem tego, może być stosunek między mrówkami i mszycami (rys. 35), jakkolwiek jest on bardzo złożonej natury. Mrówki żyją z mszycami w symbiozie, ochraniają je od wrogów i karmią, a zato otrzymują od mszyc słodką wydzielinę, którą zlizują (wydzielinę tę stanowią ich ekskrementy). Jednakże symbioza nie jest tu taka prosta, bo wprawdzie mszyce otrzymują ochronę, ale są w gruncie rzeczy w niewoli u mrówek, które im uciec nie dają. Ten ostatni przykład stanowi już przejście do jeszcze innej formy współżycia, a mianowicie do pasorzytyzmu.



Rys. 35. Mrówki i mszyce. Na prawo mrówka, zlizująca słodką wydzielinę mszycy.

Pasorzytyzm polega na tem, że zwierzę albo roślina żyją na koszt innego zwierzęcia, albo innej rośliny. Wprawdzie w ramach tego bardzo ogólnego określenia mieszczą się wszystkie znane przypadki pasorzytyzmu, jednakże, ze względu na ich różnorodność, musimy dać jeszcze bliższe wyjaśnienia.

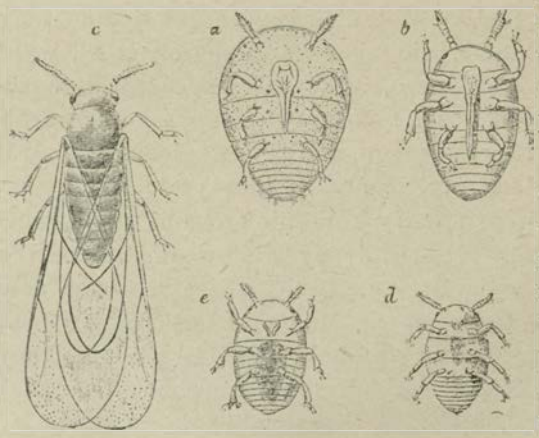
Zacznijmy od tego, że pasorzytyzm jest formą życia niezwykle rozpowszechnioną. I o ile mało jest typów roślinnych, czy zwierzęcych, gdziebyśmy nie mieli wielu gatunków pasorzytujących, tak niema też pewno zbyt wielu roślin i zwierząt, które nie miałyby swoich pasorzytów. A nawet pasorzyty mają swoich pasorzytów! Chciałoby się powiedzieć paradoksalnie, że pasorzytowanie, życie na koszt innej istoty, jest najulubieńszą formą współżycia. Wszystkie pasorzyty możemy podzielić na zewnętrzne, t. j. żyjące na powierzchni innego organizmu, i wewnętrzne, czyli żyjące w narządach,

tkankach i t. p. Pozornie wydawaćby się mogło, że podział taki jest sztuczny, w gruncie rzeczy ma on jednak uzasadnioną podstawę; ponieważ zwykle zaznacza się wyraźnie w organizacji zwierzęcia. Zarazem musimy rozróżniać pasorzytyzm stały, gdy zwierzę czy roślina przez całe życie jest pasorzytem i innego trybu życia prowadzić nie może, i czasowy, gdy ustrój pasorzytuje przez pewien okres swego życia: wówczas tak się przeważnie dzieje, że postać młodociana pasorzytuje, dorosła zaś nie, choć i od tej reguły znamy wyjątki.

Nie może być oczywiście mowy o tem, abyśmy tu przytaczali wszystkie przykłady pasorzytyzmu. Wziąwszy tylko świat zwierzęcy pod uwagę, zaznaczymy, że tylko w takich typach, jak: jamochłony, szkarłupnie, mięczaki i osłonice, nie spotykamy pasorzytów, w innych zaś typach znamy ich mnóstwo, nawet kręgowce nie stanowią wyjątku. Aby się o powszechności tego zjawiska przekonać, zróbmy krótki przegląd świata zwierzęcego pod tym względem. Pośród pierwotniaków niema ani jednej gromady, w której nie byłoby postaci pasorzytujących. A więc między korzenionóżkami pewne ameby, jak Amoeba histolytica; między wiciowcami liczne trypanosomy; sporowce, bez wyjątku, wszystkie; do sporowców należy znany zarodek malarji; rzęskowce posiadają też licznych przedstawicieli wśród pasorzytów, wystarczy wymienić opalinę z jelita żaby.

Bardzo pospolicie występuje pasorzytyzm u robaków, do których należą znane: przywry, tasiemce, liczne obleńce, jak: włosień, glista ludzka i t. d. Wreszcie może najbogaciej jest reprezentowany pasorzytyzm w typie stawonogów. Pasorzytami są skorupiaki, pajęczaki, i bardzo liczne owady. W typie tym możemy znaleźć wszystkie postaci pasorzytyzmu, wobec czego nad nim zastanowimy się nieco dłużej. Mówiliśmy już o podziale pasorzytów; wśród stawonogów właśnie możemy łatwo znaleźć odnośne przykłady. Jako pasorzyty zewnętrzne i stałe mogą być wymienione t. zw. wesz karpia, a właściwie skorupiak (Argulus, Branchiura), żyjący na skórze ryb; wszy, bądź ludzkie, bądź zwierzęce, a trzeba pamiętać, że ten rząd owadów obfituje w gatunki, żyjące na różnych ptakach i ssakach. Jako zewnętrzne pasorzyty roślinne znane są mszyce i t. d. Zapytać należy, dlaczego mszyce, galasówki, filokserę nazwiemy pasorzytami roślinnemi, a nie damy tego miana tak licznym owadom, mięczakom i innym zwierzętom, żyjącym na roślinach? Rozróżnienie czynimy na następującej podstawie. W pierwszym przypadku, gdy zwierzę, jego życie i rozwój zależą od danej rośliny, mamy prawo mówić o pasorzytyzmie, gdzie zaś zwierzę żywi się rośliną, ale od niej bezpośrednio nie zależy, tam pasorzytyzmu niema. Ja-

ko postać, stanowiąca przejście od pasorzytyzmu zewnętrznego do wewnętrznego, może być wymieniony świerzbowiec (Sarcoptes) i pokrewne mu formy, zwierzę żyjące już nie na skórze, lecz w skórze kręgowców. Jednym z ciekawszych pasorzytów i zarazem bardzo szkodliwym jest maleńki niepozorny owad, filoksera (Phylloxera vastatrix), zaliczana do mszycowatych (Aphididae). Opiszemy tego owada trochę dokładniej, gdyż nie tylko jego znaczenie ujemne dla człowieka jest wielkie, ale i życie ze względów biologicznych bardzo ciekawe. Phylloxera vastatrix jest owadem amerykańskim, przywędrowała stamtąd mniej więcej w połowie zeszłego wieku wraz z winną łozą do Francji, potem przeniosła się do Niemiec, dziś opanowała już i południową Rosję wraz z Krymem. Oto przebieg życia filoksery.

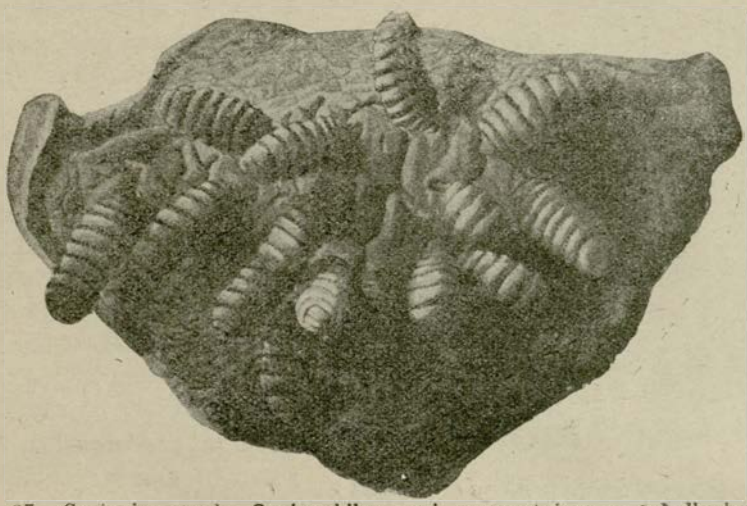


Rys. 36. **Phylloxera vastatrix**. Różne postaci: c—samica skrzydlata partenogenetyczna, a—osobniki żyjące na liściach, b—radicicola, e, d—samica i samiec pokolenia płciowego.

Na wiosnę z zimujących jaj zapłodnionych wylęga się na korze winnej łozy bezskrzydła postać, t. zw. założycielka. Wędruje ona na liście, robi w nich nakłucia, wskutek czego powstaje nabrzmienie, pęcherzyk pusty, w którego wnętrzu postać ta osiąga ostateczny rozwój. Pozostając bezskrzydłą, składa jajka. Z jajek tych wylęgają się gąsienice, które, urósłszy, zachowują się tak, jak założycielka. Następne pokolenia, dotąd wszystkie partenogenetyczne, znów składają jajka, z jajek tych pochodzące osobniki częściowo żyją na liściach, częściowo zaś przenoszą się na korzenie (t. zw. radicicolae). Tak się kończy rok pierwszy. Zimujące na korzeniach, też bezskrzydłe pokolenie na wiosnę składa znów partenogenetyczne jajka. Część osobników, wylęgająca się z tych jajek, posiada zaczątkowe skrzydła; osobniki te przeobrażają się, otrzymujemy skrzydlate samice. Składają one jeszcze raz partenogenetyczne jajka dwu rodzajów: małe i duże. Z małych wylęgają się samce, z dużych—samice. Następuje teraz zapłodnienie. Złożone jajka (zapłodnione) zimują, i znów z nich wylęgną się założycielki. Cykl trwa więc dwa lata.

Rysunek nasz wyobraża wszystkie opisane postaci, w znacznem powiększeniu, gdyż owady te mierzą od 0,5—1 mm. Jak dalece ten pasorzyt roślinny potrafi być szkodliwym, tego dowodzi fakt, że jeden rok pomyślny dla jego rozwoju podkopuje istnienie setek hektarów winnic, a do walki z nim występują specjalne instytucje, rządy państw zainteresowanych i t. d.

Bardzo wiele owadów pasorzytuje tylko w postaci larwalnej. Wiemy dobrze, że na skórze ssaków są składane przez różne owady jajka, których rozwój dokonywa się na koszt organizmu żywiciela, po przeobrażeniu zaś owady te żyją nie pasorzytniczo. Przykładów możnaby tu przytoczyć całe setki. Tak zwany giez



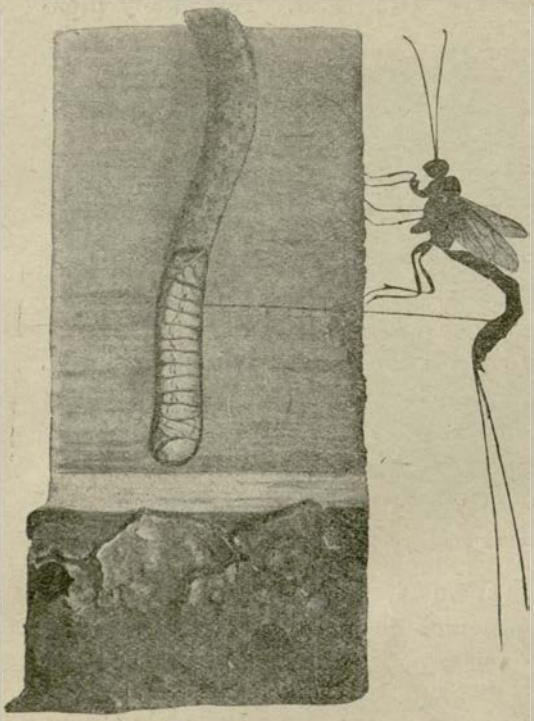
Rys. 37. Gąsienice muchy **Gastrophilus equi**, pasorzytujące w żołądku konia.

koński, mucha (Gastrophilus equi) składa jajka na skórze konia. Powstałe z tych jajek gąsienice dostają się pod skórę, wywołując swędzenie. Koń, liżąc miejsce podrażnione, przenosi później złożone jajka do jamy gębowej, stamtąd wędrują one do żołądka, gdzie z jajek rozwijają się gąsienice (rys. 37), które wczepiają się w ściany żołądka.

Gąsienice są pasorzytami, bo żyją na koszt krwi konia. Osiągnąwszy postać poczwarki, giez zostaje wydalony z konia i wtedy następuje ostateczne przeobrażenie. A zapytajmy, ileż to owadów postępuje podobnie, jak znana nam kordówka, t. j. składa jajka do wnętrza innego owadu? Jest przecież cała grupa owadów, należących do błonkoskrzydłych, t. zw. gąsieniczniki (Ichneumonidae), które stąd właśnie nazwę otrzymały, że do ciała gąsienic innych owadów składają jajka. Jedne, jak kordówka, osmyk, obezwładniają gąsienicę przed złożeniem jaj, inne i tego nawet nie robią. Tu na

rysunku widzimy właśnie (rys. 38) przedstawiciela tych owadów, jak z pomocą długiego pokładełka składa jajka do ciała gąsienicy, której nawet warstwa drzewa nie chroni przed przenikliwemi zmysłami owadu.

U owadów często tak się dzieje, że pasorzytyzm połączony jest z przejawami bardzo złożonych instynktów. Wiele takich przykładów opisuje Fabre. Między innemi opisuje on [1]) np. pewnego owada, należącego do dwuskrzydłych, a więc muchę, będącą pasorzytem innego owada z błonkoskrzydłych, smuklika (Halictus). Mucha odszukuje miejsca, gdzie w ziemi smuklik wykopuje pracowicie gniazdko, zbierając żywność w kulki stanowiące pokarm dla jego potomstwa. Do tych kulek mucha składa swoje jajka, do każdej po jednem. Z jajek wylęga się gąsienica, oczywiście gąsienica muchy. Całe pokolenie smuklika zostało przez nią zniszczone. Jeszcze nie zdążyła ona wprawdzie zjeść wszystkich zapasów, przygotowanych przez smuklika, ale już resztę opuszcza, bo tak nakazuje instynkt, gdyż w tym czasie smuklik będzie składał ponownie jaja i mógłby ją uszkodzić. Dalsze więc przeobrażenia muchy odbędą się już poza gniazdkiem smuklika, ale pierwsze, wiosenne pokolenie jego jest przez pasorzyta zniszczone; dopiero drugie jest od niego wolne, bo mucha dopiero na drugą wiosnę staje się owadem dorosłym.

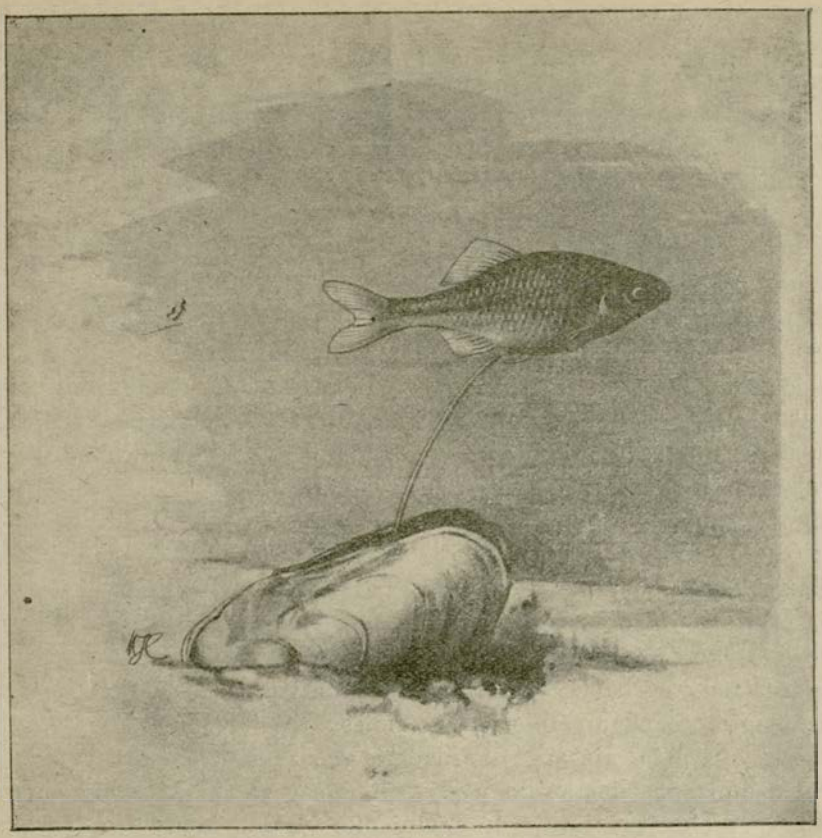


Rys. 38. Rhyssa persuasoria, składająca jajka do gąsienicy, żyjącej w pniu drzewnym.

U kręgowców pasorzytyzm jest zjawiskiem rzadkiem. Ale i tu jeszcze się zdarza, choć już sporadycznie. Przypomnijmy sobie opisywaną w rozdziale o rozmnażaniu różankę. Mowa tam była o tem, że różanka składa znacznie mniej jajek, niż inne ryby, bo jajka jej znajdują zabezpieczenie w czasie rozwoju.

---

[1]) Fabre l. c. pag. 174 i n.



Rys. 39. Różanka (**Rhodeus amarus**), składająca jaja do jamy skrzelowej szczeżui.

Różanka (R h o d e u s a m a r u s), mała rybka (na rys. 39 jest nieco zmniejszona), należąca do karpiowatych, składa jaja do jamy skrzelowej szczeżui (A n o d o n t a). Tam przebiega rozwój jaja, ciałem tego małża żywią się małe. Wreszcie pasorzytem czasowym jest minóg (P e t r o m y z o n), ryba należąca do smoczkoustych, przysysająca się do ciała innych większych zwierząt. Pasorzytami zewnętrznemi, lecz nie stałemi, będą też np. nasze szczeżuje, których larwy przyczepiają się do skóry albo płetw ryb albo do skóry kijanek. Sądzę wszakże, że możemy poprzestać na tych przykładach. Pozostaje jeszcze omówić ważne zjawiska biologiczne, jakie towarzyszą pasorzytyzmowi. Przedewszystkiem, podział pasorzytów na zewnętrzne i wewnętrzne, musimy uzupełnić wyjaśnieniem, gdzie żyją pasorzyty wewnętrzne. Okazuje się, że niema takiej części organizmu, gdzieby jakieś pasorzyty nie znalazły dla siebie odpowiedniego podłoża. Jedne żyją we krwi, jak np. zarodek malarji, albo

pewne trypanosomy; inne w przewodzie pokarmowym, jak różne wymoczki, soliter; jeszcze inne w mięśniach, jak włosień; żyją też i w mózgu, jak jeden z tasiemców, powodujący t. zw. kołowaciznę u owiec; w przewodach żółciowych wątroby żyje motylica i t. p. Wspomniałem już, że pasorzytowanie wewnątrz ustroju odbija się przeważnie na organizacji pasorzyta, a często też i na jego rozwoju.

Jak wymienialiśmy w rozdziale o rozmnażaniu, największą ilość jajek, produkują pasorzyty. Przyczyny są zupełnie jasne. Cykl życiowy pasorzytów często jest bardzo złożony, a szanse zachowania gatunku nader niepewne, skąd potrzeba tak znacznej produkcji jajek, aby uratować gatunek od zagłady. Weźmy np. motylicę. Motylica dorosła żyje w przewodach żółciowych, owcy najczęściej, potem konia, krowy, kozy, czasem człowieka. Jajeczko musi się dostać do wody, aby się rozwinąć w larwę swobodnie pływającą, t. zw. miracidium; larwa musi przeniknąć do ciała pewnego ślimaka (Limnaea truncatula), aby tam utworzyć t. zw. sporocystę, a potem redję. Ślimak jest już wówczas całkowicie zjedzony. Wtedy redja daje początek cerkarjom, znów wolno pływającym postaciom, które, utraciwszy ogonek, przyczepiają się do trawy. Gdy jakiś roślinożerca zje trawę wraz z niemi, dopiero wtedy cerkarja stać się może motylicą dorosłą. Zdawaćby się mogło, że naumyślnie wszystko jest tak złożone, aby motylica raczej wyginęła, niż się rozwinąć mogła. Bo pomyślmy tylko. Jajeczko musi się dostać do wody—pierwszy warunek, który nie zawsze przecie jest łatwy do spełnienia. Dalej, larwa — miracidium musi się dostać do pewnego ściśle określonego gatunku ślimaka, też warunek trudny, boć wiadomo, że dany gatunek nie w każdym zbiorniku wodnym się znajduje. Wreszcie, cerkarja musi być z rośliną zjedzona, aby mógł powstać osobnik dorosły.

Podobne zjawiska obserwujemy prawie u każdego takiego pasorzyta, który jest pasorzytem — wnętrzniakiem i pasorzytem przez całe życie. Jak to objaśnić? Okazuje się przecież, że tylko taki utrudniony rozwój osobnika może zapewnić istnienie gatunku. W przeciwnym bowiem razie rozwój osobnika, odbywający się w jednym gospodarzu, czyli żywicielu, spowodowałby jego śmierć, a co za tem idzie, śmierć pasorzyta. Stąd więc takie złożone cykle rozwojowe, takie wędrówki nieraz poprzez kilku żywicieli, stąd też produkcja jajeczek, dochodząca do dziesiątków miljonów.

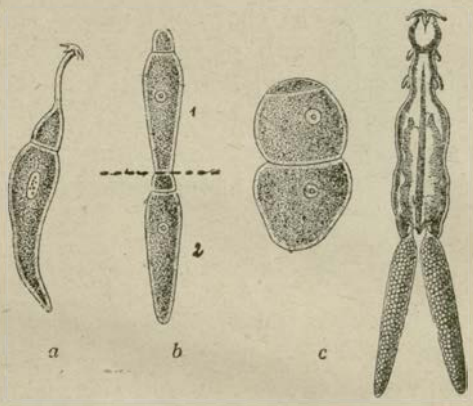
U pasorzytów zewnętrznych lub czasowych albo żadnych zmian w organizacji nie widzimy, albo też bardzo niewielkie. Nie widzimy np. u larw owadów żyjących w innych zwierzętach, u młodych różanek i t. d. Jeśli są jakie przekształcenia, to polegają one

na wytworzeniu specjalnych haczyków chwytnych, albo przyssawek, lub tym podobnych tworów, rzadziej już idą dalej, jak np u wszy, gdzie zatraciły się skrzydła. U pasorzytów wewnętrznych i stałych zmiany idą bardzo daleko. Polegają one przeważnie na zaniku narządów, zbędnych w życiu pasorzytniczem, za tem idzie i ogólne uproszczenie w organizacji tak dalece, że nieraz bywa trudno oznaczyć stanowisko systematyczne zwierzęcia, zupełnie niepodobnego do form najbliższych.

Zazwyczaj ulegają zanikowi przedewszystkiem narządy zmysłowe, w związku z tem zachodzi znaczna nieraz redukcja systemu nerwowego, natomiast niebywały rozwój osiągają organy rozrodcze, a system pokarmowy częstokroć zanika również z powodu wchłaniania pożywienia całą powierzchnią ciała, jak u solitera.

Uproszczenie organizacji w związku z życiem pasorzytniczem, widzimy już u pierwotniaków, bo np. u rzęskowców zanikają te organoidy, jakie posiadają postaci wolno żyjące, a więc rzęski w pierwszym rzędzie (Opalina).

Pospolicie znany soliter nie posiada narządów zmysłowych system nerwowy bardzo zredukowany, a przewód pokarmowy zanikły, bo wchłanianie odbywa się przez skórę, zato w każdym członie są organy rozrodcze, zdolne wytworzyć miljony jajeczek. Przekształcenia postaciowe, będące wynikiem wewnętrznego pasorzytyzmu, idą nieraz jednakowemi drogami.



Rys. 40. Pierwsze trzy postaci (a, b, c) to sporowiec **Haplorhynchus**, czwarta skorupiak **Chondracanthus**.

Proszę spojrzeć na rysunek (rys. 40). Figura czwarta z brzegu oznacza pewnego skorupiaka, należącego do widłogonów (Copepoda). Ktoby się mógł domyśleć pokrewieństwa tej postaci ze znanym powszechnie oczlikiem (Cyclops)? Dopiero badania rozwojowe, wykazujące wielkie istotne podobieństwo larwy tego zwierzęcia do larw innych widłogonów, nakazują go do nich zaliczyć.

O ile życie pasorzytnicze może spowodować wielkie różnice między osobnikami należącemi do gatunków blisko siebie stojących, to odwrotnie znów, jednakowe warunki życia u pasorzytów wnętrzniaków wywołują czasem ciekawe zjawisko dziwnego podobieństwa

zewnętrznego postaci bardzo dalekich od siebie w systematyce. Obok wspomnianego raczka, Chondracanthus mamy na tym rysunku kilka stadjów rozwoju pewnego pierwotniaka sporowca Hoplorhynchus. Jeśli porównamy teraz dwie postaci skrajne tego rysunku, to zauważymy odrazu jednakowy ich wygląd zewnętrzny.

Zjawisko takie nazywamy zbieżnością, albo konwergencją.

Aby zakończyć ten rozdział, wspomnimy jeszcze o pasorzytach człowieka. Człowiek jest bardzo gościnnym gospodarzem. Jeśli nawet pominąć bakterje, które bądź stale w nas żyją, bądź czasowo przebywają, to samych tylko zwierzęcych pasorzytów naliczono u człowieka różnych ras i krajów przeszło 70 gatunków. [1])

Z tych przypada 16 gatunków na pierwotniaki, jak różne wiciowce i sporowce, najpospolitsze będą tu: zarodek malarji, trypanosomy. Najwięcej, bo przeszło 30 gatunków, pasorzytów ludzkich stanowią robaki, a więc: różne tasiemce i obleńce. Wreszcie pokaźną liczbę blisko 25 gatunków dają stawonogi, jak pajęczaki, różne kleszcze, wierzbowce i t. p. i owady.

Nie wszystkie te pasorzyty są jednakowo groźne. Jedne mogą spowodować chorobę i nawet śmierć, jak np. zarodek malarji, są takie, których obecność bezwzględnie szkodzi organizmowi, ale nie są zabójcze, jak: tasiemiec, glista ludzka, inne są tylko dokuczliwe, jak np. świerzbowiec, albo t. zw. pchła pustyniowa (Sarcopsylla); a nakoniec, niektóre, jak pewna ameba, żyjąca w jamie ustnej, zdają się żadnej widocznej szkody nie przynosić.

ROZDZIAŁ XVI.

Zjawiska takie, jak symbioza, pasorzytyzm, określały stosunek istoty żywej do otoczenia, gdzie zawsze chodziło o to, aby zwierzę czy roślina w owej walce o byt zachowały możność istnienia i rozmnażania się. Jednakże zjawiska powyższe nie wyczerpują bynajmniej ogromnej ilości tych wszystkich środków, jakie zna świat organizmów, aby się uchronić od zagłady. W przyrodzie spotykamy na każdym kroku dowody istnienia tego, co ogólnie nazywamy przystosowaniem się zwierzęcia, czy rośliny, do warunków bytu, a co z reguły polega na tem, że organizm posiada takie cechy, które zapewniają mu możność egzystencji w warunkach naogół trudnych i ciężkich.

Zadaniem naszem będzie opisać teraz najważniejsze z tych zjawisk. Jednem z nich, i to bardzo rozpowszechnionem, w świecie zwierzęcym, jest naśladownictwo, zwane inaczej mimety-

[1]) Według Fiebigera (1912 r).

zmem, albo z angielskiego mimicry lub mimikrją. Polega ono na tem, że zwierzę różnemi cechami swego ciała, a więc: kształtem, barwą, pozycją w stanie spoczynku, upodabnia się do czegoś, naśladuje coś, czem nie jest, a co dla jego wrogów nie stanowi pożądanej zdobyczy. O ile naśladownictwo sprowadza się tylko do tego, że zwierzę posiada takie barwy ciała, iż w stanie spoczynku zlewa się z tłem swojem, z otoczeniem, to wówczas mówimy o ubarwieniu ochronnem. Wiemy wszyscy, że zając wyskoczy nam z pod nóg, a choć rozglądaliśmy się przedtem pilnie, nie zauważyliśmy go jednak; wiemy również, że można wejść w środek stada kuropatw i być oszołomionym poprostu, gdy zaczną się wkoło nas zrywać. Dlaczego nie dostrzegliśmy ich przedtem? Właśnie dlatego, że posiadają ubarwienie ochronne, najzupełniej dostosowane do podłoża, na którem przebywają. Kuropatwa jest niewidoczna równie dobrze na rżysku czy zoranej ziemi, jak też na porębach leśnych, czy porosłych chwastami ugorach, albowiem jej szaro-bronzowe upierzenie na każdym rodzaju podłoża znajdzie odpowiednie barwy. Natomiast, gdy zwierzę tylko na pewnem określonem podłożu staje się niewidocznem, a to dlatego, że jest z niem identyczne, to wówczas mówimy już o naśladownictwie, czyli mimikrji.

Naśladownictwo, czyli mimikrja, idzie w dwu kierunkach. Obserwujemy u zwierząt naśladownictwo przedmiotów martwych, części roślin, albo też naśladownictwo innych zwierząt. Pierwsze jest znacznie powszechniejsze i spotykamy je bardzo często. Nader liczne zwierzęta naśladują podłoże, na jakiem przebywają, zwłaszcza dotyczy to zwierząt nocnych, które dzień cały spędzają nieruchomo.

Rys. 41. Motyl wstężniak (Catocala), naśladujący barwą skrzydeł górnych korę.

Na rysunku (rys. 41) widzimy właśnie pewnego motyla wstężniaka (Catocala), siedzącego na korze drzewa. Skrzydła pierwszej pary naśladują tak dokładnie kolor kory, że naprawdę nawet bystre oko nie zdoła motyla zobaczyć. Podobne naśladownictwo spotykamy u licznych krajowych chrząszczy, jak ryjkowce (Curculionidae), i wielu innych. Zwierzęta, żyjące na liściach, często mają kolor zielony i w tym właśnie odcieniu, jaki mamy w liściu. Przykładem mogą tu być liczne pluskwiaki, a nawet i kręgowce, jak kameleon lub rzekotka (Hyla). U tych ostatnich obserwujemy zmianę barwy zależną od natężenia światła. Nieprawdą jest to, co się pospolicie mówi, że kameleon może tak

bardzo zmieniać barwę ciała „mienić się”. Zwykły kolor jego ciała jest szaro-zielony, ale pod wpływem jaskrawego światła słonecznego może się stać jasno-żółto-zielonym. To samo mamy u rzekotki. Na jasnym liściu bzu, w świetle słońca, barwa jest złocisto-zielona, na liściach ciemnych, jak: maliny, łopianu, zwłaszcza w dzień pochmurny, staje się ciemno-zielona.

Ciekawym przykładem mimikrji jest naśladowanie suchych gałązek. Widzimy je u pręcika, owada należącego do prostoskrzydłych. Wskazuje nam to załączony rysunek (rys. 42). W jeszcze wyższym stopniu występuje ten rodzaj naśladownictwa u pewnych gąsienic, które nie tylko podobne są rzeczywiście do suchej, krótkiej gałązki, ale siadają tak, że, będąc przymocowane do grubszej gałęzi jednym końcem ciała, resztę ciała mają w powietrzu, ustawioną do głównej gałęzi pod kątem ostrym, takim, jaki zwykle tworzy pęd boczny.

Rys. 42. Pręcik **Bacillus rossii.**

Jeszcze jeden ciekawy przykład mimikrji, a mianowicie naśladowania liścia, dają nam dwa przedstawiciele motyli egzotycznych: K a l l i m a (rys. 43, A,a) i S i d e r o n e (B,b). Motyle te posiadają barwy skrzydeł od strony górnej bardzo żywe, nawet jaskrawe, a zato skrzydła od dołu wyglądają zupełnie jak suche liście, nawet z zachowaniem właściwego użyłkowania, stąd, gdy motyl siedzi na gałązce (a, b), trudno go od liści odróżnić.

Naśladowanie przez zwierzęta innych zwierząt jest stosunkowo rzadkie, jednak i tu spotykamy przykłady godne uwagi. O ile zwierzęta jedne naśladują inne, to zawsze zwierzęta bezbronne naśladują takie, które bądź broń posiadają, bądź z innych względów mało liczą wrogów.

Na załączonych dwu rysunkach (rys. 44 i 45) mamy właśnie przykład takiego naśladownictwa. Są to dwa motyle południowo-ame-

rykańskie, z których jeden (rys. 44) wydziela przykre substancje, czem broni się przed wrogami. Naśladuje go inny (rys. 45), należący do zupełnie innej rodziny, a tej cechy pozbawiony.

Wreszcie, mamy jeszcze jeden ciekawy przykład naśladownictwa wśród węży. Rysunek 46 wyobraża desenie na skórze węży, jak widzimy, bardzo podobne. Otóż, tylko górny deseń jest właściwy pewnemu gatunkowi jadowitemu. Oba zaś dolne posiadają węże niejadowite, w ilości aż 9 gatunków (wszystkie te gatunki żyją w Ameryce Południowej).

Poprzestaniemy na tych przykładach. Każdy uważny obserwator wie dobrze, ile jeszcze przykładów mimikrji możnaby z łatwością przytoczyć. Zapytajmy teraz, jak sobie tłumaczyć powstanie naśladownictwa w ogólniejszem znaczeniu, a więc i ubarwienia ochronnego? Niełatwa jest na to odpowiedź. A raczej i dziś jeszcze jest odpowiedzi kilka. Może najwięcej zwolenników posiada teorja, orzekająca, że naśladownictwo jest wynikiem przystosowania się zwierząt, a że w zachowaniu się przy życiu odpowiednio przystosowanych osobników głównie działał dobór. Są to dla nas jeszcze pojęcia obce, stąd też nie będziemy ich narazie bliżej wyjaśniać [1]).

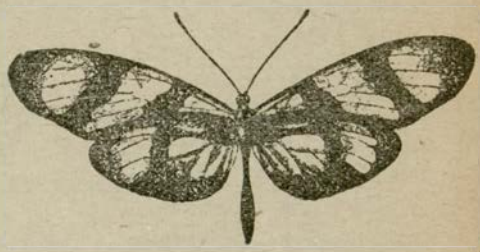
Rys. 43. Motyle: **Kallima** (A, a) i **Siderone** (B, b), naśladujące w pozycji siedzącej suche liście.

[1]) Dla ścisłości zaznaczamy, że w ostatnich czasach zaczęto poważnie kwestjonować znaczenie mimikrji, być więc może, że nauka inaczej będzie w przyszłości objaśniać powyższe fakty.

Do tej pory zajmowały nas przedewszystkiem stosunki osobnicze. Mówiliśmy o symbiozie jednych osobników z drugiemi. Ale przecież można mówić o symbiozie w szerokiem znaczeniu, czyli o współżyciu zwierząt i roślin wogóle.

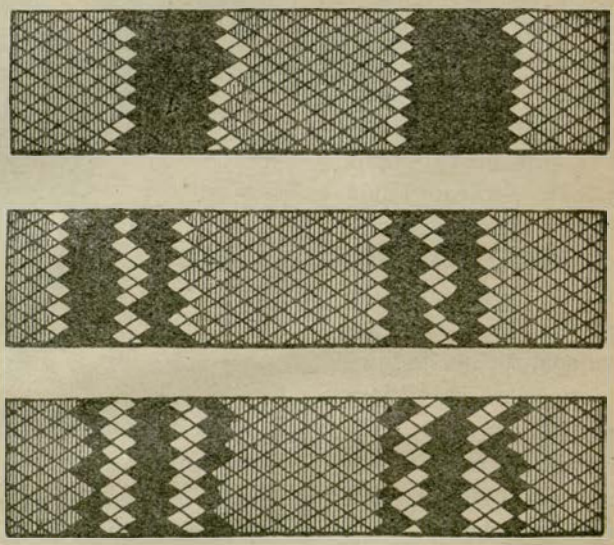
Obserwując istniejący dokoła nas świat istot żywych, z łatwością dostrzeżemy istnienie większych jednostek, zespołów zwierzęcych i roślinnych. Będą to t. zw. skupienia albo zbiorowiska. Nietrudno widzieć ich wielką wzajemną zależność.

Rys. 44. Motyl **Metona**, chroniony od napaści, dzięki specyficznej wydzielinie.



Rys. 45. Motyl **Leptalis**, naśladujący poprzedniego.

Opisując jakiś kraj pod względem przyrodniczym, niepodobna inaczej postąpić, jak tylko traktować go zbiorowiskami. Gdyby nam ktoś, opowiadając np. o naszych górach, wyliczył żyjące tam zwierzęta i rośliny, to jeszcze na podstawie takiego spisu nie moglibyśmy zdać sobie sprawy, jak tam wygląda krajobraz, jaki tworzą żywe istoty. A dopiero opis zespołu roślinnego i zwierzęcego, stanowiącego z jednej strony regle, z drugiej hale, wreszcie turnie, daje nam obraz życia gór.



Rys. 46. Desenie na skórze węży. (Miejsca zakreskowane są czerwone).

Regle, hale i turnie w powyższym przykładzie, a wogóle las, łąka, step, jezioro, wydmy, lotne piaski, są to przykłady zbiorowisk. Wiemy już dzisiaj, że na zbiorowisko składa się pewna ilość gatunków roślinnych i zwierzęcych, które, żyjąc w takiej wielkiej, ogólnej sym-biozie, wytwarzają tak dalece ścisłą i wzajemną zależność i zależ ność od środowiska, w jakiem żyją, że bez obecności jednych życie innych przestaje być możliwem.

Obecnie istnieje już specjalna nauka, która się zajmuje badaniem warunków życia w środowiskach, czynników zewnętrznych, które środowisko stwarzają i t. p; nauka ta zwie się ekologją. Stwierdza ona przedewszystkiem ogromną zależność istot żywych od otoczenia i, co za tem idzie, wielkie przystosowanie się organizmu do danych warunków. Poucza nas ona, że w obrębie takich jednostek ekologicznych, jak np. las, istnieją ponadto zróżnicowania. Np. inną faunę ma las iglasty, inną liściasty.

Badania ekologiczne wskazały nam, że nawet pozornie najmniej przydatne do życia miejsca posiadają właściwe sobie zbiorowiska. Życie zdobywa każdą placówkę. Nic dziwnego, że w miejscowościach o ciepłym klimacie, obfitujących w wodę, a więc i w roślinność bogatą, rozkrzewiło się bujnie życie zwierzęce. I nic też dziwnego, że podzwrotnikowa puszcza, nasz las bogaty, tętni i rozbrzmiewa życiem zwierzęcem. Ale na każdym kroku spotykamy przykłady, że życie organiczne wszędzie na ziemi się wciska. Rozpatrzmy kilka przykładów.

Na lodowcach wysokich gór, albo na lodach dalekiej północy i południa znaleziono pewne porosty; nawet na żelaznych szynach i słupach, pokrytych lekką warstewką limonitu (rdzy), już pewne rośliny żyć mogą. Skalista wysepka, porzucona gdzieś w oceanie, a powstała wskutek wybuchu wulkanu, wkrótce posiada swoją florę i faunę. W jaki sposób?

Porowata skała rychło podlega działaniu czynników atmosferycznych, a więc mogą na niej wyrosnąć pierwsze rośliny, które rozpoczną proces tworzenia gleby. A rośliny skąd się wzięły? Morze przyniesie na fali, przelotny ptak na łapach. Tak powstaje świat roślinny. Ptaki tak samo przenoszą i formy zwierzęce: robaki, otorbione pierwotniaki, jaja skorupiaków i t. p. Jakaś burza przypędzi zwalone wielkie drzewo; na niem znajdą się i pajęczaki różne, i owady, a nawet płazy i gady, które, jak wiadomo, w krajach zwrotnikowych często żyją na drzewach. I tak tworzy się zespół nowej wyspy. Z początku nosi charakter przypadkowości, ale wkrótce powstaje istotne zbiorowisko. Pieczary, jaskinie posiadają też

właściwą sobie faunę i florę, jakkolwiek zdawaćby się mogło, że w ciemności życia nie będzie. Zwłaszcza fauna jaskiń jest nawet dość bogata. Składają się na nią różne elementy, czasowi goście, jak np. nietoperze, ale i stali mieszkańcy. Zwierzęta, żyjące w tych warunkach, gdzie zasadniczym czynnikiem jest brak światła, przystosowały się nawet do tego czynnika. U bardzo wielu postaci jaskiniowych widzimy zanik tego narządu zmysłu, który przestaje funkcjonować, mianowicie wzroku, jak to jest u chrząszczy jaskiniowych, u znanego powszechnie płaza trwałoskrzelnego, odmieńca (Proteus) i innych. Zauważymy przy okazji, że tak samo zanik oczu widzimy i u chrząszczy, żyjących w mrowiskach, u ślepca (Spalax), wogóle u zwierząt, żyjących bez światła. U zwierząt takich bardzo często występuje inna jeszcze cecha, zanik barwika. Odmieniec jest biało-różowy, bo poprzez pozbawioną barwika skórę przeświecają naczynia z krwią. Że zanik barwika jest wywołany tylko przez życie jaskiniowe, dowodzi znany fakt, że wystarcza, odmieńca przez pewien czas hodować na świetle, aby się barwik pojawił.

Istoty żywe znajdujemy wszędzie na kuli ziemskiej i wszędzie tworzą one naturalne skupienia czyli zbiorowiska. Wspominaliśmy lodowce, jaskinie, skaliste wyspy; możnaby tu dodać lotne piaski, gdzie żyje mrówkolew, pewne chrząszcze i inne zwierzęta, a trzeba wspomnieć koniecznie o jednem wielkiem zbiorowisku. Jest niem morze.

Oddawna już wiedziano, że powierzchnia mórz i oceanów jest terenem, na którym żyją tysiące gatunków zwierzęcych i roślinnych. Stanowią one t. zw. ogólnie plankton morski. Ponieważ wyraz ten coraz częściej się powtarza w książkach przyrodniczych i myśmy go już używali, przeto objaśnimy go nieco bliżej. Planktonem nazywamy zespół roślinny i zwierzęcy, żyjący na powierzchni wód. Żyjące tu istoty posiadają pewne cechy wspólne. Są niemi: wielka zawartość wody, stanowiąca o tem, że ich ciężar gatunkowy nieznacznie się różni od ciężaru wody, co ułatwia im utrzymanie się na powierzchni; obecność licznych wyrostków, rzęsek i t. p., służących również do powyższego celu; i znaczna zazwyczaj przezroczystość ciała, która chroni przed wrogami. Plankton stanowią przedstawiciele wszystkich niższych roślin i wszystkich typów zwierzęcych. Spotykamy więc tu ze zwierząt: pierwotniaki, larwy różnych jamochłonów, dorosłe postaci, jak: stułbiopławy, żebropławy, krążkopławy, bardzo wiele robaków, bardzo wiele stawonogów i ich larw, zwłaszcza skorupiaków, larwy szkarłupni, larwy mięczaków, larwy osłonic i t. d. Wiele zwierząt planktonowych posiada zdolność

świecenia, znany jest przecież każdemu nocoświetlik (Noctiluca), który też do planktonu należy.

Wszystkie wody posiadają swój plankton, jakkolwiek wody płynące—z reguły mniejszy; jego skład zależy przecież od bliskości albo oddalenia od brzegu, od obecności roślin, czyli że plankton nie jest wszędzie jednakowy. Z mórz europejskich np. bogatszy plankton posiadają morza: Śródziemne, Niemieckie, Adrjatyk i morze Czarne, a uboższy Bałtyk. Wody wewnątrzlądowe też mają plankton różny. Nasze jeziora niżowe odznaczają się wybitnem bogactwem planktonu, gdzie w skład jego wchodzą ponadto larwy bardzo wielu owadów, nie spotykane w planktonie morskim, jak dwuskrzydłych i innych, gdy tymczasem wysokie, górskie jeziora Tatr mają plankton stosunkowo uboższy. Badanie planktonu, jako zbiorowiska, stanowi dziś zadanie wielu uczonych i specjalnych stacyj biologicznych, ma ono i wybitne znaczenie praktyczne, a mianowicie w hodowli ryb. Jak się okazało z badań, od planktonu przedewszystkiem zależy wyżywienie się młodych rybek, stąd bogactwo i skład planktonu ma dla ryb znaczenie decydujące.

Mówiąc o życiu w morzu, nie można pominąć najciekawszego zbiorowiska, jakie tam bytuje, a mianowicie fauny głębinowej. Już była raz o tem mowa, iż morze, nawet na największych głębokościach, posiada swoistą faunę. Ponieważ fauna głębinowa różni się bardzo od powierzchniowej, gdyż na niej w sposób niezwykle uderzający ujawnia się wpływ czynników zewnętrznych, czyli środowiska, przeto należy się jej przypatrzyć bliżej.

Przez długie czasy mniemano powszechnie, że wielkie głębie morskie są całkiem życia pozbawione. Istniało nawet teoretyczne uzasadnienie tego poglądu, z którego najważniejsze punkty są takie. Poniżej kilkuset metrów niema zupełnie światła, gdyż żadne promienie już nie dochodzą. Na znacznych głębokościach brak jest zupełnie tlenu, który dyfunduje bardzo wolno i zostaje całkowicie zużyty przez organizmy, żyjące bliżej powierzchni. Temperatura wody jest zbyt niska, aby mogły w niej żyć jakieś istoty. Przypuszczano nawet niegdyś, że dna oceanów pokrywa lód. Wreszcie, w miarę zagłębiania się w wodę wzrasta ciśnienie słupa wody, które, według łatwych obliczeń, daje liczby takie, że np. na głębokości 4000 metrów ciśnienie wynosi około 400 atmosfer.

Zdawałoby się, iż rozumowanie teoretyczne jest tak słuszne, że inaczej, niż przypuszczano, być nie może. A jednak jest inaczej. Czyżby warunki fizyczne, panujące w głębi oceanów, były inne, niż sądzono? Nie. Dzisiejsze badania w zupełności potwierdziły dawne poglądy, z wyjątkiem może jednego punktu. A więc,

w głębiach morskich istotnie panują olbrzymie ciśnienia, dochodzące do tysięcy atmosfer, żadne z promieni widma nie przenikają głębiej, niż do 500 metrów, tlenu brak prawie zupełnie; tylko temperatura wody jest naogół nieco wyższa, niż przewidywano, wynosząc przeciętnie od ± 0 do 2 stopni. Mimo te wszystkie tak odmienne niż na powierzchni warunki, nawet w największych, zbadanych dotąd przez człowieka głębokościach znaleziono liczne zwierzęta.

Badania głębin morskich, jedne z ciekawszych w biologji, prowadzone są od niedawna, gdyż dopiero od drugiej połowy XIX w. Do ich wytężonych usiłowań wiele się przyczynił szczęśliwy dla przyrodników fakt przeprowadzenia kabli telegraficznych między Europą a Ameryką. Robione wówczas pomiary dna morza, a jeszcze więcej, roboty wykonane na skutek przerwania się kabla w miejscu o znacznej głębokości, rzuciły pierwsze nowe światło na życie w głębinach.

Od tej chwili zaczyna się wielki okres wypraw wszystkich kulturalnych krajów, mających za cel zbadanie tajników mórz i okres wielkich zdobyczy. Dziś powstała już specjalna nauka, zajmująca się badaniem mórz i życia w nich, t. zw. oceanografja, są instytuty jej tylko poświęcone, jak instytut oceanograficzny w Monaco, a opracowaniem zdobytych przez wyprawy materjałów zajmują się tysiące uczonych.

Jakież jest to życie w głębinach? Przedewszystkiem stanowią je prawie tylko zwierzęta. Roślin zielonych brak zupełny z powodu braku światła, a więc niemożności rozkładania CO_2.

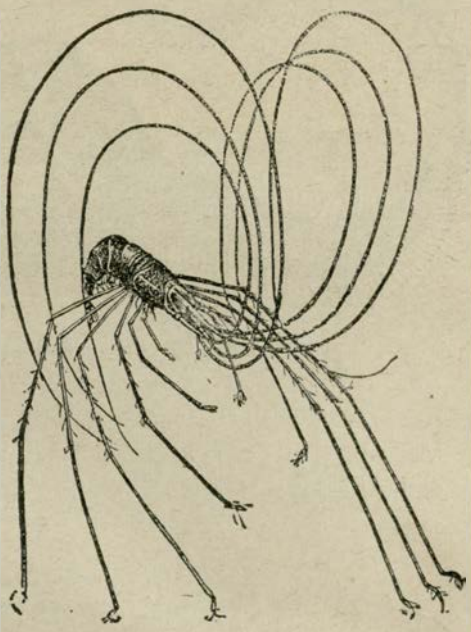
Zwierzęta zaś głębinowe różnią się pod wielu względami od swych krewniaków z warstw powierzchniowych. Wpływają na to swoiste warunki życia.

Streśćmy je raz jeszcze w najważniejszych punktach.

Brak światła, zupełny spokój wody, niezakłóconej żadnym wiatrem, olbrzymie ciśnienie, wreszcie z powodu braku roślin przemiana materji, oparta tylko na świecie zwierzęcym. Każdy z tych czynników wywarł duży wpływ. Brak światła spowodował dwa zjawiska wręcz krańcowe: albo zupełny zanik oczu, tak jak u zwierząt jaskiniowych, albo też ich nadmierny rozwój; tak nadmiernie rozwinięte narządy wzroku spotykamy u zwierząt z tych głębokości, gdzie jeszcze pewne promienie, choć rozproszone, dochodzą. Jednocześnie wraz z brakiem oczu rozwija się bardzo zmysł dotyku, który zastępuje wzrok. Już pisaliśmy o tem, że bardzo liczne zwierzęta głębinowe mają zdolność świecenia. Obserwujemy ją zarówno u posiadających wzrok, gdzie zwierzę samo korzysta z wytwarzanego przez się światła, jako też i u pozbawionych oczu. Wte-

dy świecenie jest tylko przynętą dla innych, które zbliżają się, przyciągane wskutek posiadanego przez się dodatniego fototaktyzmu. Światło, jakie dają zwierzęta głębinowe, bywa rozmaite, przeważnie czerwone, zielonkawe i niebieskie. Narządy świecące są umieszczone w różnych miejscach ciała: bądź na głowie, bądź na tułowiu, występują one albo w postaci brodawek czy wzgórków, albo też bywają osadzone na specjalnych długich wyrostkach.

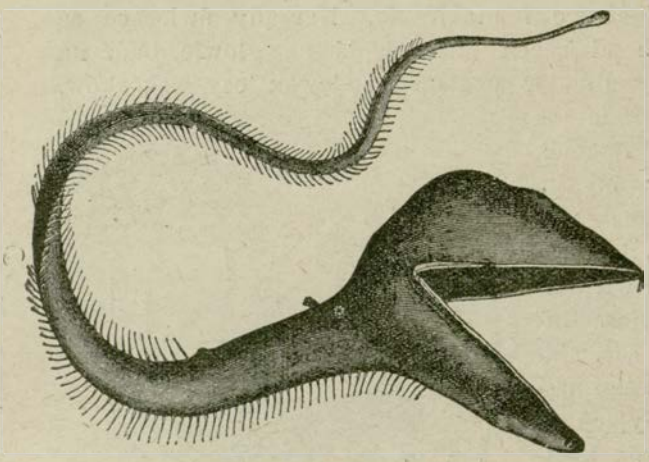
Zupełny spokój wody na olbrzymich przestrzeniach (bo istnieją prądy morskie, docierające aż do dna) umożliwił istnienie postaci na cienkich długich kończynach (rys. 47). Mamy tu skorupiaka, którego najbliżej stojące formy, żyjące na brzegach mórz, posiadają krótkie kończyny, gdyż inne połamałaby fala, on zaś, żyjąc w głębinach, nie jest na to narażony. Zwierzęta, żyjące w głębinach, przystosowały się do ciśnień tam panujących i znoszą je również dobrze, jak my znosimy ciśnienie naszego słupa atmosfery. Natomiast zmiana ciśnienia, jak zawsze, jest dla żywych istot zgubna. Ryby, wydobyte ze znacznych głębokości, rozpadają się niemal w warunkach naszego ciśnienia. Łuski ich wyłażą, tak samo oczy, przewód pokarmowy zostaje wypchnięty przez jamę gębową. Wszystko to dzieje się wskutek tego, że ciśnienie płynów wewnątrz ciała jest znacznie większe, aniżeli ciśnienie otaczającego powietrza.



Rys. 47. Rak głębinowy Nematocarcinus.

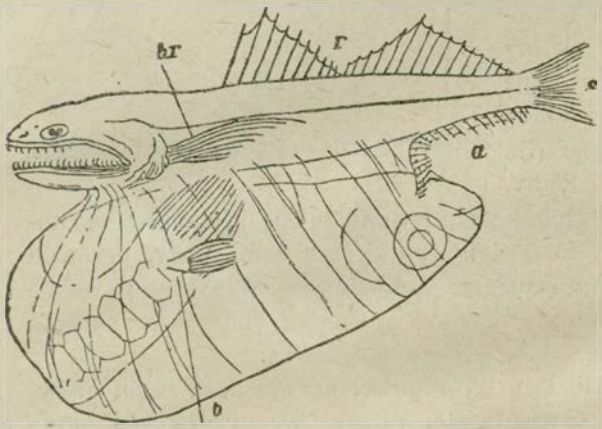
Czem się żywią zwierzęta głębinowe, a zwłaszcza czem oddychają? Jeśli chodzi o żywienie się, to musimy przyjąć, że jedne żyją na koszt drugich, te zaś znajdują swe pożywienie w resztkach organicznych, które bardzo powoli, ale ciągle opadają aż z górnych warstw oceanu, względnie są roznoszone przez prądy morskie. Co zaś do większych zwierząt, to widzimy u nich urządzenia w organizmie, pozwalające na pochłanianie jak największej ilości zdobyczy, o którą najwidoczniej bardzo trudno. Dwa te rysunki najlepiej rzecz wyjaśnią.

Na pierwszym (rys. 48) mamy rybę głębinową Eupharynx; ze stosunku wielkości jej paszczy do reszty ciała widać, że musi ona rzucać się nawet na znacznie większe od siebie istoty i niezwykłą żarłocznością ratować się od głodu.



Rys. 48 Ryba głębinowa Eupharynx.

Drugi rysunek (rys. 49) wskazuje, że ryba (Chiasmodus), złowiona na głębokości 2800 metrów, połknęła większą od siebie (Scopelus); żołądek i brzuch były wzdęte do ostatecznych granic. Zdolność takiego nadmiernego pochłonięcia zdobyczy występuje wszędzie tam, gdzie żywienie się jest bardzo rzadkie, np. u pytona, który potrafi połknąć, a raczej naciągnąć się na całą antylopę lub muła.

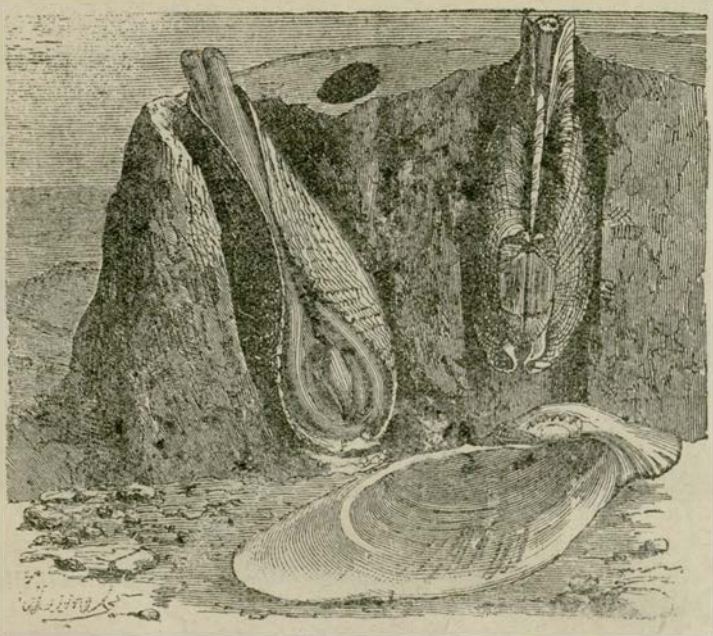


Rys. 49. Ryby głębinowe: Scopelus, połknięty przez Chiasmodus.

Z pożywieniem więc zwierzęta głębinowe radzą sobie nieźle. Brak tlenu jest większy, gdyż, pominąwszy te istoty, które zużywają tlen związków organicznych, inne zmuszone są korzystać tylko z tlenu, jaki w niewielkich ilościach zdołał przedyfundować, ale widocznie dziwne te istoty zużywają go bardzo mało. Mamy jeszcze jeden dowód, że istoty żywe potrafią wszędzie przeniknąć, osiedlić się i bytować nawet w warunkach najmniej dogodnych dla rozkwitu życia.

Jeśli skałotocz (Pholas) (rys. 50) wierci otwór w twardej skale i robi sobie korytarze, aby zdobywać pożywienie, jeśli stożki nasypowe gorących gejzerów już pokrywają rośliny (bakterje), znoszące temperaturę około 80^0—to nic dziwnego, że i głębiny morskie, mimo pozornie tak wrogich dla życia warunków, stały się terenem jego ekspansji.

Zajmował nas osobnik żywy, jako jednostka, później mówiliśmy o nim, że stanowi zawsze część pewnego zbiorowiska, obecnie musimy jeszcze zbadać sprawę zbiorowiska w węższem znaczeniu. Do-



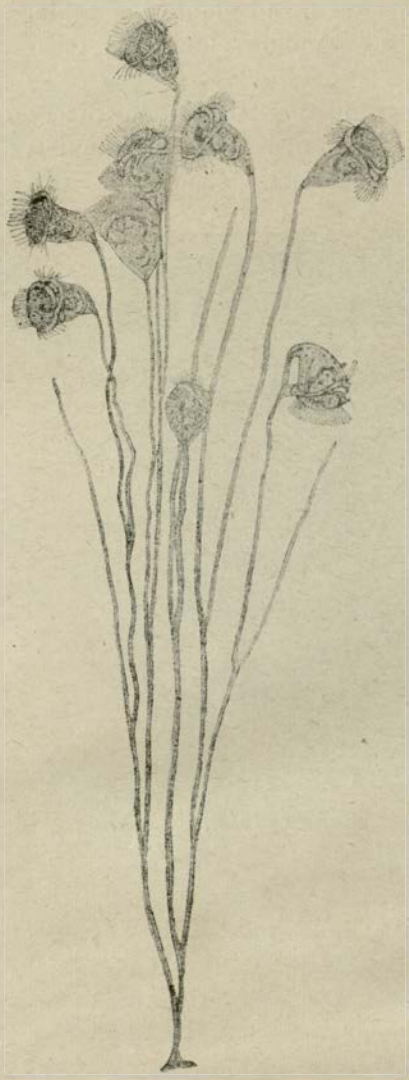
Rys. 50. Skałotocz (Pholas).

chodzimy do pojęcia łączenia i mieszania się osobników, które przybierać może nawet formę, zwaną społeczeństwem, albo państwem.

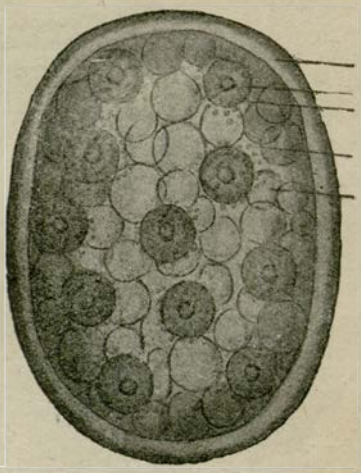
Gdybyśmy, mówiąc o społeczeństwie albo państwie, odrazu zaczęli od badania mrowiska, czy ula, to prawdopodobnie trudnoby nam było wiele faktów zrozumieć. Zacznijmy więc starym zwyczajem od pierwotniaków i poszukajmy czegoś, coby zrzeszeniem można było nazwać. Będzie to trudne, gdyż w pojęciu zrzeszenia kryje się pojęcie jakiegoś wspólnego pożytku, jednem słowem jakiejś „symbiozy", ale jeśli zechcemy wśród pierwotniaków odnaleźć kolonję osobników, to taka rzecz będzie łatwa do wykonania.

Na brzegu pierwszego lepszego listka rzęsy, albo innej wodnej rośliny znajdziemy kolonję pewnych rzęskowców, pokrewnych

z wirczykiem; tworzy ją inny gatunek z rodz. Carchesium (rys. 51). Nosi on nawet nazwę wirczyka kolonjalnego. Mamy tu kilka, a nawet kilkanaście osobników, osadzonych na wspólnej nóżce. Kolonja powstała wskutek pączkowania jednego wirczyka, przyczem indywidua potomne nie oderwały się od pnia macierzystego, lecz pozostały razem. Mimo to, że w tym razie istnieje łączność wszystkich osobników, zachowują one wszakże jeszcze całkowitą samodzielność i życie w zespole nie wpływa na nie modyfikująco.



Rys. 51. Wirczyk kolonjalny **Carchesium polypinum.**



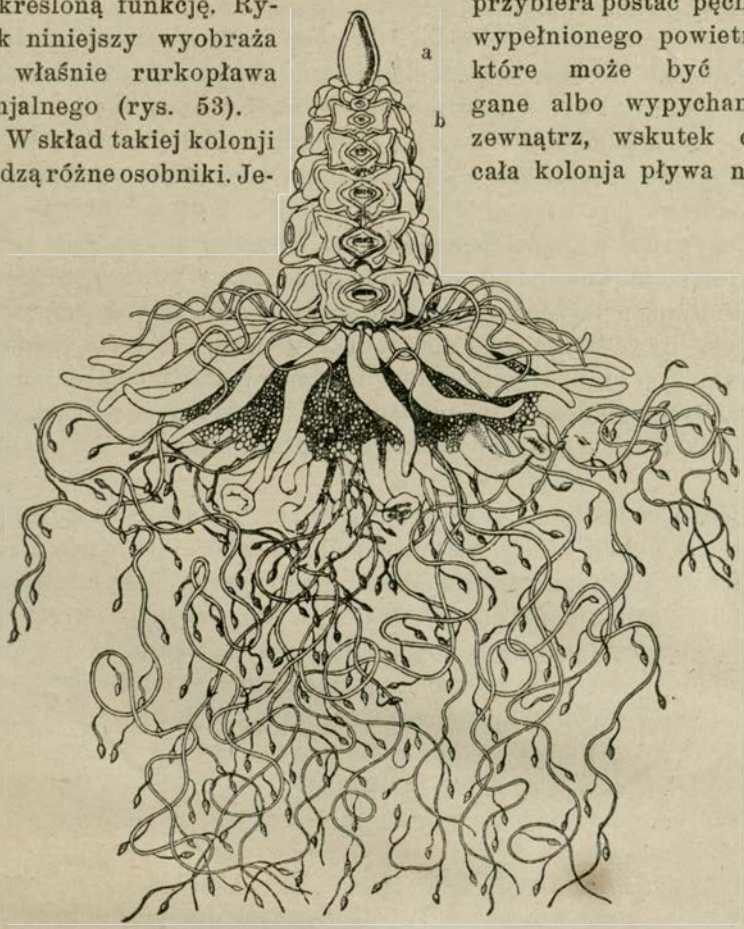
Rys. 52. Promienica kolonjalna (**Collozoum**).

Już u promienicy kolonjalnej (Collozoum) (rys. 52) mamy stosunki nieco odmienne. Pojedyńcze osobniki posiadają jeszcze wprawdzie całkowitą indywidualność, wyrażającą się w ich niezmienionym kształcie i t. d., ale już wspólnie otaczają się galaretowatą wydzieliną plazmy, w której zawarte pęcherzyki powietrza pozwalają całej kolonji unosić się na powierzchni wody.

Tendencję do budowania kolonij posiadają w wysokim stopniu jamochłony. Możemy w obrębie tego typu rozróżnić kolonje takiego rodzaju jak u pierwotniaków, a więc złożone z osobników niezróż

nicowanych, np. polipy koralowe, i kolonje takie, jakie mamy u rurkopławów (Siphonophora), gdzie występuje w całej pełni zjawisko podziału pracy, doprowadzające do zróżnicowania się osobników pierwotnie jednakowych, a obecnie spełniających w złożonym organizmie tylko pewną określoną funkcję. Rysunek niniejszy wyobraża nam właśnie rurkopława kolonjalnego (rys. 53).

W skład takiej kolonji wchodzą różne osobniki. Jeden, położony najwyżej (a), przybiera postać pęcherza, wypełnionego powietrzem, które może być wciągane albo wypychane na zewnątrz, wskutek czego cała kolonja pływa na po-



Rys. 53. Rurkopław kolonjalny (Siphonophora).

wierzchni, albo zanurza się głębiej. Osobniki położone cokolwiek niżej (b) są to t. zw. dzwony pławne, dzięki którym cała kolonja pływa, t. j. posuwa się naprzód, wskutek urządzenia podobnego, jak u meduz. Jeszcze niżej widzimy dwa rodzaje osobników. Jedne, zakończone cienko (c), stanowią czułki, inne, zakończone rozszerzeniami z otworkami wewnątrz (d), są to osobniki pobierające pokarm. Ponieważ jama chłonąco-trawiąca rozgałęzia się w obrębie wszystkich

członków kolonji, więc wszystkie zostają odżywione. Wreszcie pęk drobnych nitek, zakończonych jakby pączkami (e), stanowią parzydełka, te znowu osobniki grają w kolonji rolę zaczepno-odporną. Oczywiście, istnieją (na rysunku nie widoczne) jeszcze osobniki przekształcone tak, że tworzą gonady, to znaczy organy rozrodcze; rurkopławy bowiem rozmnażają się drogą płciową.

Poza jamochłonami, nieprędko się znów spotkamy z życiem kolonjalnem. Dopiero wśród stawonogów, a raczej wśród owadów, natrafimy na takie życie w zespole, które nazwano życiem społecznem, a taki zespół zwierzęcy—społeczeństwem albo państwem.

Naprzód postawmy sobie pytanie, czy nazwa społeczeństwo albo państwo jest uzasadniona? Tak często i od tak dawna nazwy te są używane, że sądzićby można, iż kwestja ta, natury zasadniczej, jest oddawna pozytywnie przesądzona. Tymczasem jest inaczej. Pojęcie społeczeństw i państw zwierzęcych jest dawne wprawdzie, ale bywa stosowane dość bezkrytycznie. Wogóle dałoby się tu powtórzyć to, cośmy mówili o instynkcie i świadomości u zwierząt. Zbytnie, niczem nieuzasadnione „uczłowieczanie" zwierząt i przejawów ich życia sprowadza często sąd przyrodnika na błędne drogi.

Jeden z polskich uczonych [1]), zadawszy sobie nasze pytanie, odpowiada w taki mniej więcej sposób. Mówiąc o państwie zwierzęcem, trzeba pamiętać, że nie wolno przeprowadzać zbyt daleko idących porównań z państwami ludzkiemi. To, co u zwierząt nazywamy państwem, jest zespołem, istniejącym na skutek działania zupełnie innych zasad, niż w państwie ludzkiem. Podobieństwo, które właśnie człowiekowi takie porównanie nasuwa, jest tylko zewnętrzne i sprowadza się raczej do pewnych szczegółów.

Jakie są cechy państwa ludzkiego?

Państwa ludzkie składają się z jednostek, należących do różnych rodzin.

W każdem państwie istnieje rząd, któremu wszyscy podlegają.

Wprawdzie jednostki, składające państwo, specjalizują się przy ogólnie istniejącym podziale pracy, ale w zasadzie każdy osobnik uzdolniony jest do wykonywania wszelkich prac.

Jednostki ludzkie działają planowo i świadomie.

Przypatrzmy się wszelkim znanym zespołom zwierzęcym. Cech wymienionych dla państwa ludzkiego nie znajdziemy w nich nigdzie. Weźmy najbardziej złożone i wykazujące, w naszych oczach przynajmniej, najwięcej podobieństwa do naszych. Czy to będzie ul

---

[1]) M. Siedecki (r. 1916).

pszczół, czy gniazdo termitów, czy mrowisko — wszędzie najważniejsze cechy tych zespołów będą następujące.

Państwo zwierzęce składa się w gruncie rzeczy z jednej rodziny osobników, które mogą pochodzić od jednej pary.

Używane dla państw zwierzęcych terminy, jak: królowa, żołnierze, robotnice, niewolnicy, nie mają ludzkiego znaczenia, bo rządu i świadomości tego rządu w państwie zwierzęcem niema.

W państwie zwierzęcem podział pracy jest bardzo ściśle, związany z cechami budowy zwierzęcia; u owadów kwestja osobnika, który ma być robotnicą lub żołnierzem, jest zdecydowana w pierwszych stadjach rozwoju jajka.

Czyny, dokonywane przez zwierzęta, nie posiadają cech, dowodzących istnienia świadomości.

Cóż wobec tego stanie się z wyrażeniami: „pracowita" mrówka, „cierpliwa" pszczółka, któremi posługujemy się tak często?

Zostaną, oczywiście, w naszym języku i będziemy ich nadal używać, pamiętajmy tylko, że są to wyrażenia, które nauka może w przyszłości bardzo zakwestjonować. Mówić bowiem tak, jest to tem samem mówić o inteligencji i psychice zwierzęcej, o psychologji zaś zwierząt wogóle, zwłaszcza o psychologji zwierząt bezkręgowych, trudno dziś jeszcze wydać sąd stanowczy.

To też, gdyśmy na początku książki postawili sobie, jako jedyne narazie zadanie biologa, badanie przejawów życia, to obecnie dobiegliśmy do pewnego kresu, za który nie wykroczymy.

Zjawiska psychiczne stanowią niewątpliwą cechę życiową, jedną z tych, któreśmy to jako najważniejsze podali przy odróżnieniu istot żywych od materji nieożywionej. Ale o ile inne przejawy są badane od bardzo dawna i mamy już co do nich nagromadzone zdobycze wiedzy kilku pokoleń ludzkich, o tyle w zakresie psychologji zwierząt wszystko jest jeszcze przyszłością. Dziś niepodobna dać definicji, co nazywać mamy życiem psychicznem zwierzęcia, i wobec tego niepodobna nawet wskazać, gdzie się ono w świecie zwierzęcym zaczyna.

A więc zakres badań, wyznaczony przez pierwszą obserwację komórki, dobiegł końca. Obecnie zwrócimy się do tych zagadnień, które obchodzą biologa narówni z podstawowem zagadnieniem życia, a przedewszystkiem do ich historji, by się przekonać, że wiele naszych problematów już od wieków zaprząta umysły ludzkie.

ROZDZIAŁ XVII.

Badania zjawisk życiowych otworzyły przed dzisiejszym biologiem niezwykle szerokie horyzonty.

W ostatnich stu latach zwłaszcza, ileż to kwestyj nowych, ile to zagadnień doniosłych stanęło wobec nas! W kursie poprzednim dotknęliśmy wielu z nich, jak np. budowy komórki, zjawiska rozrodu, partenogenezy i t. p. Czy te wielkie problematy nauki zostały już rozstrzygnięte? Bynajmniej. Pamiętamy przecież, że w gruncie rzeczy żadne z poruszonych zagadnień nie mogło być omówione tak, aby już nie pozostawiało wątpliwości; przypomnijmy sobie tylko konjugację i wiele innych kwestyj. Nad ich rozwiązaniem pracują tysiące uczonych wszystkich krajów kulturalnych, ale dopiero przyszłość, któż wie, jak odległa, wypowie może ostatnie słowo.

Są to zagadnienia, o których można powiedzieć, że są na warsztacie nauki.

Lecz mamy i inne. Mamy takie, które już stanowią kartę zamkniętą. Już nie będziemy się dzisiaj spierali o to, czy organizmy składają się z komórek, czy nie, ani o to, czy istnieje samorództwo, bo to są fakty poznane dokładnie.

Na takich faktach ustalonych opiera się właśnie gmach wiedzy dzisiejszej. Ich zdobywanie, utrwalanie się wśród ludzi, wreszcie wpływ na rozwój wiedzy, wszystko to stanowi historję nauki.

Każda nauka ma swoją historję, swoją przeszłość; ma ją również i biologja. Może krótszą niż np. astronomja, matematyka lub filozofja, może zogniskowaną przedewszystkiem w wiekach XIX i XX, w tych czasach niezwykłych poprostu zdobyczy techniki, która w badaniach biologicznych tak doniosłą odgrywa rolę, ale tem niemniej cenną. Naszem obecnem zadaniem będzie poznać tę historję w najkrótszym zarysie.

Gdybyśmy w starożytności szukać chcieli przyrodnika-biologa, badacza przejawów życia w żywych istotach, to okaże się, że pierwszym wielkim uczonym-przyrodnikiem jest ojciec współczesnej wiedzy naszej, Arystoteles.

Nie ulega wątpliwości, że już i w dawniejszych czasach człowiek wiedział coś niecoś o otaczającym go świecie istot żywych, a z drugiej strony i starożytni filozofowie wypowiadali ogólniejsze myśli o życiu, ale Arystoteles pierwszy z wiadomości o przyrodzie uczynił wiedzę.

Arystoteles (384—322 prz. Chr.) był niezwykle krytycznym i bystrym obserwatorem i myślicielem, a posiadał tak olbrzy-

mią wiedzę, jak nikt przed nim i może nikt po nim. Zostawił też po sobie liczne pisma. Z pism treści biologicznej zachowały się tylko zoologiczne, gdyż botaniczne zaginęły. W pismach tych ujawnia się taki ogrom wiadomości, że niepodobna przypuszczać, aby wszystkie podawane przez Arystotelesa fakty były mu znane z własnego doświadczenia. Uczony ten korzystał bez wątpienia z innych źródeł i cudzych spostrzeżeń i myśli, a miał możność po temu, ze względu na swe wyjątkowe stanowisko na dworze Aleksandra Macedońskiego, oraz z powodu licznych i wielkich naówczas podróży, jakie odbył w towarzystwie tego zdobywcy.

Znaczenie Arystotelesa dla nauki jest tak wielkie, że nie tylko stanowi on najwybitniejszą postać starożytności, ale całe niemal wieki średnie przeżyły jego tylko jeszcze ideami, a w sprawach przyrodniczych był on autorytetem aż do czasów Odrodzenia.

Arystoteles w biologji nie był twórcą wielkich pomysłów, natomiast w jego pismach znajdujemy wiele obserwacji i danych, które potwierdziły dopiero nasze czasy.

Oto np. w „Historji zwierząt" pisze: „Istnieją zwierzęta, u których wszystkie części jednych są podobne do odpowiednich części innych, istnieją atoli i takie, u których podobieństwa tego niema.

Istnieją jeszcze inne zwierzęta, o których nie można powiedzieć, że części ich są tej samej postaci, ani też, że różnią się mniej lub więcej, można stwierdzić tylko analogję pomiędzy jednemi a drugiemi; tak np. pióro jest tem u ptaka, czem łuska u ryby; można porównać pióro i łuskę, lub rękę i szczypce raka. Oto w jaki sposób części, które składają osobnika, są te same i są różne.

Należy jeszcze zaznaczyć ich położenie. Niektóre zwierzęta posiadają te same części, lecz części te nie są podobnie położone".

„Wogóle u zwierząt różnego rodzaju większość części ma postać różną; niektóre z nich posiadają tylko podobieństwo stosunku i użycia, lecz są w zasadzie różne, liczne znajdują się u jednych zwierząt, lecz niema ich u innych".

Wyraźmy powyższe myśli naszym dzisiejszym językiem naukowym, a okaże się, że Arystoteles mówi nam o zasadzie homologji i analogji, zasadzie, która doniosłą rolę odgrywa we współczesnej zoologji i anatomji porównawczej, tak dalece, że anatomję porównawczą możnaby nazwać nauką o homologjach w świecie zwierzęcym.

Jakież znaczenie mają te terminy?

Rozpatrując zwierzęta i porównywając je ze sobą pod względem ich budowy, dostrzegamy pewne stosunki, zachodzące między rozmaitemi narządami, czyli organami, wykrywamy mianowicie istnienie t. zw. analogji i homologji. Badając np. zwierzęta, posiada-

jące zdolność unoszenia się w powietrzu, widzimy, że: ptak posiada skrzydła i owad również, w obu przypadkach służą one do lotu, a więc posiadają jednakową funkcję, ale skrzydło ptaka jest to przekształcona kończyna przednia, gdy tymczasem skrzydło owada jest fałdem skórnym, stanowiącym modyfikację tchawek.

Takie narządy o jednakowej funkcji, lecz odmiennem pochodzeniu nazywamy analogicznemi.

A więc tak samo analogicznemi będą np. skrzela bezkręgowców i płuca kręgowców, gdzie znów funkcja jest jednakowa, a pochodzenie odmienne.

A teraz: porównajmy skrzydło ptaka i rękę człowieka.

Pochodzenie tych narządów jest jednakowe są to przednie kończyny kręgowca, ale funkcje są różne. Takie znów narządy o wspólnem pochodzeniu, lecz odmiennych czynnościach nazywamy homologicznemi. Tak samo homologicznemi będą np. płuca ssaka albo gada i pęcherz pławny ryb. Pochodzenie w obu przypadkach jest jednakowe. Zarówno płuca, jak i pęcherz pławny są pierwotnie wypuklinami przedniej części jelita zarodka, lecz funkcje są różne.

Dziś więc ustalenie, czy homologja, czy analogja istnieje w danym przypadku, jest jedną z ważnych kwestyj badania naukowego, bo wykrycie homologji pozwala na stwierdzenie istotnych podobieństw, a więc i bliskich związków pomiędzy różnemi nieraz zewnętrznie postaciami.

Arystoteles znał też i inną ważną zasadę. Pisze on: „Zwierzęta bez nóg, z dwiema nogami, lub z czterema posiadają krew. Te wszystkie, co mają więcej nad cztery nogi, posiadają limfę. Czworonogi żyworodne, których uzębienie przedstawia rodzaj noży, nie posiadają nigdy rogów, czworonogi z rogami nie mają siekaczy w szczęce górnej. Wszystkie czworonogi żyworodne, opatrzone rogami i nie posiadające siekaczy górnych, opatrzone są czterema żołądkami i mają zdolność przeżuwania".

W tych zdaniach, w tych tak trafnych obserwacjach zawarta jest myśl o istnieniu pewnego prawa przyrody, t. zw. współczynności, albo korrelacji. Prawo to, ugruntowane dopiero przez Cuvier'a w pierwszej połowie XIX wieku, orzeka, iż istnieje pewna zależność, korrelacja, między poszczególnemi znamionami budowy. Jak słusznie stwierdził Arystoteles, budowa przewodu pokarmowego jest zawsze w związku z budową uzębienia, w związku z tem jest również budowa kończyn i t. p.

Ścisłe i konsekwentne stosowanie prawa korrelacji pozwala na odtworzenie całego zwierzęcia na podstawie jednej bodaj kości; i tak właśnie zrobił genjalny Cuvier, który, otrzymawszy jedną tyl-

ko kość pewnego zwierzęcia, na jej podstawie określił nie tylko wielkość i budowę tego zwierzęcia, ale nawet jego wygląd zewnętrzny. Istnienie prawa korrelacji okazało się w tym przypadku tak dalece pewnem, że gdy później zaczęto znajdować szkielety tego ssaka, to fakty najzupełniej potwierdziły przewidywania Cuvier'a.

Wreszcie Arystotelesowi zawdzięczamy pierwszy (przynajmniej w dziejach myśli europejskiej) system zoologiczny. Arystoteles podzielił wszystkie znane sobie zwierzęta na dwa „wielkie rodzaje" (γένη μέγαλα). Pierwszy—to zwierzęta doskonałe czyli posiadające krew, drugi—to niedoskonałe czyli bezkrwiste. Trzeba pamiętać, że Arystoteles i starożytni uważali, iż krew może być tylko czerwona, dziś zaś wiemy, że większość bezkręgowych posiada krew bezbarwną, albo inaczej zabarwioną.

Do posiadających krew Arystoteles zaliczył:

1) czworonogi żyworodne (ssaki)
2) ptaki
3) „ jajorodne (gady i płazy)
4) ryby.

Do bezkrwistych:

1) Malakia (głowonogi)
2) Malakostraca (wyższe skorupiaki)
3) Entoma (owady, wije, pajęczaki, pierścienice)
4) Ostracodermata (brzuchonogi, małże, szkarłupnie, meduzy i gąbki).

Podział taki z dzisiejszego stanowiska wydać nam się może niekrytycznym i wręcz naiwnym. Ale dokładniejsza analiza, którą zrobimy nieco później, przekona nas, ile w nim jest myśli głębokich i słusznych. Powtarzamy: Arystoteles nie był teoretykiem, nie wygłaszał ogólnych idej biologicznych i nie zastanawiał się naprzykład nad pochodzeniem świata zwierzęcego i t. p., ale już i on posiadał ideę ciągłości świata organicznego. Idea ta została ostatecznie ugruntowana dopiero w wieku XIX. Pisze on mianowicie (Historia animalium): „Przyroda przechodzi przez zaledwie dostrzegalne stopnie od jednego rodzaju i gatunku do drugiego, a od człowieka do najmniejszych istot wszystkie jej produkty zdają się być połączone nieprzerwanym łańcuchem".

Stwierdziwszy u Arystotelesa tyle wielkich, prawdziwie nowoczesnych poglądów, nie możemy jednak pominąć i innych faktów, świadczących o tem, że pod pewnemi względami nawet genjalny Arystoteles nie wykraczał poza umysłowość współczesnych. Wierzył więc w samorodztwo, i to nie tylko niższych ustrojów, gdzie, jak przy-

puszczał, samorództwo może stanowić regułę, ale nawet wyższych, zwanych przez siebie doskonałemi, jak np. węgorze. Tak bystry obserwator nie mógł, rzecz prosta, nie wiedzieć, że niższe tkankowce składają jajka; Arystoteles wiedział o tem, ale stwierdził, że z nich nic nie powstaje, uważając jajka, jako zapasy nagromadzonego tłuszczu.

W czasach starożytnych nie znajdujemy już więcej umysłów, któreby wypowiadały jakieś głębsze myśli przyrodnicze. Zasługują jeszcze na wzmiankę dwaj ludzie, nie przyrodnicy, lecz poeci. Lucretius Carus (98—55 p. Chr.) i Owidjusz (43 p. Chr.—17 po Chr.).

Pierwszy z nich widział w przyrodzie walkę o byt i pewien dobór, oraz w stosunku do człowieka dopatrywał się stopniowego rozwoju. Sądził on mianowicie, że nie tylko człowiek stopniowo się rozwijał, ale i mowa jego ulegała powolnej ewolucji.

Drugi zaś podobne wygłaszał idee.

Myśli te wszakże nie były wynikiem badań przyrodniczych, lecz poetyckiej intuicji.

Wieki średnie nie przyczyniły się wiele do rozwoju wiedzy biologicznej. Pragnąłbym jednak zauważyć, że zazwyczaj nasz stosunek do tego okresu w życiu społeczeństw europejskich jest niesłuszny i poniekąd krzywdzący. Zwykło się mówić, że wieki średnie to wieki ciemnoty umysłowej, kiedy każda myśl przyrodnicza w zarodku jeszcze była tępiona. Tak nie było. I jeśli nie możemy mówić o rozkwicie przyrodoznawstwa w tych wiekach, jeśli nie spotykamy wielkich imion od czasów Arystotelesa aż do Odrodzenia, to przyczyn tego należy szukać przedewszystkiem w umysłowości ówczesnego człowieka, którego zagadnienia przyrodnicze nie pociągały specjalnie, a jeśli się z niemi stykał, to w książkach dopiero, a mianowicie w dziełach Arystotelesa. Pamiętajmy zaś i o tem, że Arystoteles przez długie czasy nie był znanym zupełnie w Europie i wrócił dopiero drogą okólną przez Arabów i to z początku tylko w przekładach łacińskich. Podówczas, kto się zajmował przyrodą, ten poprzestawać zwykł na komentowaniu Arystotelesa, i stąd nawet błędne jego poglądy stawały się dogmatami, ale wiadomo przecież, jak bardzo człowiek średniowiecza wierzył autorytetom, nie usiłując samodzielnie sprawdzać starych twierdzeń.

Jednakże nawet i w tych czasach istniało pewne zamiłowanie do badań przyrodniczych. Widzimy je z jednej strony wśród uczonych arabskich XII wieku, jak Avicenna, Averrhoes, z drugiej zaś i w Europie mamy tego ślady. Wiemy, że tu i owdzie po klasztorach zwłaszcza, benedyktynów, franciszkanów i dominikanów, zajmowano się przyrodą, a istniały przecież i dzieła przyrodnicze.

Zasługuje na szczegółowszą wzmiankę „Physiologus". Dzieło to rozchodziło się po Europie w postaci jeszcze rękopiśmiennej, a jak było poczytne dowodzi fakt, że istniały jego opracowania w bardzo wielu językach, nawet takich, jak: hebrajski, ormiański, syryjski i t. p. Kto napisał „Physiologus'a", nie wiemy, prawdopodobnie był to owoc pracy zbiorowej. Znajdowały się tam różne wiadomości o przedmiotach natury, a przedewszystkiem o zwierzętach i roślinach. Obok faktów prawdziwych, pełno w nim przeróżnych bajek, któremi się tak chętnie karmiły ówczesne umysły, jak np. o ptaku phenixie, który żyje tysiąc lat, a potem spala się we własnem gnieździe; o lwie, który po urodzeniu jest kilka dni martwy, aż przychodzi lew ojciec i dmuchnięciem na noworodka powołuje go do życia i t. p.

Oprócz dzieła powyższego, już z XIII wieku datuje się inne, gdzie przedstawiono wszystkie znane zwierzęta w sposób encyklopedyczny, to znaczy układając opisy o nich w porządku alfabetycznym. W podobny sposób, a więc nie usiłując stwarzać żadnej klasyfikacji, postępowano i znacznie później jeszcze. W wieku XVI zoolog Konrad Gessner w wielkiem dziele, o 3500 stronicach p. t. „Historia animalium", też podaje wiadomości z ówczesnej zoologji w formie encyklopedji, jednakże każdy wielki tom poświęca jednej tylko grupie zwierząt. Warto wspomnieć, że Gessnera „Historję" zdobiły liczne wizerunki zwierząt, a nawet ich budowy anatomicznej, wykonane przez takich ludzi, jak między in. Albrecht Dürer.

Żywy rozwój wiedzy biologicznej, zwłaszcza zaś lekarsko-biologicznej, rozpoczyna dopiero Odrodzenie.

Przodują w tem Włochy. Powstają więc liczne akademje i stowarzyszenia naukowe, jak „Academia lynceorum", czyli ostrowidzów (rysiów), ryś bowiem ma posiadać wzrok specjalnie przenikliwy. We Włoszech w wieku XVI żyli i działali: Vesalius, Ambrosius Paré, Hieronymus ab Aquapendente. W Szwajcarji fizjolog Paracelsus. Że nawet jeszcze owe czasy niezbyt sprzyjały badaniom przyrodniczym, tego dowodzi fakt, iż Vesalius musiał z uczniami po nocach wykradać trupy złoczyńców, rzucone psom na pastwę, albo wisielców z szubienic odcinać, a sekcje przy świetle kaganka robić gdzieś w piwnicy Ówczesny tłum nie byłby mu przebaczył takiej profanacji zwłok ludzkich.

Jednocześnie zwiększała się wiedza przyrodnicza o coraz to nowych przywożonych z dalekich krajów zwierzętach i roślinach, i w miarę tego wzrastała potrzeba naukowej klasyfikacji.

ROZDZIAŁ XVIII.

Zaznajomiliśmy się w najkrótszym zarysie z historją biologji aż do wieku XIX. Widzieliśmy, że w wieku XVIII zarysowują się wyraźnie różne kierunki badań biologicznych, z których jednemu musimy nieco więcej uwagi poświęcić. Mam tu na myśli badania systematyczne. Nie analizowaliśmy bowiem bliżej ani pierwszego w nauce systemu Arystotelesa, ani pojęcia gatunku, wprowadzonego do nauki przez Ray'a, ani wreszcie układu linneuszowskiego. Robiłem to rozmyślnie, odkładając tę analizę aż do chwili, gdy zebrany materjał pozwoli obecnie na poświęcenie specjalnego rozdziału zasadniczym pojęciom z zakresu systematyki.

Wśród pojęć systematycznych na pierwszy plan wysuwa się pojęcie gatunku. Każdy współczesny przyrodnik biolog musi wiedzieć, co to jest gatunek, przedewszystkiem dlatego, że jest to termin używany ciągle, na każdym kroku, a powtóre dlatego, że każdemu przyrodnikowi może się zdarzyć, iż sam będzie musiał tworzyć nowe gatunki. Przy opracowywaniu pod względem systematycznym zbiorów zwierząt lub roślin, zwłaszcza egzotycznych, okoliczności takie trafiają się bardzo często. Termin „gatunek" dzieli pod wielu względami losy innego—„instynkt" i to, cośmy powiedzieli w rozdziale XIV o używaniu i nadużywaniu wyrazu instynkt, dałoby się i tu zastosować. Mówimy wszak ciągle w życiu codziennem: „to jest inny gatunek skóry, wełny, kapeluszy, krawatów i t. p.". Jedni mówią wtedy o „gatunkach", inni o „rodzajach". Jakież mają znaczenie powyższe terminy w zastosowaniu do różnych przedmiotów? W gruncie rzeczy świadczy to tylko o tem, że dostrzegamy różnice w przedmiotach i wyrażamy je w taki sposób. Ponadto jest właściwością ludzkiego umysłu, iż wszelkie otaczające rzeczy, przedmioty nie tylko nazywamy, ale staramy się uporządkować, ustawić w pewnym logicznym szeregu, czyli że świadomie, czy nieświadomie dokonywamy pracy klasyfikacyjnej, a więc stwarzamy system.

Już i człowiek pierwotny rozróżniał napewno zwierzęta i rośliny i nazywał je osobnemi imionami, ale pierwszy system stworzył dopiero Arystoteles. A od jego czasów aż do dnia dzisiejszego mamy wciąż nowe usiłowania ujęcia tych ogromnych ilości postaci organicznych w systemy. Zapytajmy teraz, dlaczego te systemy ciągle się zmieniają, a odpowiedzią będą podstawy, na jakich się opiera systematyka współczesna. Musimy je poznać, boć musimy zdawać sobie sprawę, dlaczego dzielimy zwierzęta np. na pewną ilość typów, gromad, rzędów i t. d. i jakie są między poszczególnemi temi terminami różnice. Trzeba to

zrobić, choćby i dlatego jeszcze, że nie tylko termin „gatunek", ale i inne, jak: rodzina, rząd, gromada, typ, są używane w mowie potocznej w znaczeniach jak najdowolniejszych, gdy tymczasem nazwy powyższe mają w nauce pewne ustalone i określone ściśle znaczenie. Człowiek, dając wyraz swej wewnętrznej potrzebie, klasyfikuje, porządkuje świat otaczający; a czyniąc to w stosunku do zwierząt, czy roślin, stwarza systematykę zoologiczną albo botaniczną.

Systematyka nie jest i nie może być jedna, a to dlatego, że zależy ona od podstaw, na jakich była budowana, te zaś mogą być bardzo różne, i zmieniać się w różnych czasach.

Jakież mogą być podstawy systematyki?

Dla łatwiejszego zrozumienia tych rzeczy weźmy pod uwagę następujący przykład.

Wyobraźmy sobie ogromną ilość, dajmy na to, książek, zrzuconych na jedną bezładną gromadę. Najcenniejsza bibljoteka w takich warunkach nie pozwala na zorjentowanie się w jej bogactwach. Ustawiamy więc nasze książki na półkach, przyczem, ulegając owej wewnętrznej potrzebie, staramy się w ustawieniu książek zachować pewien porządek, czyli innemi słowy wprowadzamy pewien system. Jaki? Mogą być różne. Boć przecież książki można ułożyć w sposób bardzo rozmaity. Według koloru okładek, wielkości, czyli formatu, roku wydania, autorów, treści i t. d. Jakkolwiek książki ułożymy, zawsze jednak będą one wtedy dostępniejsze, niż gdy leżały na gromadzie, a więc każdy system jest lepszy, niż brak wszelkiego.

Ale, już układając książki, przekonamy się, że różne systemy, które zastosujemy, będą w zasadzie dwóch kategoryj: sztuczne i naturalne. Sztuczne będą te, które się oprą na cesze nie istotnej, więc przypadkowej, jak np. format książki, lub kolor okładki naturalne zaś takie, jakie wezmę za podstawę, to co jest w książce istotnego, a więc przedewszystkiem jej treść.

Owóż klasyfikując istoty żywe, nauka dąży zawsze do tego aby system był jak najbardziej naturalny, to znaczy, aby obok siebie stanęły istoty jak najwięcej do siebie podobne, przyczem, dziś wiemy już, że o podobieństwie rozstrzygają przedewszystkiem nie cechy zewnętrzne, lecz o wiele istotniejsze, wewnętrzne.

I wtedy zaczynają się trudności skonstruowania naturalnego systemu, nie przezwyciężone aż do dni naszych. Bo zwierzę, czy roślina, to nie książka.

A i w klasyfikowaniu książek bywają trudne sprawy. Ktokolwiek w swej bibljoteczce chciał ze względów praktycznych oddzielić „książki" od „broszur", ten wie, że nieraz niełatwo się zdecydować, do jakiego działu dany druk zaliczyć.

Pomimo to, w bibljotece mamy do czynienia z książką, która stanowi zawsze jednostkę, pewną wyraźną całość, gdy tymczasem w przyrodzie jest zupełnie inaczej. Klasyfikując istoty żywe, winniśmy zawsze pamiętać o następującej wielkiej prawdzie.

W przyrodzie niema ani rodzajów, ani rodzin, ani rzędów i t. d., są tylko poszczególne osobniki, indywidua. Możnaby tylko zgodzić się, że jedynie dzisiejszemu pojęciu gatunku odpowiada coś w rzeczywistości. (O tem niżej). Już Arystoteles mądrze powiedział: „omnis divisio magis artis est, quam naturae". Każdy podział jest w istocie swej czemś sztucznem, narzuconem naturze, a te wszystkie nasze terminy to są tylko przecież abstrakcje.

Jeżeli więc musimy klasyfikować otaczające nas jestestwa, to obowiązkiem naszym jest tak nasz system budować, aby posiadał jak najwięcej cech naturalnych. To są nasze dzisiejsze zasady. Rozpatrzmy obecnie krytycznie z tego stanowiska systemy znane nam już, mianowicie: Arystotelesa i Linneusza.

Zestawmy oba systemy:

Arystotelesa:	Linneusza.
A) Zwierzęta doskonałe, czyli posiadające krew.	
1) Czworonogi żyworodne (ssaki)	Gromady:
2) Ptaki	1) Ssaki, 4) Ryby,
3) Czworonogi jajorodne (gady—płazy)	2) Ptaki, 5) Owady,
4) Ryby.	3) Gady, 6) Robaki.

B) Zwierzęta niedoskonałe, czyli nie posiadające krwi:

1) Malakia (mięczaki głowonogie).

2) Malacostraca (wyższe skorupiaki—krab, rak rzeczny).

3) Entoma (owady, wije, pajęczaki, pierścienice).

4) Ostracodermata (mięczaki, brzuch., małże, jeżowce i t. d.).

Przypomnijmy sobie, że Arystoteles stosował dwie zasady w swej klasyfikacji, brał pod uwagę cechy wewnętrzne i zewnętrzne.

Wzięcie jako podstawy podziału cechy wewnętrznej, było jak najbardziej słuszne, to też doprowadziło Arystotelesa do wykrycia zasady, polegającej na przeciwstawieniu ssaków, ptaków, gadów, płazów i ryb wszystkim pozostałym zwierzętom. Mniejsza o to, że Arystoteles używa tu dziwnych dla nas terminów, jako to: zw. doskonałe i niedoskonałe, oraz, że tylko czerwoną krew krwią nazywa, dość, że już Arystoteles te dwa światy zwierzęce wyodrębnił. W wieku XIX (Lamarck) potwierdzono myśl Arystotelesa, a odnalazłszy inną jeszcze cechę, obecność szkieletu wewnętrznego, którego część

stanowi kręgosłup, nazwano doskonałe zwierzęta kręgowcami, pozostałe zaś bezkręgowcami.

Natomiast, klasyfikując zwierzęta „bezkrwiste", oparł się Arystoteles już nie na cechach wewnętrznych, lecz zewnętrznych, jak charakter pokrycia ciała, które może być jednakowe u różnych form. Stąd brak wniknięcia w organizację zwierząt spowodował, że uczony ten postawił obok siebie tak różne postaci, jak np. owady i pieścienice, albo małże, wąsonogi i szkarłupnie.

Jakże się przedstawia system Linneusza?

Jest on oparty na cechach ściśle zewnętrznych, gdyż organizacja zwierzęcia mało interesowała tego uczonego. System ten jest zupełnie sztuczny, znacznie gorszy, niż arystotelesowski, choć późniejszy o 2000 lat. Linneusz nie dopatrzył się wielkiej różnicy między kręgowcami a bezkręgowcami, stąd mamy tylko 6 gromad równorzędnych. To jest jedna kardynalna wada jego systemu. Druga jest nie mniejsza. Arystoteles błędnie podzielił „niedoskonałe", ale przecież dopatrzył się wśród nich 4 grup. Linneusz zaś wszystkie bezkręgowe zaliczył do owadów lub robaków.

Za jego czasów do owadów zaliczano wprawdzie, oprócz owadów dzisiejszych, jeszcze i wije, pajęczaki, niektóre skorupiaki i niektóre pierścienice, ale i tak jeszcze na „robaki" Linneusza przypadają tak różne postaci, jak robaki właściwe, mięczaki, szkarłupnie, jamochłony. Ale Linneusza trzeba rozumieć. Pamiętajmy, że w wieku XVIII mało jeszcze wnikano w organizację zwierzęcia, to też podobne „klasyfikowanie" zdarzało się często. Słynny Reaumur, prawdziwy odkrywca partenogenezy u owadów, autor wielotomowych „Mémoirs sur les insectes", nie wahał się w początkach swej działalności zaliczyć do owadów krokodyla!

Uważając gatunki za coś absolutnie niezmiennego, Linneusz nie widział potrzeby wnikania głębiej w organizację zwierzęcia, a trzeba przyznać, że jeśli chodzi o rozróżnianie form zwierzęcych, czy roślinnych, to cechy zewnętrzne są daleko łatwiejsze do dostrzeżenia, niż jakiekolwiek inne. Jeżeli będę wiedział, że dana książka ma, przypuśćmy, zieloną okładkę, to znacznie łatwiej ją odnajdę, niż gdybym miał jej szukać według treści. Opieranie się na cechach zewnętrznych jest z tego powodu korzystne; i dlatego też wszystkie nasze t. zw. klucze, to jest dzieła służące do określania zwierząt i roślin, są przeważnie na takich cechach oparte.

Jakież więc będą istotne cechy, któremi mamy się powodować przy klasyfikacji? Jedną już znamy. Jest to organizacja wewnętrzna.

Budowa wewnętrzna zwierząt, poznawana coraz dokładniej, odkrywa ich wzajemne podobieństwa. I oto właśnie, opierając się na

budowie wewnętrznej, mógł Lamarck podzielić wszystkie zwierzęta na posiadające szkielet osiowy, czyli kręgowce, i nie posiadające go czyli bezkręgowce. A że w całej przyrodzie żywej działa znane nam już prawo korrelacji, więc posiadanie kręgosłupa jest związane zarazem z posiadaniem innych ważnych cech, jak układu krwionośnego na stronie brzusznej, układu nerwowego na stronie grzbietowej, co najwyżej dwu par kończyn i t. d.

Również dokładniejsza znajomość organizacji wewnętrznej nakazała oddzielić jamochłony (Coelenterata) od szkarłupni (Echinodermata), które niegdyś łączono razem w zwierzokrzewy (Zoophyta).

W wieku XIX zaczęto stosować przy klasyfikacji jeszcze inne metody rozpoznawcze. Bardzo wiele przyczyniła się do ustalenia istotnych podobieństw nauka o rozwoju, czyli embrjologja. Badania rozwojowe wykazały bliskie podobieństwo wielu postaci, które często w stanie dorosłym podobieństwa takiego nie ujawniają bądź wskutek życia osiadłego, bądź też wskutek pasorzytyzmu. Jako przykład mogą nam posłużyć wiele już razy wspominane osłonice. Postaci dorosłe tych zwierząt ulegają uwstecznieniu, liczne prowadzą życie osiadłe, i dlatego też osłonice poczytywano za zwierzęta o niskiej organizacji, zaliczając je do robaków. Dopiero badania rozwojowe wykryły u nich obecność struny grzbietowej (rys. 12), tworu, pojawiającego się poza tem tylko w rozwoju kręgowców. Ten jeden fakt musiał zdecydować o stanowisku systematycznem osłonic, które w systemie należało postawić tuż koło kręgowców.

Dzisiejsza systematyka opiera się również jeszcze i na danych paleontologji, czyli nauki o istotach już wymarłych. Wiemy przecież, że dzisiejszy świat istnień to są tylko pewne ogniwa, jakie się zachowały z wielkiego łańcucha. Bardzo często wielu ogniw nie znamy zupełnie, czasem jednak szczęśliwy traf pozwala nam odkryć postaci, które świadczą o istotnem podobieństwie dalekich pozornie gatunków.

Wreszcie systematyka korzysta obecnie z danych jednych z młodszych nauk biologicznych, zoogeografji i geografji roślin, czyli nauki o rozmieszczeniu zwierząt i roślin na kuli ziemskiej, która wyjaśnia przyczyny, dlaczego gatunki istotnie podobne do siebie znalazły się nieraz na odległych krańcach ziemi.

Widzimy więc, że systematyka jest i musi być wiernem odbiciem współczesnej wiedzy o zwierzęciu i roślinie. Dlatego też podlega ona takim głębokim zmianom.

Nie sposób wyliczyć wszystkich systemów świata zwierzęcego, jakie się pojawiać zaczęły po Linneuszu do naszych czasów.

Wspomnę więc jeszcze tylko o systemie Lamarcka, który podzielił zwierzęta na: Vertebrata (kręgowce) i Invertebrata (bezkręgowce), te zaś na 10 gromad:

1) Wymoczki,
2) Polipy,
3) Szkarłupnie,
4) Robaki,
5) Owady,
6) Pajęczaki,
7) Skorupiaki,
8) Pierścienice,
9) Wąsonogi,
10) Mięczaki.

Mamy tu po raz pierwszy włączone „wymoczki", stanowiące osobną gromadę. Podany system Lamarcka pochodzi z r. 1809. Stanowi on ostatni wyraz jego wiedzy o zwierzętach i nie powstał odrazu; pierwszy system Lamarcka (z r. 1794) w odniesieniu do bezkręgowych był taki: mięczaki, owady, robaki, szkarłupnie i polipy. Jest to przekonywający dowód zmiany systemu w zależności od pogłębiających się wiadomości o organizacji zwierzęcej.

Dziś istnieje kilka systemów zwierząt. W głównych zarysach systemy dzisiejsze różnią się od lamarkowskiego przedewszystkiem rozdzieleniem robaków na liczne typy, utworzeniem typu pierwotniaków i t. d. Robaki stanowią klasyczny przykład, jak dalece systematyka zależy od znajomości budowy, rozwoju i t. p. Dla Linneusza robakiem było każde zwierzę, które nie było kręgowcem (dzisiejszym) albo owadem, stopniowo wydzielano z tego typu mięczaki, jamochłony, szkarłupnie i t. d.

Ale jeszcze w wieku XIX typ robaków był takim lamusem zoologicznym, dokąd pakowano każdą postać, mniej wyraźnie określoną. Dopiero obecnie pojęcie robaka zaczyna się ustalać i obejmować tylko takie zwierzęta, jak: wirki, przywry, tasiemce i obleńce.

Zaznajomiwszy się pokrótce z systemami i ich kształtowaniem się, wrócimy obecnie do bliższego zbadania elementarnych pojęć systematycznych każdego z nich, czyli pojęcia gatunku. Porównywając klasyfikowanie świata roślinnego i zwierzęcego z porządkowaniem księgozbioru, mogliśmy przeprowadzać różne analogje, w jednym wszakże przypadku zawiodą nas one zupełnie. Książka bowiem stanowi jednostkę wyraźnie określoną, i pod tym względem nie mamy żadnych trudności, gdy tymczasem zupełnie inaczej jest w przyrodzie. W przyrodzie są tylko osobniki, a w pytaniu, jakie osobniki mają stanowić jeden gatunek, tkwi największa trudność systematyki.

I dlatego też w rozdziale niniejszym taką dziwną pozornie idziemy drogą. Zajęliśmy się najpierw wielkiemi systematami, za

miast zacząć od pojęcia gatunku. Jednakże droga, obrana przez nas, ma pewne uzasadnienie, przedewszystkiem historyczne.

Zastanawialiśmy się nad systemem Arystotelesa, wiemy jak był trafny, a przecież Arystoteles nie znał pojęcia gatunku. Jest to rzecz zupełnie zrozumiała; daleko łatwiej wyróżnić można wielkie skupienie, np. ryby, ptaki, ssące, niż dostrzec drobne różnice, zachodzące wśród postaci bardzo do siebie podobnych i dać im odpowiedni wyraz.

Pojęcie gatunku (species) wprowadza, jak wiemy, Ray. Linneusz przejął określenie Ray'a.

Ray zaś określił gatunek tak: do jednego gatunku należą te wszystkie osobniki, które różnią się pomiędzy sobą nie więcej, aniżeli dzieci jednych rodziców.

Określenie to przetrwało aż do naszych czasów prawie, jakkolwiek nie można powiedzieć, aby było ścisłe. Bo przedewszystkiem, mówiąc o dzieciach jednych rodziców, winniśmy zawsze rozumieć pod tą nazwą zwierzęta czy rośliny, żyjące w stanie dzikim, a powtóre, cała trudność sprowadza się tu do powiedzenia „różnią się nie więcej".

Taka definicja sprawia, że nigdybyśmy prawie nie wiedzieli, czy mamy do czynienia z osobnikami jednego gatunku, czy gatunków różnych, gdybyśmy nie wiedzieli, jak wielkie mogą być różnice w obrębie potomstwa jednych rodziców. I oto okazuje się, że niepodobna dać takiej definicji gatunku, któraby zadośćczyniła wszystkim wymaganiom. Różnice bowiem między osobnikami, występującemi w przyrodzie, bywają i mogą być bardzo różnych kategoryj. Weźmy np. chrząszcze. Ileż to mamy małych czarnych chrząszczy, które dla niewprawnego oka będą wszystkie absolutnie jednakowe. Specjalista powie nam, że są to osobniki, należące do wielu gatunków, gdyż np. w szerokości tułowia, w ilości prążków czy punkcików na elitrach lub tym podobnych cechach zachodzą różnice. A więc w systematyce chrząszczy wystarczają takie cechy zewnętrzne, jak różna ilość plamek lub tym podobnych, by mówić można było o różnych gatunkach.

A np. u ptaków różnice bywają większe. Często gatunek od gatunku, np. kruk, wrona, gawron, kawka, różnią się od siebie znacznie wyraźniej, tak że każdy z łatwością różnice dostrzec może. Że jednak zdecydowanie się na to, jakie różnice stanowić mają o gatunku, nie jest kwestją raz na zawsze rozstrzygniętą, to mamy tego dowody w tem, iż w wielu przypadkach tam, gdzie jedni systematycy wyróżniają kilka gatunków, inni widzą ich kilkanaście albo nawet kilkadziesiąt.

A więc pojęcie gatunku wobec tych braków musiało ulec gruntownej rewizji. To też dziś, jakkolwiek zagadnienie gatunku

bynajmniej nie jest ostatecznie rozwiązane, używamy pewnych jeszcze dodatkowych określeń.

Powiadamy, że gatunek stanowią osobniki, które nie tylko są do siebie podobne tak, jak dzieci jednych rodziców, ale 1) przy łączeniu się ze sobą dają znowu tylko takie same osobniki, a więc których cechy przenoszą się dziedzicznie na potomstwo; 2) mają określony obszar zamieszkania i 3) jakiemiś morfologicznemi, czy biologicznemi cechami różnią się wyraźnie od wszystkich innych osobników.

Jak mówiliśmy, pojęciu gatunku odpowiada coś, co w przyrodzie realnie istnieje, stąd gatunkowi więcej poświęciliśmy czasu; natomiast krócej już możemy wspomnieć o innych jednostkach systematycznych, które w stosunku do gatunku będą jednostkami wyższego rzędu.

Linneusz wprowadził też pojęcie rodzaju (genus), jako jednostki, obejmującej gatunki najbardziej do siebie podobne. Wielkość tych jednostek bywa bardzo rozmaita. Wielkość gatunku zależy tylko od liczebności osobników, np. mucha domowa jest bardzo licznym gatunkiem; bocian czarny będzie stosunkowo bardzo rzadkim. Wielkość zaś rodzaju zależy znów od liczebności gatunków; są rodzaje, zawierające jeden, dwa gatunki, np. rodzaj bociana z gatunkami: b. biały i b. czarny; są też inne bardzo bogate w gatunki, jak np. rodzaj szczypawki, który w samej Europie liczy gatunków kilkadziesiąt. Uwagi te stosują się również i do innych jednostek, jak rodzina, rząd i t. d.

W dalszem tworzeniu jednostek systematycznych postępujemy zawsze jednakowo. Podobne rodzaje łączymy w rodziny, a więc np. rodzaje: mysz i inne stanowią rodzinę myszowatych, względnie myszy; podobne rodziny łączymy w rzędy, przeto rodz. myszy, wiewiórek, bobrów, zajęcy stanowić będą rząd gryzoni; podobne rzędy tworzą klasy, albo gromady, jak np. gryzonie, drapieżne, owadożerne i t. d., jest to klasa ssaków; wreszcie, podobne klasy czy gromady stanowić będą typy, a więc kręgowce, mięczaki, stawonogi i t. d.

Trzeba dodać, że jednostki wyższego rzędu nie wszędzie są stosowane te same; oprócz powyższych, używane są jeszcze i różne pomocnicze, jak podrząd, podtyp, sekcja, tryb i t. p.

Od czasów Ray'a do czasów Linneusza najmniejszą jednostką systematyczną, czyli, jak obecnie nazywamy, jednostką elementarną był gatunek. Ale już Linneusz zauważył, że w stosunku do bardzo wielu postaci zwierzęcych i roślinnych pojęcie gatunku nie wystarcza, jako zbyt obszerne. Z definicji bowiem gatunku wynika, że osobniki stanowiące go i nie różnią się między

sobą więcej niż potomstwo jednych rodziców, i mogą też w rzeczywistości pochodzić od jednej pary zwierząt czy roślin, a w każdym razie muszą pochodzić od pary osobników, należących do jednego gatunku. Tymczasem spotykamy w przyrodzie dość dużo postaci, których pochodzenie od jednych czy też jednakowych rodziców zdaje się nie ulegać wątpliwości, a różnice między niemi są tak znaczne, że przewyższają nie tylko różnice gatunkowe, lecz nawet wyższej kategorji. Np.: znamy tylko jeden gatunek psa domowego (Canis familiaris) obok kilku innych gatunków, stanowiących rodzaj pies; jak lis (C. vulpes), wilk (C. lupus) i in.

Lecz zauważmy, że gatunek powyższy psa domowego ma przecież bardzo różnych przedstawicieli. Dość przypomnieć sobie doga, charta, pudla, jamnika, aby zrozumieć, że skoro ani dog, ani chart i t. d. nie są to gatunki, bo gatunek jest jeden—pies domowy, to w takim razie stanowią jakieś zupełnie wyraźnie określone jednostki systematyczne, którym się specjalna nazwa należy. Nazwę taką wprowadził Linneusz. Takie mniejsze jednostki, istniejące w obrębie niektórych gatunków, są to odmiany albo rasy. Najwięcej ras, albo odmian, spotykamy wśród istot hodowanych (dziś znamy już kilka tysięcy odmian róż, pochodzących od jednego gatunku!), ale i w przyrodzie nie są one rzadkie.

Linneusz, wierząc, że gatunki w przyrodzie są niezmienne, poprzestał na stworzeniu pojęcia rasy czy odmiany, dopiero Lamarck, a później Darwin, opierając się na badaniach, dotyczących powstawania ras i odmian, doszli do przeświadczenia o ich zmienności, o zmienności organizmów wogóle, a ugruntowawszy teorję powstawania postaci zwierzęcych i roślinnych, stworzyli w biologji nowe na gatunek poglądy. Wobec tego stanowisko współczesnego systematyka jest zgoła inne, niż jego protoplastów z czasów Linneusza. Ówcześni systematycy, powodowani koniecznością porządkowania, poprzestawali na dość formalnem traktowaniu świata istot żywych, „ustawiali książki na półkach", nie wnikając w ich treść, a systematykę traktowali, jako środek do orjentowania się w bezmiarze form organicznych. Sądzili oni, że dość je raz ponazywać, aby mieć raz na zawsze ład i porządek zapewniony.

Systematyk dzisiejszy, świadom trudności, jakie ma przed sobą, wie, że, nadając jakiejś nieznanej roślinie czy zwierzęciu nazwę, stwarzając nowy gatunek, tem samem wyznacza danej istocie miejsce w systemie, czyli orzeka o całej sumie cech danej istoty żywej.

To też obecnie rozumiemy dobrze, że systematyka dzisiejsza jest wyrazem naszej współczesnej wiedzy, a wraz z jej nowemi zdobyczami może i musi ulegać ciągłym przekształceniom.

ROZDZIAŁ XIX.

W rozdziale poprzednim, mówiąc o podstawach dzisiejszej systematyki, musieliśmy kilkakrotnie stanąć na innem stanowisku, aniżeli to, które zajmował Linneusz i inni uczeni wieku XVIII. Mówiliśmy wszak o tem, że badacze wieku tego wierzyli niezachwianie w niezmienność gatunku, gdy tymczasem my, klasyfikując obecnie rośliny i zwierzęta, postępujemy tak, jakbyśmy sądzili inaczej. Tak też jest w istocie rzeczy. Pogląd taki wszakże, wraz ze wszystkiemi płynącemi stąd konsekwencjami, powstał w nauce o życiu dopiero od lat mniej więcej stu. Ponieważ przeświadczenie o zmienności gatunku zmusza do badań, jakiemi drogami zmienność kroczyć mogła, ponieważ dalej, badania takie doprowadziły biologów do utworzenia różnych teoryj, usiłujących wyjaśnić te zjawiska, przeto dziś teorje, wyjaśniające przypuszczalne przyczyny zmienności gatunku, a więc jego rozwoju, noszą powszechnie nazwę teoryj ewolucji, gdzie przez ewolucję mamy rozumieć stopniowy rozwój jestestw organicznych.

Teorje te powstały i ugruntowały się dopiero w wieku XIX i można z dużą słusznością powiedzieć, że wiek XIX jest w biologji epoką t. zw. ewolucjonizmu. Pierwszym uczonym, który w sposób zdecydowany, oparty na wielu spostrzeżeniach i faktach konkretnych, wygłosił myśl o zmienności gatunków i wskazał przyczyny, które tę zmienność mogły spowodować, był Lamarck. Dzisiejsi uczeni doszukują się i u znacznie dawniejszych myślicieli i uczonych pewnych idej, któreby mogły świadczyć, że już od wielu wieków myśl o zmienności postaci żywych zjawiała się wśród ludzi, ale ścisłość nakazuje stwierdzić, że były to raczej pomysły poetyckie (Carus) lub spekulacje teoretyczne (Bonnet, Buffon, w. XVIII), nieoparte na faktach. Lamarck pierwszy na podstawie zaobserwowanych faktów zbudował teorję, która objaśniała zjawiska zmienności.

Jan Chrzciciel de Lamarck (ur. 1744, um. 1829) był to Francuz. Zaczął życie, jako wojskowy; wielkie zamiłowanie do przyrody objawiało się już u niego zamłodu, stało się zaś głównym celem życia, gdy brak zdrowia zmusił go do porzucenia służby wojskowej. Uczony ten najpierw zajmował się botaniką, z tych czasów pochodzą jego wielkie dzieła o florze francuskiej, do dziś posiadające znaczną wartość. Od r. 1794 zaczyna Lamarck studjować zwierzęta, wykładając w Muzeum historji naturalnej w Paryżu zoologję bezkręgowców, gdyż jemu to właśnie powierzono zajęcie się tym chaosem postaci zwierzęcych, które dla Linneusza były tylko owadami i robakami. Jak się z tego zadania Lamarck wywiązał, wiemy już, znając jego systematykę. Oprócz licznych dzieł z zakresu botaniki,

zoologji, a nawet geologji i fizyki zostawił Lamarck pracę z zakresu paleontologji o mięczakach kopalnych okolic Paryża.

Badania tak wyczerpały wzrok tego wielkiego uczonego, że na starość oślepł zupełnie. A że był niezamożnym i żył tylko ze swej skromnej pensji profesorskiej, więc ostatnie 10 lat przeżył w ślepocie i w nędzy tak wielkiej, iż nie było go za co pogrzebać i zwłoki złożono we wspólnym dole. Dziś Francja nie wie nawet, gdzie leżą prochy jej wielkiego syna, a największego przyrodnika!

Najważniejszem dziełem Lamarcka jest „Filozofja zoologji" (Philosophie zoologique), wydana w r. 1809. W „Filozofji zoologji" Lamarck wyłożył swoją teorję zmienności gatunków, a więc również i powstania świata zwierzęcego i roślinnego. Lecz Lamarck urodził się za wcześnie, współczesna ludzkość nie dorosła jeszcze do jego idej i nie zrozumiała ich, a wielki twórca tych idej umarł w zapomnieniu. Za życia zaś miał zbyt potężnych wrogów swoich poglądów, przedewszystkiem w osobie sławnego anatoma, twórcy anatomji porównawczej, Jerzego Cuviera, aby móc sobie zdobyć uznanie i popularność. Dopiero w 50 lat później zjawił się człowiek, który, głosząc tę samą ideę, znalazł oddźwięk i posłuch. Był to Darwin. Ale że imię Darwina okryła nieśmiertelna sława, więc stało się tak, że dziś mianem darwinizmu chrzci się naukę o zmienności postaci organicznych i jej przyczynach, co jest zasadniczo błędne. Darwin bowiem dał tylko teorję, objaśniającą te zjawiska, którą dziś już tylko równorzędnie z wielu innemi traktować winniśmy.

Darwinizmem więc w gruncie rzeczy mamy prawo nazywać tylko teorję Darwina, objaśniającą przyczyny powstawania gatunków. Robię tę uwagę, gdyż u nas powszechnie „teorją Darwina" nazywa się każdy pogląd ewolucyjny.

Karol Darwin, Anglik (ur. 1809, um. 1882), był to niezaprzeczenie jeden z większych przyrodników, jakich dotychczas znają dzieje. Wyjątkowe to stanowisko w nauce zawdzięcza nie tylko wielkim zdolnościom, ale i niesłychanej pracowitości obok innych zalet, niezbędnych dla przyrodnika, jak ścisłość, spostrzegawczość, które Darwin posiadał w stopniu bardzo wysokim.

Zacząwszy badania przyrodnicze bardzo młodo, gdyż jeszcze w szkole średniej, Darwin staje się na całe życie zdecydowanym badaczem przyrody po odbyciu podróży na okręcie „Beagle" wkoło Ameryki Południowej (1831—1836). Podróż ta dostarczyła mu wielu pomysłów do wszystkich jego późniejszych teoryj. Po powrocie Darwin osiadł w miejscowości Down pod Londynem, gdzie przebywał aż do końca życia, i tu w ciszy i spokoju oddawał się pracy naukowej.

Wyniki badań Darwina są bardzo wielkie. Zostały one ujęte zarówno w wielkie dzieła, jak i w pomniejsze notatki. Najważniejszemi są: „O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego czyli o utrzymywaniu się doskonalszych ras w walce o byt" (r. 1859) „Zmienność zwierząt i roślin w stanie kultury" (r. 1868) „Pochodzenie człowieka i dobór płciowy" (r. 1871). [1])

Teorja Darwina jest wyłożona przedewszystkiem w pierwszem z wymienionych dzieł. Nim jednak przejdziemy do jej rozważenia, a przedtem do rozważenia teorji Lamarcka, musimy najpierw zapoznać się z niektóremi faktami, które posłużyły i tym dwu uczonym i licznym innym do ugruntowania ich teoryj.

Faktów takich, czyli dowodów dostarczyły liczne dziedziny wiedzy biologicznej. Zadaniem mojem będzie wskazać tylko nieliczne najważniejsze. Jest rzeczą bardzo pożądaną, aby każdy znalazł w swej pamięci szereg innych. Fakty, na których się opierają teorje rozwoju świata organicznego, albo ewolucyjne, zwane też descendencyjnemi, znajdziemy równie dobrze, badając świat zwierzęcy jak i roślinny, jeśli więc będę je brał ze świata zwierzęcego, to tylko dlatego, iż chodzi mi jedynie o pewną ilość przykładów. Rozpatrując dowody, na których opierają się teorje ewolucji, ujmiemy je w trzy grupy.

A. Zmienność ustrojów; dane biometryczne i systematyczne.

B. Pokrewieństwo organizmów; dane anatomiczno-porównawcze i embrjologiczne.

C. Zmienność gatunku w czasie i związek gatunków obecnie żyjących z postaciami wymarłemi; dane paleontologiczne.

A. Zmienność ustrojów.
(Dane biometryczne i systematyczne).

Stare, z XVIII w. pochodzące określenie gatunku orzeka, jak wiemy, że osobniki stanowiące jeden gatunek mają się nie więcej różnić od siebie, niż dzieci jednych rodziców. W tej definicji tkwi stwierdzenie faktu, że jednak osobniki mogą i będą różnić się nieco od siebie. Lecz w stosunkach ludzkich stwierdzamy, że dzieci jednych rodziców różnią się nawet dość znacznie. To samo dzieje się u wszystkich zwierząt i roślin. Z tysięcy nasion jakiejś rośliny wyrastają tysiące osobników, ale nie będą one nigdy całkowicie identyczne, gdyż zawsze uważny obserwator dostrzeże różnice w wysokości, wiel-

[1]) Tytuł pierwszej książki Darwina brzmi w oryginale tak: «On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life».

Wszystkie wymienione dzieła Darwina istnieją w przekładach polskich, których dokonali: J. Dickstein, L. Masłowski i J. Nussbaum.

kości liści i t. d. Wiemy także, że na wielkiem drzewie nie znajdziemy dwu identycznych liści. Weźmy pod uwagę pewną liczbę osobników jakiegoś gatunku rośliny czy zwierzęcia, poddajmy je badaniom, a przekonamy się, że u wszystkich istnieją pewne różnice indywidualne; jest to dowód zmienności. Jak wielką bywa zmienność w obrębie jednego gatunku, o tem poucza nas statystyka zmienności, zwana też biometryką. Rezultaty badań tej nauki doprowadzają nas do przeświadczenia, że zmienność istnieje w obrębie każdej cechy danego gatunku, albowiem nie znaleźliśmy dotąd ani jednego, któryby temu prawu nie podlegał, to znaczy posiadał wszystkie osobniki identyczne.

Ponieważ obecnie biometryka stanowi już odrębną, a ważną gałąź biologji, przeto podamy niektóre jej ważniejsze wyniki. Badając zmienność jakiejkolwiek cechy, np. długości, dochodzimy do stwierdzenia pewnych stale powtarzających się zjawisk. Jeśli mianowicie zaczniemy mierzyć np. 1000 ziarn bobu, fasoli, żyta i t. p., to okaże się, że otrzymamy pewną liczbę długości. Na każdą z nich przypadnie również pewna liczba osobników. Czy jednakowa? Nie. Stwierdzimy bowiem, że największa liczba osobników będzie posiadała długość średnią, na długość zaś minimalną i maksymalną przypadnie liczba najmniejsza. Przytoczymy tu przykład, jaki znajdujemy u de Vriesa. Wziął on do pomiarów 448 nasion bobu, mierząc ich długość.

Napiszmy w górnym szeregu długość w milimetrach, w dolnym zaś—ilość nasion danej długości; otrzymamy:

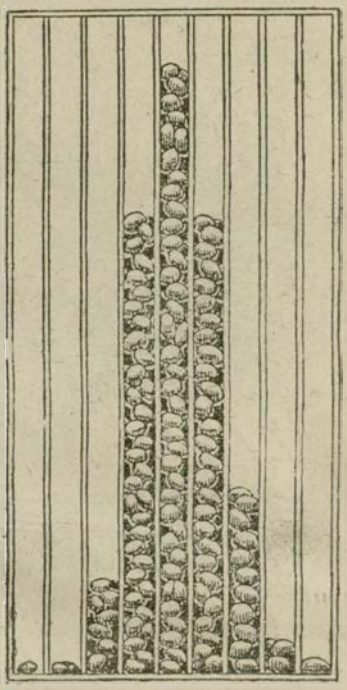
długość w mm.	8,	9,	10,	11,	**12**,	13,	14,	15,	16
liczba nasion	1,	2,	23,	108,	**167**,	106,	33,	7,	1

Widzimy, że długość mniej więcej pośrodkową (12 mm.) posiada najwięcej nasion (167), najmniej, bo po jednym osobniku, minimalną (8 mm.) i maksymalną (16 mm.). Fakt ten stale powtarzający się we wszystkich znanych przypadkach uzyskał nazwę prawa Quetelet'a[1]) (antropolog francuski). Prawo to ilustruje najlepiej rysunek 54. Weźmy naczynie, odpowiednio podzielone na tyle wąskich komór, ile jest różnych długości ziarn bobu w danym przykładzie, i włóżmy do każdej komory ziarno jednakowej długości, do pierwszej—najmniejszej, do drugiej—nieco większej i t. d., a otrzymamy obraz jak na rysunku. Połączmy teraz linją punkty, do których są zapełnione komory, a utworzy się linja łamana, t. zw. krzywa Quetelet'a, wykazująca nam zapomocą metody graficznej zasadnicze prawo zmienności. W obrębie każdego gatunku wykry-

[1]) Właściwie, nazwa ta przysługuje matematycznemu ujęciu powyższego zjawiska.

wamy tedy zmienność osobniczą w stosunku do jakiejkolwiek dowolnie wziętej cechy. Ale bardzo często możemy stwierdzić, że zmienność idzie bardzo daleko. Mówiliśmy o takich przypadkach, które Linneusza zmusiły do stworzenia pojęcia rasy, albo odmiany. Pamiętamy przecież, jak bardzo różnią się od siebie rasy psów. Podobnie wielkie różnice znajdujemy wśród gołębi (rys. 55), a jeśli chodzi o gołębie, to może więcej pewności mamy, niż w jakimkolwiek innym przypadku, że wszystkie te gołębie pochodzą od jednego, jedynego gatunku gołębia skalnego Columba livia, do dziś jeszcze żyjącego wszędzie w Europie południowej. Różnice wśród gołębi dotyczą już nie tylko wyglądu zewnętrznego, ale i takich cech, jak liczba piór w skrzydłach i w ogonie, a nawet ilość kręgów. Niezmiernie ważnym dowodem zmienności ustrojów jest istnienie t. zw. form lokalnych w obrębie danego gatunku, form, zależnych od miejsca, w którem żyją. Np., znamy wśród różnych zwierząt takie formy, jak górska, stepowa, leśna i t. p.

Widzimy zatem, że już badania systematyczne, omówione obszerniej w poprzednim rozdziale, i biometryczne dostarczają tak wielu dowodów zmienności ustrojów, że dawny pogląd o stałości gatunku staje się nieprawdopodobnym.



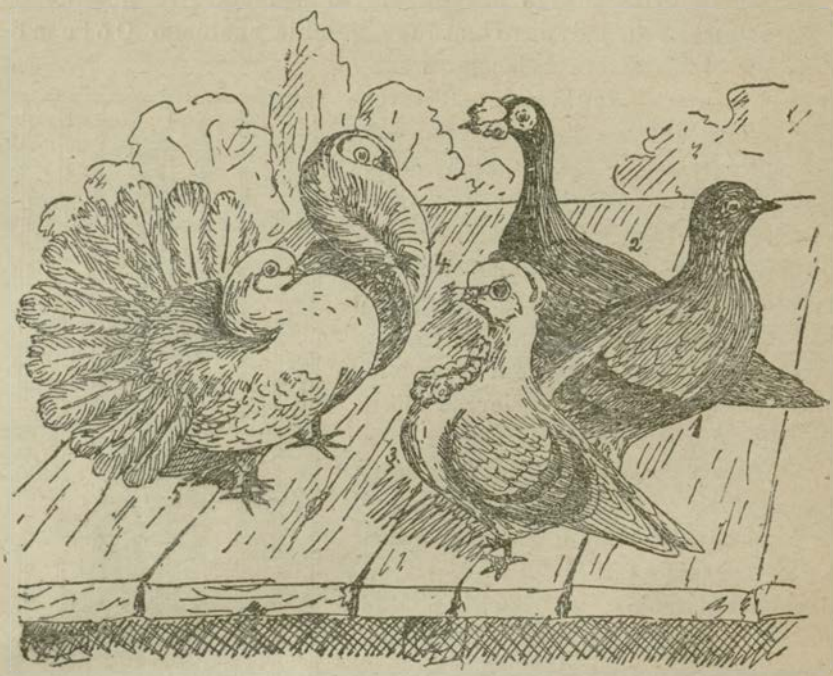
Rys. 54. Ilustracja prawa Queteleta (obj. w tekście).

B. Pokrewieństwo ustrojów
(Dane anatomo-porównawcze i embrjologiczne)

Równie dużo dowodów znajdziemy, rozpatrzywszy dane, jakich nam dostarcza anatomja porównawcza. Nauka ta, stworzona przez Cuviera, jak wskazuje sama nazwa, zajmuje się przedewszystkiem porównywaniem odpowiadających sobie narządów u różnych zwierząt. Metodę porównywania, opartą na wyszukiwaniu homologji, Cuvier właśnie wprowadził do nauki. Metoda ta dała wspaniałe wyniki, ugruntowując teorję rozwoju, jakkolwiek przez dziwną losów ironję sam jej twórca był zdecydowanym zwolenni-

kiem stałości gatunków, nie dostrzegając głębokich konsekwencyj w faktach, przez siebie nadzwyczaj trafnie zaobserwowanych. Badając ustroje oraz porównywając ich budowę, bardzo łatwo spotykamy tysiączne fakty, których zanalizowanie zmusza nas do przyjęcia tezy następującej: ustroje są do siebie nie tylko podobne, lecz są sobie pokrewne.

W rozdziale poprzednim stale mówiliśmy o podobieństwach, używając określenia: podobieństwo istotne. Termin ten był niejako



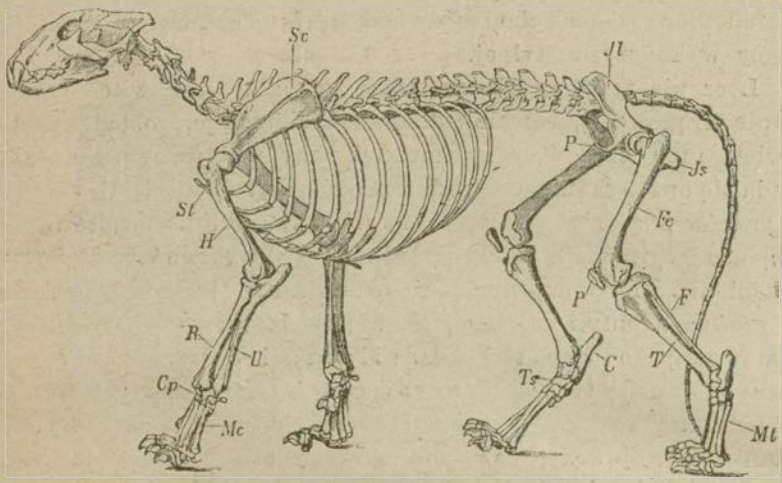
Rys. 55. Różne rasy gołębi.

zastępczy, aby nie używać innego, jedynie właściwego—pokrewieństwo. Dopiero obecnie będziemy go mogli stosować. Aby się o pokrewieństwie różnych form przekonać, rozpatrzmy dla przykładu jakąkolwiek część szkieletu różnych kręgowców. Niech to będzie szkielet kończyny przedniej (rys. 56).

Owóż, zarówno przednia łapka traszki, jak żaby, jaszczurki, lub też skrzydło ptaka, czy noga lwa, albo nietoperza, wreszcie ręka małpy, zawsze wykażą nam obecność nieodmiennie tych samych składników szkieletowych, oczywiście pod pewnemi względami zmodyfikowanych, zależnie od czynności, do jakich kończyna przednia jest używana. W zasadzie więc u wszystkich wymienionych zwierząt znajdziemy następujące części składowe kończyny przed-

niej, część ukrytą, stanowiącą t. zw. pas barkowy, w którego skład wchodzi po stronie grzbietowej łopatka (s c a p u l a) (rys. 56, sc), a po stronie brzusznej kość krucza (o s c o r a c o i d e u m) i obojczyk (c l a v i c u l a). Kości te są niejednakowo wykształcone, tak że np. u wielu kręgowców kość krucza jest w zaniku, a jedynym jej śladem bywa niewielki wyrostek (p r o c e s s u s c o r a c o i d e u s), np. u konia, krowy. To samo dotyczy obojczyka. Zanikł on u tych ssaków, których kończyna nie służy do ruchu obrotowego lub chwytnego, lecz wykonywa jedynie ruch wahadłowy.

Gdybyśmy jednakże na podstawie nieobecności obojczyka odmówili homologji pasa barkowego konia z pasem barkowym ptaka, to popełnilibyśmy wielki błąd. We wszystkich podobnych przy-



Rys. 56. Szkielet lwa. St.—Mostek. Sc.—Łopatka. H—Kość ramieniowa. K—Kość promieniowa. U—Kość łokciowa. Cp—Napięstek. Mc—Dłoń. Il—Kość biodrowa. P—Kość łonowa. Is—Kość siedzeniowa. Fe—Kość udowa. T—Kość goleniowa. F—Piszczel. P—Rzepka. Ts—Kości stępu. Mt—Kości stopy (zmn.).

padkach dane anatomo-porównawcze uzupełnia embrjologja. Ona to wykazuje, że wprawdzie zwierzę dorosłe tej kości nie posiada, ale w rozwoju zawiązek jej istnieje i dopiero później zanika.

Z pasem barkowym zestawia się t. zw. kończyna wolna, czyli część wystająca kończyny przedniej. Tutaj znów mamy kości zasadniczo jednakowe, a więc: kość ramieniową (h u m e r u s—H), dwie kości przedramienia, promieniową i łokciową (r a d i u s, u l n a—R,U), które mogą być albo samodzielne, albo zrośnięte, dalej kilka kostek ułożonych zasadniczo w trzy szeregi, t. zw. napięstek (c a r p u s—Cp).

Kostki te, o nieprawidłowej postaci, połączone są ze sobą zapomocą stawów ciasnych, tak że stanowią jakby jedną całość. W pierwszym szeregu znajdujemy trzy kostki: ulnare, radiale, intermedium, w drugim—jedną lub dwie środkowe (ossa centralia), wreszcie w trzecim—kilka, aż do 5 o nazwach napięstkowe 1, 2, 3, 4, 5 (carpale I, II, i t. d.). I tu znów mogą zachodzić różne modyfikacje, niektóre kostki zrastają się z sobą, inne zanikają zupełnie, istniejąc wszakże w zarodku. Dalej mamy kości dłoniowe (metacarpus—Mc), w ilości odpowiadającej ilości palców. Od jednej zatem u ssaków jednopalczastych, jak np. u konia, aż do pięciu. Że kończyna jednopalczasta powstała z kończyny o pięciu palcach, przekonamy się niebawem. Wreszcie idą kości palców, z których każdy, z wyjątkiem pierwszego, jest złożony z trzech kostek, t. zw. falang; w skład pierwszego wchodzą dwie kostki. Te same stosunki znajdujemy w kończynie tylnej.

Lecz nie tylko szkielet odnóży wykazuje całkowite homologje w typie kręgowców, równie dobrze znajdziemy je, rozpatrując jakiekolwiek inne części organizmu. Weźmy pod uwagę np. czaszkę. Składa się ona zasadniczo wszędzie z tych samych kości. U wszystkich kręgowców znajdziemy zawsze potylicę, kość klinową, sitową i t. d. Będą nas wprawdzie uderzały różnice, ale łatwo znajdziemy ich wyjaśnienie. Potylica np. jakiegoś niższego kręgowca składa się z 4 części: z potylicy górnej (occipitale superius), z potylicy podstawowej (occipitale basilare) i wreszcie z dwu potylic bocznych (occipitalia lateralia). A tymczasem potylica ssaka jest jednolitą kością. Lecz pouczeni już doświadczeniem, zbadajmy stosunki rozwojowe. Okaże się wówczas, że w rozwoju zarodka ssaka zawiązują się aż 4 punkty kostnienia, które później, po zlaniu się, utworzą jedną kość. Badając rzecz szczegółowo, przekonamy się, że potylicy podstawowej odpowiada: trzon (corpus), potylicom bocznym — kłykcie potyliczne (condyli occipitales), potylica zaś górna stanowi t. zw. łuskę (squama) kości potylicznej. Zrost tych składników następuje tak wcześnie, że u dorosłego zwierzęcia już nawet punktów zrostu doszukać się niepodobna, co jednak istotnego stanu rzeczy nie zmienia. Z podanych przykładów, które każdy może sobie dowolnie mnożyć, wynikają takie wnioski. Anatomja porównawcza, poparta embrjologją, wykazuje najzupełniej dobitnie, że w obrębie kręgowców między poszczególnemi klasami, rzędami i gatunkami zachodzą już nie tylko podobieństwa, ale rzeczywiste pokrewieństwa. Gdybyśmy zamiast kręgowców rozpatrzyli stawonogi, albo szkarłupnie i t. d., to musielibyśmy dojść do analogicznych wniosków. Lecz możnaby tak powiedzieć. Czyż ma-

my prawo na tej podstawie sądzić o pokrewieństwie typów? Byłoby to może prawdopodobną hypotezą, ale niczem więcej. I w takim razie, opierając się na faktach, musielibyśmy przyjąć, że w obrębie typu osobniki są sobie pokrewne, ale typy stanowią zupełnie odosobnione państwa same w sobie, odgrodzone wzajemnie od siebie jakby murem chińskim.

Tak też niegdyś mniemano. I dla wielu krytycznych i ostrożnych umysłów brak połączeń między poszczególnemi typami stanowił wielką przeszkodę w przyjęciu teorji ewolucji. Na szczęście dla nauki, zdobycze jej, zwłaszcza w końcu XIX stulecia w murze tym uczyniły wielki wyłom. Zdobyczami temi było odkrycie postaci zwierzęcych, które zasługują całkowicie na nazwę postaci przejściowych, to znaczy łączących w sobie cechy dwu typów od-

Rys. 57. Dziobak (**Ornithorhynchus anatinus**).

miennych. Ponieważ w ogólnym kursie zoologji mało zwykle mamy czasu, aby te, ze wszech miar ważne postaci szczegółowiej rozpatrywać, przeto obecnie poświęcimy im nieco więcej uwagi.

Zaczniemy od zaznaczenia, że dawniej nieznano nie tylko takich postaci, któreby łączyły w sobie znamiona różnych typów, ale nawet i takich, które stanowićby mogły przejście między poszczególnemi klasami w granicach jednego typu. Zdawać się wówczas musiało, że np. składające się na kręgowce klasy: ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków stanowią zupełnie odosobnione skupienia.

Badania wkrótce wykazały, iż rzeczy mają się inaczej. Gdy zbadano bowiem bliżej maleńką grupę ssaków, t. zw. stekowców (M o n o t r e m a t a), to okazało się, że łączą one w sobie w zadziwiający sposób cechy zarówno gadów, jak ssaków. Grupa ta przeto będzie taka właśnie, jak nazwaliśmy, przejściowa. Do stekowców

należą zaledwie trzy gatunki zwierząt: dziobak (Ornithorhynchus) (rys. 57), oraz dwa gatunki kolczatek (Echidna) (rys. 58). Wszystkie te gatunki żyją tylko na lądzie australijskim i pewnych sąsiednich wyspach (Tasmanja, Nowa Gwinea i inne).

Zapoznajmy się z ich budową.

Stekowce są to ssaki, a więc ich samice posiadają gruczoły mleczne, których wydzieliną karmią swe młode. To jest cecha ssaków. Ale gruczoły mleczne posiadają budowę bardzo prostą, a ich wydzielina różni się chemicznie od mleka wyższych ssaków. Następnie, wydzielina ta nie wydostaje się przez specjalne narządy, t. zw. sutki, lecz ścieka po włosach, skąd ją zlizują młode. Młode nie rodzą się żywe, lecz wylęgają się z jaj, podobnych do jaj gadów. To znów cecha gadów. Ssaki posiadają ujścia narządów moczopłciowych i jelita odbytowego oddzielone od siebie, stekowce

Rys. 58. Kolczatka (Echidna hystrix).

zaś nazwę swą otrzymały stąd, że przewody moczopłciowe i jelito odbytowe uchodzą do wspólnej jamy, zwanej stekiem (cloaca), która dopiero otwiera się na zewnątrz. To jest cecha gadów. W budowie wewnętrznej znajdujemy również cechy przejściowe. Czaszka posiada naogół cechy ssaków (dwa kłykcie potyliczne, gdy u gadów i ptaków jeden i t. d.), ale kości są cienkie, szczęki silnie wydłużone, jak u gadów i ptaków, a dziobak posiada nawet rogowy dziób. W pasie barkowym istnieje samodzielna kość krucza, cecha gadów, która u pozostałych ssaków zrasta się zawsze z łopatką. Ciepłota ciała stekowców też dowodzi ich przejściowości. Ssaki mają, jak wiadomo, ciepłotę ciała stałą, wahającą się w stosunkowo wąskich granicach: mniej więcej od 36° C — 38° C. Gady zaś mają ciepłotę ciała zmienną, zależną od otoczenia. Stekowce mają w zasadzie ciepłotę stałą, ale znacznie niższą niż ssaki, gdyż maximum wy-

nosi 28°, a powtóre wahającą się w granicach tak szerokich (24°—28°), jak to nigdzie nie zdarza się u ssaków.

Inny przykład grupy przejściowej stanowią wspomniane już przez nas z powodu oddychania ryby dwudyszne (D i p n o i). Żyją obecnie 3 gatunki tych ryb, a wszystkie posiadają takie cechy przejściowe. Jedną z nich już znamy. Jest to obecność płuc, powstałych z pęcherza pławnego. Druga — to budowa serca, takiego jak u płazów. A jeszcze są i inne cechy.

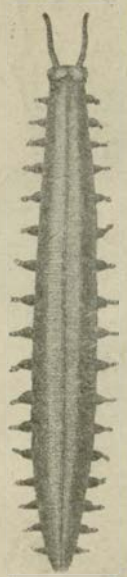
Wśród żyjących kręgowców nie znajdziemy już przejściowych postaci między poszczególnemi klasami, ale jeszcze jedną taką postać, ze wszech miar ważną i ciekawą daje nam paleontologja.

Rozumowania teoretyczne oddawna wskazywały na bliski związek gadów, z jednej strony z ssakami, z drugiej zaś z ptakami. To były rozumowania, czyli teorja, której brakło faktów na potwierdzenie. Aż oto w Solenhofen, w Bawarji, w drugiej połowie zeszłego stulecia znaleziono na łupku odcisk zwierzęcia, które, posiadając cechy przejściowe między gadami i ptakami, całkowicie potwierdzało słuszność teorji. Zwierzęciem tem był A r c h e o p t e r y x l i t o g r a p h i c a, praptak. Rysunek nasz (rys. 59) podaje go w postaci nieco zrekonstruowanej, czyli

Rys. 59. Praptak (**Archeopteryx litographica**). cl—clavicula, sc—scapula, h—humerus, r—radius, u—ulna, c—carpus, I, II, III, IV—palce.

odtworzonej w pewnych drobnych szczegółach i w zmniejszeniu, praptak bowiem był wielkości gołębia. Przyjrzyjmy mu się uważnie.

Upierzenie skrzydeł, tułowia i ogona dowodzi wyraźnie, że mamy do czynienia z ptakiem, ale, o ile u dzisiejszych ptaków kręgi ogonowe zlewają się w małą tylko płytkę kostną, to u praptaka widzimy ogon gada, długi, złożony z kilkunastu kręgów, na którym pióra są osadzone obustronnie, jak w strzale Indjanina. Spójrzmy na gębę praptaka. Widzimy w niej szereg ostrych zębów, cecha typowa dla gadów, gdy tymczasem ptaki zębów nigdy nie posiadają. W skrzydle ptaków mamy kości palców zredukowane i ukryte w mięśniach, praptak zaś posiadał palce uzbrojone pazurami i wystające na zewnątrz. Widać też z ich budowy, że służyły do chwytania. Natomiast kończyna tylna była już ptasia z typowym dla niej zrostem kilku kości w jedną kość skokową.



Rys. 60. Peripatus capensis (wielk. natur.).

Archeopteryx zatem łączył znamiona gadów i ptaków dzisiejszych. Czyż można wobec tego wątpić, że ustrój ten jest wistocie ogniwem, wiążącem te dwie klasy kręgowców?

A teraz przejdźmy do postaci przejściowych między różnemi typami.

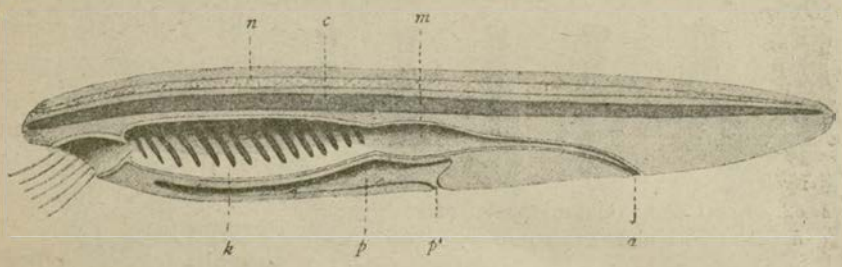
Badania wykazują, że pierścienice i stawonogi posiadają budowę bardzo zbliżoną. Otóż prawdziwość tego jeszcze silniej podkreśla istnienie gromady stawonogów o cechach przejściowych. Są to pratchawce (Protracheata). Do pratchawców należą trzy gatunki zwierząt. Najdawniej i najlepiej znany jest pratchawiec afrykański (Peripatus capensis) (rys. 60).

Bardzo mało zaznaczona segmentacja ciała, brak wyraźnego podziału ciała na głowę, tułów i odwłok, słabo rozwinięte narządy zmysłowe, istnienie narządów wydzielniczych w każdym pierścieniu, uchodzących na zewnątrz u podstawy nóżek—oto cechy pierścienic, jakie posiada pratchawiec. Z drugiej strony, budowa nóżek, złożonych z pięciu stawów, istnienie narządów oddechowych w postaci tchawek i inne jeszcze szczegóły—to znów cechy stawonogów. A więc pratchawca należy uważać za postać przejściową, łączącą te dwa typy.

O ile pokrewieństwa wzajemne kręgowców oddawna już należy traktować jako fakty ustalone, to przeciwnie, długo uchodziło za pewnik, że świat bezkręgowców i kręgowców nie ma żadnego ze sobą bliższego związku. Zdawało się, że na pytanie, czy istnieją między bezkręgowcami i kręgowcami jakieś punkty styczne, odpowiedź

będzie przecząca. Tymczasem znalazła się grupa, która dowodzi, że i te dwa światy zwierzęce wiążą się ze sobą. Grupę tę stanowią bezczaszkowce (Acrania), do których należy lancetnik albo nieślimka (Branchiostoma lanceolatum) i kilka jeszcze gatunków. Lancetnik (rys. 61) jest zwierzęciem długości 6—8 cm., żyje w piasku na dnie morza, znajdujemy go w wielu morzach europejskich, jak Niemieckie, Śródziemne i t. d. Szczegółowszy opis lancetnika znajdzie się w każdym podręczniku zoologji, tutaj więc tylko podkreślę te cechy, które świadczą o jego bliskiem pokrewieństwie z kręgowcami z jednej strony, a z bezkręgowcami, zwłaszcza zaś z osłonicami, z drugiej.

Ciało pokryte nabłonkiem jednowarstwowym, narządy wydzielnicze zbliżają lancetnika do bezkręgowców, gdy przeciwnie, posiadanie przedewszystkiem struny grzbietowej i głównego pnia nerwowego na stronie grzbietowej stanowi oczywisty dowód pokrewieństwa lancetnika z kręgowcami.



Rys. 61. Przekrój schematyczny przez ciało lancetnika. a—Otwór odbytowy. c—Struna grzbietowa. k—Worek skrzelowy m—Żołądek. n—Cewka nerwowa. p—Jama okołoskrzelowa. p_1—Jej otwór (pow.).

Mówiąc o podstawach systematyki, wykazywaliśmy istniejące, a dające się udowodnić istotne podobieństwo wielu gatunków, podobieństwo tak wielkie, że wobec zmienności gatunków, trudno jest ustalić granicę między poszczególnemi gatunkami. W rozdziale niniejszym przytoczone fakty zmuszają nas do uznania tego pewnika, że nie tylko między podobnemi gatunkami, rodzajami i t. d., ale nawet między klasami i typami istnieje rzeczywiste pokrewieństwo. Jeśli, znając wszystkie powyższe fakty, zechcemy sobie odpowiedzieć na pytanie, równie dawne, jak filozofująca myśl ludzka, jak powstał świat istnień żywych, to narzuca się przypuszczenie, że w ciągu dziejów ziemi zachodził stopniowy rozwój form organicznych. To, co było niegdyś intuicją poetów, lub filozoficznym

już się nie miesza z krwią tętniczą. U gadów (C) mamy już ponadto zawiązek przegrody w obrębie komory, wreszcie ptaki i ssaki (D) posiadają najwyższy stopień zróżnicowania w budowie tego narządu, dwa oddzielone od siebie przedsionki i dwie komory, nie łączące się ze sobą zupełnie.

Nasze przypuszczenie stopniowego rozwoju świata organicznego opiera się również na wielu innych danych paleontologicznych. Skoro przypuszczamy, że świat organiczny powoli i stopniowo się rozwijał, to w takim razie musimy przewidywać, że w poprzednich epokach żyły na ziemi inne gatunki zwierzęce i roślinne, ponadto sądzić należy, że im starszą będzie epoka geologiczna, tem prostsze spotykać będziemy postaci, gdyż złożone powstawać będą później czyli że znajdować się będą w epokach młodszych. Tak też jest w istocie. Każdemu z dziejów ziemi wiadomo, że najstarsza epoka, zawierająca szczątki zwierzęce i roślinne, nie wykazuje jeszcze istnienia wyższych kręgowców, ani np. stawonogów, że pojawiają się one stopniowo, a najbardziej złożone, jak owady wśród stawonogów, ssaki zaś wśród kręgowców pojawiają się najpóźniej.

Jeśli rozwój świata organicznego zdaje się być niewątpliwym faktem, to na pytanie, jak się ten rozwój odbywał, niewiele jeszcze można odpowiedzieć. Był czas, w końcu zeszłego wieku, gdy uczonym zdawało się, że odpowiedź taką łatwo dać można i gdy za jedyne zadanie anatomji porównawczej poczytywało się uszeregowanie świata zwierząt wedle pochodzenia, czyli zbudowanie drzewa genealogicznego istot żywych. Dziś wiemy, że nie jest to rzeczą łatwą, a filogeneza, czyli rozwój rodowy świata organicznego, jest dotychczas przeważnie nieznana i tu już raczej opieramy się na prawdopodobnych hipotezach, [1]) aniżeli na faktach. Danych faktycznych brak nam bardzo często, ale nie może to nas dziwić, gdyż, znając dzieje, jakie przechodziła ziemia, a ściślej jej powierzchnia, powinniśmy rozumieć, jak wiele cennych dowodów pogrzebanych jest, może na zawsze, na dnie dzisiejszych oceanów i jak często znalezienie ważnego wykopaliska tylko szczęśliwym trafem nazwać można.

I jeśli często w stosunku do pewnych klas możemy powiedzieć, że pochodzą one od wspólnych postaci, to jest wszystko, co nauka na ten temat ma do powiedzenia.

Przyjmując istnienie rozwoju świata organicznego, z konieczności w naszych systematykach szeregujemy zwierzęta i rośliny wedle

---

[1]) W rozumowaniach naszych często używam pojęć: hipoteza, teorja, prawo. Nie wyjaśniam ich bliżej, przypuszczając, że każdy czytelnik tej książki zdaje sobie sprawę z ich znaczenia.

stopnia ich rozwoju. Robimy to już dziś niemal bezwiednie i właściwie ulegaliśmy temu od pierwszych kart książki niniejszej, omawiając jakiekolwiek zjawisko biologiczne. Ale jeśli w naszym umyśle świat zwierzęcy tak się zawsze szereguje: pierwotniaki, jamochłony, robaki... kręgowce, to byłoby wielkim błędem przypuszczać, że typy te powstały bezpośrednio, jeden z drugiego. O stosunkach rodowych, czyli filogenetycznych, wiemy jeszcze bardzo mało. Pod tym względem nawet postaci przejściowe dowodzą istnienia pokrewieństw i rozwoju, ale jeszcze nie dają możności wnioskowania o pochodzeniu poszczególnych typów i gromad. Przeciwnie, rozpatrując krytycznie znane nam postaci przejściowe, musimy być bardzo ostrożni w ich właściwej ocenie. Nie zaznaczyliśmy tego, opisując je, więc teraz podkreślimy pewne ważne szczegóły. Kto na te osobliwe zwierzęta zwracał uwagę, ten musiał dostrzec, że jest ich bardzo mało i stanowią nieliczne gatunki. Stekowców jest trzy gatunki—pratchawców tyleż, lancetników także. A z drugiej strony, żyją te zwierzęta gdzieś porozrzucane po świecie, stanowiąc żywe relikty dawnych epok. Jak to sobie wyjaśnić. Stanąwszy na stanowisku rozwoju świata organicznego, musimy przyjąć, że rozwój obejmował wszystkie istoty, że zatem takie, które dla nieznanych nam przyczyn zachowały się w dzisiejszym świecie, lecz nie poszły w kierunku jednych lub drugich gromad, musiały wyginąć. Formy przejściowe przeto zostały skazane na zagładę. Obok gadów istnieją dziś ptaki, ale nie są to potomkowie praptaka, który niewątpliwie z powyższych przyczyn zaginął zupełnie bezpotomnie.

Nagromadzaliśmy dowody, przemawiające na korzyść teorji stopniowego rozwoju, ewolucji czyli descendencji. Znaczna ich część i wiele innych również ważkich były znane Lamarckowi i Darwinowi. I otóż obaj ci wielcy przyrodnicy mają nieśmiertelną zasługę w tem, że nie tylko na fakty powyższe zwrócili uwagę, ale, przeświadczone o istnieniu rozwoju, podali p r z y c z y n y, jakie według ich mniemania mogły wpłynąć na ukształtowanie się świata organicznego, czyli, innemi słowy, stworzyli teorje rozwoju, które dziś od nazwisk swych twórców otrzymały nazwy lamarkizmu i darwinizmu. Ich rozpatrzeniem zajmiemy się w następnym rozdziale.

ROZDZIAŁ XX.

Znając statystykę fauny i flory, z łatwością możemy stwierdzić, że dzisiejszy świat zwierzęcy i roślinny liczy miljony gatunków. Jeżeli do tego włączymy te tysiące gatunków, jakie żyły niegdyś na ziemi, a dziś stanowią już postaci kopalne, to otrzymamy liczby jeszcze większe. Zastanawiając się nad powstaniem tych wszystkich postaci organicznych, musimy zająć jedno z dwu stanowisk wobec tej kwestji. Albo przyjąć, że gatunki są niezmienne, i tyle ich jest od stworzenia świata, albo też przypuszczać, że rozwijały się one i powstawały stopniowo, to znaczy stanąć na stanowisku ewolucyjnem, i wówczas szukać wyjaśnienia dla owego rozwoju.

Zadaniem każdej teorji ewolucyjnej jest wyjaśnić, jakie przyczyny mogły spowodować powstanie tylu gatunków, tylu odrębnych osobników, jeśli się przyjmie w założeniu, że powstały one wskutek stopniowego rozwoju, z jednej pierwotnej materji ożywionej.

Jak wiemy, Lamarck wyłożył swoje poglądy w „Filozofji zoologji". W rozumowaniach swoich wychodzi on z następujących założeń:

Długotrwałe używanie, albo nieużywanie jakiegokolwiek organu prowadzi albo do silniejszego rozwoju i rozrostu tegoż, albo przeciwnie, do zupełnego zaniku. Skoro zmiana w warunkach zewnętrznych powoduje u zwierzęcia, np., zmianę w sposobie życia, to w związku z tem jedne narządy rozrastają się, inne mogą zanikać.

A więc zmiany w warunkach otaczających prowadzą do zmian w organizacji.

Według Lamarcka zatem przyczyną zmienności form organicznych są warunki, albo, jak je Lamarck nazywa, okoliczności zewnętrzne.[1]) Nie na wszystkie jednak organizmy zmiany w warunkach zewnętrznych oddziaływają w sposób bezpośredni. Zależy to od tego czy organizmy posiadają „pobudliwość", wywołującą reakcję na zjawiska zewnętrzne, czy też „czucie".

Aby zrozumieć, jak sobie Lamarck wyobraża wpływ warunków zewnętrznych, musimy przedtem określić, co rozumie on przez „pobudliwość" i „czucie", jako cechy właściwe ustrojom żywym. Przez pobudliwość rozumie Lamarck cechę właściwą wszystkim ustrojom żywym i nie wymagającą specjalnych narządów, jako swego podłoża. Czucie zaś właściwe jest tylko zwierzętom i to takim, które mają system nerwowy.

[1]) Jako główną przyczynę zmienności gatunków poczytywał warunki zewnętrzne współczesny Lamarckowi E. Geoferry Saint-Hilaire.

Istoty, posiadające „czucie", posiadają też „czucie wewnętrzne", t. j. poczucie bytu własnego, i różnorodnych potrzeb, i dążą do zadosyćuczynienia tym potrzebom.

Zdaniem Lamarcka, z powyższego wynika, że na rośliny i na zwierzęta niższe, nie posiadające wykształconego systemu nerwowego, a więc i czucia wewnętrznego, warunki zewnętrzne działają bezpośrednio i wpływają na zmianę ich organizacji. Na zwierzęta zaś o dobrze rozwiniętym układzie nerwowym wpływ warunków zewnętrznych jest do pewnego stopnia pośredni. To znaczy, że wraz ze zmianą warunków zmienia się też czucie, pojawiają się nowe potrzeby, prowadzące do nowych czynności, a te powodują zmiany w organizacji. Według Lamarcka zmiany morfologiczne zjawiają się jako rezultat zmian funkcjonalnych, czyli czynnościowych, a te powstają pod wpływem pobudek psychicznych. Przyjmując istnienie rozwoju w świecie organizmów, Lamarck w sposób stanowczy wyraża myśl, że rozwój mógł się dokonywać w ciągu bardzo wielkich okresów czasu. Rozumiał on dobrze, że rozwój odbywać się może tylko powoli, i stąd słusznie zwalczał pogląd współczesnych, jakoby stałości gatunków miały dowodzić dostatecznie fakty, iż przed 2—3 tysiącami lat gatunki roślin i zwierząt były takie same (z piramid egipskich). Lamarck pojmował, że okres kilku tysięcy lat jest krótką chwilą w życiu świata roślin i zwierząt.

Będąc zwolennikiem poglądu, iż rozwój odbywał się stopniowo, powoli, był też Lamarck przeciwnikiem panującego podówczas poglądu Cuviera. Cuvier mianowicie na podstawie badań swych nad zwierzętami kopalnemi, i w myśl istniejących podówczas poglądów w geologji, twierdził, że na powierzchni ziemi od czasu do czasu pajawiały się katastrofy, skutkiem których każda flora i fauna ulegała zagładzie. Pogląd ten zwalczał Lamarck, twierdząc, że niema potrzeby przypuszczać istnienia nieudowodnionych katastrof, skoro wszystko wyjaśnia rozwój stopniowy.

W teorji Lamarcka zauważamy dwa główne punkty.

Pierwszy: to wpływ warunków, okoliczności zewnętrznych.

Drugi: to działanie czucia wewnętrznego.

Gdzie, według Lamarcka niema czucia wewnętrznego, tam warunki zewnętrzne działają bezpośrednio. Zasadę swą ilustruje Lamarck licznemi przykładami. Jeżeli np. nasiona jakiegoś ziela łąkowego dostaną się na wyżynę do suchej, kamienistej okolicy, wystawionej na działanie silnych wiatrów, i o ile się utrzymają przy życiu i wydadzą potomstwo, to powstanie rasa różna od tej, jaka zamieszkiwała łąki i miejsca nizinne.

Osobniki tej nowej rasy staną się mniejsze i wątlejsze, natomiast nabędą nowych cech w organizacji wskutek tego, że pewne ich narządy rozwiną się stosunkowo więcej, niż inne.

Inny przykład dotyczy wpływu wody na kształtowanie się roślin. Przytoczymy go dosłownie.

„Dopóki jaskier wodny (Ranunculus aquaticus) pogrążony jest w wodzie, dopóty liście jego są bardzo delikatnie włoskowato wycięte; skoro jednak łodygi dosięgną powierzchni wody, wówczas liście, rozwijające się w powietrzu, rozszerzą się, zaokrąglą i staną się pojedyńczo płatkowate. Jeżeli niektórym osobnikom tej rośliny udaje się kiełkować w gruncie wilgotnym, lecz nie pogrążonym pod wodą, to pędy ich są krótkie, a liście nie podzielone na nasienie włoskowate, wskutek czego powstaje Ranunculus hederaceus, uważany przez botaników za osobny gatunek".

To byłyby przykłady bezpośredniego działania warunków zewnętrznych.

Gdzie zaś istnieje czucie wewnętrzne, tam widzi Lamarck działanie pośrednie tych warunków. W działaniu tem możnaby wyróżnić wówczas następujące momenty. Powstanie większej i trwalszej zmiany w warunkach, zwierzęta ją odczuwają, co doprowadza u nich do nowych potrzeb. Nowe potrzeby wywołują nowe czynności, a więc i nowe przyzwyczajenia.

Nowe czynności sprawiają, że zwierzę używa więcej pewnych organów, mało dotąd używanych. A nawet usiłowanie wykonania pewnych nowych czynności powoduje tworzenie się organów nowych, używanie pewnych organów doprowadza do ich wzrostu, nieużywanie innych, już teraz zbędnych, do ich zaniku. Ostatecznie procesy takie dają w rezultacie zmiany w organizacji zwierzęcia. Na dowód słuszności tych założeń przytacza Lamarck liczne przykłady roślin i zwierząt hodowanych. Znane zaś pospolicie fakty, że pewne zwierzęta i rośliny hodowane różnią się bardzo od swych dzikich przodków, gdy inne mało się różnią, Lamarck wyjaśnia w sposób następujący.

Jeżeli jakieś zwierzę stosunkowo mało zmieniło się w porównaniu ze swojemi dzikiemi przodkami, np. nasze kaczki domowe i gęsi, to tylko dowód, że niezbyt długo podlegało domestykacji, i nie znajdowało się w odmiennym klimacie; wszakże już i kaczki nasze utraciły zdolność przelatywania większych odległości, a w odnośnych częściach ich ciała nastąpiły pewne zmiany w porównaniu ze szczepami dzikiemi.

Lamarck przytacza liczne przykłady, aby dowieść, że nieużywanie pewnych organów powoduje ich zanik. Rozważając wpływ

różnych czynników, a między innemi i światła wykazuje, że co dotyczy np. światła, to wiadomo, iż liczne zwierzęta jaskiniowe utraciły wzrok, wskutek nieużywania tego organu w ciemności, jak: ślepiec egipski, odmieniec i inne.

Znane są powszechnie przykłady, dzięki którym Lamarck wyjaśnia wpływ warunków na powstanie nowych przyzwyczajeń, dalej—czynności i, co zatem idzie, odpowiednich narządów.

Genezę różnych nóg u ptaków wyjaśnia Lamarck w sposób następujący: ptaki, zmuszone do przebywania w okolicach wodnych i zdobywania sobie w takich warunkach pożywienia, usiłowały pływać, w tym celu rozszerzały palce u nóg, by móc się utrzymać na wodzie, wskutek ciągłego rozszerzania palców skóra u ich nasady rozciągała się, co wreszcie dało początek błonie pływnej między palcami. Lamarck twierdzi, że w taki sam sposób powstały błony pływne u innych zwierząt, jak: żaba, bóbr i t. p. Usiłowanie utrzymania się na wodzie spowodowało czynność (rozsuwanie palców), wskutek tego zjawiła się zmiana w budowie danych organów. Tak samo ptaki, żyjące na drzewach, usiłowały obejmować palcami gałąź drzewa, aby się na niej utrzymać, stąd mamy u nich w analogiczny sposób powstałe długie palce, zakończone długiemi pazurami. Ptaki, żyjące na bagnach, musiały przyzwyczaić się do brodzenia, a że usiłowały nie zapadać się w bagno, więc stąd zczasem otrzymały nogi długie, a często również i szyje długie, przydatne do żerowania.

Naturalnie, we wszystkich tych przypadkach Lamarck przyjmuje, że wszystkie zmiany w budowie dziedziczą się w następnych pokoleniach. Tak samo zresztą myślał Darwin.

To byłyby najistotniejsze poglądy Lamarcka. Rozpatrując je krytycznie, winniśmy je ocenić z dwu stanowisk. Ze stanowiska epoki. w której powstały, i naszych dzisiejszych poglądów na te kwestje,

Co do pierwszego, to już wypowiedzieliśmy się dostatecznie, nazywając Lamarcka największym biologiem Francji. Jego zasługi, jako twórcy pierwszej teorji ewolucyjnej, są ogromne. Jeśli miarą wartości jakiejś teorji naukowej może być długość jej trwania i liczba zwolenników, to możemy powiedzieć, że lamarkizm istnieje do dnia dzisiejszego, a t. zw. neolamarkistów wielu znajdziemy wśród współczesnych uczonych. Co zaś do krytycznej oceny poglądów Lamarcka, to dziś musielibyśmy zająć takie stanowisko: prawdopodobnie niema uczonych, którzyby odrzucali istnienie wielkiego wpływu warunków zewnętrznych na organizmy, natomiast kwestja „czucia wewnętrznego", jako czynnika rozwojowego, wielokrotnie już podlegała ujemnej krytyce.

Rozpatrywaliśmy czynniki, które, według mniemania Lamarcka, spowodowały powstawanie gatunków. Jakżeż się na tę kwestję zapatrywał Darwin? Już wiemy, że odnośne poglądy Darwina są wyrażone w jego pierwszem dziele. Przypomnijmy sobie, jak się nazywało, albowiem, właściwie mówiąc, w samej nazwie dzieła jest już zawarta istota poglądów Darwina. Tytuł tego dzieła brzmi: „O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymywaniu się doskonalszych osobników w walce o byt".

A więc gatunki powstają według Darwina wskutek doboru naturalnego. Czynnikiem, normującym ten dobór, będzie „walka o byt", sprawiająca, że tylko wybrane osobniki zachowają się. Jeżeli dodamy jeszcze, że działanie doboru możliwe jest tylko wówczas, gdy przypuścimy, że pewne cechy dziedziczą się, to w gruncie rzeczy będziemy mieli całość poglądów Darwina. Dopiero później uzupełnił on jeszcze swoją teorję przez wprowadzenie nowego czynnika, którym jest dobór płciowy.

Swoją koncepcję doboru naturalnego oparł Darwin przedewszystkiem na bardzo sumiennie i wszechstronnie zbadanych faktach doboru sztucznego. Co to jest dobór sztuczny? Jest to czynnik, stosowany przez każdego hodowcę świadomie albo nie świadomie dla otrzymania nowych, korzystnych pod jakimkolwiek bądź względem, odmian roślin, czy zwierząt. Zastanawia nas przecież, jak wiele znamy różnych odmian zwierząt i roślin hodowanych, z których liczne powstają w naszych czasach. A ponieważ bardzo często wiemy, a prawie zawsze przypuszczamy, że powstały one z jednego gatunku żyjącego dziko i nieraz znanego nam dokładnie, przeto postarajmy się zbadać, skąd się te liczne odmiany wzięły, czyli jak powstały. „Gdy porównamy, mówi Darwin, tak liczne rasy psów, mnóstwo odmian roślin zbożowych, owocowych, warzywnych i ozdobnych, to będziemy musieli uznać w faktach tych coś więcej ponad prostą zmienność. Nie możemy przypuścić, aby wszystkie te formy powstały nagle, w tak doskonałym i tak pożytecznym dla człowieka stanie".

Klucz do zrozumienia zagadki genezy tych ras znajdujemy w uzdolnieniu człowieka do gromadzenia pewnych zmian drogą doboru.

Natura, jak twierdzi Darwin, sama wytwarza stopniowo zmiany, człowiek zaś nadaje im pewien pożyteczny dla siebie kierunek, potęgując je lub osłabiając. Jak postępuje hodowca, chcąc otrzymać osobniki, w stopniu najwyższym obdarzone jakąś korzystną cechą? Oto wybiera do rozpłodu osobniki, obdarzone tą specjalną cechą, w następnem pokoleniu znów starannie oddziela te osobniki,

u których dana cecha wystąpiła najsilniej, i wreszcie po szeregu pokoleń dostaje pożądany rezultat. Postępując w taki sposób, osiąga często hodowca wytworzenie się obok cech pożądanych szeregu innych, które mogą być nawet niekorzystne, ale to dlatego, że organizmem rządzi prawo korrelacji, dzięki któremu modyfikacja pewnej cechy, np. cienkości wełny u owiec, może pociągnąć za sobą zmiany w budowie rogów, wrażliwości na wilgoć lub tym podobne.

Darwin twierdzi, że nie należy wątpić o wartości doboru na tej tylko podstawie, iż jest on stosowany od niedawna (100—200 lat), gdyż już starożytni znali zasady doboru i powodowali się niemi, a nawet ludzie, nie znający zasad doboru, postępują w myśl nich. Zbadawszy znane sobie przypadki doboru sztucznego, przechodzi Darwin do zwierząt i roślin dzikich i twierdzi, że zasada doboru panuje tu również w całej rozciągłości.

W przyrodzie również rodzą się osobniki z pewnemi cechami odmiennemi niż cechy rodziców, a przez stopniowe spotęgowanie tych cech w następnych pokoleniach mogą powstawać nowe odmiany. Darwin zaś w rozumowaniach tych wychodzi z założenia, że niema jakościowej różnicy między odmianą a gatunkiem i niema ścisłego kryterjum, któreby pozwoliło odmianę od gatunku odróżnić, co, jak wiemy, jeszcze i obecnie stanowi największą trudność systematyki. Nowe, powstające na łonie przyrody odmiany byłyby początkiem nowych gatunków, które zaczynają się właściwie od chwili, gdy ilość cech, różniących je, zwiększy się. A więc, zdaniem Darwina, niema istotnych różnic między powstawaniem odmian w hodowli i odmian w przyrodzie. A jeśli między odmianami, powstałemi w hodowli, mogą się wytworzyć tak wielkie różnice, jak np. między odmianami kur, gołębi, psów, koni i t. d., pochodzących od jednego przodka, to w przyrodzie takie odmiany będziemy właśnie nazywali gatunkami. Wiedząc zaś, że świat organiczny ma za sobą miljony lat istnienia, będziemy rozumieli tę różnorodność jego postaci.

Lecz tu nasuwa się pytanie wielkiej wagi.

Wiemy, kto w hodowli wywołuje powstanie nowych odmian, a przedewszystkiem utrwalenie się pewnych cech. W hodowli działa dobór sztuczny, ten zaś jest w ręku człowieka. Ale co w przyrodzie zastępuje człowieka, który zachowuje osobniki z danemi cechami, a usuwa inne o cechach odmiennych? Zdaniem Darwina, w przyrodzie działa również dobór, dobór naturalny, a wywołuje go walka o byt. W walce tej, staczanej przez organizmy, zwyciężają, czyli zachowują się przy życiu tylko te osobniki, które posiadają jakieś cechy, dające im przewagę.

Wskutek tej walki wszelkie zmiany, czy zboczenia, choćby najmniejsze, jeśli tylko będą korzystne dla danego gatunku, to będą sprzyjać zachowaniu się tegoż przy życiu, a przenosząc się na potomstwo, i potęgując się, spowodują większe przekształcenia. Takie zaś przekształcenia prowadzą do powstawania nowych ras, a więc i nowych gatunków.

Co to jest walka o byt? Mówiłem już o tem, że nie należy znaczenia tego terminu nadużywać. Darwin, używa go w znaczeniu przenośnem. „Walka o byt" nie znaczy wcale, aby w przyrodzie istniała wojna wszystkich przeciw wszystkim, przeciwnie, przeważnie walka ta jest bierną, oznacza ona zależność wzajemną istnień, przedewszystkiem od wyżywienia. Walka o byt wypływa z tego, że wszystkie istoty żywe usiłują się rozmnażać jak najwięcej. Wiemy już, że produkcja elementów rozrodczych jest w każdym gatunku wielka, a nieraz wręcz olbrzymia, i można powiedzieć, że gdyby jakikolwiek gatunek mógł się rozmnażać, nie ginąc inaczej, jak tylko śmiercią naturalną, to każdy, w krótszym lub dłuższym czasie, pokryłby całą ziemię. Jeśli dla przykładu wziąć słonia, rozmnażającego się podobno najpowolniej ze wszystkich zwierząt, gdyż w ciągu stuletniego okresu życia samica może wydać tylko sześcioro młodych, to jednak po upływie 750 lat z jednej pary mielibyśmy 19 miljonów osobników, gdyby tak wiele nie ginęło w walce o byt. Już Linneusz obliczył, że gdyby jakaś roślina wydawała tylko dwa nasiona rocznie, a niema rośliny tak mało płodnej, gdyby każda następna znów tylko dwa nasiona wydała, to po latach dwudziestu mielibyśmy już miljon roślin. A więc każdy gatunek, nawet najsłabiej rozmnażający się, byłby zdolny do opanowania całej kuli ziemskiej w przeciągu bardzo krótkiego czasu. Tylko więc walka o byt sprawia, że w naturze ustala się pewna równowaga, i na ziemi może bytować obok siebie tyle setek tysięcy gatunków roślin i zwierząt. Mimo to, mamy liczne dowody, że każdy gatunek może się w bardzo krótkim czasie rozmnożyć w sposób niezwykły, o ile tylko warunki temu sprzyjać będą. Wystarczy rok, lub dwa korzystnych warunków rozwoju, aby powstały takie olbrzymie ilości szarańczy wędrownej, iż mogą one zniszczyć tysiące hektarów pól uprawnych. Niezwykłe rozmnożenie się w danym roku śledzi, powoduje utworzenie się ławic o szerokości kilku a długości kilkudziesięciu kilometrów. Wiemy dobrze, że są lata, gdy masowe pojawienie się chrabąszczy niszczy liście i zawiązki owocowe całych sadów. Przykładów takich możnaby wyliczyć bardzo wiele. Wszystkie one dowodzą, że w przyrodzie rozmnażanie się osobników jest bardzo zależne od warunków ze-

wnętrznych i ich szczęśliwe ułożenie się w ciągu jednego roku już wystarcza, aby dany gatunek osiągnął olbrzymie ilości osobników. Badając takie fakty, dochodzimy do przeświadczenia, że walka o byt może i musi być rozumiana w znaczeniu bardzo szerokiem, Że, mianowicie, nie można tu mieć na myśli tylko walki indywidualnej, lecz że żywa istota walczy z takiemi czynnikami, jak warunki klimatyczne, ilość pożywienia i t. p.

A więc powstawanie gatunków osiąga się drogą doboru, dobór zaś naturalny w przyrodzie jest dokonany dzięki walce o byt, to znaczy, że zachowują się tylko te osobniki, które w tej walce pozostają przy życiu i zdołają się rozmnożyć. Darwin mówi o zachowaniu się „doskonalszych ras". Jak to należy rozumieć? Już z tego, cośmy o istocie walki o byt pisali, wynika, że i wyrażenia „rasy doskonalsze" nie można brać dosłownie. Doskonalszy nie znaczy obdarzony silniejszemi mięśniami, większemi pazurami i t. p. Przeciwnie, to tylko osobnik lepiej przystosowany.

Jak to rozumiał sam Darwin, wyjaśnia najlepiej jeden z przykładów, który on przytacza. Zauważono mianowicie, że na niektórych wyspach oceanicznych, gdzie panują silne wiatry, znaczna większość owadów, należących do rzędów skrzydlatych, zatraciła skrzydła.

Dlaczego tak się stało? Bowiem owady latające, a więc o dobrze rozwiniętych skrzydłach, były narażone na zgubę, gdyż na niewielkich wyspach wiatr unosił je na morze i zatapiał. Owady zaś nie latające, albo latające słabo, łatwiej utrzymywały się przy życiu i rozmnażały się najwięcej. W każdem następnem pokoleniu przechowywały się najlepiej znów osobniki bezskrzydłe, tak, że po szeregu pokoleń powstawała najpierw odmiana, potem gatunek bezskrzydły. Darwin pisze, że według współczesnych mu obliczeń na Maderze na 550 gatunków chrząszczy, 200 ma tak nierozwinięte skrzydła, że nie może latać. Zasada doboru naturalnego wyjaśnia, zdaniem Darwina, bardzo wiele zjawisk w przyrodzie. Między innemi opisywane poprzednio instynkty, naśladownictwo, czyli mimikrja, barwy ochronne, wszystkie te zjawiska powstały dzięki działaniu doboru. Ale Darwin wkrótce zauważył, że w przyrodzie z łatwością spotykamy fakty, które przez dobór naturalny trudno wyjaśnić. Jak mianowicie rozumieć istnienie wspominanego już przez nas dymorfizmu płciowego, czyli dwupostaciowości? Przecież najczęstszym wyrazem dymorfizmu, zwłaszcza wśród kręgowców, jest nadzwyczajna ozdobność samców, polegająca albo na żywych, często świetnych barwach, albo też nawet na zupełnie odmiennych kształ-

tach, jakie posiada samiec, jak np. bażant, paw, argus wśród ptaków, liczne motyle, chrząszcze i t. d. Dymorfizmu takiego, idącego w kierunku ozdobności, nie sposób objaśnić doborem naturalnym, gdyż znamiona te raczej za szkodliwe trzeba uważać. Bażant—kogut wskutek swego wielkiego ogona i jaskrawego upierzenia daleko łatwiej stanie się zdobyczą lisa, czy jastrzębia, niż szaro upierzona samica.

Aby te wszystkie zjawiska objaśnić, Darwin stworzył teorję doboru płciowego. Rozumuje on tak: gdzie w przyrodzie przeważają samce, tam tylko najokazalszy pod każdym względem samiec ma szanse zdobycia samicy i takiego tylko wybiera samica. Ponieważ w związku z okazałością, ubarwieniem i t. d. występują i inne cechy dla gatunku dodatnie, więc tylko taki samiec przekazać może zespół cech dodatnich następnym pokoleniom, a zatem utrzyma przy życiu gatunek.

Że zaś jeden samiec najzupełniej wystarcza, aby zapłodnić szereg samic, więc nie jest zgubne dla gatunku, gdy nawet pewna ilość samców ze względu na swe cechy, widoczne dla napastnika, ulegnie zagładzie.

Takby się przedstawiały poglądy wielkiego angielskiego uczonego na pochodzenie gatunków. Dzisiaj, uznając w całej rozciągłości wiekopomne zasługi Darwina, musimy przecież zauważyć, że nie wszystkie jego poglądy można bez zastrzeżeń podzielać [1]).

Teorja doboru naturalnego ma dwa zwłaszcza słabe punkty, na które należy zwrócić uwagę. Mianowicie, jak sobie wyobrazić powstanie pierwszego zboczenia w organizacji danej istoty. Bo że z chwilą, gdy dane zboczenie okaże się korzystnem, może się ono utrwalić, w myśl teorji Darwina, to jeszcze nie tłumaczy genezy zboczeń wogóle. Tę słabą stronę swej teorji widział już i Darwin.

Drugi punkt, a raczej drugi zarzut dotyczy i Lamarcka. Jest to zbyt wielka ufność w dziedziczenie wszystkich cech nabytych. Współczesna nauka wykazuje, że bardzo wielu cech takich nie dziedziczy się zupełnie. Do tej sprawy, jeszcze wrócimy.

Darwin zastanawiał się również i nad pochodzeniem człowieka, czemu poświęcił jedno ze swych dzieł. Kwestji tej nie będziemy rozważali bliżej, gdyż wobec braku jakichkolwiek danych paleontologicznych, dotyczących przodków człowieka, nauka nic pewnego w tej materji nie może powiedzieć, a nie jest naszem zadaniem rozpatrywanie

---

[1]) Zwłaszcza teorja doboru płciowego spotkała się z b. wielu rzeczowemi zarzutami.

wszelkich hipotez, które z natury rzeczy mogą mieć jedynie przemijającą wartość. Należy tylko jak najkategoryczniej zaprzeczyć rozpowszechnionemu, a bardzo błędnemu mniemaniu, jakie się utrzymuje jeszcze ciągle w społeczeństwie naszem, jakoby według Darwina człowiek miał pochodzić od... małpy. Tego Darwin nie powiedział, ani nie napisał nigdzie, a kto chce poznać pogląd Darwina na tę kwestję, najlepiej zrobi, jeśli przeczyta jego książkę (już cytowaną), która, istniejąc w polskim przekładzie, staje się przez to dla każdego dostępną.

Wpływ Darwina na rozwój wiedzy był bardzo wielki; może dobrze wyrazimy to, mówiąc, że Darwin stworzył epokę w biologji przedewszystkiem, a potem i w innych dziedzinach wiedzy. O Lamarcku zapomniano na długie lata, więc naukowy ewolucjonizm zaczyna się dopiero od drugiej połowy zeszłego stulecia i wtedy ogarnął ten nowy kierunek myślenia już nie tylko nauki przyrodnicze, ale wszelkie gałęzie wiedzy. Od czasów Darwina powstała już niejedna nowa teorja rozwoju, a cechę ich przedewszystkiem stanowi to, że poszukując przyczyn rozwoju, zwróciły się one nie do organizmu jako całości, lecz do jego elementarnego składnika, czyli do komórki.

Z licznych teoryj rozwojowych rozpatrzymy pokrótce jeszcze jedną, którą zawdzięczamy de Vriesowi.

Hugo de Vries Holender, uczony współczesny, zwrócił uwagę przedewszystkiem na fakty już znane i dawniejszym uczonym, tylko że, gdy tamci nie przypisywali im większego znaczenia, de Vries na takich faktach oparł swoją teorję. Już Darwinowi znane były fakty nagłego występowania w pewnych pokoleniach osobników, wybitnie się różniących od wszystkich innych. Np. w początkach w. XIX otrzymano nową odmianę pszenicy z jednego osobnika, który odrazu hodowca zauważył, tak różnił się wielkością i kolorem kłosa. Ten właśnie kłos odosobniony dał początek nowej odmianie. Tak samo powstała pewna odmiana bezrogich owiec.

Ponadto udało się de Vriesowi samemu zaobserwować nader ciekawy przypadek, dotyczący pewnej pospolitej rośliny, mianowicie wiesiołka (Oenothera Lamarckiana). Mianowicie, w jednym roku obok zwykłych wiesiołków pojawiło się odrazu kilka form nowych, odmiennych: różnice wśród nich wystąpiły większe, aniżeli możnaby to objaśnić zwykłemi wahaniami indywidualnemi. Różnice takie nie mieszczą się w granicach znanych nam praw zmienności i nie dają się wyrazić krzywą Quetelet'a.

Badanie tych i tym podobnych faktów doprowadziło de Vriesa do wygłoszenia następującej teorji. Nowe gatunki powstają bardzo

często nie wskutek nagromadzenia się drobnych cech, jak to przypuszcza Darwin, ale nagle wskutek nieznanych nam bliżej przyczyn. Odrazu mogą się pojawić w obrębie danego gatunku postaci zupełnie odmienne o wyraźnych znamionach, znamiona te przenoszą się na następne pokolenie, i w ten sposób powstaje szereg nowych gatunków.

De Vries taką skłonność, nazwaną przez niego mutacyjną, zauważył u wspomnianego wiesiołka, potem różni uczeni obserwowali ten sam objaw u innych gatunków zwierzęcych i roślinnych. Czy jednakże każdy gatunek podlega mutacjom, jak często i t. d., tego nie wiemy zupełnie.

Ale przypuszczać można, że każdy gatunek może się znajdować w okresie takim, kiedy skłonny jest do wytwarzania odmiennych postaci, dających początek nowym gatunkom. Zjawisko takie nazwane zostało mutacją, a teorja de Vriesa uzyskała miano teorji mutacji.

De Vries jest człowiekiem współczesnym. Przebiegliśmy więc całe dzieje biologji, aż do dni naszych. Wrócimy jeszcze do historji biologji XIX stulecia, lecz przedtem warto zrobić pewną uwagę, dotyczącą wyliczonych trzech teoryj ewolucyjnych. Jaki jest stosunek współczesnego przyrodnika do każdej z nich? Wielu uczonych jest w swych poglądach ewolucyjnych zdecydowanymi lamarkistami, darwinistami, mutacjonistami i t. d., ale zapewne znaczna większość stoi na odmiennem nieco stanowisku. Zazwyczaj widzi ona już objektywnie mocne i słabe strony każdej z nich i przyznaje, że każda ma swoje racje, którym trudno przeczyć.

Niema pewnie przyrodnika, któryby nie uznawał działania czynników zewnętrznych, ani takiego, który nie widzi działania doboru, co zaś do teorji mutacyjnej, to jakkolwiek powstała ona względnie niedawno (około 1900 r.), jednakże fakty zdają się przemawiać za tem, że i mutacyjne powstawanie gatunków musi być w pewnej mierze brane pod uwagę.

Trzeba tylko pamiętać o jednem. Zarówno Lamarck, jak Darwin, de Vries i inni wypowiadali teorję naukową, że istnieje rozwój świata organicznego, i objaśniali, w jaki sposób rozwój ten mógł przebiegać. My dziś wszyscy stoimy na stanowisku ewolucjonizmu w świecie istot żywych, i dotychczas stanowisko to najlepiej objaśnia nam wszystkie gromadzone przez wiedzę fakty. A więc ewolucjonizm jest najprawdopodobniejszą teorją, którą potwierdzają wszystkie znane nam fakty, a nie znamy takich, któreby jej przeczyły. Lecz nie wolno nigdy zapominać, że po nas przyjdą nowe pokolenia i nie wiemy zgoła, czy teorja rozwoju będzie odpowiadać ich

wiedzy o istotach żywych. A jest to przecież naczelną zasadą nauki, że zawsze dąży i dążyć musi do poznania prawdy. Z tego stanowiska winniśmy traktować teorje ewolucyjne i pamiętać o ich wartości względnej w stosunku do wszelkich możliwości naszego poznania.

Przebiegając myślą historję biologji, zatrzymaliśmy się u progu wieku XIX.

Wiek dziewiętnasty jest wiekiem tak potężnego rozwoju nauk biologicznych, że stajemy już wobec olbrzymiego szeregu uczonych, którzy w tym okresie żyli i działali.

Można więc tylko ogólnie wiek ten scharakteryzować, jako epokę powstania licznych nowych kierunków wiedzy i wielu jej działów.

Systematyka, morfologja, embrjologja, fizjologja, nauki doświadczalne, paleontologja — oto nauki, które albo powstają w tym wieku, jako samodzielne działy nauk biologicznych, albo też rozkwit ich największy przypada na to stulecie.

W kierunkach teoretycznych w tym wieku, najwięcej rozwinęły się: filozofja morfologji w pierwszych dziesiątkach lat zeszłego stulecia, a potem teorje ewolucyjne. W kierunkach badań konkretnych epokę stanowią lata 1830—1840 które są datą ugruntowania budowy komórkowej organizmów.

Wiek XIX cechuje jeszcze i to, że wiedza biologiczna staje się udziałem całego cywilizowanego świata i niema już dziś kulturalnego narodu, któryby się nie przyczynił do jej rozwoju. I my możemy się poszczycić imionami ludzi, którzy w dziejach biologji poczesne miejsce sobie zdobyli, roznosząc sławę polskiego imienia daleko poza granicę ojczyzny. Wymienimy tylko imiona nielicznych [1]). Będą to:

Jędrzej Śniadecki (1768—1838 r.), profesor akademji wileńskiej, autor książki „Teorja jestestw organicznych".

Leon Cienkowski (1823—1887 r.), botanik wszechświatowej sławy, jeden z pierwszych na świecie badaczy istot jednokomórkowych, przez obcych uznany, jako jeden z twórców naukowej bakterjologji.

August Wrześniowski (1836 –1892 r.), zoolog, badacz wymoczków i skorupiaków.

Marceli Nencki (1847—1901 r.), biolog-chemik.

Henryk Hoyer (1834—1908 r.), wielki badacz w zakresie drobnowidzowej budowy ciała, czyli t. zw. histologji, odkrywca wielu nowych faktów w tej dziedzinie.

---

[1]) Polecam książkę J. Nusbauma «Szlakami nauki ojczystej» Warszawa 1917 r

Władysław Taczanowski (1819—1890 r.), sławny na cały świat ornitolog, t. j. badacz ptaków, który opisał wiele nowych gatunków, nadsyłanych mu z całej niemal kuli ziemskiej.

Marjan Raciborski (1863—1917 r.), botanik wielkiej sławy i wiekopomnych zasług, zwłaszcza dla nauki ojczystej.

Napoleon Cybulski (1854—1919 r.), znakomity fizjolog, zasłużony badacz fizjologji człowieka.

ROZDZIAŁ XXI.

W rozdziałach poprzednich wielokrotnie zmuszony byłem używać wyrazu dziedziczność, dziedziczyć i t. p.

Są ważne względy, dla których należy wyraz ten i odpowiadające mu pojęcie dokładniej omówić.

Pojęcie dziedziczności, dziedziczenia pewnych cech, jest oczywiście bardzo stare, ale dopiero badania wieku XIX wykazały, jak różnie można rozumieć te terminy i jak trudno ustalić dla nich dokładne znaczenie.

Jeśli mówię, że dajmy na to z jajka kury wylęga się kura, i wierzę, że żadne inne stworzenie się nie wylęże, to tem samem twierdzę, że istnieje jakieś prawo dziedziczenia cech organizmu macierzystego, które się przenoszą na potomstwo. I nikt nie ma wątpliwości, że tak jest. Lecz zbadajmy nawet nasz przykład trochę bliżej. Nikt się nie zawaha z odpowiedzą, gdy zapytam, co się wylęgnie z jajka kury; ale jeśli postawię pytanie, w takiej formie, jakie kurczę wylęgnie się z jajka białej kury, to każdy, choć trochę znający się na sprawach hodowli, wie, że na to zgóry i dokładnie odpowiedzieć nie można. Każdy wówczas zapyta przedewszystkiem, jakiego koloru był kogut, którego plemnik zapłodnił dane jajko, ale nawet wiedząc o tem, nie będzie mógł twierdzić nic stanowczego o kolorze przyszłego kurczęcia.

Wiadomo bowiem, że wśród kur naszych wiele jest białych, ale wiadomo również, że z jajek ich mogą się wyląc kurczęta bardzo rozmaicie upierzone, a więc białe, t. zw. jarzębate, żółte i in.

Zastanówmy się nad tym przykładem.

Wiemy, że z jajka kury powstanie kura, ale nie wiemy, jak upierzona, czyli że stwierdzamy, iż istnieją pewne cechy, które bezwarunkowo przeniosą się na potomstwo, ale zdajemy sobie również sprawę, że istnieje szereg cech, których dziedziczenie nie jest już tak niewątpliwe.

Odpowiedzieć na pytanie jakie cechy przenoszą się na potomstwo, jakie zaś nie, jest to zbadać i poznać zjawisko dziedziczności.

W drugiej połowie zeszłego stulecia badania dziedziczności wysunęły się na pierwszy plan, w związku z teorjami ewolucyjnemi, które przecież opierają się na dziedziczeniu pewnych cech.

Badania te mają nietylko teoretyczne znaczenie. Przecież stwierdzenie lub, przeciwnie, obalenie zasady, że wszelkie cechy dziedziczą się, ma olbrzymią doniosłość praktyczną w naukach biologicznych, dla teoretyka i hodowcy, pozatem dla pedagoga, lekarza, nawet socjologa i prawodawcy.

Hodowcę przecież nic nie obchodzi, czy jest jakiś rozwój gatunków, czy go niema; on chce tylko wiedzieć, czy pewne cechy jego bydła lub kartofli przeniosą się na następne pokolenie, czy też nie. Tak samo lekarz-praktyk, mając powierzone pieczy swej dziecko chorych rodziców, a pragnąc odpowiednio pokierować wychowaniem dziecka, musi liczyć się z pytaniem, czy pewne choroby dziedziczą się i w jakiej formie. Nawet prawnik, żądając uniewinnienia podsądnego, ponieważ podsądny obarczony dziedzicznie nie może odpowiadać w zupełności za swoje czyny, powinien zdawać sobie sprawę, czy i w jakim stopniu t. zw. obciążenie dziedziczne może być brane pod uwagę. Widzimy więc z tego, że kwestje dziedziczności są obecnie bardzo żywotne, ale rozstrzygnięcie ich leży w rękach biologa.

Otóż tylko biolog, badając zjawiska dziedziczności, może wykazać, do jakiego stopnia może liczyć hodowca na dziedziczenie pewnych cech jego kartofli, wykazać, jak bardzo ma się obawiać lekarz chorób rodziców dla swego pacjenta; wreszcie może wskazać sędziemu, o ile podsądny zasługuje na uwzględnienie swego przestępczego czynu z powodu dziedzicznego obciążenia.

Zagadnienie dziedziczności oddawna już zostało sprowadzone do pytania, gdzie przedewszystkiem jest podścielisko znamion, czyli cech dziedzicznych. Gdy nauka o rozwoju, embrjologja, wykazała że każdy osobnik zwierzęcy na początku swego istnienia jest tylko jedną zapłodnioną komórką jajową, z tą chwilą badacz zjawisk dziedziczności musiał się zwrócić do komórki, w niej przedewszystkiem szukając odpowiedzi na postawione pytania. Wobec wielkiej wagi tej kwestji zrozumiemy, dlaczego tak bardzo analizowaną była komórka jajowa, plemnik, moment zapłodnienia, jednem słowem, wszystkie te dane, na których opiera się rozwój przyszłego ustroju. I oto badania wykazują, że bardzo wiele faktów zdaje się przemawiać za tem, iż podłożem, substratem cech dziedzicznych jest przedewszystkiem jądro komórki jajowej i plemnikowej, a w jądrze chromatyna. Na jakichże danych opieramy się, czyniąc takie przypuszczenie? A oto niektóre ważniejsze.

Założeniem naszem musi być stwierdzony fakt, że obie płcie przekazują potomstwu swe znamiona w stopniu zupełnie jednakowym. Zarówno obserwacja otaczającej nas przyrody, jak też i zwierząt i roślin hodowanych poucza nas o tem dostatecznie. Pamiętając o tem, zwróćmy teraz uwagę na elementy rozrodcze. Nawet nie biorąc pod uwagę żółtka, wiemy, że jajko jest największą komórką organizmu. Dlaczego? Gdyż posiada ogromną względnie ilość plazmy. Komórka zaś plemnikowa, z reguły najmniejsza, jest znowu taką dlatego, że plazmy posiada najmniej. Mamy więc dowód, że ilość plazmy zdaje się tu nie odgrywać większego znaczenia. Drugiego dowodu dostarcza nam moment zapłodnienia. Wiemy, że w chwili przenikania plemnika do jajka tylko główka zazwyczaj przedostaje się poza błonę jajową, witka, czyli nić końcowa, zwykle odpada, spełniwszy swą rolę narządu ruchowego. A ponieważ główka plemnika zawiera tylko bardzo nieznaczną ilość plazmy w t. zw. kapie, więc jest to jeszcze jeden dowód, przemawiający za tem, że udział plazmy jest znikomy: bo nawet w tych przypadkach, gdy nić końcowa plemnika dostaje się do wnętrza jaja, los jej jest zazwyczaj taki, iż rozpuszcza się w plazmie i znika. Do pewnego stopnia pośrednim dowodem będzie znany fakt, że znamiona dziedziczne przenoszą się w jednakowym stopniu od obu płci, zarówno w tym przypadku, gdy jajko rozwija się nazewnątrz ustroju, jak też i wówczas, gdy rozwój odbywa się wewnątrz organizmu macierzystego, co wskazuje, że organizm macierzysty nie wywiera na zarodka żadnego widocznego wpływu. Sumując te wszystkie fakty, dochodzimy do przeświadczenia, iż nasze założenie zdaje się być słuszne, iż w jądrze szukać należy przedewszystkiem podłoża cech dziedzicznych. A jeśli znów jądro poddamy bliższemu rozpatrzeniu, i zauważymy jego zachowanie się zarówno w karjokinezie, jak w momencie zapłodnienia, czyli karjogamji, to stanie się dla nas jasnem, że z różnych składników jądra tylko chromatyna wysuwa się na plan pierwszy i jej przedewszystkiem musimy przypisać to wielkie znaczenie. W jakiej postaci tkwią w chromatynie cechy dziedzicznego przyszłego ustroju, tego oczywiście nie wiemy, musimy tylko przyjąć to, o czem już mówiliśmy, że niezróżnicowana dla nas nitka chromatyny, tak maleńka, iż zaledwie rozróżniamy jej zarysy pod mikroskopem, kryje w sobie wielkie tajemnice. Lecz dotąd badania mikroskopowe nie rozwiązują jeszcze zagadnienia, jakie cechy się dziedziczą. Chcąc więc dać odpowiedź na ważne pytania, jakie postawiliśmy sobie na początku tego rozdziału, musimy zwrócić się do innej gałęzi wiedzy, biologji doświadczalnej, gdzie rozliczne eksperymenty dostarczały już wiele materjału.

Postawmy sobie pytanie, o co nam będzie chodziło. Oto, jakie cechy nabyte dziedziczą się?

Bo przecież zarówno dowodząc teorji rozwoju, jak też zastanawiając się nad dziedzicznością z jakichkolwiek względów praktycznych, musimy przedewszystkiem rozstrzygnąć to własnie pytanie, czy cechy nabyte są dziedziczne, czy nie? Przedewszystkiem trzeba określić, co należy rozumieć przez cechę nabytą. Ma to wogóle wielką doniosłość, a szczególnie dobitnie zaznacza się w stosunkach ludzkich, gdy chodzi o różne sprawy chorobowe.

Wciąż słyszymy pytania, czy np. takie choroby, jak gruźlica, rak i inne są dziedziczne, czy nie. Niezawsze mamy już na te pytania odpowiedź. Jednakże często bardzo zachodzą tu sprawy zakażenia a nie dziedziczenia. Np. dziecko kobiety chorej na gruźlicę może mieć również gruźlicę wrodzoną, a więc nie nabytą indywidualnie, czy jednak wystarcza to, aby mówić o dziedziczeniu gruźlicy. W tym wypadku nie wystarcza, gdyż gruźlica może być odziedziczoną, albo też mogło nastąpić zarażenie się ustroju dziecka jeszcze w czasie życia zarodkowego. A więc przez cechę nabytą będziemy rozumieli taką cechę, która, nie będąc przedtem integralnie związaną z istotą danego organizmu, a wystąpiwszy w jakiemś *n* pokoleniu wskutek działania jakiegoś czynnika, przechodzi już w dalsze pokolenia, jakkolwiek działanie tego czynnika ustaje.

Innemi słowy, możemy to określić tak: jeśli na ustrój *a* działa pewien określony czynnik *b* i ustrój zareaguje na dany czynnik w sposób swoisty, to reakcja ta może się wyrazić w wystąpieniu pewnej cechy. Jeśli w potomstwie ustroju *a* dana cecha wystąpi, mimo to, że czynnik *b* działać przestał, wówczas powiadamy, iż nastąpiło w tym wypadku odziedziczenie cechy nabytej.

Więc np. jeśli gąsienice jakiegoś motyla będziemy żywili innym pokarmem, niż ten, którym one zwykle się żywią, to w ubarwieniu powstałych z tych gąsienic motyli mogą wystąpić zmiany. A zatem ustrój *a* (gąsienica) pod wpływem czynnika *b* (odmienne pożywienie) zareagował w pewien sposób (ubarwienie odmienne motyla). Jeśli teraz dalsze pokolenia tego motyla wykazywać będą to samo odmienne ubarwienie, jakkolwiek gąsienice wrócą do zwykłego pożywienia, to będziemy mieli do czynienia z odziedziczoną cechą nabytą.

Dawniejsi biologowie, jak wiemy, bezwzględnie wierzyli w możność odziedziczenia cech nabytych tak dalece, że zarówno Lamarck, jak i Darwin przypuszczali, iż nawet nabyte kalectwa, zranienia mogą się dziedziczyć, tak że np. krowa z utrąconym rogiem, może dawać cielęta z rogiem zwyrodniałym.

Badania jednakże wykazały, że takie cechy nie są dziedziczne Bo np. mimo wybijania pewnych zębów u niektórych ludów od wielu wieków, a więc przez ogromną ilość pokoleń, cechy te nie występują jako dziedziczne. Nie mamy dowodów, aby dziedziczyły się takie cechy, jak umiejętność mówienia u ludzi, której każde nowe pokolenie musi się uczyć, lub tym podobne. Że żadne okaleczenia nie są dziedziczne, to nawet już drogą doświadczalną udało się wykazać. Obcinanie ogona 22 pokoleniom myszy białej (doświadczenia Weismann'a), nie doprowadziło do tego, aby ogon stał się u tych zwierząt krótszym lub szczątkowym.

Natomiast zdają się prawdopodobnemi dziedziczenia takich cech, które w szeregu pokoleń powstały, jako reakcja na czynniki zewnętrzne. Zanikanie oczu u zwierząt jaskiniowych jest niewątpliwie reakcją na brak światła, i oto potomstwo odmieńca ma oczy szczątkowe nawet wówczas, gdy żyje w zwykłych warunkach oświetleria. Ale i tu nie wiemy, jakby się zachowały odmieńce, hodowane na świetle przez wiele pokoleń.

Tak samo czasowe działanie jakiegoś czynnika zdaje się być dziedzicznem wówczas, gdy czynnik ten działa w okresie specjalnej wrażliwości elementów rozrodczych, co udało się zaobserwować.

Ważnem jest również, że w pewnych przypadkach wykazano, iż działający na pokolenia a jakiś czynnik może w pokoleniach a_1 a_2 i t. d. wywołać znaczne zmiany zupełnie innego charakteru. Oto jeśli u świnki morskiej przeciąć nerw kulszowy (nervus ischiadicus), to w jej potomstwie mają występować różne cechy nabyte, jak się okazuje wskutek uszkodzenia wspomnianego nerwu, a zupełnie odmienne, jak np. padaczka (epilepsja). Wiele również badano, czy i o ile dziedziczą się cechy, nabyte wskutek zmiany warunków temperatury, a czynnik ten na niektóre istoty, np. owady (motyle), działa bardzo wybitnie. Wszakże i w tym przypadku, jak i we wszystkich poprzednich, musiałbym używać określeń: „wydaje się", „sądzić można że" i tym podobnych, dowodzących, że olbrzymia ilość badań już dokonanych nie pozwala jeszcze na żadne wnioski stanowcze i pewniki.

Niezmiernie ważne zjawiska, dotyczące prawidłowości dziedziczenia pewnych cech, wykazał w ostatnich czasach uczony zakonnik Mendel. Zdobycze Mendla okazały się tak doniosłemi i ważnemi, że powstał nowy kierunek badań nad dziedzicznością, t. zw. mendelizm. Jemu to poświęcimy ostatnie stronice.

Aby zrozumieć teorję Mendla, musimy zrobić kilka wyjaśnień, dotyczących sprawy krzyżowania się różnych odmian, gatunków i rodzajów, czyli t. zw. bastardacji, a to dlatego, że doniosłe

odkrycia Mendla dotyczą przedewszystkiem tych właśnie zjawisk. Możność otrzymywania mieszańców, a nawet sporadyczne powstawanie mieszańców w przyrodzie, są to fakty znane już od bardzo dawna. Specjalną uwagę zwrócono na nie od czasów gruntownych badań, dotyczących dziedziczności, gdyż we wszystkich przypadkach krzyżowania się osobników wybitnie odmiennych najłatwiej badać udział obu płci w przenoszeniu na potomstwo cech dziedzicznych.

Mieszańce przedstawicieli różnych rodzajów są nadzwyczaj rzadkie i trudno o nich coś pewniejszego powiedzieć; w przyrodzie nie są spotykane, a otrzymane sztucznie, zwykle nie osiągają dojrzałości, lecz giną.

Mieszańce, czyli bastardy różnych gatunków są naogół dość rzadkie. Znamy je wszakże w każdym niemal typie (obecnie znamy już np. około stu mieszańców wśród motyli), a wśród kręgowców, między rybami, np. łososiopstrągi, mieszańce karpia i rybki złotej. Między płazami są mieszańce pewnych gatunków traszek itd. Najwięcej mieszańców znamy wśród ptaków. Kury domowe krzyżują się i dają mieszańca z perlicą (pantarką), głuszcem, kuropatwą, cietrzewiem. Znane są również mieszańce różnych gatunków ptaków drapieżnych: orłów, sokołów i in. Wśród ssących oddawna znane są mieszańce klaczy i osła—muły, oraz ogiera i oślicy—osłomuły. Pozatem znamy mieszańców psa z wilkiem, lisem i szakalem, tygrysicy i lwa i inne. Jedne z tych mieszańców spotykamy w przyrodzie, np. łososio-pstrągi, mieszańce głuszca i cietrzewia; inne powstają tylko w hodowli, np. mieszańce konia i osła i t. p.

Dotąd przyjmuje się, że zasadniczą cechą mieszańców odmiennych gatunków jest ich bezpłodność. Wyjątek stanowić mają tylko leporydy, mieszańce zająca i królika, wszakże nie jest to rzeczą pewną, niewiadomo bowiem, czy leporydy nie są tylko odmianą królika. Mieszańce różnych gatunków z powodu swej bezpłodności nie mają wielkiego znaczenia dla nauki dziedziczności, większą wartość posiadają bez wątpienia mieszańce różnych odmian albo ras, gdyż te są zawsze płodne, a więc mogą nas pouczyć o dziedziczeniu cech. W stosunku do znamion rodzicielskich mieszańce mogą się zachowywać dość rozmaicie. Mieszańce, powstałe ze skrzyżowania dwóch ras, czy odmian, mogą być następujące:

Mieszańce pośrodkowe, czyli takie, których znamiona stanowią mniej więcej środek między cechami osobników, który dały im początek, np. mieszaniec gila i kanarka ma takie cechy: na czerwonawem tle ubarwienia gila występuje wszędzie żółty odcień kanarka.

Mieszańce mozajkowe, np. pewych kur czarnych i białych, gdzie ubarwienie jest w plamy czarne i białe, co stanowi mozajkę.

Mieszańce wzajem przemienne, których przykładem będą muły i osłomuły. Muł ma głowę i ogon konia, nogi podobne do końskich, ale budowę krtani, jak u osła, a więc ryczy, jak osioł. Osłomuł zaś ma głowę, nogi i ogon ośle, a budowę krtani konia, i dlatego rży, jak koń. W tym przypadku mieszaniec dziedziczy pewne cechy zupełnie wyraźne po każdym z przodków.

Mieszańce o cechach rozszczepiających się. Ta forma bastardacji, gdzie zachodzi rozszczepienie się cech, jest dla nas najważniejszą.

Tego rodzaju bastardację zbadał Mendel.

Grzegorz Mendel mnich-augustjanin, później prałat w Brünn, ogłosił swoje badania w r. 1865. Badania te spotkał z początku los wielu wielkich pomysłów naukowych, współcześni nie ocenili ich wielkiej wartości zupełnie i mendelizm, jako nowa nauka o przenoszeniu się cech podczas krzyżowania się odmian, występuje na widownię dopiero około 1900 roku.

W badaniach Mendla chodzi o zachowanie się mieszańców, powstałych ze skrzyżowania dwóch różnych ras, w pokoleniu pierwszem i dalszych. Zasługą Mendla jest wykrycie pewnej prawidłowości w zachowaniu się mieszańców o cechach rozszczepiających się, którą to prawidłowość ujmujemy w następujące reguły Mendla: Pierwsza reguła Mendla głosi że: mieszańce pokolenia pierwszego (F_1) [1]) są wszystkie jednakowe, różnic między niemi ze względu na jakąkolwiek cechę niema. Ta jednakowość może się wyrazić w sposób następujący:

1) Mieszańce pierwszego pokolenia (F_1) mają cechy dokładnie pośrodkowe w porównaniu z cechami rodziców. Np. krzyżując dwie odmiany pewnej rośliny o kwiatach białych i czerwonych, otrzymujemy pierwsze pokolenie o kwiatach różowych.

2) Mieszańce pierwszego pokolenia (F_1) mają wszystkie cechy jednego z rodziców. Ze skrzyżowania dwu odmian bobu o nasionach gładkich, wypukłych, i nasionach z przewężeniami, wszystkie osobniki mają nasiona gładkie. Taka z pary cech, która występuje w pierwszem pokoleniu, otrzymała nazwę dominującej albo w skróceniu dominantu, ta zaś, która w pierwszem pokoleniu nie występuje, ale, jak się okaże, wystąpi później, będzie cechą recesywną, albo recesywem.

3) Mieszańce pierwszego pokolenia (F_1) obok cech rodziców wykażą pewną cechę dla rodziców nową, t. zw. atawistyczą, czyli cechę przodków. Np. krzyżując dwie różne odmiany białej wyki hiszpańskiej, otrzymamy pierwsze pokolenie o kwiatach purpurowych, właściwych dzikiej wyce sycylijskiej.

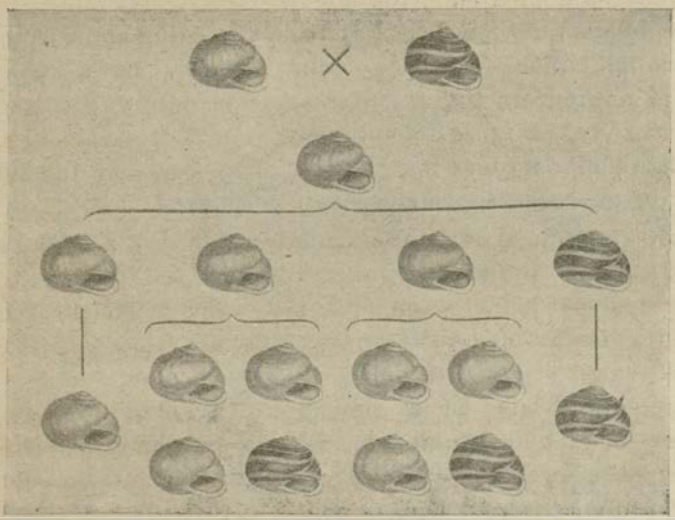
---

[1]) Przyjęto oznaczać pokolenia literami F_1, F_2 i t. d. od angielskiego terminu «filial generation».

Druga reguła Mendla orzeka że: w drugiem pokoleniu (F_2) mieszańców zachodzi rozszczepienie cech, występują oddzielnie znamiona obojga rodziców, i to w ściśle określonym stosunku procentowym.

Gdzie osobniki pierwszego pokolenia mają cechy pośrodkowe, tam w drugiem pokoleniu (F_2) znajdziemy trzy grupy osobników, jedne z cechą dominującą (w tym przypadku jednego z rodziców), drugie z cechą pośrodkową (mieszaną) i wreszcie trzecie z cechą ustępującą, czyli recesywną (znów cecha jednego z rodziców).

Stosunek liczbowy będzie jak: 1 : 2 : 1, to znaczy procentowy 25% : 50% : 25%. W następnem pokoleniu (F_3) potomstwo osobników



Rys. 64. Krzyżowanie dwóch ras ślimaka ogrodowego (**Helix hortensis**) o różnej barwie skorupki, podlegającej regułom Mendla.

z cechą dominującą, krzyżowane między sobą, albo z przodkiem o cesze dominującej, da nam zawsze potomków o cesze tylko dominującej, i tak będzie przez nieograniczoną liczbę pokoleń; to samo dotyczy zachowania się w następnych pokoleniach tych 25% osobników o cesze ustępującej, recesywnej. Natomiast 50% osobników o cesze pośrodkowej, łącząc się ze sobą lub samozapylając (rośliny), znów się rozdzieli w następnem pokoleniu na trzy grupy, według powyższych prawideł i t. d.

Gdzie zaś osobniki pierwszego pokolenia (F_1) posiadają cechę tylko jednego z rodziców (dominującą), a cechę recesywną mają ukrytą, tam w pokoleniu drugiem (F_2) nastąpi rozszczepienie tak

samo na trzy grupy osobników (gdyż rozszczepienie zachodzi zawsze według tej samej reguły), ale zajdą zmiany następujące.

Będziemy mieli jedną grupę z wyłączną cechą dominującą (25%), drugą z cechą dominującą jawną, a recesywną utajoną (50%) i trzecią z cechą recesywną (25%).

Taki właśnie przypadek ilustruje rys. 64.

Ponieważ jednak cecha recesywna nie będzie dla nas widoczna, przeto będzie się nam zdawało, że tylko $^1/_4$ część osobników, czyli 25%, posiada cechę recesywną, $^3/_4$ zaś, czyli 75%—dominującą. Dalsze jednak krzyżowanie wykaże nam istotny stan rzeczy. 25% czystych dominantów tego drugiego pokolenia, krzyżując się między sobą albo samozapylając, da znów zawsze tylko dominanty; tak samo będzie z recesywami, a 50% osobników o recesywie utajonym w następnem pokoleniu znowu się rozszczepi według podanego wzoru. Gdzie osobniki pierwszego pokolenia (F_1) mają nową cechę atawistycznego pochodzenia, tam rozszczepienie odbywa się w sposób bardzo złożony, który już pominiemy.

Jakże sobie wyobrażają Mendel oraz jego zwolennicy przyczyny takiego rozszczepiania cech?

Otóż przyjmują oni, że osobnik, pochodzący z linji czystej, to znaczy, którego przodkowie skrzyżowaniu nie podlegali, posiada t. zw. czystość gamet, (gametą nazywamy element rozrodczy, a więc u zwierząt plemnik i jajko), to znaczy, że gameta posiada zawiązek zawsze jednej tylko cechy z tych dwu, jakie podlegają rozszczepieniu, a więc cechę bieli albo czerwieni kwiatu i t. p. Jakież więc mogą być kombinacje łączenia się gamet w pokoleniu F_1? Użyjemy obrazowej nazwy, biały i czarny plemnik, białe i czarne jajko, rozumiejąc oczywiście, że mowa o plemniku białego osobnika i t. d. I wówczas będziemy mieli kombinacje następujące:

czarny pl. × czarne jajko czarny pl. × białe jajko biały pl. × b. jajko
biały pl. × czarne jajko

Ponieważ kolor czarny będzie dominującym, więc, oznaczając kolor czarny, dominujący przez D, a biały, recesywny przez R,

otrzymamy:	DD	DR RD	RR	
	1	2	1	czyli

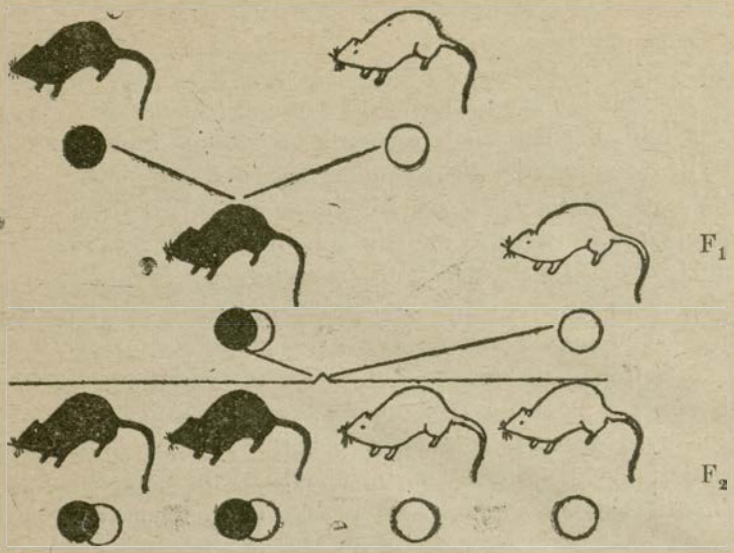
stosunek liczbowy, jak wynika z badań 1 : 2 : 1.

Jako dowód, że przypuszczenie czystości gamet jest słuszne, może służyć takie doświadczenie: Skrzyżujmy mysz szarą z myszą białą. (W pokoleniu F_1 powstaną tylko myszy szare, gdyż szarość jest tu dominująca. Dopiero w pokoleniu F_2 będziemy mieli, w myśl znanych reguł, 25% czystych recesywów (białych), 25% czystych do-

minantów (szarych) i 50% osobników DR i RD, ale z jawną cechą szarości).

Z pokolenia F_1 weźmy jednę mysz (rys. 65) i skrzyżujmy ją z jedną z form rodzicielskich, dajmy na to, z myszą białą. Mysz szara z takiego pokolenia F_1 ma połączenie gamet DR, mysz biała gametę R, jakież tu mogą być połączenia?

Tylko DR i RR, a więc przypuszczać winniśmy, że w pokoleniu F_2 będziemy mieli dwie tylko grupy osobników; połowę o cechach RR, czyli czysto białych i połowę o cechach DR, czyli mieszanych, ale, że szarość będzie dominująca, więc szarych.



Rys. 65 Rezultat krzyżowania myszy szarej z białą. Przypadek szczególny. Sprawdzanie reguł Mendla. (Objaśnienie w tekście).

Tak też jest wistocie. Na 4 myszki pokolenia drugiego (F_2) otrzymujemy 2 białe i 2 szare.

Trzecią regułę Mendla stanowi stwierdzenie niezależności cech w organizmie.

Dotychczas braliśmy pod uwagę jedną parę cech: białość i czerwoność (kwiatu), białość szarość (myszy), gładkość ziarn lub przewężność (bobu) i t. d. Ale może być bardzo wiele par cech i właśnie Mendel dowodzi, że mogą one wszystkie podlegać rozszczepieniu, przyczem niezależnie jedna od drugiej. Naturalnie, wówczas prawa zachowania się mieszańców są znacznie bardziej złożone.

Zapytajmy teraz, jakież znaczenie dla teorji biologicznej i praktyki hodowlanej mogą mieć reguły Mendla?

I w jednym i w drugim przypadku bardzo wielkie. Biologja zyskuje dzięki im nowy pogląd na tak ciemne dotąd kwestje dziedziczenia cech, występujących w organizmach.

Hodowla zaś dostaje w regułach Mendla nowe podstawy badania istotnych przyczyn, które powodują powstawanie nowych ras i odmian zwierząt i roślin, otrzymywanie czystych ras bez jakichkolwiek starań ze strony hodowcy i występowanie odmiennych osobników w danych pokoleniach, bez względu na najstaranniejszy dobór. Fakty takie są pospolite w hodowli, a zrozumieć je można dopiero dzięki znajomości reguł Mendla. Wszystkie te kwestje w zagadnieniach ulepszania istniejących ras posiadają olbrzymie znaczenie.

* * *

Na tem kończymy nasz kurs biologji.

Wielu, bardzo wielu ważnych zagadnień biologicznych nie poruszyliśmy zupełnie. Na to niema rady. Każda nauka jest wielka, a biologja z natury rzeczy obejmuje więcej może zagadnień, niż jakakolwiek inna. Kto się nią zainteresuje bliżej, ten sobie łatwo znajdzie drogę i do książek obszerniejszych, niż ta, i nawet do samodzielnych studjów. A wówczas, cokolwiek będzie badał z wielkiej dziedziny życia, przekona się, jaki ogrom zadań stoi jeszcze przed nami.

Mówiliśmy na początku książki, że, badając przejawy życia, zbliżymy się może do zrozumienia, czem jest życie. Sądzę, że nie można było postąpić inaczej. A jednak od odpowiedzi na pytanie, czem jest życie, jesteśmy w tej chwili równie dalecy, jak byliśmy w chwili rozpoczynania naszej pracy. I przekonaliśmy się, że żadna z kwestyj, jakie się nam nasuwały, nie jest ostatecznie rozstrzygnięta. Wszędzie widzieliśmy tylko przypuszczenia, hipotezy, teorje, w nielicznych tylko przypadkach poznaliśmy już rządzące w przyrodzie prawa.

A więc tylko usilna praca nad każdem zagadnieniem, bodaj najdrobniejszem, może wreszcie doprowadzić nas do poznania wielkiej tajemnicy życia. I nie wahajmy się czasu naszego, ani życia poświęcić bodaj najdrobniejszym zagadnieniom, bo pamiętajmy, że: „Cała historja wszechświata jest wypisana na skrzydłach muchy" (Giard).

Był czas (koniec w. XIX), że, z powodu niemożności zbadania wielu zjawisk życiowych, powiedziano: „ignoramus et ignorabimus". Czas ten minął. Dziś pracujemy wszyscy w przeświadczeniu, że jeśli nie my, to nasi potomkowie zdobędą prawdy i pewniki, dla nas jeszcze niedostępne. A właśnie w tem dążeniu do odkrywania tajemnic przyrody leży największy urok jej badania.