JÓZEF NUSBAUM-HILAROWICZ

SZLAKAMI WIEDZY

SZKICE Z ZAGADNIEŃ BIOLOGJI WSPÓŁCZESNEJ

WYDANIE TRZECIE ZNACZNIE POWIĘKSZONE

OPRACOWAŁ

DR BENEDYKT FULIŃSKI
PROFESOR POLITECHNIKI WE LWOWIE

KSIĘGARNIA WYDAWNICZA H. ALTENBERGA WE LWOWIE

SZLAKAMI WIEDZY

JÓZEF NUSBAUM-HILAROWICZ

SZLAKAMI WIEDZY

SZKICE Z ZAGADNIEŃ BIOLOGJI WSPÓŁCZESNEJ

WYDANIE TRZECIE ZNACZNIE POWIĘKSZONE

OPRACOWAŁ

DR. BENEDYKT FULIŃSKI
PROFESOR POLITECHNIKI WE LWOWIE

H. ALTENBERG
KSIĘGARNIA WYDAWNICZA WE LWOWIE

Z DRUKARNI „DZIENNIKA POLSKIEGO, WE LWOWIE, Ul. CICHA 5. TELEFON 283.

PRZEDMOWA WYDAWCY

Popularno-naukowe pisma śp. prof. Dr. Józefa Nusbauma-Hilarowicza cieszyły się zawsze wielką poczytnością w szerokich kołach wykształconego ogółu. O tem świadczy zupełne wyczerpanie w handlu wszystkich nakładów, jakie za życia autora ukazały się na półkach księgarskich. Fakt ten mówi z jednej strony — o pożyteczności dzieł popularno-naukowych śp. Nusbauma Hilarowicza, z drugiej strony — o żywem interesowaniu się wykształconej części społeczeństwa polskiego zagadnieniami biologicznemi. Ze względu na dający się obecnie odczuwać brak książki z dziedziny biologji, przeznaczonej dla szerokich sfer czytających, na propozycję Rodziny Autora i nakładcy p. Altenberga podjąłem się wydania szkiców i odczytów śp. prof. Nusbauma-Hilarowicza, pomieszczonych w czterech jego zbiorkach: „Z zagadek życia", „Z zagadnień biologji i filozofji przyrody", „Szkice i odczyty z dziedziny biologji", „Szlakami Wiedzy", „Z teki biologa". Starałem się poszczególne ustępy ująć w jedną całość, nie zmieniając w niczem treści ich lub zapatrywań autora. O ile jednak postęp nauki dorzucił nowych przyczynków do jakiegoś biologicznego zagadnienia, tam ośmieliłem się odesłać czytelnika do krótkich przypisków wydawcy, pomieszczonych na końcu odpowiedniego ustępu.

Tytuł książki „Szlakami Wiedzy" usprawiedliwia treść dzieła. Nie obejmuje ono całości zjawisk biologicznych, lecz rozstrząsa niektóre tylko zagadnienia tej umiejętności.

Żywię nadzieję, że, jak poprzednie publikacje śp. Nusbauma-Hilarowicza, tak i ta książka, będąca zbiorem najważniejszych ustępów z poszczególnych dzieł, spotka się z żywem przyjęciem społeczeństwa — ku pożytkowi nauki wogóle, a nauki polskiej w szczególności.

W lipcu, 1921.

PROF. DR. B. FULIŃSKI.

ROZWÓJ BIOLOGJI W OSTATNICH STU LATACH

Nauka o życiu rozwijać się może tylko jednocześnie z rozkwitem innych umiejętności przyrodniczych.

Zjawiska życiowe są o wiele więcej złożone, niż fizyczne i chemiczne, bo materja żywa jest nietylko sumą pewnych związków chemicznych, nietylko podlega wszystkim prawom fizykalnym, ale obdarzona jest nadto pewnemi właściwościami swoistemi, specyficznemi, które wyróżniają ją od martwej.

Stąd, rzecz naturalna, badacz, zgłębiający tajniki życia, musi się oprzeć przedewszystkiem na zdobyczach chemji i fizyki.

Żadna zresztą z nauk przyrodniczych nie może się rozwinąć oddzielnie i zupełnie niezależnie od innych, żadna z nich nie jest niezawisłą ani logicznie, ani historycznie, lecz wszystkie w mniejszym lub większym stopniu wymagają pomocy i wzajem jej sobie udzielają.

Zwłaszcza zaś biologja, wskutek stanowiska, jakie zajmuje w hierarchji nauk, musi się posiłkować licznemi zdobyczami i odkryciami, dokonywanemi w innych naukach. Postępy np. optyki, udoskonalenie mikroskopów złożonych, wprowadzenie soczewek apochromatycznych, zastosowanie do badań biologicznych wielu środków chemicznych, zarówno do dociekań nad fizjologją, jak i nad morfologją ustrojów, wszystko to, w tak wysokim stopniu warunkując rozwój nauki o życiu, pozostaje w jaknajściślejszym związku z postępami umiejętności abiologicznych.

Łączność nauk wogóle, a przyrodniczych w szczególności polega nie tylko na tem, że każda korzysta z wynalazków i przyrządów, należących do innych dziedzin, ale że posługuje się także w znacznej mierze metodami innych umiejętności, które stają się wówczas dla niej środkami, odgrywającemi niejako rolę rzemiosł, jak się wyraża dosadnie H. Spencer. Bo jeżeli jakieś zjawisko złożone ma być rozebrane przez pewną naukę, i ma być przedewszystkiem rozwikłane z innych zaciemniających je zjawisk, zapomocą metod innych nauk, do których się one odnoszą, „tedy owe inne nauki użyte w ten sposób, są niejako w położeniu rzemiosł“. Bio-

log, dociekający np. pewnych zagadnień życiowych, przejawiających się w komórce organicznej i mający przed sobą pewien określony cel naukowy, traktować będzie fakta i metody chemiczne lub fizyczne jako poboczne środki pomocnicze, podobnie jak astronom traktować będzie w ten sam sposób w swych spostrzeżeniach nad ruchem gwiazd — tablice refrakcji, oraz różne formuły, umożliwiające mu usunięcie pewnych błędów w obserwacji.

Jeżeli biologja uczyniła tak zdumiewające postępy w ubiegłem stuleciu, to głównie przez to, iż przyswoiła sobie ścisłe metody badań, stosowane już dawniej w naukach chemicznych i matematyczno-fizycznych, a przedewszystkiem, że oparła się nietylko na metodzie zwykłej obserwacji, ale zarówno też wprowadziła metodę doświadczalną, eksperymentalną i to nietylko w fizjologji — nauce o czynnościach organizmów, ale w znacznej mierze, zwłaszcza ku schyłkowi XIX wieku i w morfologji, nauce o budowie ustrojów.

* * *

Przystępując do dziejów biologji w ubiegłych stu latach, muszę się z góry zastrzec, że w jednym wykładzie będę mógł zaledwie tylko z najogólniejszego stanowiska rozpatrzeć rzecz całą.

Bo jeżeli zważymy, że prawie cała fizjologja współczesna jest produktem pracy ubiegłego stulecia, że cała niemal anatomja porównawcza, embrjologja, histologja czyli nauka o mikroskopowej budowie ciała, cała anatomja patologiczna, bakterjologja, całe działy botaniki, jak anatomja i fizjologja roślin, cała wreszcie paleontologja, nauka o skamieniałościach, słowem, że wszystkie te, tak niezwykle rozległe umiejętności biologiczne rozwinęły się lub częściowo nawet powstały w ubiegłym dopiero wieku — łatwo zrozumiemy, że dzieje tych umiejętności poznać tu będziemy mogli zaledwie tylko w grubym zarysie.

Ale pod pewnym względem taki zarys gruby ma może swój urok. Albowiem dla ogólnego ogarnięcia tak olbrzymiej całości musimy się wznieść na wysokość bardzo znaczną, a wówczas zginą dla wzroku naszego liczne strumyki, strumienie, potoki i pomniejsze dopływy, a widzialnemi będą tylko wielkie rzeki, z nich powstałe, jak wstęgi srebrne, wijące się na olbrzymiej przestrzeni; znikną szczegóły krajobrazu, a pozostaną tylko gór łańcuchy, wielkie szczyty i horyzonty rozległe.

* * *

Rozpatrzmy najprzód w krótkości, co odziedziczyła biologja ubiegłego stulecia po wieku XVIII-tym, w jakim stanie znajdowała się ona u progu i na początku stulecia?

„W dziejach kultury wiek XVIII stanowi epokę niezmiernie interesującą, w nim bowiem do kulminacyjnego doszły punktu wszyst-

kie spory i walki, staczane od kilkuset lat na polu politycznem, społecznem, religijnem i filozoficznem. W filozofji przesuwają się jak w kalejdoskopie poglądy realistyczne, sensualistyczne, idealistyczne i materjalistyczne; postaci: Condillaca, La Mettrie'go, Cabanisa, d'Alemberta, Diderota i wielu innych; postać Leibnitza z jego mglistą monadologją, która wpłynęła niewątpliwie na witalistyczne poglądy wielu bardzo biologów ówczesnych (Stahl, Hoffmann); w medycynie i naukach przyrodniczych przesuwają się postaci Galvaniego i Volty, Boerhaavego, Stahla, Wernera, Linneusza, Huntera, Hallera, Morgagniego, Spallanzaniego, Buffona i wielu, wielu innych, z których większość budowała podwaliny dla biologji przyszłego stulecia" (Haeser).

Nauki biologiczne obejmują trzy grupy umiejętności: fizjologiczne, traktujące o życiowych czynnościach organizmów, morfologiczne, mające za przedmiot budowę ciała jestestw organicznych, i wreszcie — systematykę zoologiczną i botaniczną. Te trzy grupy umiejętności nosiły w XVIII-tym i w pierwszej połowie XIX-go wieku piętno bardzo charakterystyczne. W fizjologji panowały wszechwładnie poglądy witalistyczne, na morfologji tak zwana filozofja przyrody wycisnęła potężne swe piętno, w zoologji i botanice systematycznej wiara w całość gatunku stworzyła znamienne kierunki dociekań. Te trzy ówczesne stany trzech grup umiejętności biologicznych musimy bliżej nieco określić, pragnąc uwydatnić doniosłe zdobycze każdej z nich w wieku XIX-tym.

Witalizm, czyli wiara w jakąś specyficzną siłę życiową, różną zasadniczo od wszystkich innych sił przyrody, sięga początkiem swoim w daleką przeszłość. Pomijając poglądy starożytnych filozofów, z których niejeden hołdował witalizmowi, wspomnę tylko słynnego Paracelsa (Filiberta Aureolusa Teofrastusa Bombastusa, czterech imion von Hohenheim Paracelsa), który zerwawszy z wszystkiemi dotychczasowemi poglądami i rozpocząwszy w r. 1527 wykłady na wszechnicy bazylejskiej spaleniem dzieł swoich poprzedników, począł głosić skrajne ideje witalistyczne. Bo w jego mniemaniu, w każdem stworzeniu żyjącem bytuje „ogień niebiański" i „balsam australiczny ducha bożego", ducha, który w niem siedzi jako „Archeusz", „Vulcanus". „Der Archeus im Menschen alle die Vulkanischen Kunst vollbringt, ordnet, schickt und fügt alle Ding in Kraft der gebnen Kunst von Gott in sein Wesen, ein jegliches in seine letzte Materia". Wszelkie czynności fizjologiczne organizmu są sprawą owego „archeusza", który rządzi organami ciała, jak kuchta naczyniami i statkami, bo nawet trawienie pokarmu jest jego dziełem: „Der Archeus meistert im Magen... und macht aus der Nahrung, was im zusteht, als ein Schmidt, der aus seinem Eisen machen mag, was er will".

Pomimo ogromnego wpływu poglądów filozoficznych F. Bacona (1560—1626) na pojęcia naturalistów, pomimo doniosłych odkryć Williama Harvey'a (1578—1657) w dziedzinie fizjologji, dokonanych dzięki metodzie, wskazanej przez Bacona, poglądy witalistyczne panowały niemal wszechwładnie w ciągu całego wieku XVII i XVIII-go. Bacon uznał za jedyne zadanie filozofji — badanie przyrody i człowieka, za jedyną właściwą metodę tego badania — metodę indukcyjną, a za jedyną drogę tej metody — obserwację i eksperyment, negując niemal zupełnie znaczenie wszelkiej dedukcji i wszelkiej hipotezy. Wprawdzie już przed Baconem zastosowali metodę indukcyjną w swych badaniach Kepler i Galileusz; wprawdzie sam Bacon był pod wielu względami zacofany w swych poglądach przyrodniczych, nie przyjmował bowiem naprzykład nauki Kopernika, Keplera i Galileusza; ale w każdym razie wpływ jego na rozwój metod eksperymentalnych, na kierunek ścisłej obserwacji przyrodniczej był olbrzymi, jakkolwiek zanadto bezkrytyczną przywiązywał on wagę do nieomylności zmysłowego spostrzegania, czemu skutecznie przeciwdziałała nauka Kartezjusza. Nietylko ogólno-filozoficzne ideje Kartezjusza, ale liczne specjalne jego spostrzeżenia fizjologiczne, dotyczące nauki o zmysłach, optyki i akustyki, a nadto pogląd jego, że ciało ludzkie ze względu na czynności życiowe, winno być uważane za złożoną machinę — wszystkie te ideje wielkiego filozofa wywarły dodatni bardzo wpływ na przyszłe losy fizjologji.

William Harvey, jeden z najznakomitszych biologów XVII-go wieku, badacz, który na drodze ścisłego spostrzegania wyjaśnił krążenie krwi, który wypowiedział słynny aforyzm: „omne vivum ex ovo" (wszystko, co żyje, rozwija się z jaja), a tem samem, wspólnie z innym, współczesnym mu biologiem, Fr. Redim z Arecco przyczynił się do obalenia teorji samorództwa, jeszcze od czasów Arystotelesa uparcie trzymającej się w nauce, badacz ten, powtarzam, działał pod wpływem metody, wskazanej przez Bacona. Pomimo jednak, że metoda ta okazała się w przyszłości tak błogą w swych skutkach, hydra witalizmu przez długi czas jeszcze dumnie podnosiła głowę.

Współczesny Harvey'owi słynny fizjolog belgijski Jan Chrzciciel van Helmont (urodzony w roku 1570), był kontynuatorem poglądów Paracelsa, upatrując w człowieku „duumvirat" dwóch dusz, jednej nieśmiertelnej, drugiej śmiertelnej, zwanej inaczej: „archeus influus" (archeusz życiowy), przez grzech pierworodny od duszy nieśmiertelnej oddzielony. Ta główna siła życiowa, czyli archeusz główny, włada i rządzi drugorzędnemi archeuszami, zawartemi w płynnych częściach ciała organizmu. Choroby są uwarunkowane przez walkę duszy nieśmiertelnej ze śmiertelną, a zadaniem lekarza jest uspokoić rozdrażnionego tą walką archeusza.

Poglądy, podobne do van Helmontowskich, powstrzymały przez długi czas rozwój ścisłej wiedzy fizjologicznej, która, mając wytknięty przez Harvey'a kierunek, nie poszła jego śladem, lecz zeszła na manowce witalistyczne, dające szerokie pole do najfantastyczniejszego objaśniania zjawisk życiowych. Kierunek ten bardzo szkodliwy i rozwój nauki tamujący, podsycany był szczególniej przez dwóch słynnych, a bardzo wpływowych fizjologów XVIII-go stulecia: Fryderyka Hoffmanna († 1742) i Grzegorza Ernesta Stahla († 1833), z których pierwszy przyjmował istnienie „uduchowionych monad", oraz „eteru nerwowego", jako przyczyn zjawisk życiowych, drugi zaś, autor słynnej teorji „flogistonu", mającej objaśnić zjawiska chemiczne, głosił bardzo mgliste poglądy witalistyczno-fizjologiczne, jak naprzykład, iż organa ciała nie żyją, lecz są tylko „ożywiane przez duszę", lub że fizyka i chemja nie mogą nam tłómaczyć żadnych zgoła czynności organizmu. Zamiast więc postępować naprzód, fizjologja cofała się wstecz w pierwszej połowie XVIII-go stulecia.

Upadkowi jej przeciwdziałał w części Albrecht von Haller († 1777), którego słynna „teorja drażliwości" oparta była na spostrzeżeniach, a jakkolwiek obserwacje jego fizjologiczne nie były wolne od błędów, a wnioski z nich wysnuwane były tem samem fałszywe, nie mniej wpływ tego badacza w dziedzinie fizjologji był bardzo dodatni, ponieważ Haller zalecał metodę empiryczną, nawoływał do wiwisekcyj na zwierzętach, i dowodził, że należy porównywać z sobą czynności życiowe u rozmaitych zwierząt". Zobaczymy niżej, że ten dodatni wpływ Hallera w dziedzinie fizjologji ograniczył się rzeczywiście do tej tylko gałęzi biologji, natomiast dla morfologji, zwłaszcza zaś dla nauki o rozwoju zarodkowym zwierząt, stanowisko, zajmowane przez Hallera, było wprost fatalnem, i powstrzymało na długie lata należyty rozwój tych umiejętności.

Gdy w Niemczech Haller, nawołując do doświadczeń wiwisekcyj i ścisłych spostrzeżeń, przygotowywał grunt pod nową erę fizjologji, która niebawem miała zabłysnąć, we Włoszech czynili to dwaj dzielni biologowie XVIII-go stulecia: Spallanzani († 1799) i Fontana († 1805), którzy z wielkim bardzo dla nauki pożytkiem umiejętnie stosowali eksperymentalną metodę w fizjologji, a trzeci ich współziomek, Galvani († 1798), odkrył elektryczność zwierzęcą, budując podwaliny dla zupełnie nowej gałęzi wiedzy, która tak pięknie rozwinęła się w wieku XIX-tym — elektrofizjologji. W Anglji Stefan Hales († 1761) ugruntował mechanikę krążenia, a wreszcie we Francji wielkie odkrycia w chemji, dokonane przez Lavoisiera, oraz stworzona przez niego teorja oddychania (1777), jako też w związku z tem będące doniosłe odkrycie Girtannera (1790), iż w płucach krew żylna pobiera tlen: wszystkie te rozproszone, a dla dalszego

postępu wiedzy fizjologicznej pierwszorzędnej wagi odkrycia, przygotowywały grunt dla świetnego rozwoju tej nauki, którym szczycić się może ubiegłe stulecie.

W 1801 roku, a więc na samym początku wieku, urodził się mąż, który w dziejach fizjologji stworzył epokę, który pchnął tę umiejętność na nowe, a wielkie tory — Jan Müller († 1858).

Müller jest postacią niedoścignioną niemal w dziejach fizjologji i w ogóle biologji, ogarnął bowiem wielkim swoim umysłem obszar, jakiego nikt przed nim, ani po nim w tej nauce objąć nie zdołał, a jak olbrzymie państwo Aleksandra Macedońskiego — powiada E. Du-Bois Reymond — po śmierci jego rozpaść się musiało na liczne części, bo nie stało genjusza, któryby całość utrzymać potrafił, tak i wielka dziedzina biologji, ujęta przez genjusz Jana Müllera w jedną potężną całość, musiała rozpaść się po nim na liczne, poszczególne gałęzie, zróżnicować się na oddzielne umiejętności, uprawiane przez liczne rzesze pracowników. Müller był, jak i większość innych współczesnych mu fizjologów, witalistą, ale witalizm jego „miał bardzo szczęśliwą postać“. Siła życiowa była dlań wprawdzie siłą zupełnie inną, niż siły przyrody martwej, ale wyobrażał sobie, że działa ona ściśle na zasadzie praw fizyko-chemicznych. Müller dążył przeto do mechanicznego objaśnienia zjawisk życiowych. Nadto obejmował on równomiernie cały obszar tych zjawisk, nie pominął żadnego i stworzył we wszystkich dziedzinach poszczególnych, przez własne, a oryginalne zawsze badania podstawę, na której wszyscy późniejsi fizjologowie ubiegłego stulecia w dalszym pracowali ciągu. Zawsze zwracał uwagę w pracach swoich na całość; nigdy nie przedsiębrał badań specjalnych, któreby nie miały mu dopomóc do rozwiązania jakiegoś wielkiego, ogólnego zagadnienia. Genjalnie umiał zabierać się do badania różnych problematów życia, a mianowicie, nie używał nigdy jednej metody fizjologicznej, jaką w danym wypadku inni fizjologowie byliby się zadowolnili, ale korzystał ze wszystkich naraz i w iście mistrzowski sposób umiał je łączyć i zespalać dla jednego celu. Wiadomości i metody fizyczne, chemiczne, anatomiczne, zoologiczne, histologiczne, embrjologiczne i wreszcie filozoficzne, były dla niego w jednakowej mierze dostępne, a korzystał z nich niemal jednocześnie przy rozwiązywaniu wielkich problematów życia.

Jan Müller, rzec można, był ojcem fizjologji nowoczesnej, fizjologji wieku XIX-go. Stworzył on przedewszystkiem fizjologję porównawczą. „Przez porównawczo-anatomiczne rozpatrywanie organów w świecie zwierzęcym, oraz przez historję rozwoju poznajemy dopiero istotne właściwości organów, oraz otrzymać możemy pojęcie o ich cechach fizjologicznych. Dlatego też fizjologja może być tylko porównawczą“. Ta wielka myśl Müllera stała się ideą przewodnią dla wielu jego następców. Zwłaszcza w drugiej połowie

stulecia, gdy wspaniały rozwój anatomji porównawczej wykazał, iż budowa niższych ustrojów zwierzęcych znakomicie wyjaśnia organizację wyższych, idea Müllera zyskiwała sobie coraz więcej zwolenników, a fizjologja stała się nauką porównawczą, i zaczęła dążyć do badania funkcyj życiowych w całym szeregu zwierząt, od najniższych do najwyższych. Nadto Müller był twórcą idei o tak zwanej specyficznej energji zmysłów, polegającej na tem, że dany organ zmysłowy, bez względu na rodzaj bodźca zewnętrznego, który nań działa, daje nam czucia zmysłowe tylko pewnego, specyficznego rodzaju; naprzykład narząd zmysłu wzrokowego, drażniony czy to przez zwykłe bodźce świetlne, czy to przez podniety mechaniczne (tak zwane świeczki w oczach przy silnem uderzeniu się w oko), daje nam zawsze czucia świetlne; przecinanie nerwu wzrokowego podczas pewnych operacyj wywołuje u chorych wrażenie potężnego bardzo światła (t. z. morze światła). Przeciwnie zaś, jeden i ten sam bodziec, zastosowany do rozmaitych organów zmysłowych, wywołuje zupełnie odmienne czucia, zależnie od natury organu zmysłowego, na który działa. Przez wykrycie tej ważnej zasady ugruntowaną została w sposób ściśle naukowy idea podstawowa, iż świat zewnętrzny nie jest wcale takim, jakim wydaje się nam przez okulary naszych zmysłów, i że gdyby nasze organa zmysłowe inaczej były zbudowane, świat zewnętrzny wydałby się nam zupełnie innym, niż obecnie. Przez wykrycie tej zasady, z której wynika, że na drodze czysto zmysłowego badania nie jesteśmy w stanie poznać istoty świata, nas otaczającego, zarówno też przez liczne inne ważne dociekania, naprzykład w kwestji fizjologji zmysłu wzrokowego u człowieka i zwierząt, lub w kwestji fizjologji halucynacyj wzrokowych, Müller stworzył podwaliny nowej zupełnie, nieznanej wcale przed nim, umiejętności — psychofizjologji, która znalazła później tak liczne grono miłośników pośród biologów ubiegłego stulecia i wywarła wpływ bardzo doniosły na rozwój samej psychologji, zwłaszcza zaś psychologji doświadczalnej. Müller pierwszy wcielił tę umiejętność do fizjologji.

Najważniejszą tedy, najdonioślejszą dla postępu fizjologji zasługą Jana Müllera było to, iż zdołał on zespolić w jedną organiczną całość rozmaite kierunki dociekań nad czynnościami życiowemi zwierząt, że zdołał krytycznie je ocenić i wykazać głęboki związek pomiędzy wszystkiemi gałęziami nauki o życiu. W ten sposób stworzył podstawy nowej fizjologji. Już przed nim liczni inni badacze wzbogacili wiedzę biologiczną znakomitemi zdobyczami, o których jeszcze w części niżej będzie mowa, naprzykład Magendie († 1855) udoskonalił metodę wiwisekcji, Döllinger i Karol v. Baer dali podstawę embrjologji nowoczesnej, Jerzy Cuvier, ojciec anatomji porównawczej, uzasadnił konieczność ścisłego odróżniania

funkcyj i możliwość określenia budowy organów na podstawie czynności, przez nie spełnianych, Fourcroy, Vaquelin, a głównie Berzelius († 1848), stworzyli chemję fizjologiczną, Th. de Saussure († 1849) zreformował fizjologję roślin, Chladni († 1845) — akustykę; „a z wszystkich tych, w części niezależnych od siebie nauk, kierunków i metod zbudował Jan Müller fizjologję nowoczesną“ (Preyer).

Ale prawo ogólne integracji i dyferencjacji, całkowania się i różnicowania, rządzące całą ewolucją świata organicznego, stosuje się w równej mierze do rozwoju umiejętności ludzkich. I tutaj z wielu pojedynczych, częstokroć najzupełniej, zdawałoby się, niezależnych od siebie grup wiedzy faktycznej i kierunków, powstaje od czasu do czasu, dzięki umysłom genjalnym, całość wielka, w której wszystko jednoczy się i wiąże w sposób iście cudowny — powstaje niejako integracja wiedzy na wielką skalę. Lecz gdy wiedza faktyczna rozwija się dalej, gdy liczne, poszczególne grupy zagadnień wymagają nowych metod, dróg i kierunków, gdy pewne uogólnienia nie zadawalniają już badaczy, następuje wówczas dyferencjacja, zróżnicowanie się danej, zcałkowanej uprzednio umiejętności; rozpada się ona na liczne poszczególne gałęzie wiedzy, specjalizuje się w różnych kierunkach, a wówczas opracowywanie jej staje się dostępniejszem dla wielkich rzesz badaczy. To samo działo się z fizjologją. Jeszcze przed śmiercią wielkiego Müllera, dzieło, zespolone przez niego w jedną harmonijną całość, zaczęło się różnicować ku dalszemu znów pożytkowi i postępowi nauki.

* * *

W drugiej połowie dziewiętnastego stulecia zarysowały się różne kierunki w fizjologji: fizykalny, chemiczny i mikroskopowo-biologiczny. Pierwszy z nich t. j. fizykalny zapoczątkowany został przez Juljusza Roberta Mayera z Heilbronnu (1814 — 1878) przez odkrycie mechanicznego równoważnika ciepła (1840).

Jako lekarz okrętowy, Mayer zauważył w Batawji przy puszczaniu krwi nowoprzybyłym tam Europejczykom, że ich krew żylna jest jaśniejsza niż na północy; za przyczynę tego uznał wyższą temperaturę klimatu w strefie zwrotnikowej. Wewnętrzna ciepłota ciała ludzkiego, powodowana przez utlenianie się, jest stała u ludzi wszystkich stref, a przeto ilość produkowanego przez ciało ciepła musi się znajdować w określonym stosunku do ilości utraconego ciepła.

Jeśli więc ciało ludzkie traci wiele ciepła (przez promieniowanie) w klimacie zimnym, to utlenianie czyli spalanie musi się w niem wówczas odbywać energiczniej, ażeby mogła się utrzymać niezmienna temperatura ciała; natomiast w klimacie zwrotnikowym,

gdzie ciało przez promieniowanie traci bardzo niewiele ciepła, ilość produkowanego ciepła jest też mniejsza, a więc i krew żylna jest tu jaśniejsza, bo oddaje tkankom ciała mniej tlenu, potrzebnego do ich spalania. A i ilość spożywanego pokarmu musi być również mniejsza w krajach zwrotnikowych, bo pokarm przeważnie służy u dorosłego człowieka, podobnie jak węgiel w machinie parowej, do spalania, a tylko w części do odnowy tkanek i organów. Mayer doszedł dalej do wniosku, że podobnie jak w machinie parowej, praca, przez nią wykonana, odbywa się kosztem ciepła produkowanego przez spalanie się węgla, tak też i organizm żyjący wykonywać może pracę mechaniczną, poruszać się, lub podnosić ciężary kosztem ciepła, produkowanego wskutek powolnego, a ustawicznego spalania (utleniania), które się w ciele żywem odbywa. To doprowadziło go dalej do wniosku, że istnieje pewien stały stosunek pomiędzy ilością produkowanego ciepła a pracą mechaniczną. Późniejsze badania Joule'a i innych pozwoliły ten stosunek określić ilościowo.

Wykrycie mechanicznego równoważnika ciepła miało doniosłe bardzo znaczenie dla rozwoju fizykalnego kierunku w fizjologji, który ugruntowany został, prócz Roberta Mayera, przez cały szereg innych znakomitych badaczy, jak E. H. Webera († 1878), Volkmanna († 1877), Ludwiga († 1895), Helmholtza († 1895), Du-Bois-Reymonda († 1899), Mareya i innych. Ernest Henryk Weber, a następnie Edward Weber i Helmholtz ugruntowali fizjologję organów zmysłowych, wykryli fizyczne podstawy widzenia i słyszenia, Ludwig i Marey podali znakomite metody dla badania czysto fizykalnych czynności ciała (metody graficzne, zapisujące np. rytmiczne wahania pulsu, analizujące ruchy ciała podczas chodzenia albo biegania), Emil Du-Bois Reymond stworzył metodę fizykalną, polegającą na używaniu prądu galwanicznego, jako bodźca dla nerwów i mięśni.

Słowem, przez cały szereg doniosłych badań, polegających na stosowaniu do fizjologji metod fizykalnych i objaśnianiu najrozmaitszych czynności ustrojów na podstawie praw mechaniki, optyki, akustyki, nauki o cieple i elektryczności, w fizjologji nowoczesnej powstał kierunek swoisty, który oznaczyć wypada jako fizykalny. Fizjologja dziewiętnastego wieku zdobyła liczne, bardzo świetne i doniosłe odkrycia w tej dziedzinie, a jeżeli dotychczas zadawalniała się w tym względzie przeważnie badaniem zwierząt wyższych, kręgowych, a mniej stosunkowo zwracała się ku niższym typom zwierzęcym, to niewątpliwie obecne stulecie przyniesie nam świetne rezultaty i w dziedzinie fizjologji fizykalnej ustrojów niższych, praca bowiem w tym kierunku, rozpoczęta w ostatnich kilkunastu latach, zwłaszcza od czasów urządzenia laboratorjów dla fizjologji w zna-

komitszych nadmorskich stacjach zoologicznych (np. w Neapolu) daje wszelką rękojmię powodzenia w tym względzie.

Oprócz kierunku fizykalnego, rozwinął się w fizjologji po czasach Jana Müllera — kierunek chemiczny, zapoczątkowany przez Wöhlera (1800 — 1882) i Justusa Liebiga (1803 — 1873). W r. 1828 Wöhler dokonał pamiętnego w historji biologji odkrycia, a mianowicie otrzymał na drodze syntezy chemicznej mocznik, ciało azot zawierające, które stanowi jeden z najważniejszych produktów przemiany materji w organiźmie żyjącym, a mianowicie produktów rozkładu ciał białkowych. Przedtem mniemano powszechnie, że tak złożone ciała organiczne, jak np. mocznik, mogą być wytworzone tylko przez ustrój i to pod wpływem tajemniczej siły życiowej. Wöhler, otrzymawszy sztucznie mocznik z ciał nieorganicznych poza obrębem ustroju, zadał cios temu mylnemu poglądowi, a jednocześnie zapoczątkował nowy, wielce doniosły kierunek dociekań fizjologicznych, a mianowicie chemiczno-fizjologiczny, który ze świetnym skutkiem uprawiali następnie: Justus Liebig, Claude Bernard, Pflüger, Voit, Hoppe Seyler, Bunge, Marceli Nencki, Kossel i liczni inni znakomici fizjologowie i chemicy.

To samo, co o kierunku fizycznym, można też powiedzieć o chemicznym. Aż do ostatnich dwóch, trzech dziesiątków lat wieku ubiegłego chemja fizjologiczna obierała za przedmiot dociekań ciało człowieka i zwierząt wyższych, a dopiero w ostatnich kilkudziesięciu latach zwrócono się także do świata istot niższej organizacji, gdzie dla fizjologji jest jeszcze olbrzymie pole do badań; prace w tym kierunku zostały również ułatwione przez założenie odpowiednich laboratorjów w celniejszych stacjach zoologicznych.

Do rozwoju fizjologji roślin przyczynili się najwięcej w XIX-tym stuleciu Th. Saussure, Pfeffer, Juljusz Sachs i Wiesner.

Ażeby zakończyć przegląd wielkich zdobyczy i kierunków w fizjologji wieku ubiegłego, musimy jeszcze zwrócić uwagę na trzy następujące, doniosłe momenty.

*
* *

Zapoczątkowana przez wielkiego Jana Müllera psychofizjologja rozwinęła się wspaniale wskutek badań nad czynnościami organów zmysłowych wspomnianego już wyżej Helmholtza, a nadto Webera, Heringa i wielu innych, oraz wskutek epokowych badań nad czynnościami mózgu i rdzenia: Flourensa, Hitziga, Munka i Goltza, dzięki którym wykryto doniosłe fakty lokalizacji i przekonano się, że pewne sfery czuciowe i ruchowe mają swe siedlisko w pewnych okolicach mózgu. Wreszcie fizjologiczna psychologja i psychologja eksperymentalna rozwija się pięknie, dzięki znakomitym badaniom Wilhelma Wundta, licznych jego uczniów i wielu innych uczonych. W związku z temi badaniami pozostają piękne

poszukiwania całego szeregu biologów, jak Jourdana, Grabera, Romanesa, Bethego, Forela, Janeta i wielu, wielu innych nad czynnościami organów zmysłowych u zwierząt bezkręgowych, począwszy od najprostszych, oraz nad umysłowością istot niższych. Dzięki tym badaniom, rozwinął się niezmiernie interesujący kierunek porównawczo-psycho-biologiczny, dotychczas stosunkowo bardzo mało wyzyskany, a przedstawiający nader wdzięczne pole dla dociekań przyszłych.

Drugi ważny punkt — to odkrycie komórki roślinnej i zwierzęcej, dokonane w ubiegłym wieku (1838—39) przez Schleidena i Teodora Schwanna. Odkrycie to miało doniosłe znaczenie dla postępu fizjologji nowoczesnej. Komórkę uznano za elementarny organizm, przekonano się, że wszelkie normalne czynności ustroju wielokomórkowego są tylko wynikiem czynności życiowych, zachodzących w komórkach, które ciało składają; że i objawy patologiczne są również uwarunkowane przez zakłócenie normalnych funkcyj w komórkach, jak to wykazał i uzasadnił ściśle Rudolf Virchow. Przeświadczenie o tych prawdach wywołało w ostatnich kilku latach szczególny kierunek w dociekaniach fizjologicznych. Zaczęto bliżej badać czynności życiowe w komórkach, a ponieważ najlepiej nadają się do tego żyjące organizmy jednokomórkowe, ze szczególnym przeto zapałem zwrócono się do nich. Najwybitniejszym przedstawicielem owej „fizjologji komórkowej“ jest dzielny uczony niemiecki, profesor jenajski, Maks Verworn, autor znakomitego dzieła „Allgemeine Physiologie“, 1894. (Szóste wydanie wyszło w r. 1915).

Wreszcie trzeci punkt tyczy się wpływu, jaki wywarły na fizjologję teorje ewolucyjne, nieśmiertelne poglądy Lamarcka, Darwina (1859) i licznych ich następców. Tu wypada nam zaznaczyć dziwny zaiste fakt dziejowy. Wpływ tych idei był olbrzymi ze względu na nauki morfologiczne, które przez nie zostały zreformowane, zmienione, do niebywałych rozmiarów rozszerzone, natomiast na nauki fizjologiczne nie wywarły one wcale wpływu tak przeobrażającego. Po roku 1859 tj. po zjawieniu się dzieła Darwina „O powstawaniu gatunków“, kierunki badań w fizjologji zupełnie się niemal nie zmieniły, a dociekania ewolucyjno-filozoficzne zajęły prawie wyłącznie umysły morfologów i systematyków. Fakt ten pozostawał zapewne w związku z tą okolicznością, iż problemat zmienności gatunków uznano za wyłącznie prawie morfologiczny, albowiem cechy, odróżniające rasy, gatunki i rodzaje, sprowadzają się przeważnie do znamion budowy.

To też nie dziw, że C. Naegeli, wołał w r. 1884: „Od półtora przeszło dziesiątków lat przedstawia się fizjologom dziwne zjawisko. Najtrudniejszy problemat własnej ich nauki opracowywany jest przez nie-fizjologów z coraz to bardziej wzrastającym zapałem, w potoku

licznych publikacyj. Powstanie zaś świata organicznego należy do najgłębszych świętości fizjologji" (zum innersten Heiligthum der Physiologie). Nawoływania te niewiele jednak przyniosły korzyści. Wszystkie inne nauki biologiczne, jak zoologja, anatomja porównawcza, embrjologja porównawcza, nawet paleontologja, uważały za jedno z najwyższych swych zagadnień kwestję powstawania i zmienności gatunków, sprawę ewolucji organizmów oraz czynników, ewolucję tę warunkujących; fizjologja zaś właściwa najmniej interesowała się temi kwestjami. Nawet różne najogólniejsze zagadnienia biologiczne, jak kwestja zapłodnienia, dziedziczności, bezpośredniego wpływu warunków zewnętrznych na rozwój jestestw organicznych itp., jako związane ściśle z teorją ewolucji, jakkolwiek z natury swej należące do fizjologji, tj. umiejętności o czynnościach życiowych, były przeważnie roztrząsane przez zoologów, botaników, anatomów, były głównie przedmiotem dociekań ze strony morfologów. Stąd ogromne znaczenie nauk morfologicznych dla postępu biologji ubiegłego stulecia.

Powiedzieliśmy, że jedną z największych zdobyczy fizjologji minionego wieku po Janie Müllerze było wyrugowanie z nauki mglistego, transcendentalnego pojęcia siły życiowej, jako siły sui generis, ograniczającej się jakoby tylko do istot żyjących, a niemającej nic wspólnego z siłami chemiczno-fizycznemi przyrody martwej. Otóż w pierwszej połowie drugiego pięćdziesięciolecia ubiegłego wieku pogląd ten, jak wszelki wogóle nowy błysk myśli ludzkiej, owładnął w sposób bardzo krańcowy umysłami biologów. Skrajne idee przyrodniczo materjalistyczne Feuerbacha, Büchnera, Moleschotta i innych myślicieli i fizjologów, prowadzące w dalszym ciągu do filozofji materjalistycznego monizmu Haeckla, sprzyjały w najwyższym stopniu poglądowi, że życia nie warunkują żadne zgoła takie siły, któreby różniły się od sił materji martwej.

Tak więc witalizm w znaczeniu dawnem utracił rację bytu, a fizjologów dawniejszych, aż do Jana Müllera, przeciwstawiano nowoczesnym, jako witalistów. Wszelako w drugiej połowie ostatniego pięćdziesięciolecia ubiegłego wieku poglądy witalistyczne zaczęły znów świtać w fizjologji.

Cała ta kwestja jednak polega w części na nieporozumieniu, na użyciu dawnego terminu dla oznaczenia czegoś dosyć różnego. Dlatego też ów nowszy zwrot w fizjologji słuszniej wypadnie nazwać, za przykładem prof. Rindfleischa, nie witalizmem, lecz neowitalizmem, dla zaznaczenia, że chodzi tu o pojęcie całkiem odmienne.

W owym „neowitaliźmie" XIX-tego stulecia należy, zdaniem naszem, odróżnić „neowitalizm fizjologiczny" i „psychologiczny", jako pojęcia zupełnie różne. Pierwszy, tj. fizjologiczny, polega na uznaniu prawdy, iż dane czysto chemiczne i fizyczne, prawa obja-

śniające zjawiska w świecie martwym, nie wystarczają w zupełności do objaśnienia wielu bardzo zjawisk biologicznych, albowiem w ustrojach elementarne czynniki chemiczno-fizyczne ulegają tak wielkiej komplikacji i tak się kombinują z sobą oraz z czynnikami morfologicznemi, polegającemi na organizacji ustrojów, że tworzą pewne specjalne ustosunkowania, których bliższe poznanie może być osiągnięte przedewszystkiem na podstawie metod wyłącznie biologicznych.

To też już C. v. Naegeli w r. 1884 w swojej „Mechaniczno-fizjologicznej nauce o rozwoju“ starał się dowieść, że życie, wbrew poglądom skrajnych fizjologów-materjalistów, nie jest tylko „chemją i fizyką organizmu“, i że liczne procesy życiowe mogą być zrozumiane na podstawie badania strukturalnych stosunków ciała żyjącego, jego organizacji w najszerszem znaczeniu tego wyrazu. Tę samą ideę wyraża też Verworn („Allgemeine Physiologie“), oraz Oskar Hertwig („Entwicklung der Biologie im XIX Jahrhundert“), który stara się wykazać, że bardzo często, idąc od złożonego do prostego, tj. od stosunków czysto biologicznych, uwarunkowanych przez organizację materji żyjącej, do prostszych czynników elementarnych, np. do procesów chemicznych lub fizycznych, właściwych wszelkiej wogóle materji, możemy daleko głębiej sięgnąć w istotę zjawisk życiowych, aniżeli obierając sobie drogę wprost odwrotną. Ten więc neowitalizm fizjologiczny jest czemś zupełnie różnem od witalizmu dawnego; ostatni przyjmował tajemniczą jakąś siłę sui generis, pierwszy zaś twierdzi tylko, że czynniki chemiczno-fizyczne nie wystarczają nam do zrozumienia istoty procesów życiowych. Te ostatnie nie są jednak czemś zupełnie różnem od pierwszych, lecz tylko stanowią bardzo złożone i swoiste ich kombinacje, jaknajściślej związane z elementarną organizacją istot żyjących i przez nią umiarkowane.

Znakomite postępy w dziedzinie morfologji, głównie dzięki udoskonaleniu mikroskopu i techniki mikroskopowej z jednej strony, dzięki zaś głębokiemu zainteresowaniu się biologów morfologją ustrojową pod wpływem teorji Darwina, z drugiej — wykazały, że materja, będącą podścieliskiem zjawisk życiowych ma niesłychanie złożoną i swoistą organizację.

Oprócz organizacji, dostępnej bezpośredniemu spostrzeganiu naszemu za pomocą środków optycznych, biologowie zniewoleni byli do przyjęcia jeszcze pewnych hipotetycznych pojęć o budowie materji organizowanej, do przyjęcia t. zw. metastruktury materji tej. Jak chemicy i fizycy wprowadzili pojęcie hipotetyczne atomu oraz drobiny czyli molekuły, z których ostatnia stanowi przypuszczalne granice podzielności fizycznej, a pierwszy chemicznej, tak też biologowie przyjąć musieli pojęcie najdrobniejszych cząstek materji organizowanej, cząstek będących sumą pewnej

liczby różnorodnych drobin fizycznych, obdarzoną własnościami życia.

Jak organizm składa się z miljonów komórek, które widzimy i obserwujemy, tak protoplazmą — komórkę składająca — ma też złożoną organizację. Czy nazwiemy owe przypuszczalne, najmniejsze, organizowane, życiem obdarzone cząstki jej micellami, bioforami, bioblastami lub też, czy żadną nazwą ich nie ochrzcimy, fakt pozostaje faktem, że materja żyjąca ma złożoną budowę, i że organizacja ta warunkuje życie. Jak statua Wenery Milońskiej jest nietylko marmurem — ciałem fizycznem, które składa się z atomów węgla, wapnia i tlenu, ale jest wcieleniem formy, którą badać możemy niezależnie od fizyko-chemicznego jej substratu, tak też i organizm żyjący jest przedewszystkiem czemś posiadającem organizację, a jak niepełnem będzie pojęcie nasze o własnościach tej statuy, gdy badać będziemy tylko fizyko-chemiczną naturę owego substratu, tak i niepełną będzie znajomość nasza organizmu żyjącego, gdy tylko ze stanowiska fizyki i chemji pojmować zechcemy jego własności. Gdyby nawet chemja fizjologiczna postąpiła tak dalece naprzód, że zdołałaby dokonać syntezy najważniejszych ciał białkowatych, stanowiących składniki chemiczne protoplazmy — to jeszcze bylibyśmy bardzo, bardzo dalecy od poznania istoty procesów życiowych, bo drobina białka nie może mieć cech biologicznych — te ostatnie są uwarunkowane przez organizację. Ten kierunek myśli w biologji u progu nowego stulecia, który nazwać by można morfologiczno-fizjologicznym, stanowi to, co obdarzamy nazwą neowitalizmu biologicznego[1]).

T. zw. „neowitalizm psychologiczny“ to rzecz zupełnie inna. Przedstawicielami jego są fizjologowie: Bunge i Verworn. Możnaby go nazwać „psychomonizmem“ (Verworn). Głosi on, w przeciwstawieniu do mechanomonizmu, upatrującego wszędzie tylko „materję i siłę“, że świat jest jedynie sumą moich wyobrażeń, a moja własna indywidualność, podobnie jak indywidualność innych ludzi, jest również tylko wyobrażeniem, jest tedy cząstką owego kompleksu wyobrażeń (idea, głoszona już zresztą przez wielu dawniejszych filozofów). Bunge, wychodząc z zasady specyficznej energji zmysłów Jana Müllera, określa swój „witalizm psychiczny“ w sposób następujący: „Proste istnieje prawo, iż jeden i ten sam proces świata zewnętrznego, jedna i ta sama „rzecz sama w sobie“, działając na różne nerwy zmysłowe, wywołuje odmienne czucia; a różne bodźce, działając na ten sam nerw zmysłowy, wywołują zawsze takie same czucia, a więc procesy w świecie zewnętrznym nie mają nic wspólnego z naszemi czuciami i wyobrażeniami, świat zewnętrzny jest dla nas księgą siedmioma pieczęciami zamkniętą,

[1]) Pomijam tu bezmyślne poglądy witalistyczne Rankego, Pauly'ego i innych przyrodników teleologów.

a jedyne, co bezpośrednio jest dostępne naszemu spostrzeganiu i poznawaniu — to stany i procesy własnej naszej świadomości...“ „Istota witalizmu — mówi dalej Bunge — polega na tem, że obieramy sobie jedynie właściwą drogę poznawania, że wychodzimy od znanego, od świata wewnętrznego, aby objaśnić nieznane — świat zewnętrzny. Odwrotną i przewrotną drogę obiera sobie mechanizm, który jest niczem innem, jeno materjalizmem, a który wychodzi od nieznanego, od świata zewnętrznego w celu objaśnienia znanego, to jest świata wewnętrznego“.

„Neowitalizm psychologiczny“, mówi Bunge, głosi, że „świat jest jedynie sumą moich wyobrażeń, a moja własna indywidualność jest również tylko wyobrażeniem“. Neowitaliści szkoły Bungego i Verworna nazywają się psychomonistami i przeciwstawiają się mechanomistom w rodzaju Haeckla.

* * *

Z kolei przystępujemy do dziejów drugiej wielkiej gałęzi nauk biologicznych — morfologji, a że w najściślejszym z nią związku pozostają teorje ewolucyjne, rozpatrzymy też tutaj historję tych poglądów w minionym wieku.

Ażeby należycie ocenić zdobycze i kierunki morfologji w ubiegłem stuleciu, musimy bliżej nieco rozpatrzyć, jakie było jej stanowisko u schyłku poprzedniego.

Pod wpływem znakomitych prac Linneusza († 1778) w końcu XVIII-go wieku, rozpoczął się okres wielkiego rozkwitu kierunku systematycznego, klasyfikacyjnego. Poprzedzony w tym względzie w części przez Raya, Linneusz wprowadził pojęcie rodzaju i gatunku, ugruntował w zoologji i botanice podwójną nomenklaturę łacińską zwierząt i roślin, wniósł pojęcie gromad i rzędów, wyróżnił pojęcia rodzaju, gatunku i odmiany, a jakkolwiek wierzył głęboko w stałość gatunków, przyjmując „iż tyle jest gatunków, ile ich na początku świata stworzył Duch nieskończony“, to jednak w myśl wypowiedzianego przez siebie aforyzmu „natura non agit saltatim“ (przyroda nie działa skokami), szukał wszędzie między jestestwami organicznemi postaci przejściowych. Postaciom tym nie przypisywał jednak znaczenia ewolucyjnego, lecz sądził, że co najwyżej powstać mogły przez zmieszanie się, czyli skrzyżowanie pewnych gatunków.

Ład i porządek, zaprowadzony w systematyce zwierząt i roślin przez Linneusza, pozwoliły naturalistom zorjentować się w olbrzymiej masie nagromadzonych dotąd faktów, ogarnąć całość poznanego dotychczas świata organicznego, a następcom dały możność wtłaczania nowopoznanych postaci organicznych w pewne ramy systemu. Stąd szybki i potężny rozwój systematycznego kierunku badań, opisy zewnętrznej postaci organizmów i klasy-

fikowanie tychże. Dążenie do opisu organizmów w celach systematycznych, faunistycznych, dało pochop do przedsiębrania podróży i wypraw naukowych ku najodleglejszym zakątkom ziemi w celu badania ich flory i fauny. W wieku XVII-stym badania przyrodnicze prowadzone były podczas większych podróży tylko dorywczo, ubocznie, a najczęściej wyłącznie w celach praktycznych: handlowych i lekarskich. Dopiero większe zainteresowanie się postaciami świata organicznego, pod wpływem prac Linneusza, wywołało potrzebę przedsiębrania specjalnych w tym celu wypraw naukowych. Rozpoczęła się praca gorączkowa, a muzea europejskie napełniały się tysiącznemi, nieznanemi dotąd postaciami zwierząt i roślin egzotycznych lub polarnych, które w przyszłości miały pobudzić umysły biologów do badania ich budowy i rozwoju. Sam Linneusz porozsyłał licznych swoich uczniów, jak Kolmana, Löfliga, Hasselquista do różnych krajów odległych. Banks i Solander, towarzysze pierwszej wyprawy Jamesa Cooka (1768—71), bracia Forster, towarzysze drugiej jego podróży (1772—75), Artur Philipp, Karol Thunberg, wreszcie Piotr Szymon Pallas i liczni inni, przywożą do Europy nieprzebrane skarby nowych, nieznanych dotąd postaci, a wprowadzenie szkieł powiększających i mikroskopów wraz z budzącym się coraz więcej zapałem do badań — wszystko to przygotowuje grunt pod rozkwit nauki o życiu.

Badania anatomiczne budzą również stopniowo coraz żywsze zajęcie. W ubiegłych wiekach, wielkie postaci Vezala, Fallopiego, Sylwiusza, Azellego i wielu innych odnawiają i w znakomity sposób rozszerzają wiedzę anatomiczną, ale przez długi bardzo czas anatomja była tylko nauką o budowie ciała ludzkiego, a cel praktyczny, lekarski, był niemal jedynym.

Ciała zwierząt wyższych badane były przeważnie w celu bliższego zrozumienia budowy ustroju ludzkiego, a sekcjonowano je często tylko w braku trupów ludzkich lub z powodu trudności otrzymania tych ostatnich, gdyż ciemnota mas utrudniała w niezwykły sposób lekarzom studja anatomiczne. Ale już w drugiej połowie XVII-ego stulecia anatomowie wychodzić zaczynają coraz częściej poza ciasny obręb antropotomji. Malpighi, Willis, Nuck i inni dociekają, oprócz anatomji człowieka, budowy różnych postaci zwierzęcych. Nawet niższe formy zwierzęce: robaki, mięczaki, skorupiaki i owady zaczynają coraz bardziej interesować zootomów. Coraz większe udoskonalenie środków optycznych, zmiany wprowadzone stopniowo w budowie mikroskopu złożonego (wynalezionego jeszcze przez braci Jansenów), pozwalają też naturalistom odsłaniać tajniki świata najdrobniejszego, który jest niewidzialny dla oka nieuzbrojonego. Badanie mikroskopowej budowy organizmów zapoczątkowane zostało przez słynnego włoskiego przyrodnika Marcelego Malpighiego (1628—1694), oraz przez Antoniego v. Leeu-

wenhoecka (1632—1723). Prace ich następców zaczynają znakomicie przeciwdziałać zbyt jednostronnemu przez długi czas kierunkowi systematyczno-opisowemu, wprowadzonemu do biologji głównie dzięki pismom Karola Linneusza, a tym sposobem coraz bardziej rozwija się zamiłowanie do studjów nad budową organizmów, coraz więcej budzi się do życia kierunek morfologiczny, we właściwem znaczeniu tego wyrazu.

Okres wielkiego rozwoju morfologji przypada na stulecie XVIII., a najznakomitszy jej rozkwit na wiek ubiegły.

Pierwsi morfologowie XIX-go stulecia pozostawali, zwłaszcza w Niemczech i we Francji, pod wpływem filozoficznych kierunków następców Emanuela Kanta, a zwłaszcza Hegla, Fichtego, Schellinga i innych, którzy, spaczywszy pod wielu względami naukę swego mistrza, wprowadzili filozofję na jałowe bezdroża djalektyki.

„Natur und Geist — mówi Schelling („Idee zu einer Philosophie der Natur“ 1797) — sind identisch, und über Natur philosophieren heisst so viel, als die Natur schaffen“. Takie poglądy prowadziły, rzecz oczywista, do najgrubszych spekulacyj, odwodziły od ścisłych badań empirycznych, a do idei stawianych a priori starano się naciągać fakta. Filozofowano o wszystkiem; wszelkie prawdy przyrodnicze starano się poznać drogą „zagłębienia się w samego siebie“.

Stąd nazwa dla całego owego okresu — filozofji przyrody. Zwłaszcza w morfologji owa filozofja przyrody znalazła dla siebie grunt bardzo odpowiedni i wdzięczny.

Oken, Frank, Spix i liczni inni uczeni zajmowali się morfologją zwierząt ze stanowiska filozofji natury, a metodą tych dociekań było porównywanie. Ogłaszano rozprawy naukowe p. t. „Filozofja czaszki“, „Filozofja kręgu“ itp. I dziś zasada porównywania jest najważniejszem narzędziem w badaniach morfologicznych, ale teraz porównywanie opiera się na faktach ściśle obserwowanych, i stosowane bywa krytycznie i umiejętnie; filozofowie zaś natury porównywali ze sobą stosunki morfologiczne zupełnie różnorodne, nie mające nic wspólnego, a puszczając wodze fantazji, budowali często prawdziwe dziwolągi, utożsamiali np. kręgi kostne w skielecie kręgowców z odcinkami ciała owadów lub skorupiaków, lub np. z góry wyobrażali sobie pewną stałą liczbę kości, mających jakoby występować w danej okolicy ciała i dowolnie interpretowali samodzielność różnych składników tych kości, tak jak tego wymagała założona z góry liczba. Oken twierdził, że każde zwierzę składa się właściwie z dwóch osobników zwierzęcych, nasuniętych na siebie brzuchami, a wyszedłszy z takiego „filozoficznego“ niczem w istocie nieuzasadnionego założenia, dociekał, które części ciała na grzbiecie odpowiadają innym na stronie brzusznej. Jałowość i nienaukowość tak pojmowanej morfologji jest oczywistą. Wszelako pewną

zasługą morfologów owej doby było to, że porównywali, że wprowadzili pewną metodę, która następnie, w rękach badaczy-empiryków, głębiej i ściślej rozumujących, stała się źródłem najwspanialszych odkryć przez ciąg ubiegłego stulecia i punktem wyjścia dla umiejętnej morfologji porównawczej.

Filozofja przyrody wycisnęła też swoje piętno na embrjologji XVIII-go i początków XIX-go wieku. Tu, jak i w anatomji ówczesnej, idea, zrodzona w umyśle badacza, a z góry powzięta, nie wymagała ścisłych dowodów empirycznych; fakta starano się naciągać do idei, zamiast trzymać się metody ściśle przyrodniczej, t. j. naprzód dokładnie obserwować, a dopiero na podstawie spostrzeżeń wysnuwać wnioski i teorje. W embrjologji, czyli nauce o rozwoju osobnika, panowała mianowicie, aż do kilku pierwszych dziesiątków lat ubiegłego wieku filozoficzna idea t. zw. ewolucji, której początek datuje od wieku XVII-go. Tak zwani ewolucjoniści lub preformiści, których głównymi przedstawicielami byli Albrecht Haller, Malpighi, Bonnet, Prévost, Dumas, Vallisneri, Spalanzani i liczni inni, twierdzili, że w komórkach rozrodczych, t. j. w jajach lub plemnikach (owuliści, animalkuliści) zawarta jest jakoby drobna minjaturka całego przyszłego organizmu, że ten ostatni mieści się n. p. w jaju już od samego początku, że posiada już od pierwszej chwili wszystkie części ciała i organa, tylko, że są one skręcone, zwinięte, a będąc zupełnie przeźroczyste, nie mogą być zauważone pod mikroskopem. W miarę jak płód rośnie, części zwinięte rozwijają się (stąd nazwa evolutio) w dosłownem znaczeniu tego wyrazu. W jaju lub plemniku, sądzono dalej, zawarty jest w minjaturze nietylko cały ustrój, mający z niego powstać, ale nawet nieskończony szereg drobnych minjatur potomków: wnuków, prawnuków, praprawnuków i t. d., które aż do końca świata mają w szeregu pokoleń po sobie następować. Te błędne i szkodliwe dla nauki mniemania, wynikające z zupełnego niemal zarzucenia metody empirycznej w dociekaniach nad rozwojem osobnikowym zwierząt, obalone zostały głównie dzięki znakomitym pracom Fryderyka Kaspra Wolffa, który już w r. 1758 ogłosił swoją „Theoria generationis“, przeciwstawiając ewolucji teorję epigenezy, t. j. teorję stopniowego, a kolejnego występowania w rozwijającym się płodzie zawiązków różnych części ciała i organów, co poszukiwania empiryczne najzupełniej stwierdzają. Poglądy Wolffa, aczkolwiek oczywiste i proste, nie znajdowały jeszcze przez długi czas należytego uznania, tak wielką bowiem była potęga zakorzenionego wśród biologów ewolucjonizmu. Dopiero w r. 1813, gdy Meckel przełożył na język niemiecki inną pracę Wolffa, o tworzeniu się przewodu pokarmowego u kurczęcia, ewolucjonizmowi zadany został cios śmiertelny, a cała ta teorja przeszła do historji, świadcząc, jak jałowemi są spekulacje myślowe w biologji, jeżeli nie towarzyszy im ścisłe badanie empiryczne.

Po upadku „filozofji przyrody“, począwszy od drugiego dziesięciolecia minionego wieku, rozwój nauk morfologicznych w bardzo szybkiem postępować zaczął tempie, a z chwilą ukazania się dzieła Darwina (1859) o powstawaniu gatunków potężnem a szerokiem popłynął łożyskiem.

W roku 1769 urodził się jeden z największych morfologów stulecia, genjalny Jerzy Cuvier, reformator, a raczej twórca anatomji porównawczej. U samego progu stulecia, w r. 1800, obejmuje on katedrę w Collége de France, i w tymże roku wydaje pierwsze trzy tomy swoich „Lekcyj o anatomji porównawczej“, których ostatnie trzy tomy ukazują się w r. 1805; w siedm lat później ogłasza klasyczne swe studja o kościach kopalnych. Wprawdzie już przed Cuvierem John Hunter († 1793) oraz Vick d'Azyr († 1794) zajmowali się ściśle porównywaniem organów, ale wychodzili więcej ze stanowiska funkcjonalnego, to jest zwracali uwagę w swych porównaniach na podobieństwo czynności. Cuvier natomiast postawił anatomję porównawczą na gruncie morfologicznym. Nietylko wzbogacił on naukę niezliczoną ilością faktów zootomicznych, nietylko był niezrównanym mistrzem jako anatom, nietylko będąc prawdziwym artystą, jako rysownik, wykonał zdumiewającą ilość wspaniałych wizerunków anatomicznych, które po dziś dzień do najklasyczniejszych należą; ale nadto sięgnął głęboko do istoty organizacji zwierzęcej, i stworzył wiele zasad ogólnych, olbrzymiej doniosłości dla dalszego rozwoju morfologji porównawczej. On to pierwszy wykrył naprzykład zasadę korrelacji, czyli współczynności, to jest współzależności wzajemnej wszystkich organów w obrębie ustroju, a na jej podstawie zdołał odgadnąć budowę wielu zwierząt kopalnych tylko przez poznanie budowy kilku kości tych zwierząt. On to dalej uzasadnił pierwszy ideę o tak zwanej nadrzędności i podrzędności organów, to jest myśl, że pewne organa, lub części ciała mają znaczenie ważniejsze i są stalsze w obrębie wielkich grup zwierzęcych, inne natomiast mają znaczenie drugorzędne i są bardziej niestałe, a dla celów klasyfikacyjnych mniejszą mają doniosłość. Według znamion nadrzędnych należy się kierować przy podziale zwierząt na obszerniejsze grupy. Na tej podstawie Cuvier podzielił świat zwierzęcy na cztery wielkie grupy, czyli typy: 1) kręgowce, 2) mięczaki, 3) stawowate; 4) promieniaki – podział, który stał się punktem wyjścia dla wszystkich późniejszych systemów klasyfikacyjnych. Cuvier nie widział żadnego genetycznego związku pomiędzy owemi typami, sądził, że świat zwierzęcy został niejako stworzony według czterech odmiennych planów. Nawet w obrębie każdego typu uważał on pojedyncze gromady zwierząt za zupełnie równorzędne, nie odróżniał organizacji wyższej i niższej, co było wynikiem zupełnego braku pojęcia o stopniowej ewolucji organizmów i o genetycznym, rodowym ich związku. Jest to tak zwana teorja

typów, której hołdował również słynny embrjolog, Ernest Karol v. Baer (1828); on jednak odróżniał już wyższe i niższe stopnie organizacji u gromad każdego typu. Cuvier wreszcie wykazał pierwszy doniosłość paleontologji, to jest nauki o postaciach kopalnych dla anatomji porównawczej.

Anatomja porównawcza rozwijała się po epokowych pracach Cuviera z niezwykłą szybkością, główny zaś rozkwit jej datuje się od czasów K. Darwina, kiedy w nauce tej zaczęto uznawać jeden z najdonioślejszych środków do określenia stopnia pokrewieństwa pomiędzy poszczególnemi grupami organizmów. Na podstawie budowy zwierząt oraz ich rozwoju osobnikowego zaczęto kreślić przypuszczalne dzieje rodowe świata zwierzęcego, a jakkolwiek dążenia te nie zawsze prowadziły do rezultatów ścisłych i zadawalniających, jakkolwiek niektórzy badacze przesądne i opaczne wyprowadzali wnioski filogenetyczne (rodowe); to jednak wiedza anatomo-porównawcza zyskiwała stąd tę wielką korzyść, iż gromadził się w niej olbrzymi, cenny materjał faktyczny, i teoretyczne dociekania coraz to pewniejszą i ściślejszą postępowały drogą. Nazwiska takich morfologów, jak Ryszarda Owena, Henryka Tomasza Huxley'a, Ray Lancastera w Anglji, Blainvilla, Leona Dufoura, Lamarcka, Quatrefages'a, Lacaze-Duthiersa, Henryka Milne-Edwardsa we Francji, Karola Vogta, Hermana Fola, Claparéde'a, Aleksandra Agassiza w Szwajcarji, E. H. Webera, K. E. v. Baera, J. Fr. Meckela, Teodora Siebolda, Rudolfa Leuckarta, Jana Müllera, Teodora Schwanna, Ernesta Haeckla, Roberta Remaka, Karola Gegenbaura, Oskara Hertwiga, Alberta Köllikera w Niemczech i wielu innych, prześcigających się niemal wzajemnie pod względem ogromu i świetności dokonanych w morfologji porównawczej odkryć — świecą, jak słupy ogniste, w dziejach biologji ubiegłego stulecia.

Na świetny rozwój morfologji porównawczej w XIX-tym wieku wpłynęły dwie głównie okoliczności: udoskonalenie techniki mikroskopowej oraz filozoficzne traktowanie zagadnień morfologicznych pod wpływem teorji ewolucji Lamarcka, Darwina i jego następców.

Udoskonalenie techniki, wynalezienie soczewek apochromatycznych, używanych do budowy mikroskopów złożonych, a następnie wprowadzenie i ulepszenie mikrotomu, zapomocą którego można najdrobniejsze części ciała, lub maleńkie zarodki rozkładać na setki skrawków, wreszcie udoskonalenie techniki utrwalania, stwardniania i barwienia tkanek zwierzęcych, dzięki czemu różnicują się dla oka ludzkiego składniki tkanek i komórek, niewidzialne na świeżych preparatach przy najsilniejszych nawet powiększeniach mikroskopowych: wszystkie te środki techniczne przyczyniły się do świetnego rozkwitu nauki o rozwoju ciała zwierzęcego, czyli embrjologji, nauki o mikroskopowej budowie ciała (histologji) a zwłaszcza

o strukturze elementarnych składników ciała, to jest komórek, czyli tak zwanej cytologji, a wreszcie do bliższego poznania budowy tysiącznych postaci zwierzęcych i roślinnych, które bez użycia silnych powiększeń mikroskopowych są prawie niewidzialne dla oka ludzkiego. Przez użycie tych środków technicznych otworzył się przed oczyma biologa cały świat nowych, nieznanych mu dotąd zjawisk, umysł badacza wzbogacił się niezliczonemi, nowemi pojęciami, dla ducha jego powstał nowy świat myśli.

Najświetniejszą zdobyczą stulecia, dokonaną dzięki ulepszeniu techniki mikroskopowej, było odkrycie przez Schleidena u roślin, a przez Teodora Schwanna (1838—39) u zwierząt — komórki organicznej. Odkrycie to było jednem z najwspanialszych, jakiemi pochlubić się może wogóle umysł ludzki. Śmiało możemy powiedzieć, że cała nasza znajomość budowy i czynności organizmu w ciągu wielu wieków, aż do czasu odkrycia komórki, była bardzo nieznaczną w porównaniu z tem, co zdobyła biologja po odkryciu komórki. Wiemy dziś, że organizm każdy jest zbiorem komórek, stanowiących elementarne jego składniki; składniki — złożone w zasadzie zawsze z tych samych, mniejszych jeszcze elementów, z zarodzi czyli protoplazmy i jądra komórkowego, które mają jeszcze bardzo złożoną organizację swoją, strukturę. Wielka różnorodność objawów życiowych ustroju polega na podziale pracy pomiędzy różnorodnemi grupami komórek, a im od prostszych do coraz wyższych sięgamy ustrojów, tem ów podział, dyferencjacja pomiędzy grupami komórek, połączonych w tkanki, wyższe elementa morfologiczne, jest większa. Tkanki zaś łączą się w organa o określonych czynnościach fizjologicznyeh. Wykrycie komórki doprowadziło do poznania jestestw najniższej organizacji — ustrojów jednokomórkowych. Nieśmiertelne badania Ehrenberga, Steina, Balbaniego, Bütschliego, Ferdynanda Cohna odsłoniły przed oczami badaczy cały świat jestestw żyjących, dotąd zupełnie nieznanych. Procesy życiowe przebiegają u nich w sposób prostszy, niż u jestestw wyższych, wielokomórkowych. Stąd, rzecz naturalna, badanie życia organizmów jednokomórkowych rzuca jasne światło na niejeden zawiły, a mało dotąd poznany proces życia u jestestw wyższych. Rzeczywiście też w ostatnich zwłaszcza latach biologja wykryła liczne zjawiska życiowe u pierwotniaków, które posłużyły do zrozumienia analogicznych zjawisk u zwierząt wyższych. Wspomnę tylko o fagocytozie (czyli zdolności komórki pochłaniania stałych cząstek pokarmowych), którą naprzód poznano u pełzaka (ameby), a później wykryto w wielu procesach życiowych u ustrojów wyższych, w leukocytach krwi i limfy, w procesach odradzania się, czyli regeneracji, gdy chodzi o uprzątanie pewnych części niepotrzebnych, w procesie zaniku różnych części ciała (np. ogona kijanki żabiej), lub przy przeobrażeniu się owadów. Albo np. zjawiska

t. z. hemotropizmu lub hemotaksji, polegające na ruchach komórek w pewnym kierunku pod wpływem różnych bodźców chemicznych, poznano naprzód u ustrojów jednokomórkowych, a później dopiero u wyższych.

Badanie świata istot jednokomórkowych, zwłaszcza ze strony botaników, doprowadziło dalej do wykrycia bakteryj i innych drobnoustrojów, czyli mikrobów, a jak wielkie to miało znaczenie dla postępów medycyny, powoławszy do życia bakterjologję, oraz dla postępów rolnictwa i technologji rolniczej, dając możność bliższego poznania n. p. procesów gnicia i fermentacji, o tem wszyscy aż nadto dobrze wiemy.

Z teorją komórkową znajduje się w bliskim bardzo związku inna jeszcze teorja, która zaprzątała bardzo świat naukowy przez wiele wieków, a która eksperymentalnie została jeśli nie rozwiązana, to przynajmniej bliżej poznana w wieku ubiegłym. Oddawna już zadawano sobie pytanie, jak powstały pierwsze istoty na ziemi? Dawniej odpowiadano na to teorją samorództwa w najgrubszem znaczeniu tego wyrazu.

Sądzono, że jestestwa, zwłaszcza niższe, mogą powstawać bez udziału rodziców, że z piany morskiej lęgnąć się np. może ikra ryb pewnych, z gnijącego mięsa — larwy much, zwłaszcza zaś wierzono przez długi czas, że robaki wnętrzne np. soliter, mogą powstawać w jelitach samorodnie. Ale po większej części poglądy te obalone zostały przez Harvey'a i Redi'ego w XVII-tem stuleciu. Tylko co do robaków wnętrznych wiara w samorodne ich powstawanie dłużej się jeszcze utrzymywała. Dopiero w początku XIX-go wieku dzięki pracom Leuckarta, Küchenmeistera i innych wykazanem zostało na drodze doświadczalnej, że wnętrzniaki pasorzytne powstają z zarodków dostających się do przewodu pokarmowego przypadkowo, z wodą lub pokarmami. Gdy jednak w końcu XVIII-go i w pierwszej połowie XIX-go w. odkryto wymoczki, a następnie bakterje i inne drobnoustroje, wymiarów mikroskopowych zaczęto wierzyć, że te najprostsze ustroje powstawać mogą bez udziału rodziców, drogą samorództwa, w każdym płynie, w każdej nalewce, zawierającej rozkładające się substancje organiczne, a nawet i w wodzie czystej. Ale w r. 1862 wykonane zostało na posiedzeniu akademji paryskiej znakomite doświadczenie przez Pasteura, który przegotowawszy płyn pożywny w temperaturze +150° C i zabiwszy w nim tym sposobem wszelkie drobnoustroje i ich zarodniki, przekonał świat, że drobnoustroje w takim płynie więcej się nie pojawią, jeśli hermetycznie zamknąwszy kolbę usuniemy płyn od dostępu powietrza, z którego zarodniki mogłyby się przedostać. Dowiedziono zatem dopiero w początku drugiej połowy stulecia, że samorództwo w zwykłych, znanych nam warunkach nie zachodzi.

chociaż przypuścić musimy, że niegdyś pierwsze życie tą właśnie drogą powstało na ziemi naszej z materji nieorganizowanej.

Teorja komórkowa powołała do życia jedną z najważniejszych nauk biologicznych minionego stulecia — embrjologję, czyli naukę o rozwoju zarodka. W wieku XVIII-tym i nawet w początkach XIX-go, jak to zaznaczyliśmy wyżej, kołatała się w biologji teorja preformacji. Sądzono, że w komórce jajowej znajduje się już gotowy, przyszły zarodek z wszystkiemi organami i częściami ciała, a nawet, że w tym zarodku mieszczą się coraz drobniejsze, wtłoczone jedne w drugie, jak szufladka w szufladzie, wszystkie przyszłe pokolenia osobników, które mają się pojawiać aż do końca świata. Nie ma żadnego rozwoju, żadnego nowotworzenia się, „nulla est epigenesis“ wołał Haller w połowie 18. stulecia, ale wszystko jest już gotowe w jaju, tylko drobne, minjaturowe i dlatego niewidzialne.

W roku 1812 zjawia się w przekładzie niemieckim Meckela praca Kaspra Wolffa o tworzeniu się przewodu pokarmowego u kurczęcia, zadająca ostateczny cios teorji preformacji. W roku 1828 i 1837 v. Baer ogłasza znakomite dzieło: „Ueber die Entwicklungsgeschichte der Thiere, Beobachtung und Reflexion“, rozwijając teorję listków zarodkowych, to jest warstw pierwotnych, z których powstają wszystkie późniejsze organa ciała; w roku 1827 zaś tenże wielki spostrzegacz odkrywa komórkę jajową u zwierząt ssących. W roku 1824 Prévost i Dumas, a później (1836) Rusconi, opisują po raz pierwszy dzielenie się, czyli brózdkowanie jaja. Reichert, Rathke, a zwłaszcza Robert Remak (1851) dokonywują świetnych odkryć w dziedzinie embrjologji zwierząt kręgowych. Tomasz Henryk Huxley (1849) przeprowadza porównanie pomiędzy trzema listkami zarodkowemi kręgowców, a trzema warstwami ciała zwierząt niższych (jamochłonów), w szóstym i siódmym dziesiątku lat zjawiają się klasyczne prace Aleksandra Kowalewskiego nad embrjologją zwierząt bezkręgowych (osłonic, lancetnika, robaków, owadów), w roku 1874 Haeckel ogłasza słynną swoją „teorję gastrei“, a poprzednio jeszcze rozwija w swojej „Generelle Morphologie der Organismen“ t. zw. prawo biogenetyczne, które przed nim jeszcze głosili v. Baer i Fritz Müller, prawo równoległości rozwoju osobnika i rodu, czyli rozwoju ontogenetycznego i filogenetycznego. W ósmem, dziewiątem i dziesiątem dziesięcioleciu His, Hertwig i inni wyjaśniają znaczenie tak zwanego środkowego listka zarodkowego (mezodermy): zoologowie Herman Fol, Oskar Hertwig, Boveri, botanicy: Ed. Strassburger, Guignard i inni opisują proces zapłodnienia. Embrjologja staje się pod koniec stulecia jedną z najważniejszych umiejętności biologicznych, setki pracowników poświęcają się jej, a w literaturze biologicznej prace w tej dziedzinie zajmują tak pod względem ilościowym, jak i jakościowym, najszczytniejsze niemal miejsce.

Powiedzieliśmy wyżej, że udoskonalenie samej techniki badań przyczyniło się do świetnego rozwoju morfologji w ostatnich czasach. Otóż musimy jeszcze zaznaczyć, że udoskonalenie to nietylko polegało na wykryciu znakomitych środków optycznych, ulepszeniu metodyki barwienia i t. p., ale w znacznej mierze na ułatwieniu biologom zdobywania objektów dla badań. W pierwszych dziesiątkach lat ubiegłego stulecia, kiedy biolog pragnął zwrócić się ku badaniu niższych postaci organicznych, zamieszkujących morza lub otchłanie oceanów, sam musiał zdobywać sobie stosowny materjał i nieprzezwyciężone często napotykał trudności. Toć jeszcze Jan Müller, badając rozwój szkarłupni nad zatoką Tryesteńską, sam jeden, prywatnemi środkami, zdobywać sobie musiał materjał do swych poszukiwań. Jakaż to była olbrzymia strata czasu, energji, i jak często zniechęcała uczonych do badań w tym kierunku! W drugiej zaś połowie stulecia, pod wpływem gorączkowego zainteresowania się uczonych światem niższych organizmów, pod wpływem przekonania, iż w morzach kryją się nieprzebrane skarby form organicznych, których ścisłe i systematyczne badanie do niespodziewanych prowadzić może wyników, rządy różnych krajów, przy pomocy ludzi dobrej woli, zaczęły zakładać tak zwane stacje zoologiczne lub biologiczne (naprzykład w Tryeście, Concarneau, Neapolu, Roscoff, na Helgolandzie, w Wimereux, Villa Franca, Banyuls Sur Mer, Sebastopolu i t. d.), które dla postępu nauki o życiu niesłychaną miały doniosłość. Dość spojrzeć na olbrzymie foljały wydawnictw stacji neapolitańskiej, kierowanej przez profesora Dohrna, lub tryesteńskiej, kierowanej przez długi czas przez zmarłego niedawno profesora Clausa, by przekonać się, ile, dzięki tym zakładom naukowym, zyskała biologja. Nadto, wielkie podróże morskie i wyprawy, mające na celu badanie fauny głębinowej, odsłoniły przed oczyma uczonych całe światy nowych form organicznych. Przypomnijmy sobie tylko, ile zyskała biologja a przedewszystkiem morfologja i systematyka zoologiczna przez słynną wyprawę „Challengera“, przez ekspedycje francuskie na okrętach „Talizman“ i „Travailleur“, a w ostatnich latach przez wyprawę niemiecką na okręcie „Waldivia“.

Wraz z rozwojem nauk morfologicznych i coraz głębszem poznawaniem stosunków budowy i powstawania zwierząt, z wynajdywaniem coraz to nowych postaci, wskutek podróży naukowych systematyka zmieniała się też i doskonaliła w szybkiem tempie. Po systemie Cuviera zjawiły się układy zoologiczne Rudolfa Leuckarta, Teodora Siebolda, Ernesta Haeckla i t. d. Po roku 1859 wszystkie one dążyły do usystematyzowania świata zwierzęcego według stosunków i stopni wzajemnego pokrewieństwa zwierząt, w myśl kierunku, nadanego biologji przez teorję ewolucji.

Postępy wszystkich wyżej wymienionych umiejętności biologicznych, a także postępy geologji i paleontologji, nauki o kopalnych

szczątkach roślin i zwierząt — przygotowały grunt pod teorję ewolucji, ową największą ze wszystkich teoryj biologicznych stulecia ubiegłego.

Co do paleontologji, nauki o postaciach kopalnych, to dopiero w ubiegłym wieku, głównie dzięki badaniom Jerzego Cuviera, stała się ona ścisłą umiejętnością. W poprzednich stuleciach uważano skamieniałości zwierząt i roślin, znajdywane w łonie ziemi, za igraszkę natury lub za postaci powstałe pod wpływem tchnienia tajemniczej siły twórczej, „aura seminalis“, która mogła jakoby z kamieni wydobywać formy, podobne do organizmów. Garncarz francuski, Palissy oraz Leonard da Vinci upatrywali już jednak w skamieniałościach szczątki fauny i flory, jakie niegdyś zamieszkiwały ziemię, a Cuvier dał początek naukowej paleontologji. Wszelako widząc, że skamieniałości te pochodzą od organizmów, pod wielu względami różnych od obecnie ziemię naszą zamieszkujących, Cuvier w pierwszej połowie stulecia przyjmował t. z. teorję kataklizmów, przypuszczał, że było wiele aktów stworzenia świata, wiele kreacyj, lecz, że twory każdej z nich ginęły wskutek wielkich przewrotów, wybuchów geologicznych t. z. kataklizmów, i że skamieniałości są szczątkami owych zaginionych form dawnych kreacyj, dzisiejsza zaś fauna i flora jest dziełem ostatniego stworzenia, nie mającego nic wspólnego z owemi dawniejszemi. Poglądy te upadły jednak dzięki dalszym postępom geologji i paleontologji. Przekonano się bowiem, że siły geologiczne działają w sposób nieprzerwany w ciągu olbrzymich okresów czasu, a do utrwalenia tych nowych poglądów, na empirycznych danych opartych, przyczynił się głównie Karol Lyell w r. 1830.

W początku drugiej połowy stulecia biologja rozporządzała już wielką ilością faktów z dziedziny anatomji porównawczej, embrjologji, systematyki zoologicznej i botanicznej oraz paleontologji, faktów, które z nieubłaganą koniecznością narzucały badaczom myśl o stopniowej ewolucji świata organicznego. Genjuszem, który ogarnął te tysiączne fakta, usystemizował je i wyciągnął z nich wnioski ogólne, był Karol Darwin, poprzedzony w swych dociekaniach przez szereg takich umysłów, jak Geoffroy St. Hilaire, Wolfgang Goethe, a przedewszystkiem Jan Lamarck autor „Filozofji zoologji“ wydanej w roku 1809.

Należy ściśle odróżnić pojęcie teorji ewolucji od pojęcia darwinizmu. Darwin przyczynił się najwięcej do naukowego uzasadnienia teorji ewolucji, jakkolwiek nie był jej twórcą. Jeszcze przed nim cały szereg badaczy uznawał konieczność jej przyjęcia: Lamarck, Goeffroy St. Hilaire, Erazm Darwin i inni. Herbert Spencer, jeszcze przed pojawieniem się dzieła Darwina o powstawaniu gatunków w r. 1859, stanął na gruncie ściśle ewolucyjnym w znakomitych swoich „Zasadach psychologji“

Darwin atoli pierwszy ugruntował ściśle naukowo teorję ewolucji wskutek genjalnego usystematyzowania i wyzyskania wszystkich faktów odnośnych, a przedewszystkiem przez zwrócenie uwagi na to, że niema ścisłej granicy pomiędzy pojęciem gatunku (species) a pojęciem odmiany czyli rasy (varietas). Zwolennicy idei stałości i niezmienności gatunków, datującej się jeszcze od Linneusza, twierdzili, że pomiędzy gatunkiem a odmianą jest przepaść niezgłębiona, Darwin atoli na podstawie tysiącznych faktów i obserwacyj, zwłaszcza w dziele p. t. „Zmienność roślin i zwierząt pod wpływem udomowienia", wykazał, że niema tu żadnej granicy istotnej, że odmiany czyli rasy są tylko rozpoczynającemi się gatunkami, że jeżeli różnice pomiędzy odmianami jednego gatunku stają się coraz większe, wówczas powstają dwa różne gatunki. Jak w hodowli powstają ze szczepu pierwotnego najrozmaitsze rasy bydła, koni, świń, gołębi i najrozmaitsze odmiany roślin uprawnych, tak i w przyrodzie pod wpływem najrozmaitszych warunków powstają liczne bardzo odmiany, które, wskutek stopniowego rozbiegania się ich cech w szeregu pokoleń w różnych kierunkach, tworzą wreszcie postaci, które nazywamy „dobremi gatunkami" (bonae species). To było największą zasługą Darwina dla naukowego utrwalenia teorji zmienności form organicznych, czyli teorji przekształceń, albo inaczej teorji pochodzenia czyli descendencji jednych form od innych, im pokrewnych.

To jest podstawą teorji ewolucji. Ewolucja organizmów nie jest hypotezą, lecz jest takim samym faktem empirycznie stwierdzonym, jak formowanie się osadów skał, powstawanie utworów geologicznych, jak ewolucja społeczeństw ludzkich, a bezpośrednich dowodów jej istnienia dostarczają: paleontologja — wykazująca, że jedne postaci zwierząt i roślin ustępowały miejsca innym w ciągu dziejowego rozwoju ziemi, anatomja porównawcza — wykazująca, że te same części ciała i organa mogą się rozmaicie zmieniać i przekształcać u różnych postaci pokrewnych, dalej embrjologja — wykazująca wspólność procesów rozwojowych, oraz geografja roślin i zwierząt. Dowodzi jej wreszcie hodowla, która bezpośrednio uwidocznia nam zmienność i plastyczność postaci organicznych.

Ugruntowanie idei ewolucji miało doniosłe znaczenie dla postępu nietylko biologji, ale i wszystkich innych umiejętności ludzkich, zwłaszcza tych, co najbliżej stoją biologji, a w szczególności: etnologji, socjologji i psychologji porównawczej. Doniosłość ta polega na zastosowaniu do nauk tych metody ewolucyjnej, metody, która dąży do poznania każdego faktu w świetle kolejnych genetycznych zmian dziejowych, jakim bezustannie podlegał, w świetle nieprzerwanego łańcucha przyczyn i skutków.

Samo stwierdzenie faktu ewolucji nie wystarczało biologom, chodziło bowiem o wykrycie czynników ewolucji, sprężyn, po-

wodujących rozwój świata organicznego i warunkujących powstanie jednych gatunków, a wymieranie innych, a co ważniejsza — o wyjaśnienie, dlaczego każdy ustrój w całej swej organizacji przystosowany jest do warunków, wśród których żyje.

Lamarck tłómaczył na początku stulecia zmienność form organicznych przez bezpośredni wpływ warunków i ideę używania i nieużywania organów, ale wprowadził spekulatywny czynnik woli, która jakoby poprzedza wszelką zmianę organiczną. Pewne ptaki np. usiłowały w ciągu wielu pokoleń utrzymać się na wodzie i rozszerzały palce, a jako skutek tego, musiała się jakoby rozwinąć błona pławna między palcami u ptaków pływających, lub np. żyrafa usiłowała dosięgnąć liści na wysokich drzewach i dlatego wyciągała szyję, która pod wpływem owego wysiłku wydłużyła się. To wprowadzenie czynnika woli nadawało hypotezie Lamarcka poniekąd cechę naiwności. Co do roślin, przyjmował Lamarck bezpośrednie działanie warunków zewnętrznych. Obracał się on wciąż w dziedzinie przypuszczeń, a ponieważ nie przytaczał dowodów, hypotezy jego nie znajdywały przez długi czas należytego uznania w nauce.

Darwin uznał za najważniejsze czynniki ewolucji dobór naturalny, ale obok niego i bezpośredni wpływ warunków zewnętrznych.

Dobór naturalny uważany bywa za hypotezę, ale jest to hypoteza z całą koniecznościa, z całą siłą logiki rzucająca się nam w oczy. Opiera się ona na tem, że istnieje dziedziczność, ale obok tego — zboczenie od typu rodzicielskiego czyli zmienność, a to nie są przypuszczenia, lecz fakta niezbite. Opiera się ona dalej na tem, że dzięki dziedziczności i zmienności hodowca może przekształcać swoje rasy zwierząt domowych i roślin uprawnych, wybierając do rozpłodu jedne, a usuwając inne osobniki. Olbrzymia więc doniosłość doboru sztucznego, który w rękach zdolnego hodowcy może dokonywać cudów w przekształcaniu form organicznych — to również fakt niezbity. Teorja doboru naturalnego opiera się wreszcie na tem, że na łonie przyrody panuje walka o byt, że więcej rodzi się osobników, aniżeli wyżywić się jest w stanie, bo gdyby tylko n. p. z miljonów wszystkich jaj zawartych w ikrze rybiej powstawały w ciągu pokoleń osobniki dorosłe, to zbrakłoby im niezadługo pożywienia i miejsca; miljardy istot giną w przyrodzie, giną od zimna, głodu lub od bezpośredniej walki z innemi zwierzętami. A więc i walka o byt nie jest przypuszczeniem, lecz faktem. Skoro więc osobniki rodzą się z różnemi zboczeniami od typu rodzicielskiego, zboczeniami to korzystnemi dla nich, to szkodliwemi i skoro toczy się w przyrodzie bój zawzięty o środki do życia, to przypuścić musimy, że chyba te tylko osobniki pozostaną zwycięzcami w owej walce, które mają jakiekolwiek cechy korzystne i pożyteczne, które mają nad in-

nemi przewagę. Oto cała strona hypotetyczna w teorji doboru naturalnego.

Teorja ta tak jest prosta, tak logicznie wypływająca z faktu dziedziczności, zmienności, walki o byt i doboru sztucznego, że nie dziw, iż znalazła posłuch w całym świecie naukowym.

Po roku 1859, t. j. po ogłoszeniu przez Darwina dzieła „O powstawaniu gatunków“ rozpoczął się ruch nadzwyczajny w biologji; podziałała ona jak ferment ożywczy na umysły badaczy, odbiła się echem gromkiem na wszystkich dziedzinach życia umysłowego człowieka. Ale to pewna, że nie stałaby się tak popularną w szerokich warstwach ogółu, gdyby nie niezwykła jej jasność i przejrzystość, a przedewszystkiem, gdyby nie to, że roznamiętniła licznych pisarzy pro i contra, że dała początek sporom i walkom, które szerokie masy lubią w lot podchwytywać. Do największego jej spopularyzowania przyczynił się niewątpliwie Ernest Haeckel, a w znacznej też mierze H. T. Huxley, zwłaszcza przez dzieło swe o stanowisku człowieka w przyrodzie. Ponieważ do walk, toczących się między uczonymi, przyłączyły się też spory pomiędzy pisarzami, którzy o ścisłej wiedzy biologicznej najmniejszego nie mieli pojęcia, zaczęto przekręcać i dyskredytować w sposów zjadliwy teorję Darwina. Pomiędzy temi walkami i sporami, które aż do dziś dnia nie ustają, musimy tedy ściśle odróżniać te, które stoją na gruncie naukowym, od tych, co prowadzone są przez ludzi bez gruntownej wiedzy.

Powiedziałem już wyżej, że należy odróżnić teorję ewolucji, czyli descendencji od idei doboru naturalnego. Otóż ewolucja została powszechnie w świecie naukowym przyjęta, bo nie ma ona charakteru hypotetycznego; plastyczność i zmienność organizacji zostały dowiedzione. Co zaś do idei doboru naturalnego, to liczni, poważni badacze uznali, że czynnik ten nie wystarcza do objaśnienia wszystkich objawów ewolucji. W ogólności można powiedzieć, że u schyłku XIX. w. biologowie podzielili się w tym względzie na trzy grupy, a mianowicie: t. zw. ultradarwiniści (n. p. Weismann) uznają dobór naturalny za najważniejszy czynnik ewolucyjny, t. z. intrakauzaliści (n. p. Naegeli, Braun, Eimer) twierdzą, że najważniejszym czynnikiem są przyczyny wewnętrzne, że te same przyczyny, od natury materji organizowanej ściśle zależne, które sprawiają rozwój zarodka, które powodują kolejne przekształcanie się płodu w pewnym określonym kierunku, działają też na powolne przekształcanie się samych gatunków w szeregu pokoleń, w biegu ich rozwoju genealogicznego, czyli rodowego. Wreszcie jeszcze inni sądzą, że najważniejszym czynnikiem zmienności form organicznych są warunki zewnętrzne w najogólniejszem znaczeniu tego wyrazu; są to t. zw. neolamarkiści (np. O. Hertwig, H. Spencer). Większość atoli przypisuje doniosłe zna-

czenie wszystkim tym czynnikom, które pospołu działają. W samym końcu ubiegłego oraz w bieżącem stuleciu szeroko bardzo dyskutowana była w nauce teorja mutacyjna, której głównym twórcą jest słynny botanik de Vries. Ten przyjmuje rozwój organizmów skokowy; nie uznaje powolnego nagromadzania i potęgowania się drobnych zboczeń indywidualnych, lecz twierdzi, że nowe formy powstają nagle. Ale hypoteza ta nie tłumaczy licznych zjawisk przystosowania.

Wszystkie te ścierania się zdań wpłynęły znakomicie na rozwój biologji i dały początek nowej jej gałęzi, gałęzi najpiękniejszej, najbardziej filozoficznej, ale najmłodszej — dla której niezmierzone widnokręgi otwarte są w przyszłości — a mianowicie t. zw. biologji ogólnej. Jej zadanie polega na badaniu najogólniejszych zjawisk życiowych, na dociekaniu problematu dziedziczności, warunków życia i śmierci, czynników rozwoju zarodka, bezpośredniego wpływu warunków na bieg procesów rozwojowych, objawów regeneracji (odradzania się) w najszerszem znaczeniu tego wyrazu, drażliwości protoplazmy, życia psychicznego zwierząt i t. d. Że zaś w badaniu tych wielkich zagadnień podały sobie ręce wszystkie gałęzie biologji, że w pracach tych oparto się na obserwacji i eksperymencie, że w dociekaniach tych jesteśmy uzbrojeni w znakomite dorobki wieku ubiegłego, możemy się przeto spodziewać na przyszłość wielkich i wspaniałych zdobyczy!

* * *

Kończąc ten zarys dziejów biologji ubiegłego wieku, musimy jeszcze przypomnieć czytelnikowi, jak olbrzymie postępy uczyniły te jej działy, które bezpośrednio łączą się z życiem praktycznem. Cała bakterjologja dzisiejsza, wiekopomne prace Kocha, Pasteura, Behringa, Ehrlicha i wielu, wielu innych, toć przecież wszystko owoc badań minionego wieku; cała antyseptyka dzisiejsza, która postawiła chirurgję na tak wysokiem stanowisku, ku pożytkowi cierpiącej ludzkości, wszak to owoc badań biologicznych nad drobnoustrojami, poszukiwań dokonywanych w minionem stuleciu. A postępy olbrzymiej farmakologji, wykrycie licznych nowych środków leczniczych, metody szczepień ochronnych i wstrzykiwań surowic, a dalej skuteczna walka z chorobami infekcyjnemi, higjena publiczna, rozwój nauk weterynaryjnych, rozwój wspaniały teorji rolnictwa i hodowli zwierząt, wszystkie te wielkie zdobycze praktyczne, dokonane w ubiegłem stuleciu, zawdzięczają swój początek pracom biologów-teoretyków, dążących do najwszechstronniejszego poznania wielkiej zagadki życia.

Wielkie postępy biologji w drugiej połowie minionego wieku przyniosły ludzkości jeszcze jedną, olbrzymią, może najszczytniejszą zdobycz. Jak wielkie odkrycia Galileusza, Kopernika i Keplera

wyznaczyły właściwe stanowisko naszej planecie w systemie planetarnym i w całym wogóle wszechświecie, tak wielkie spostrzeżenia biologiczne minionego wieku określiły stanowisko człowieka w przyrodzie naszej ziemi. Naiwny pogląd antropocentryczny minął bezpowrotnie. Cały nasz światopogląd zmienił się skutkiem wielkich zdobyczy na polu antropologji nowoczesnej. Nie tu miejsce zastanawiać się głębiej nad tem, czy ta zmiana poglądów wpłynęła na pewne uszlachetnienie ducha ludzkiego. Ale gdy uprzytomnimy sobie, że nigdy prawo wolności osobistej jednostek ludzkich, dążenie do ulżenia doli warstwom upośledzonym i do skrócenia brutalnej przewagi mocniejszego nad słabszym, nie były tak głęboko odczuwane, jak w ubiegłym wieku; że nigdy walka z przesądami i ciemnotą nie była tak jawną, jak obecnie; że nigdy dobroczynność publiczna nie była tak wielkiem hasłem społecznem, jak w ostatniem stuleciu; — gdy to wszystko zważymy, dojdziemy, sądzę, do wniosku, że dalszy rozwój czystej, zawsze wielkiej i zawsze potężnej wiedzy ludzkiej stanie się w przyszłości, aczkolwiek może bardzo jeszcze dalekiej, podstawą nowej etyki społecznej.

PRZYPISEK WYDAWCY.

Dla uzupełnienia obrazu szkicu niniejszego podreślić należy wielkie znaczenie dla rozwoju biologji w ostatnich kilkunastu latach — jak gdyby na nowo odkrytych praw Mendla. Dzieło Mendla było wprawdzie ogłoszone już w r. 1865. zwrocono na nie jednak baczniejszą uwagę dopiero w r. 1900. Botanicy Tochermak, de Vries i Correns, zoologowie Bateson, Darbishire, Hurst, Cuenot, Lang i Plate i inni przyczynili się do bliższego poznania mendelizmu i w dziedzinie botaniki i w dziedzinie zoologji

Innym bodźcem dla rozwoju nauk biologicznych jest obecnie hipoteza hormonów, postanowiona przez angielskiego badacza Starlinga. Teorja ta przypuszcza, że między nawet odległemi narządami w organiźmie istnieje stała korrelacja chemiczna. Podstawą dla tej teorji były spostrzeżenia, że wątroba i trzuska wydzielają żółć, względnie sok trzuskowy pod wpływem swoistej substancji, zwanej sekretyną, która jest wytworem dwunastnicy, wydzielającej ją pod wpływem kwaśnej treści żołądka.

Sekretyna zatem jest hormonem (τὸ ὁρμόν = pobudzacz) czyli czynnikiem, wywołującym sekrecję trzuski. Hormony, działające chemicznie a służące do koordynacji poszczególnych czynności rozmaitych narządów są wytworem pewnych tkanek lub organów — są produktem t. zw. „wewnętrzego wydzielania".

TEORJA LAMARCKA I NEOLAMARKIZM W BIOLOGJI WSPÓŁCZESNEJ.

W r. 1809 ujrzała światło „Philosophie Zoologique“ Jana Baptysty Lamarcka. — Jedno z tych dzieł epokowych, które nigdy przeżyć się nie są zdolne, z których duch ludzki czerpie zawsze, jak z krynicy życiodajnej, natchnienia ku nowym porywom. Pisma takie są jak gwiazdy na sklepieniu niebios, ku którym zawsze i odwiecznie kieruje wzrok swój żeglarz, jak gór szczyty, ku którym spogląda zbłąkany w nizinach wędrowiec. Ku nim powraca zawsze umysł ludzki, przebiegłszy obszar po nowych dziedzinach i cierpie z nich sił młodzieńczych ku dalszej pracy na polu wiedzy, nieskończonej w swych zadaniach, niedoścignionej w celach.

Siódmy rozdział I go tomu „Filozofji zoologji“ nosi tytuł: „De l' influence des circonstances sur les actions et les habitudes des Animaux, et de celle des actions et des habitudes de ces corps vivans, comme causes qui modifient leur organisation et leurs parties“. („Wpływ okoliczności na działania i zwyczaje zwierząt oraz działania i zwyczaje tych ciał żyjących, jako przyczyny zmieniające ich budowę i ich części“). Przyjmując stopniowy rozwój świata organicznego, zdolność gatunków do przekształcania się w biegu ich rozwoju rodowego, Lamarck starał się wykryć czynniki, które powodują owe przekształcenia i uznał wpływ „okoliczności“, czyli wyrażając się ściślej, wpływ warunków otaczających — za najważniejszy czynnik odnośny. A działanie to, jak twierdzi on, nie jest bezpośrednie, lecz wywołuje naprzód u organizmów zwierzęcych pewne p o t r z e b y, potęguje pewne czynności, a te ze swej strony powodują już odpowiednie zmiany w organizacji.

„Jeżeli pewne nowe okoliczności (circonstances) — mówi Lamarck — stają się trwałemi dla jakiejś rasy zwierząt, wówczas powodują one w tych ostatnich nowe przyzwyczajenia, tj. nowe działania, które się ustalają, a wskutek tego w pewnych przypadkach niektóre części ciała bywają więcej używane niż inne, w innych natomiast są zupełnie nieużywane, gdyż stały się zbytecznemi“.

Rzecz interesująca, że Lamarck widzi w sposobie działania owych „okoliczności“, czyli czynników zewnętrznych, zasadniczą różnicę ze względu na świat roślinny i zwierzęcy. U roślin, twierdzi on, gdzie „niema żadnych przyzwyczajeń we właściwem znaczeniu tego wyrazu“ wpływy zewnętrzne nie wywołują tą drogą zmian organicznych; tutaj „wszystko się odbywa przez zmiany w odżywianiu się, w objawach pochłaniania i oddychania, w działaniu ciepła, światła, powietrza, wilgoci“. U zwierząt zatem Lamarck przyjmuje niejako pośrednie działanie czynników zewnętrznych, u roślin natomiast bezpośrednie — pogląd, nie wytrzymujący, rzecz prosta, ścisłej krytyki. Jeżeli bowiem zupełnie usuniemy nieścisłe w tym wypadku pojęcie „przyzwyczajenia“, lecz będziemy mówili wprost tylko o czynnościach organizmów, czynnościach jednorazowych lub stale się powtarzających, to nie znajdziemy żadnej zgoła różnicy pomiędzy roślinami a zwierzętami ze względu na kształtujące działanie warunków zewnętrznych. Tu i tam czynniki otaczające mogą wpływać i wpływają istotnie na modyfikacje pewnych czynności, a równocześnie ze zmianą funkcji, z powstaniem pewnych nowych, odmiennych objawów funkcjonalnych, ulegają też modyfikacji dane narządy, budowa bowiem i czynność narządu są ściśle z sobą związane i zmiana ostatniej prowadzi zawsze do modyfikacji pierwszej.

Dla zilustrowania swoich twierdzeń i dowiedzenia ich prawdziwości, uczony francuski przytacza liczne przykłady, a niektóre z nich są tak wybitne, że przez nie dopiero staje się jasną idea jego.

Wpływ bezpośredni pewnych warunków na organizm rośliny jest, zdaniem Lamarcka, powszechnie znany; dowodzą go niezliczone przykłady z życia codziennego. „Wiosna np. bardzo sucha powoduje, iż zioła na łąkach stale się rozrastają, są suche i wiotkie, a często kwitną i owocują, nie osiągnąwszy bynajmniej zwykłej wielkości. Natomiast wiosna, w której naprzemian następują po sobie dni gorące i deszczowe, wydaje zioła znacznych rozmiarów, a zbiór siana jest wtedy doskonały“. Skoro zaś wpływy korzystne lub nieodpowiednie działają na długi szereg pokoleń, wywołać one muszą odmianę, różniącą się od swego szczepu. „Jeżeli np. nasiona jakiejś rośliny stepowej zostaną przeniesione przez wiatr na miejsce wyniosłe, suche, piaszczyste, kamieniste, wystawione na częste wichry, i jeżeli będą tu kiełkowały, wówczas rośliny, mogące żyć w takiej miejscowości, będą się zawsze źle odżywiały, a osobniki przez nie wyprodukowane wydadzą wreszcie — po pewnej liczbie pokoleń — odmianę różną istotnie od szczepu stepowego. Osobniki tej nowej rasy będą wogóle drobne, słabe, przyczem jednak pewne ich narządy będą może więcej rozwinięte niż inne, tak że stosunki okażą się swoiste“. Podobnie też wszystkie nasze rośliny uprawne,

hodowane dla kwiatów lub owoców, nasze zboża, jarzyny, jakże różnią się od swych pierwotnych dzikich szczepów, jakże odmienne i typowe rasy stanowią one, a owe różnice osiągnięte zostały, zdaniem Lamarcka, jedynie i wyłącznie przez to, że dane rośliny znalazły się w innych warunkach, że hodowane przez długi szereg pokoleń w ogrodach lub na polach, podlegały swoistym wpływom zewnętrznym. O idei doboru sztucznego — mającego, jak wiadomo, tak domiosłe znaczenie w kulturze roślin i zwierząt — Lamarck zupełnie nie wspomina, czynnik ten był mu bowiem wcale nie znany.

Także co do powstawania ras zwierząt domowych, Lamarck widzi jedynie czynnik działawczy w zmianie warunków. „Ileż to ras bardzo różnych — mówi on — pośród naszych kur i gołębi domowych wytworzyliśmy dlatego, że poddaliśmy je działaniu rożnych okoliczności (circonstances) w rozmaitych krajach".

„Te z nich (zwierząt domowych), które są najmniej zmienione, powstały niewątpliwie przez domestykację mniej dawną i przez to, że nie zamieszkują klimatu im obcego, a w częściach ich ciała nie wytworzyły się znaczne różnice, dzięki nowym przyzwyczajeniom. Tak np. kaczki i gęsi domowe mają swój typ w kaczkach i gęsiach dzikich; lecz domowe utraciły zdolność wzlatywania na znaczne wysokości i przebywania w locie znacznych przestrzeni; wreszcie wystąpiła rzeczywista zmiana i w ich częściach ciała w porównaniu ze szczepami pierwotnemi". „Kto nie wie — mówi dalej filozof francuski, — że ptaki naszego klimatu, trzymane w klatce przez pięć lub sześć lat, a później wypuszczone na wolność, nie umieją latać tak, jak ich bracia, którzy zawsze byli wolni? Lekka zmiana okoliczności u tych osobników wywołała tylko zmniejszenie się zdolności lotu, nie powodując przy tem żadnej zmiany w kształtach ich części. Lecz jeżeli długi szereg pokoleń tych osobników trzymalibyśmy w ten sposób w niewoli, nie ulega wątpliwości, że ich części ciała uległyby modyfikacjom znacznym. A gdyby nietylko sama niewola, ale i inne okoliczności wpływały na te osobniki, jak np. zmiana klimatu, a nadto gdyby przyzwyczajały się też one do innego rodzaju pokarmu oraz do nowych zabiegów w celu uzyskania tego ostatniego — wówczas okoliczności te, zespolone i utrwalone, spowodowałyby z pewnością powstanie nowej rasy, bardzo swoistej".

Co się tyczy „okoliczności", które mogą zmieniać narządy ciał żyjących — mówi dalej Lamarck — to największy wpływ wywiera niewątpliwie różnorodność środowiska, w którem one przebywają; oprócz tego istnieją i liczne inne, które działają w sposób podobny. „Wiadomo, że cała powierzchnia ziemi przedstawia, co do natury i rozkładu materji, w różnych punktach różnorodność warunków, z którą związana jest wszędzie różnorodność ciała zwie-

rząt, ale nie zależy od niej rozmaitość szczegółów, wynikająca z postępu w komplikacji ich budowy". We wszystkich atoli miejscach, które zwierzęta mogą zamieszkiwać, warunki pozostają przez bardzo długi czas takie same, i zmieniają się chyba tak powoli, że człowiek nie może ich zauważyć bezpośrednio. Tylko dowody pośrednie, np. geologiczne, przekonywają go, że zmieniły się one, że nie były zawsze takie same, a co zatem idzie, że i w przyszłości ulegną zapewne modyfikacji. „A więc i rasy zwierząt, żyjące w każdej z tych miejscowości, muszą też zachowywać przez równie długi czas zwyczaje swoje; i dlatego to pozornie wydaje nam się, że rasy są stałe, czyli, że stałem jest to, co obejmujemy nazwą gatunku (espèce); stąd też błędny pogląd, że owe rasy, tworzący dany gatunek, są równie stare, jak i cała przyroda".

„Lecz w różnych punktach powierzchni globu naszego — rozumuje dalej Lamarck — okoliczności czyli warunki zewnętrzne mogą być jaknajrozmaitsze. Zwierzęta przeto, zamieszkujące te różne miejscowości, muszą się różnić pomiędzy sobą nie tylko ze względu na skład budowy w każdej rasie, lecz nadto i ze względu na przyzwyczajenia, jakich osobniki każdej rasy musiały nabyć".

Na podstawie tego, co wyżej powiedziano, badacz francuski stawia niejako trzy następujące tezy: „1-o Każda znaczniejsza nieco zmiana, dotycząca okoliczności, w jakich znajdują się odnośne rasy zwierząt, wywołuje u tych ostatnich zmiany realne, co do ich potrzeb. 2-o Każda zmiana w potrzebach zwierząt, wywołuje w nich inne działania, w celu zadośćuczynienia nowym potrzebom, a tem samem i innym przyzwyczajeniom. 3-o Każda nowa potrzeba, wywołująca nowe działania w celu zadośćuczynienia im, zmusza dane zwierzę albo do częstszego używania tych części, których przedtem mniej używało, powiększając je i rozwijając, albo też do używania nowych części, które owe potrzeby stopniowo zrodziły, przez siły wewnętrznego czucia (les efforts de sentiment intérieur)". Tę ostatnią myśl autor wyjaśnia na przykładach, które później przytoczymy.

Podstawą myśli Lamarcka jest nader trafna idea, że naprzód dany organ zaczyna się zmieniać czynnościowo, funkcjonalnie, a dopiero ze zmianą czynności, jako skutek jej, modyfikuje się też budowa i postać narządu. Ideę tę wypowiedział Lamarck jeszcze dawniej w dziele swem pt. „Recherches sur les corps vivans" (str. 50); brzmi ona jak następuje:

„Nie narządy, nie natura i nie postać części ciała zwierzęcia wytworzyły jego zwyczaje i zdolności poszczególne, lecz przeciwnie, zwyczaje, sposób życia oraz okoliczności, w jakich znajdują się osobniki, wytworzyły z biegiem czasu postać ciała, ilość i stan narządów i wreszcie uzdolnienia zwierzęcia".

Wszyscy biologowie późniejsi twierdzili również jednozgodnie, iż modyfikacja czynności idzie przed zmianą morfologiczną, struk-

turalną danego narządu. Pojęcie „przystosowania“, wprowadzone przez Darwina do biologji, zawiera w sobie również ową ideę pierwszeństwa czynności, akcji. Organizm zaczyna się przystosowywać, dajmy na to, do nowych warunków oświetlenia, oczy jego— jeżeli zamieszkuje np. podziemia — są nieczynne, a ta zmiana funkcjonalna prowadzi do stopniowego zaniku lub wysokiego anatomicznego uwstecznienia narządów odpowiednich.

Otóż ideę tę głęboko zrozumiał, jeden z pierwszych, Lamarck, a niektóre przykłady, przezeń przytoczone, wskazują, jak świetnie zdawał on sobie sprawę z procesów ewolucyjnych, które zachodzą w rozwoju rodowym organizmów. Tak, powiada on, między innemi, że wszystkie niemal zwierzęta ssące posiadają zęby, które należą niejako do planu ich organizacji, ale liczne walenie czyli wieloryby nie mają ich; zęby zanikły u nich, wskutek przyzwyczajenia się tych zwierząt do innego sposobu pobierania pokarmu w środowisku wodnem, czyli jak powiedzielibyśmy dzisiaj, wskutek przystosowania się ich do pewnych odmiennych warunków, a że zęby istniały niegdyś rzeczywiście u waleni, a właściwie u prarodziców tychże, na to mamy dowód — mówi Lamarck — w obecności zawiązków zębowych u płodu wieloryba: fakt, spostrzeżony po raz pierwszy przez Geoffroy'a, a stwierdzony później wielokrotnie. Lamarck pojmował więc doskonale znaczenie narządów szczątkowych, tymczasowych (prowizorycznych) dla teorji ewolucji. Wspomina on o fakcie, że u ślepca (A s p a l a x), żyjącego, jak kret, pod ziemią, zanikły w znacznej mierze oczy, wskutek nieużywania, tworząc tu tylko szczątki („vestiges“) ukryte pod skórą, a to samo zachodzi też u odmieńca czyli proteusza, zamieszkującego ciemne groty Krainy. Fakta te objaśnia Lamarck przez nieużywanie, „nie ćwiczenie“ narządów wzrokowych. „Światło — mówi on — nie przenika wszędzie; a więc zwierzęta, które zwykle żyją w miejscach, gdzie brak tegoż, nie mają sposobności ćwiczenia swego narządu wzrokowego, o ile przyroda zaopatrzyła je w ten narząd. Zwierzęta tedy zbudowane według planu organizacji, w którym oczy są konieczne, muszą je posiadać w zawiązku. Jeżeli więc znajdujemy pomiędzy niemi takie, które nie używają tych organów, a u których występują one jako szczątki ukryte i przysłonięte, wynika z tego najoczywiściej, że uwstecznienie lub nawet zanik tych organów — to wynik stałego ich nieużywania“.

Jak doniosłe znaczenie ma używanie organów dla kształtowania się tychże, tego dowodzą, zdaniem uczonego francuskiego, liczne bardzo przykłady. Przedewszystkiem uderza nas fakt, że już jeden osobnik, używając w pewnym kierunku danego narządu, może go rozwinąć w ten lub ów sposób, lub też na odwrót, nie ćwicząc pewnych narządów, może je doprowadzić do wysokiego stopnia zaniku. Lamarck przytacza, między innemi, spostrzeżenia

M. Tenon'a, który badając przewód pokarmowy u ludzi, oddających się nałogowi pijaństwa, stwierdził, że tenże jest u nich w wysokim stopniu skrócony. Pochodzi to, mniema on, stąd, że pijacy nałogowi pobierają mało stosunkowo pokarmu stałego, pożywienie zaś płynne, a zwłaszcza alkohol, nie pozostaje długo ani w żołądku ani w jelitach, a przeto przewód pokarmowy nie bywa u nich należycie rozciągany przez pokarmy. Jeżeli używanie lub nieużywanie pewnego narządu wywiera nań wpływ modyfikujący w ciągu życia jednego osobnika, to jakież znaczenie ma ten czynnik, gdy działa on na liczne pokolenia osobników! Lamarck przyjmował jako rzecz, nie podlegającą nawet dyskusji, że właściwości, nabywane w ciągu życia osobnika, przenoszą się drogą dziedziczności na potomstwo, i dlatego to zasadę używania narządów, odgrywającą ważną rolę w życiu indywiduum, poczytywał on, najmniejszej nie widząc w tem trudności, za doniosły czynnik ewolucyjny. W dziełach jego nie znajdujemy nawet cienia wątpliwości co do tego, ażali wszelkie właściwości nabywane stają się dziedzicznemi; uważał on to za tak oczywiste, że wszelkie roztrząsania odnośne, wydawały mu się całkiem zbyteczne. A jednak dzisiaj ten kardynalny punkt teorji dziedziczności uległ komplikacji, a mianowicie po pracach Weismanna, który zakwestjonował w wielu wypadkach możliwość odziedziczania się cech, nabywanych przez zwierzę w ciągu życia indywidualnego.

W jaki sposób zasada używania w związku ze zmianą przyzwyczajenia i funkcji pod wpływem zmienionych warunków (okoliczności) modyfikuje organizację zwierząt — ilustruje to Lamarck za pomocą licznych, nader interesujących przykładów.

Ptaki, np. zmuszone do unoszenia się na wodzie w celu poszukiwania zdobyczy, rozszerzają palce nóg swoich, gdy pragną uderzać o wodę i poruszać się po jej powierzchni. Skóra, łącząca te palce przy ich podstawie, otrzymuje przez te ustawiczne ruchy palców właściwość rozciągania się; a więc z biegiem czasu ukształtowały się tym sposobem szerokie błony, łączące palce u kaczek, łabędzi i innych pływaków. Podobne usiłowania w celu unoszenia się na wodzie i pływania spowodowały powstanie błon pomiędzy palcami u żaby, żółwia morskiego, wydry, bobra itd. Ptaki natomiast, które żyją na lądzie, które mają zwyczaj siadania na gałęziach i obejmywania tychże palcami nóg swoich, otrzymywały wskutek takiego sposobu życia palce długie, silne oraz pazury wydłużone. Ptaki żerujące na bagnach i błotach lub brodzące po płytkich wodach w celu szukania tu zdobyczy „usiłują ze wszech miar unieść swe ciało", a wskutek tego nogi ich wydłużyły się, stały się szczudłowate, przyczem szyja musiała się bardzo wyciągnąć i wydłużyć, aby podczas tego brodzenia dziób dosięgnąć mógł zdobyczy.

Sposób objaśnienia powyższych faktów zawiera wobec naszego dzisiejszego pojmowania rzeczy nieco elementu metafizycznego, wydaje się cokolwiek naiwnym, a pochodzi to stąd, że Lamarck wprowadza owo nieszczęśliwe pojęcie przyzwyczajenia, wnosi jakiś element psychiczny, mówi o usiłowaniach danych zwierząt do wykonania pewnych czynności w jakimś określonym celu. Nadaje to cechę nieco metafizyczną tokowi jego rozumowania i nie zadawalnia nas z powodu nie zupełnie mechanistycznego sposobu traktowania czynników rozwoju organicznego. Wszystkie atoli przykłady i dowodzenia Lamarcka byłyby nas zupełnie zadowolniły, gdyby mówił on wprost o przystosowaniu się zwierząt do danych warunków; faktem jest, że n. p. ptaki pływające przystosowane są w całej organizacji swojej do życia w wodzie; ich pletwy między palcami, krótkie nogi, obecność gruczołu łojowego, którym maszczą swe pióra, puch ogrzewający ich ciało, dziób, służący do pobierania i cedzenia namułu wodnego, słowem każda część ciała pływaka odpowiada sposobowi jego życia, warunkom środowiska jego, czyli przystosowana jest do tychże. Pojęcie przystosowania mieszają niektórzy z pojęciem zmienności lub doboru naturalnego; nawet w dziełach Haeckla znajdujemy bardzo często zupełnie niewłaściwie użyty wyraz: „przystosowanie“. Otóż to ostatnie jest objawem najogólniejszym, bez względu na to, jak sobie będziemy tłómaczyli jego powstanie. Darwin przypisuje, jak wiadomo, genezę przystosowań w przyrodzie głównie działaniu walki o byt i doboru naturalnego, który zachowuje przy życiu osobniki, oznaczające się zboczenia mi najbardziej dla nich korzystnemi w danych warunkach. Lamarck natomiast przyjmuje, że fakt przystosowania się organizmów do danych warunków jest wynikiem bezpośredniego wpływu tychże na zmianę pewnych funkcji u zwierząt, przyczem zmiana czynności wywołuje z kolei odpowiednią stopniową modyfikację w budowie i postaci ciała organizmów.

Myśl tedy przewodnia Lamarcka jest bardzo głęboka i najzupełniej zgodna z naszemi dzisiejszemi, mechanistycznemi poglądami ewolucyjnemi, błąd zaś tkwi niejako w sposobie przedstawienia myśli tej, we wprowadzeniu pewnych pomocniczych, nie zupełnie jasnych pojęć, które, gmatwając myśl główną, stały się przyczyną, że przykłady, za pomocą których badacz francuski usiłował zilustrować ideę swoją, przytaczane były często przez późniejszych przyrodników (po Darwinie) z pewnem lekceważeniem.

Toć przecie powszechnie są znane, a dozą komizmu zabarwiane przykłady, jako ilustracje poglądów Lamarckowskich, iż żyrafa, zamieszkująca gaje i usiłująca zawsze dosięgnąć liści na wysokich drzewach, otrzymała „wskutek takiego przyzwyczajenia i usiłowania“ długą szyję i wysokie nogi, że mrówkojad, mając „przyzwyczajenie“ zjadania mrówek i „usiłując“ je wydostać z mrowisk,

otrzymał długi bardzo i giętki język! Klasyczny jest przykład, który tyczy się zwierząt ssących roślinożernych; tutaj idea przystosowania występuje w całej pełni, jakkolwiek Lamarck mówi wciąż o przyzwyczajeniach i usiłowaniach. Przytaczam go w dosłownym prawie przekładzie: „Zwierzę czworonożne, u którego okoliczności i potrzeby... wywołały oddawna zwyczaj skubania trawy, chodzi tylko po ziemi i musi pozostawać większą część życia swego na czworakach..., używa więc ono nóg swoich tylko do podtrzymywania ciała na ziemi, do chodzenia lub biegania, nigdy zaś do wspinania się i łażenia po drzewach". Wskutek zwyczaju pobierania codzień wielkich mas pokarmu, oraz ruchów powolnych podczas popasania..., zwierzęta te stały się wielkie, ociężałe, jak np. słonie, nosorożce, bawoły, byki, konie itd." „Zwyczaj zaś podtrzymywania ciężkiego ciała na czworakach i chodzenia przez cały dzień po ziemi, spowodował, że palce nóg pogrubiały, skróciły się, pokryły się bardzo grubą pochwą rogową (kopyta, racice), a ponieważ palce służą tylko do chodzenia, a nie np. do obejmowania przedmiotów (gałęzi, pni), przeto niektóre zupełnie zanikły, tak, że zachowały się u wielu ssaków kopytnych tylko w liczbie dwóch, a nawet, jak u konia, w liczbie jednego palca, pokrytego obszernem kopytem", a znakomicie się nadającego do stąpania po ziemi, trawą pokrytej, np. po stepie. Myśl zasadnicza Lamarcka jest tu bardzo głęboka; choć moglibyśmy ją wyrazić w ten sposób, że zwierzęta kopytne doskonale są przystosowane do warunków, śród których żyją, zwłaszcza zaś do sposobu pobierania pokarmu swego.

Jak dalece atoli Lamarck opanowany był przez ideę swoją „usiłowania", i jak nie mógł on pozbyć się pewnego spekulatywnego sposobu zapatrywania się, dowodzi nader wymownie uwaga o genezie rogów przeżuwaczy: „Zwierzęta przeżuwające — powiada on — mogą używać nóg swoich jedynie do podtrzymywania ciała i mają mało sił w szczękach swoich, ponieważ te ostatnie wyćwiczone są tylko w zrywaniu i żuciu ziół; wskutek tego zaś zwierzęta te mogą walczyć tylko przez uderzenia zadawane głową, kierując wierzchołek tejże ku przeciwnikowi. W przystępie zaś zaciekłości — co się często zdarza — zwłaszcza u samców, ich uczucie wewnętrzne (sentiment intérieur), wskutek owych usiłowań, kieruje energiczniej soki ku tej części głowy, a powstaje tu przeto wydzielanie się (sécretion) materji rogowej w jednych wypadkach, lub też rogowej, zmieszanej z kostną, w innych, wywołując wyniosłości twarde, zawiązki rogów". Widzimy zatem, że Lamarck przypisuje w pewnych przypadkach owym „usiłowaniom", owym popędom wewnętrznym, czyli czynnikom psychicznym wprost twórcze, organizujące właściwości, przyjmuje możność przekształceń morfologicznych pod wpływem niejako czynników woli.

Oto poglądy Lamarcka na czynniki rozwoju organicznego. Idee

wielkiego uczonego szeroko zostały uwzględnione przez jego następcę w dziedzinie teorji ewolucji, Karola Darwina. Ten ostatni uważał, jak wiadomo, za główny czynnik rozwojowy walkę o byt i dobór naturalny, opierając się na zjawiskach doboru stucznego, stosowanego od dawna przez człowieka świadomie lub bezwiednie w kulturze roślin i hodowli ras zwierzęcych. Rzecz interesująca, że i Lamarck i Darwin wzięli za punkt wyjścia rasy domowe, widząc w nich przedewszystkiem niezbity dowód plastyczności form organizowanych, zmienności ich oraz rozbieżności cech w szeregu pokoleń w porównaniu ze szczepami pierwotnemi. Gdy jednak Lamarck ową zmienność cech, oraz wytwarzanie się ras odmiennych przypisywał wyłącznie zmianie „okoliczności“ czyli warunków, śród których u różnych ludów i w różnych okolicach globu naszego kształtowały się owe rasy, to Darwin przyjmował, jako czynnik najdonioślejszy, dobór sztuczny, świadomy lub bezwiedny.

Wszelako, jeżeli wogóle za istotny czynnik, przyjmowany przez Lamarcka, uważać będziemy zasadę używania lub nieużywania organów w łączności z warunkami zewnętrznemi — to z czynnikiem tym napotkamy się również w dziełach Darwina, jakkolwiek ten ostatni przypisywał mu tylko rolę dodatkową, podrzędną wobec doboru naturalnego (oraz płciowego) który uznał za główny. Najklasyczniejszy pod tym względem przykład w dziele Darwina „O powstawaniu gatunków“, tyczy się owadów, które zamieszkując pewne wyspy oceaniczne, utraciły skrzydła. Na wyspach tych panują silne wiatry, ku morzu wiejące; owady zatem, które wiele latają, zanoszone są często przez wiatr na morze i giną tam, te zaś, które częściej przesiadują w zaroślach, w kryjówkach, które rzadziej wogóle latają, mają znacznie większe szanse pozostania przy życiu. Dobór zachowuje tu zatem postaci o jak najmniejszej zdolności do lotu, a tak w ciągu długiego szeregu pokoleń powstały na wyspach tych przeważnie owady bezskrzydłe lub mające skrzydła szczątkowe. Ale jednocześnie działała tu zasada nieużywania, te bowiem owady, które najmniej latały, nie używały należycie skrzydeł, co doprowadziło do uwstecznienia lub zaniku tych organów. Darwin sam zwraca na to uwagę i powiada, że w tym wypadku działać mógł dobór naturalny łącznie z zasadą nieużywania, a nadto w związku z danemi warunkami zewnętrznemi, w tym razie — wiatrami, ku morzu wiejącemi. Mamy tu zatem zjednoczenie, zespolenie idei Darwinowskiej z Lamarckowską, zasady doboru naturalnego z czynnikiem używania lub nieużywania organów. I w wielu innych miejscach dzieł swoich Darwin zwraca uwagę na doniosłość czynnika Lamarckowskiego, a zapominają snać o tem bardzo często ci krytycy i komentatorowie Darwina, którzy całkiem błędnie przypisują myślicielowi angielskiemu, iż dla niego istnieje tylko jeden czynnik ewolucyjny — dobór naturalny (a także dla wytłóma-

czenia ornamentacyjnych właściwości zwierząt — dobór płciowy). Do kwestji stosunku lamarkizmu do darwinizmu powrócimy jeszcze niżej. Idee Darwina tak zaprzątnęły umysły badaczy w szóstem i siódmem dziesięcioleciu minionego wieku, że przeważna większość zoologów, zwłaszcza młodszych, ulegając tymże, widziała w doborze naturalnym jedyny niemal motor ewolucyjny; zasada natomiast Lamarcka coraz bardziej traciła urok swój. Wszelako niektórzy biologowie, uznając niedostateczność doboru, przeciwstawiali mu zasadę bezpośredniego wpływu warunków zewnętrznych, a tem samem skłaniali się do poglądów Lamarckowskich. Jednym z tych był v. Naegeli, który w r. 1884 w słynnem swojem dziele „Mechaniczno-fizjologiczna nauka o rozwoju“, zwalczał zasadę doboru naturalnego, starał się wykazać pewne słabe jej strony, a zarazem przyjmował, że rozwój organiczny odbywa się pod wpływem wewnętrznych sił, tkwiących w materji organizowanej i uwarunkowanych przez budowę tejże i czynności fizjologiczne, a także pod wpływem bezpośredniego działania warunków zewnętrznych, n. p. klimatu, światła, natury, gruntu i t. d., pod którym to względem hołdował w znacznej mierze idei Lamarcka.

Owo pojęcie przyczyn „wewnętrznych“, sprężyn ukrytych (innere Kräfte, innere Entwicklungstriebe), popędów niejako samorzutnych, tkwiących w materji organizowanej, stanowiących jakby jedną z koniecznych właściwości jej bytu i zmienności w szeregu pokoleń — pojęcie to zaprzątało umysły wielu biologów ku końcowi ubiegłego stulecia. Ale było to tylko omówienie czegoś niewiadomego, tam gdzie brak określonego pojęcia, nauka stawia często wyraz, który jest jednak wówczas pustym tylko dźwiękiem. Takim był też ów termin: „przyczyny wewnętrzne“.

Naegeli wyobrażał sobie, że t. z. idjoplazma tj. zaródź będąca podścieliskiem wszelkich znamion dziedzicznych i warunkująca wszelkie właściwości gatunku i osobnika, ma określoną budowę hypotetyczną (metastrukturę), że składa się z drobnych, organizowanych cząstek, nazwanych micellami, które są zbiorami drobin fizycznych. Pomiędzy owemi micellami działają siły swoiste, warunkujące wszelkie objawy życiowe ustroju. Sądził on, że micelle są ułożone szeregami, tworząc jakby nici, które ciągną się przez całe ciało, po przez komórki, a zależnie od tego, jakie siły międzymicellarne kombinują się z sobą w danem miejscu, powstaje tu taka lub inna właściwość ustroju. Podczas rozwoju i życia osobnika, owe szeregi micèllarne nie zmieniają jakoby wzajemnej konfiguracji, tj. na przecięciach poprzecznych układ wzajemny szeregów tych w plazmie (idjoplazmie) jest stały. Ale w rozwoju rodowym, dzięki siłom tkwiącym w samej idjoplazmie, w związku z wpływami zewnętrznemi, owe szeregi micèllarne zmieniają konfigurację swoją, pomiędzy dawne bowiem szeregi wstawiają się inne, nowe, a wsku-

tek tego i nowe też muszą następować kombinacje sił międzymicellarnych, czyli nowe zjawiać się właściwości i znamiona organiczne. Tym sposobem według Naegelego, podobnie jak z jaja rozwija się osobnik danego gatunku, dzięki siłom wewnętrznym, tkwiącym w idjoplazmie jaja, a podczas rozwoju zarodka następuje szereg zmian w ściśle określonym kierunku, prowadzących do wytworzenia danej postaci — tak samo też i w rozwoju rodowym odbywa się w pewnym kierunku szereg zmian, z których każda następująca jest wynikiem poprzedzającej, a które warunkują zmienność postaci organicznych w szeregu pokoleń, czyli rodową ich ewolucję. Tak pojmował Naegeli działanie owych sił wewnętrznych, owych potęg kierowniczych w rozwoju świata organicznego.

Genjalna idea Naegelego, że w jaju mieści się właściwie cały gatunek, że np. jajo kury nie jest mniej różne od jaja kaczego aniżeli kura od kaczki, albowiem i w jednem i w drugiem zawarte są niejako zawiązki wszelkich znamion dziedzicznych jednego lub drugiego gatunku — idea ta miała doniosłe bardzo znaczenie dla kwestji owych wewnętrznych czynników rozwoju organicznego. Wiadomo, że rozwój zarodka zależy od różnych warunków, a przedewszystkiem od stosunków odżywiania się tegoż w najszerszem znaczeniu tego wyrazu, głównie atoli zawisły jest od określonych tendencyj dziedzicznych, tkwiących w idjoplazmie (podścielisku cech dziedzicznych) jaja. Dlatego też z jaja każdego gatunku powstaje zawsze osobnik tegoż gatunku, a dzięki różnym warunkom zewnętrznym otrzymać on może tylko pewne właściwości indywidualne, jakkolwiek większość tych ostatnich dziedzicznie się przenosi od przodków. Tak więc w ogólności mówić możemy o wewnętrznych i zewnętrznych czynnikach rozwoju osobnikowego, ugruntowanie tych pojęć należy się głównie, zdaniem mojem, Naegelemu.

Otóż w embrjologji, nauce o rozwoju osobnikowym, owo pojęcie sił wewnętrznych jest zupełnie jasne, mamy tu bowiem na myśli czynniki dziedziczne, którym przeciwstawiamy postronne, modyfikujące te ostatnie, a oznaczone nazwą zewnętrznych. Rzuca to pewne światło na istotę wewnętrznych czynników rozwoju rodowego, genealogicznego. Każdy gatunek jest produktem całego szeregu innych gatunków, które poprzedzały go w rozwoju rodowym. Jeżeli więc gatunek, dajmy na to, *a* posiada pewien zasób znamion, to te ostatnie są wynikiem całego szeregu znamion u jego przodków, np. *b*, *c d*, *e*. Przy odpowiednich warunkach zewnętrznych, a zarówno też i przy działaniu doboru naturalnego, gatunek *a* może się zmienić w pewien sposób swoisty, ale natura tej zmiany zależną będzie od tego, jakie rodowo dziedziczne właściwości posiada ów gatunek *a*. Jeżeli np. *a* jest produktem życia gatunków *b*, *c*, *d*, *e*, które stopniowo się przekształcały, a *a'* — wynikiem ży-

cia gatunków *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, które przekształcając się również w określony sposób, wydały *a'*, to przy jednych i tych samych zmienionych warunkach inaczej zmodyfikuje się a, odmiennie *a'* inaczej zareaguje na zmienione warunki zewnętrzne *a*, inaczej zaś *a'*, bo jeden i drugi zawiera inne dziedziczne właściwości. Tak np. wyobraźmy sobie, że pewne warunki zewnętrzne, łącznie z działaniem doboru, wywołują u pewnych zwierząt niezdolność do lotu: otóż inaczej zareaguje na to np. organizm ptaka, a inaczej ustrój owada; u pierwszego pewne kości szkieletu (skrzydeł) ulegną wstecznemu rozwojowi a wraz z niemi pewne określone grupy mięśni, naczyń i nerwów; owad zaś, tracąc skrzydła, pozbywa się organów zupełnie odmiennego charakteru, u niego ulegną uwstecznieniu pewne fałdy skórne, zmieni się pokrycie chitynowe, słowem zajdą w nim zmiany zupełnie innej natury anatomicznej. Tak należy rozumieć owo kombinowanie się czynników wewnętrznych i zewnętrznych przy rozwoju rodowym, owo współdziałanie sił wewnętrznych i akcji zewnętrznych, zależnych od zmiany warunków otoczenia w najszerszem znaczeniu tego wyrazu.

Ponieważ atoli podczas życia każdego osobnika bezustannie działają pewne warunki, a życie jest ciągłem przystosowywaniem się ustroju do tych ostatnich, możemy przeto powiedzieć, że co z czasem stało się wewnętrznem, t. j. stało się dziedziczną właściwością ustrojów, to było niegdyś uwarunkowane przez czynniki zewnętrzne. Gdyby na ziemi naszej panowały inne zupełnie warunki ciążenia, ciśnienia, oświetlenia, inne stosunki ciepłoty, napięcia elektrycznego itd., to niewątpliwie ustroje globu naszego byłyby bardzo odmienne od tych, jakie dziś napotykamy; rozwój rodowy świata organicznego poszedłby pewnie zupełnie inną drogą. Ostatecznie zatem tak czynniki wewnętrzne, dziedziczne, jako też zewnętrzne, po za organizmem działające, sprowadzić można do warunków, śród których odbywał się i obecnie się jeszcze odbywa rozwój świata organicznego.

Oto drogą takich rozumowań biologowie dzisiejsi doszli do wniosku, że jednym z najważniejszych środków do zrozumienia przemiany form organicznych jest dokładna znajomość wpływu na nie warunków, przyczem przez te ostatnie pojmujemy sumę bezpośrednich czynników tak zewnętrznych, jako też i ukrytych w samym organizmie. Ponieważ zaś już Lamarck, jak widzieliśmy, nadawał ogromne znaczenie temu czynnikowi, rozbierał wpływ zmienionych „okoliczności" na organizm roślinny i zwierzęcy, uwzględniał — wprawdzie w sposób niejasny i nie zawsze ścisły — stosunek pewnych wewnętrznych bodźców do owych okoliczności zewnętrznych — przeto ów kierunek w dzisiejszej biologji ochrzczony został przez niektórych badaczy mianem neolamarkizmu.

Neolamarkiści posługują się w wielu wypadkach metodą o wiele ściślejszą, niż niektórzy inni teoretycy-biologowie, dociekający czynników rozwoju. Albowiem obok obserwacji czyli spostrzegania, wprowadzili też oni metodę eksperymentalną czyli doświadczalną, a wielka doniosłość tej ostatniej polega na tem, że możemy wyłączać pewne czynniki, wprowadzać sztucznie zmiany w warunkach i w ten sposób ściślej oznaczać zależność pewnych modyfikacyj w ustroju od określonych działań zewnętrznych. Ale i tutaj wnioski wyprowadzamy przeważnie na podstawie analogji, pod którym to względem i sama obserwacja daje wyniki niemniej zadawalniające, a mianowicie, o ile posiłkuje się ona metodą porównawczą. To podobieństwo metody porównawczo-obserwacyjnej oraz sposobu wnioskowania na jej podstawie do doświadczalnego badania zjawisk, był już zauważył genjalny Jerzy Cuvier. A mianowicie, dzielił on umiejętności przyrodnicze, ze względu na dokładność ich metod, na trzy stopnie: „sciences de calcul", do których zaliczał matematykę, astronomję i pewne części fizyki, „sciences d'expériment", do których zaliczał chemję i fizykę doświadczalną, oraz „sciences d'observation", tj. opisowe nauki przyrodnicze. Ale oto powiada on, że i te ostatnie można przez pewną metodę, a mianowicie porównawczą, podnieść do wyższego rzędu i uczynić je „science d'expériment". Podobnie jak fizjolog w laboratorjum — mówi Cuvier — tak też i przyroda umieszcza swe zwierzęta w różnych warunkach, jedne wystawia na jasne światło inne w bezustannej więzi ciemności, jedne trzyma pod silnem ciśnieniem atmosferycznem, inne pod słabem i t. d. i podobnie jak fizjolog skraca albo usuwa ten lub ów narząd, tak też i u zwierząt na łonie przyrody jedne organa silniej się rozwijają, inne zanikają. Przyroda zatem tworzy gotowe „espèces d'expériment", należy tylko porównywać i uwzględniać różne warunki życiowe i czynności, aby stąd wyciągać właściwe wnioski.

Neolamarkiści, jak powiedzieliśmy, posługują się w znacznej mierze eksperymentem. Jeżeli pod wpływem jakiegoś sztucznie wprowadzonego bodźca, działającego przez szereg pokoleń, powstanie swoista modyfikacja w budowie danych postaci zwierzęcych, i jeżeli z drugiej strony na łonie przyrody spotkamy analogiczną modyfikację oraz bodźce do pierwszego podobne lub identyczne, będziemy mogli wówczas twierdzić, ze znacznym bardzo stopniem prawdopodobieństwa, że na łonie natury dana modyfikacja w budowie powstała jako wynik określonego bodźca lub tych albo innych warunków. Rzecz naturalna, że wnioski takie zyskają na pewności, jeżeli doświadczenie będzie ściśle przeprowadzone i jeżeli obserwacja porównawcza w znaczeniu tej, o jakiej mówi Cuvier, potwierdzi również wyniki eksperymentu.

Jako przykład wskazujący, ile może zdziałać metoda doświad-

czalna, oraz jak ważne i pewne osiągnąć ona może wnioski — służyć może szereg badań doświadczalnych nad wpływem temperatury, podczas rozwoju poczwarek, na postać, ubarwienie i rysunek motyli. Nad kwestją tą pracowało w nowszych czasach wielu badaczy, a sądzę, że nieco szczegółowsze przedstawienie wyników odnośnych da czytelnikowi właściwe pojęcie o charakterze dociekań neolamarkistycznych oraz o stosunku doświadczeń i wniosków z nich wyprowadzanych do zagadnień teoretyczno-ewolucyjnych.

Już w r. 1845 ogłosił Dorfmeister pracę, w której doszedł do wniosku, iż przy powstawaniu odmian motyli daleko ważniejszą rolę odgrywa klimat, a zwłaszcza temperatura, aniżeli jakość pokarmu lub krzyżowanie. Doświadczenia jego wykazały, że u wielu motyli, poczwarki, podlegające działaniu wyższej temperatury, rozwijają się w motyle o jaśniejszem, żywszem ubarwieniu, natomiast te, na które działa niższa, dają motyle o wyraźnie ciemniejszej barwie skrzydeł. Wkrótce potem A. Weismann odkrył t. zw. dwukształtność (dyformizm) sezonową, tj. zjawisko, polegające na tem, że pewne gatunki naszych motyli występują w dwóch postaciach, różnych pod względem ubarwienia i rysunku, t. z. letniej i zimowej. Tak n. p. jedna z pospolitych naszych rusałek wystę-

Ryc. 1. Rusałka *Vanessa Levana* 1. Okaz zimowy; 2. Okaz letni.

puje jako t. zw. *Vanessa levana*, rozwijająca się z poczwarek, które przezimowały, te ostatnie zaś są potomstwem postaci, które latają w lecie, t. z. *Vanessa prorsa*. Motyl ten ma podwójną nazwę gatunkową *Vanessa levana-prorsa*, a to z tego powodu, iż dawniejsi badacze, nie znając owej dwukształtności sezonowej, przypuszczali, że postaci zimowe i letnie przedstawiają dwa całkiem różne gatunki, zwłaszcza, że istotnie wyglądają bardzo odmiennie.

Widzimy zatem, że podczas gdy V. levana rozwija się w zimnej porze roku, prorsa, przeciwnie, osiąga swój rozwój podczas ciepłych miesięcy. Otóż, Weismann zadał sobie pytanie, azali różnice temperatury nie wywołują odmiennego ubarwienia i rysunku u obu odmian? Przedsięwziął też szereg doświadczeń; a mianowicie próbował przez sztuczne podwyższenie temperatury w zimie otrzymać z potomstwa V. prorsa znów V. prorsa, naodwrót zaś przez obniżenie ciepłoty podczas lata — otrzymać z potomstwa V. levana znów

pokolenie V. levana. Pierwszy szereg doświadczeń udał się tylko połowicznie, z czterdziestu bowiem poczwarek V. prorsa, hodowanych w temperaturze 12 do 25° R., tylko trzy wylęgły się na wiosnę jako znowu V. prorsa, większość zaś miała ubarwienie V. levana. Natomiast drugi szereg doświadczeń, a mianowicie próby otrzymania postaci V. levana z tejże odmiany — uwieńczone zostały lepszym znacznie wynikiem. Poczwarki hodowane były w lodowni raz przy 8°—10° R, drugi raz przy 0°—1° R. W pierwszym przypadku, gdzie temperatura użyta do doświadczeń okazała się jeszcze za wysoką, otrzymał Weismann zamiast V. prorsa (która wedle stosunków w naturze zachodzących powinnaby była powstać) jedną postać przejściową pomiędzy V. levana i V. prorsa, w drugim zaś, na 20 poczwarek — aż 15 postaci przejściowych, z których kilka było łudząco podobnych do V. levana. Lepiej udały się doświadczenia z pospolitym motylem bielinkiem (Pieris napi). Postaci letnie i zimowe tego motyla, latające u nas jedna latem, druga wiosną, udało się wytworzyć zoologowi frejburskiemu przez sztuczną zmianę ciepłoty, w której lęgły się poczwarki.

W nowszych czasach napotykamy cały szereg badań w tym kierunku; poszukiwania Dorfmeistra, E. Fischera (Transmutation der Schmetterlinge infolge Temperaturänderungen. Experimentelle Untersuchungen über die Phylogenese der Vanessen. 1894) Frings'a, a zwłaszcza M. Standfussa (Experiment. zoologische Studien mit Lepidopteren. 1898), A. Weismanna (Neue Versuche zum Saisondimorphismus der Schmetterlinge 1895) i wielu innych nagromadziły całą skarbnicę niezmiernie interesujących faktów, które dowodzą bezpośredniego wpływu temperatury na powstanie różnych odmian motyli, napotykanych w przyrodzie. Jest to jedna z najbardziej interesujących dziedzin zoologji doświadczalnej, stanowiąca ważny przyczynek dla neolamarkizmu współczesnego.

Szczególniej ważne są poszukiwania Standfussa, któremu udało się przez działanie ciepła i zimna przeobrazić postaci lokalne pewnych gatunków motyli w odmiany właściwe okolicom południowym, względnie północnym. Tak np. przekształcił Standfuss postać *Papilio podalirius* z Walji przez działanie ciepła w odmianę *zanclaeus*, latającą w stanie naturalnym w Neapolu i na Sycylji. A to samo powtórzył później Frings z poczwarkami tegoż gatunku w Niemczech, otrzymawszy przez hodowlę tych poczwarek w wyższych temperaturach, odmiany południowe. Podobnie też udały się doświadczenia z poczwarkami znanego motyla środkowo-europejskiego, zwanego „jaskółczym ogonem“ *(Papilio Machaon)*, a mianowicie otrzymano z nich przez działanie ciepła odmiany południowo-europejskie, syryjskie i turkiestańskie. Z drugiej zaś strony przez hodowlę w niższej temperaturze poczwarek rusałki pokrzywowej *(Vanessa urticae)* w Zurychu otrzymano odmianę, latającą w Laponji (Van. polaris),

podczas gdy tenże gatunek pod wpływem wyższej temperatury przekształcił się w odmianę znaną w Korsyce i Sardynji (Vanessa urticae var. ichnusa). Także poczwarki wielu innych, znanych powszechnie naszych rusałek dziennych, np. admirała, pawika, żałobnika, rozwijają się w odmiany, właściwe krajom północnym, względnie południowym, zależnie od tego, czy poddajemy je sztucznie działaniu wyższej, czy też niższej temperatury.

Powyższe doświadczenia mają ogromną doniosłość dla teorji ewolucji. Okazuje się z nich, że temperatura jest w danym wypadku owym czynnikiem zewnętrznym, który wywołuje pewne zboczenia w ubarwieniu i rysunku skrzydeł, a co ważniejsze, że postaci klimatu umiarkowanego przekształcają się pod wpływem tego czynnika w południowe lub północne. Prosty z tego wniosek, że i na łonie natury, postaci pochodzące od wspólnych przodków, w miarę jak osiedlały się w krainach bardziej północnych lub południowych, jak podlegały działaniu wyższych lub niższych temperatur w różnych klimatach, przeobrażały się w formy swoiste, znane dziś jako odmiany południowe, względnie północne. A wniosek ten możemy z tem większą wyprowadzić pewnością, iż badania Standfussa i Fischera wykazały nadto, że cechy nowonabyte pod wpływem owego sztucznie wprowadzonego czynnika, są d z i e d z i c z n e, czyli że się przenoszą na potomstwo; odmiany o charakterze postaci południowych lub północnych, otrzymane doświadczalnie z form klimatu umiarkowanego, przenoszą na potomstwo znamiona swoje. Fakt ten nietylko przemawia w wysokim stopniu za prawdopodobieństwem powstania odmian rzeczonych przez bezpośrednie działanie klimatu, ale ma też znaczenie ogólniejsze, bo stanowi nowy dowód przeciwko przypuszczeniu Weismanna, jakoby cechy nabywane w życiu indywidualnem nie były nigdy dziedziczne. W przypadku bowiem przez nas omawianym widzimy, że przeciwnie, znamiona nabyte przez rodziców w ich życiu osobnikowem, a mianowicie pod wpływem zmienionych warunków, przenoszą się na potomstwo.

Dla teorji neolamarkistycznych, przyjmujących za najważniejszy czynnik ewolucyjny: działanie warunków otoczenia na szeregi pokoleń danych ustrojów — dla teorji tych przytoczone wyżej wyniki mają ogromne znaczenie, a nadto doskonale, sądzę, illustrują doniosłość eksperymentu w dzisiejszym neolamarkizmie i wykazują zarazem możność wyprowadzenia wniosku, co do pochodzenia pewnych postaci w przyrodzie na podstawie wyników eksperymentalnych.

Nie wszystkie wprawdzie fakta odnośne są dla nas dotychczas jasne ze stanowiska teorji ewolucji. Tak np. Fischer przekonał się, że poczwarki rusałki pokrzywowej (V. urticae), hodowane w temperaturze + 38° C, rozwijają się w odmianę południowo-europejską (var. ichnusa), gdy natomiast trzymane w wyższej jeszcze tempera-

turze, a mianowicie + 40 do 41° C., dają początek odmianie podobnej do postaci północnej (v. polaris). Doświadczenie to poucza nas, że zbyt wysokie temperatury działają na rozwijające się poczwarki równie hamująco, jak i zbyt niskie i że w rezultacie w obu tych przypadkach powstają postaci polarne, wynik niewątpliwie bardzo interesujący, ale nieco trudny do wyjaśnienia. Z doświadczeń podobnych okazuje się, że wogóle działanie chłodu i wielkiego mrozu jest jednakowe, lecz wpływ ciepła i gorąca jest odmienny, ostatnie bowiem działa w taki sam sposób, jak temperatura bardzo niska. Inną trudność nastręcza fakt, iż w pewnych przypadkach zbyt wysokie ciepło lub zimno powoduje powstawanie postaci, które w naturze napotykają się bardzo rzadko. Tak np. poczwarki żałobnika, hodowane w niskich temperaturach, rozwijają się w postaci pozbawionej oczu. Fakt ten trudno sobie objaśnić, ale ostatecznie jest on niezmiernie interesujący wobec tego, że widzimy tu bezpośredni wpływ temperatury na zanik pewnego organu.

Nieco szczegółowiej zatrzymaliśmy się nad powyższemi pracami, aby dać czytelnikom właściwe pojęcie o kierunku prac neolamarkistów w pewnych dziedzinach zoologji, i aby wykazać, ile światła rzucają doświadczenia tego rodzaju na różne zagadnienia w dziedzinie teorji rozwoju.

Badania powyższe, jak i liczne inne, podobne, bezpośrednio dowodzą wpływu warunków zewnętrznych na przemianę postaci organicznych. Neolamarkiści opierają się jednak nadto na licznych innych zdobyczach współczesnej biologji, zwłaszcza zaś t. zw. mechaniki rozwojowej, które pośrednio dowodzić mają owego wpływu.

Pomiędzy rozwojem zarodka i rodu istnieje wielka analogja. Podobnie jak w rozwoju osobnika, punkt wyjścia stanowi jedna komórka (jaje), które dzieląc się, wytwarza skupienie komórek, różnicujących się na pewne określone grupy i podobnie jak przez ową zasadę różnicowania się powstają kolejne etapy rozwojowe, o coraz to większej komplikacji — tak też i w rozwoju rodowym z istot jednokomórkowych wytworzyły się postaci wielokomórkowe, pośród których drogą ciągłego różnicowania się występowały postaci o coraz większej komplikacji w budowie. T. zw. prawo biogenetyczne stwierdza nawet w bardzo wielu przypadkach, że kolejne zmiany pewnych narządów embrjonalnych odbywają się taką samą drogą, jak w rozwoju rodowym, że kolejne etapy rozwojowe u osobnika i w rodzie mniej lub więcej sobie odpowiadają. Jak to już powiedzieliśmy wyżej, w rozwoju osobnika odróżnić możemy dwa szeregi czynników rozwój ten warunkujących: wewnętrzne i zewnętrzne („die inneren und die äusseren Factoren der organischen Entwicklung"), jak je nazywają badacze niemieccy). Wewnętrzne — są to czynniki dziedziczne, przywiązane do materji, stanowiącej podście-

lisko znamion przenoszących się w spadkobierstwie z przodków na potomków, zewnętrzne są uwarunkowane przez wpływy otoczenia, śród którego zarodek się rozwija, zwłaszcza zaś przez różne bodźce (Reize), które ustawicznie działają na ustrój i wywołują w nim rozmaite reakcje czynnościowe i strukturalne. Otóż, wobec wielkiej analogji pomiędzy procesami rozwoju osobnikowego i rodowego, neolarmakiści przypuszczają, że i ten ostatni warunkowany jest przez czynniki wewnętrzne i zewnętrzne, przez przyczyny, tkwiące w samej materji organizowanej oraz przez wpływy warunków zewnętrznych, bodźce świata otaczającego. Biologja lat ostatnich dostarczyła bardzo wielu faktów, dowodzących, że na rozwój osobnika wywierają wpływ doniosły, czynniki zewnętrzne; fakta te stanowią tedy pośredni dowód na korzyść neolamarkizmu.

Tak np. stwierdzono, że rozwój barwika w skórze zwierząt, warunkującego koloryt tychże, zależy w wielu bardzo przypadkach bezpośrednio od stosunków oświetlenia, działanie zaś to bywa bardzo rozmaite w zależności od natury danych organizmów, a więc od wewnętrznych ich właściwości biologicznych, dziedzicznie nabytych. Ubarwienie zatem można uważać z tego względu za rezultat współdziałania czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Niewątpliwie wszakże w rozwoju jego odgrywał także ogromną rolę dobór naturalny i płciowy, które to czynniki pozostawiamy jednak w tej chwili na uboczu, zaznaczając tylko doniosły ich współudział. Oto niektóre fakta odnośne. Według badań Flemminga i Fischela młodociane postaci jaszczurów (salamander), trzymane w półcieniu, silniej się zabarwiają, hodowane zaś w świetle, otrzymują barwę bladą, a to wskutek tego, że barwik w tym ostatnim wypadku słabiej się rozwija, a komórki barwikowe skóry (zawierające ziarnka barwika) stają się drobne i pozbawione wyrostków. U niektórych zarodków ryb powstają pod wpływem światła liczne, czarne i czerwone plamki barwikowe, które czynią zwierzątko zupełnie nieprzeźroczystem. Liczne zwierzęta, zamieszkujące ciemne miejsca, tracą barwik, np. pewne pająki jaskiniowe lub odmieńce (proteusze) w grotach Postojny (Adelsbergu). Te ostatnie świeżo z groty wydobyte sa bezbarwne, cieliste, ale wystarczy hodować je przez kilka miesięcy w oświetlonych naczyniach szkolnych, aby przybrały barwę ciemno-brunatną, prawie czarną. Fakta takie przemawiają w wysokim stopniu za tem, że w biegu rozwoju rodowego pewne swoiste ubarwienia zwierząt rozwinęły się również pod wpływem bezpośredniego działania światła, pośród pewnych swoistych warunków oświetlenia.

Nader interesujący szereg faktów przytoczyć można ze względu na warunki odżywiania, na skład chemiczny pokarmów. Botanicy znają niezliczoną ilość przykładów odnośnych; natura gruntu, chemiczny skład gleby, działają modyfikująco na rośliny, powodują

znaczne nieraz zmiany w ubarwieniu liści, grubości tychże, w ogólnym wyglądzie roślin, dotyczącym ich rozmiarów i ustosunkowania w rozwoju poszczególnych organów.

Co do tych zwierząt, to przytoczymy, dla przykładu, następujące fakta. Koch próbował przyzwyczaić gąsienice pewnych motyli — prządek do innego pokarmu, aniżeli zwykle pobierają. Próby uwieńczone zostały bardzo pomyślnym skutkiem, a okazało się przytem, że motyle wylęgnięte z poczwarek, których gąsienice odmiennym żywiły się pokarmem, miały też ubarwienie bardzo różne od zwykłego.

Na szczególną atoli uwagę zasługują pod tym względem doświadczenia, wykonane przez A. Pictet'a (1902, 1903). Znalazł on, że natura pokarmu, podawanego gąsienicom, wpływa nie tylko na zmianę ubarwienia gąsienic i motyli, ale i na rozmiary ciała tych ostatnich. Bardzo charakterystyczne motyle-albinosy prządki brudnicy *(Ocneria dispar)* wyhodowane zostały wówczas, gdy gąsienice tej prządki karmiono liśćmi leszczyny, zamiast dębowemi. Już w pierwszem zaraz pokoleniu pojawiły się drobne żółte samce, zamiast większych, brunatno-barwnych. W drugiem pokoleniu z żywionych w ten sam sposób gąsienic otrzymano samce jeszcze mniejsze i już białej barwy. Ponieważ atoli żywione w ten sposób zwierzęta okazały się w drugiem pokoleniu znów niezdolnemi do rozpłodu, Pictet wyhodował potomstwo generacji wyrosłej na liściach leszczynowych, przez podawanie mu liści dębowych, a w następnem pokoleniu znów zastosował liście leszczyny. W ten sposób otrzymał motyla bardzo małych rozmiarów, przyczem samce były całkiem prawie białe z szarym nieco rysunkiem, samice zaś zupełnie jednobarwne. Motyle, zmienione w ten sposób przez wpływ pożywienia, skoro w następnych pokoleniach karmione bywają zwykłem pożywieniem, otrzymują znów stopniowo typowe swoje pierwotne ubarwienie i pierwotny rysunek, ale w części zachowują przytem nabyte znamiona w rysunku. Ten ostatni fakt jest wielkiej doniosłości, dowodzi on, że zmiany, nabywane pod wpływem odmiennego pokarmu (a to samo tyczy się też zmian wywołanych przez różnice temperatury) stać się mogą dziedzicznemi, a więc przy długotrwałem działaniu owych warunków, mogą się w szeregu pokoleń spotęgować i utrwalić.

Możemy tedy przypuścić, że gdy pewne zwierzęta, zniewolone np. głodem, przenoszą się do innych miejscowości i tu przystosowują się do odmiennego pokarmu, ten ostatni może między innemi wpłynąć na zmianę ubarwienia, rysunku i wielkości ciała tych zwierząt.

I inne zresztą fakta wskazują na możliwość np. zmiany kolorytu pod wpływem różnego pożywienia. Tak np. krajowcy w nadbrzeżnych okolicach rzeki Amazonki, karmiąc zwykłą tam papugę

zieloną, *Chrysotis festiva*, tłuszczem wielkich ryb sumowatych, powodują pojawianie się na ciele tej papugi plam czerwonych i żółtych. Wallace opisuje, że Indjanie Ameryki południowej zmieniają barwę piór wielu ptaków, zaszczepiając do świeżej rany mleczną wydzielinę skóry małej ropuchy tamtejszej; pióra otrzymują przez to błyszczącą barwę żółtą. We wszystkich tych przypadkach zmiana ubarwienia występuje pod wpływem pewnych swoistych związków chemicznych, wprowadzanych przez pokarm lub przez zaszczepienie do krwi danych zwierząt.

Środki chemiczne mogą także modyfikować pewne procesy rozwojowe. Herbst np. wykazał, że jeżeli do wody morskiej, w której znajdują się zarodki jeżowców, dodamy małej ilości soli litowych, wówczas listek zarodkowy wewnętrzny (entoderma), tworzący jelito larwy, nie pozostanie jak zwykle, wpuklony do wnętrza, lecz wypukli się na zewnątrz; są to postaci, nazwane przez niego „Lithium-Larven". Znamy też cały szereg innych jeszcze faktów analogicznych, świadczących wymownie o bezpośredniem, kształtującem znaczeniu różnych środków chemicznych. Możemy stąd wyciągnąć wniosek, że jeżeli dane środki chemiczne, zawarte np. w glebie lub w wodzie, działać będą na pewne organizmy w ciągu bardzo długiego szeregu pokoleń, wywołają one w budowie ustrojów tych pewne znaczne modyfikacje, które stać się mogą wreszcie dziedzicznemi. Oto przykłady pośrednich niejako dowodów, przemawiających na korzyść teoryj neolamarkistycznych.

Nie mogę wreszcie pominąć jeszcze jednego przykładu z dziedziny dzisiejszej mechaniki rozwojowej, znakomicie ilustrującego nam, w jaki sposób fakta tej ostatniej zastosować się dają do teorji neolamarkizmu. Jaja różnych kręgowców zawierają rozmaitą ilość t. zw. żółtka odżywczego czyli deutoplazmy, stanowiącej materjał pokarmowy dla zarodka i zachowującej się podczas rozwoju tegoż zupełnie biernie, w przeciwstawieniu do czynnej protoplazmy. W jaju np. ssaków deutoplazma występuje w stosunkowo bardzo małej ilości, przyczem jest ona równomiernie rozmieszczona (w postaci drobnych ziarnek) wewnątrz protoplazmy; w jaju żab jest jej znacznie więcej i zajmuje ona przeważnie jeden biegun, podczas gdy drugi zajęty jest przeważnie (nie wyłącznie) przez protoplazmę. W jajach gadów, ryb i ptaków żółtka odżywczego jest bardzo wiele i znajduje się ono tylko na jednym biegunie jaja, podczas gdy drugi zajęty jest wyłącznie przez protoplazmę. Od różnego sposobu rozmieszczania materjału odżywczego wewnątrz jaja, zależy sposób dzielenia się (brózdkowania) tegoż podczas rozwoju zarodka. Żółtko odżywcze jest zawsze cięższe niż protoplazma, dlatego też jajo układa się zawsze biegunem żółtkowym do dołu, twórczym zaś do góry. Tak tedy i jaja żabie układają się w skrzeku, do wody złożonym, biegunami odżywczemi ku dołowi. Skoro umieścimy jaja

w maszynie odśrodkowej (centryfugalnej) i zaczniemy je szybko obracać, wówczas wskutek siły odśrodkowej możemy wywołać całkowite odgraniczenie obu rodzajów zawartości jajowej t. z. deuto — i protoplazmy, jako substancyj posiadających różny ciężar gatunkowy. W ten sposób można sztucznie przez to rozmieszczenie przekształcić jaje żabie w podobne do rybiego lub gadziego, gdzie obie substancje są całkowicie od siebie odgraniczone, a jaje takie rozwija się pod wielu względami w odmienny sposób, ponieważ inaczej się dzieli (brózdkuje). Otóż, Oskar Hertwig, który wykonał to doświadczenie, wyprowadza stąd wniosek, że gdyby ziemia nasza była planetą znacznie większą, aniżeli jest istotnie, a więc gdyby i siła ciążenia była na niej większą, wówczas jaja niektórych zwierząt, jak np. żab, przekształcićby się musiały (jak w powyższem doświadczeniu z maszyną odśrodkową, gdzie siłę ciążenia zastępuje — odśrodkowa) w jaja podobne do gadzich lub rybich, a przeto i rozwój tych zwierząt przebiegaćby musiał inną drogą. Tak więc mamy dowód pośredni, że nawet budowa jaj i rozwój ich zawisłe są od takiego czynnika zewnętrznego, jak siła powszechnego ciążenia, że w ewolucji świata organicznego ten czynnik wywierać musiał bezpośrednie działanie na kształtowanie się postaci zwierzęcych, podobnie zresztą jak stwierdzono to również ze względu na rośliny, gdzie działanie to występuje jeszcze znacznie wybitniej.

Dla zilustrowania kierunku dociekań neolamarkistycznych pozwolę sobie jeszcze wspomnieć o badaniach, jakie w ostatnich latach przeprowadzono w laboratorjum podziemnem muzeum historji naturalnej w Paryżu. Że warunki oświetlenia wywierają potężny wpływ na stosunki organizacji zwierząt, zwłaszcza zaś na ich ubarwienie, na to mamy liczne dowody. Organizmy żyjące w świetle, skoro dostają się do miejsc ciemnych, np. do jaskiń podziemnych lub głębin oceanicznych, albo odwrotnie, żyjące w ciemnościach, gdy przystosowują się powoli do przebywania w miejscach oświetlonych, podlegają licznym modyfikacjom; dowodzą tego zwierzęta jaskiniowe lub głębinowe. Ażeby jednak doświadczalnie te modyfikacje wywołać i kierunek ich przebiegu w szeregu pokoleń bliżej zbadać, założono w Paryżu w r. 1896 staraniem Milne-Edwardsa laboratorjum biologiczne dla doświadczeń nad wpływem światła i ciemności na istoty zwierzęce. Laboratorjum to składa się z dwóch wielkich oddziałów: podziemnego, w którem panują ciemności i odsłoniętego, wystawionego na światło.

W pierwszym oddziale hodowane są zwierzęta, które normalnie przebywają w świetle, w drugim znów organizmy jaskiniowe, przyzwyczajone do ciemności.

Rezultaty tych badań niezmiernie są interesujące. Tak np. skorupiaki zwane kiełżami rzecznemi *(Gammarus fluviatilis)*, które pozostawały przez sześć miesięcy w zupełnej ciemności, powoli utra-

ciły barwik skóry, a te które żyły w ciemności przez cały rok, okazały pewne drobne modyfikacje w budowie oka, natomiast organa smaku, dotyku i węchu u skorupiaków tych w ciągu kilku już miesięcy rozrosły się znacznie i osiągnęły rozmiary trzy razy większe, niż u zwierząt w warunkach normalnych, a wiadomo, że narządy te potęgują się też zwykle u zwierząt na łonie przyrody, żyjących w miejscach ciemnych (np. w głębiach morskich), jako rekompensata z powodu uwsteczniających się organów wzroku. Niezmiernie interesujące wyniki osiągnięto tą drogą co do wpływu ciemności na organizm ryb. Między innemi okazało się, że oczy węgorza, po pięcioletnim pobycie ryby tej w ciemnościach, rozrosły się tak dalece, że dosięgły rozmiarów dwukrotnie przewyższających wielkość normalną. Jest to fakt bardzo interesujący. Na pierwszy rzut oka zdawałoby się, że rozrost *(hypertrofia)* oczu w braku światła przeczy faktom, spostrzeganym w naturze, wiadomo bowiem, że liczne zwierzęta jaskiniowe (np. pewne ślepe ryby w grotach podziemnych) tracą zupełnie oczy. Ale z drugiej strony badania nad fauną głębinową pokazują, że pewne ryby posiadają olbrzymio powiększone oczy, gdy inne, zamieszkujące jeszcze głębsze okolice, wcale już oczu nie mają. Organa wzrokowe zwykłych rozmiarów na nic się niemal przydać nie mogą zwierzętom, przebywającym w miejscach, gdzie panuje półzmrok, ale silnie powiększone, pozwalające na przenikanie większej ilości promieni świetlnych do wnętrza gałek, spełniać jeszcze wówczas mogą swoją czynność. U zwierząt, przechodzących ze światła przez zmrok do ciemności zupełnej, oczy podlegają zatem naprzód hypertrofji (nadmiernemu rozwojowi), zanim nie zanikną całkowicie. Podobnie też przypuścić musimy, że zwierzęta, które, żyjąc w świetle, oczu swych używały normalnie, przeniesione nagle do ciemności, przez długi czas jeszcze wytężać będą wzrok swój, by orjentować się za jego pomocą tak długo, zanim inne narządy zmysłowe, np. dotykowe, nie zastąpią im tego braku, a wytężanie to, spotęgowane napięcie, jakkolwiek może bezużyteczne, w myśl idei lamarkowskich, spowoduje hypertrofję organu. Stąd nadmierny rozrost oczu u ryb, do ciemności przeniesionych, rozrost, stwierdzony doświadczalnie, a pozwalający przypuszczać, że przy bardziej długotrwałem braku światła hypertrofja przejdzie w atrofję, czyli rozpocznie się zanik narządu wzrokowego, jak to stało się u wielu ryb otchłaniowych lub zamieszkujących jaskinie.

Eksperyment stwierdza zatem wnioski, wyprowadzone na podstawie obserwacyj analogicznych zjawisk w naturze.

Zasługuje wreszcie na uwagę spostrzeżenie dokonane w temże laboratorjum, iż brak światła wpływa nie tylko na barwę ciała i organa wzrokowe ryb, lecz i na stosunkową zmianę wielkości pewnych części ciała. Zauważono mianowicie nader wybitne zmniej-

szenie się ogona u karasi złotych, dwa lata hodowanych w ciemności; ogony ich stały się dwa razy mniejsze, niż zwykłe.

Przytoczone wyżej przykłady bezpośrednich oraz pośrednich dociekań w dziedzinie neolamarkizmu wystarczą, sądzę, aby dać czytelnikowi właściwe pojęcie o kierunku odnośnych badań. Z kolei musimy jeszcze rozpatrzeć nieco bliżej stosunek neolamarkizmu do darwinizmu w ściślejszem znaczeniu tego wyrazu czyli do teorji doboru naturalnego. Otóż darwinizm objaśnia, jak wiadomo, genezę pożytecznych przystosowań w przyrodzie organicznej; wszelaka zmiana, która okazuje się korzystną dla osobników w walce o byt, zachowywaną jest i potęgowaną przez dobór naturalny, natomiast idywidua z modyfikacjami niekorzystnemi ulegają w walce tej, giną. Tak powstają liczne, pożyteczne przystosowania organizmów, które, jako pojawiające się przy pośrednictwie doboru, nazwać możemy przystosowaniami pośredniemi. Widzieliśmy atoli, że liczne właściwości ustrojów powstają także niewątpliwie pod wpływem bezpośredniego działania warunków zewnętrznych; jedne z tych właściwości mogą być zupełnie obojętne dla życia organizmów, np. pewne plamki barwikowe u motyli, powstające pod wpływem odmiennego sposobu odżywiania się gąsienic; inne atoli mogą być szkodliwe lub naodwrót pożyteczne w walce o byt. Tego rodzaju przystosowania można oznaczyć nazwą bezpośrednich, ze względu na ich genezę, a o ile okazują się one korzystnemi dla osobników, podlegają dodatkowo też działaniu doboru. Możnaby powiedzieć, że dobór zapewnia egzystencję tym osobnikom, które pod wpływem warunków zewnętrznych lub oddziaływań występujących wewnątrz samego ustroju, otrzymały pewne bezpośrednie przystosowania pożyteczne. Darwin, jak już zaznaczyliśmy wyżej, przyjmował możliwość takich przystosowań bezpośrednich, np. nie wyłączał ewentualności, że gęste futro wielu zwierząt polarnych mogło być wywołane przez bezpośrednie działanie chłodów, które pobudzały w ciągu wielu pokoleń skórę danych gatunków do pewnych czynności; sądził on atoli, że prawdopodobniej w przyrodzie występują przystosowania pośrednie, osiągane na drodze doboru naturalnego. W dziele Darwina o zmienności zwierząt i roślin pod wpływem udomowienia, czytamy np. ustęp: „Możliwem jest, że łapy naszych psów wodołazów oraz owych psów amerykańskich, które wiele biegają po śniegu, dlatego w części opatrzone są błoną łączną, iż na palce ich działał wciąż bodziec, który je rozstawiał... ale któż dociecze, o ile gęste futro zwierząt polarnych oraz białe ich ubarwienie zależy od bezpośredniego działania ostrego klimatu, o ile zaś od zachowywania się osobników najodpowiedniej uposażonych w ciągu długiego szeregu pokoleń?“

Wielu bardzo, a bodaj czy nie znaczna większość biologów współczesnych przyjmuje również, i to w większem jeszcze stopniu,

niż Darwin, powstawanie bezpośrednich przystosowań. Prof. L. Plate („Ueber die Bedeutung des Darwin'schen Selectionsprincips und Probleme der Artbildung" 1903) wyraża się o tej kwestji w sposób następujący: „Zdaje mi się, iż niepodobna wątpić o istnieniu przystosowań bezpośrednich, jakkolwiek w wypadkach poszczególnych nie można nigdy stanowczo orzec, czy dana modyfikacja odbyła się drogą bezpośrednią, czy też pośrednią. Błona lotna u workolota (*Galeopithecus*) mogła powstać przez bezpośredni bodziec, współczynnie występujący wskutek rozstawiania ramion podczas skoków. U wielorybów woda mogła bezpośrednio działać na skórę i na podskórną tkankę łączną, wywołując utratę włosia i rozwój warstwy tłuszczowej". Dla świata roślinnego wykazał G. Bonnier, że jeżeli pewną grupę gatunków roślin równinowych uprawiać będziemy w Alpach, to otrzymają one w krótkim czasie znaną, celową budowę, właściwą roślinom górskim. Liście staną się mniejsze, grubsze, mocniejsze, o budowie bardziej spoistej, uboższe w powietrze, obfitsze w zieleń barwy ciemno-zielonej. W tym samym czasie będą one rozkładały znacznie więcej dwutlenku węglowego, aniżeli odpowiednie narządy u roślin równinowych. Będą one doskonale przystosowane do wspaniałego światła i krótkiego lata alpejskiego. Hutton (1899) podaje, że dydelf z Tasmanji, przeniesiony na południową wyspę Nowej Zelandji, otrzymał gęstsze owłosienie wskutek klimatu chłodniejszego. Prof. Plate przyjmuje wszelako, że bardzo złożone przystosowania nie mogły powstać na tej drodze, na co najzupełniej należy się zgodzić. Wprawdzie już Naegeli (Mechanisch-physiologische Abstammungslehre, 1884) oraz później G. Pfeffer (Die Umwandlung der Arten auf Grund des Ueberlebens eines verschieden gearteten Durchschnitts je nach dem Wechsel der Lebensbedingungen, 1894) próbowali objaśnić złożone przystosowania przez bezpośrednie działanie warunków, np. Naegeli przyjmował, że bardzo złożone wzajemnie przystosowania w budowie kwiatów i owadów powstać mogły przez bezpośrednie oddziaływanie wzajemne jednych na drugie — wszelako objaśnienia tego rodzaju nie wytrzymują ścisłej krytyki. Dotychczas tedy jedyne, do pewnego stopnia zadawalniające wytłómaczenie owych skomplikowanych, pożytecznych urządzeń czyli przystosowań w przyrodzie, daje nam tylko teorja doboru naturalnego.

Wszelako niektórzy biologowie dzisiejsi, będący bezwzględnymi wyznawcami darwinizmu (t. j. teorji doboru naturalnego), nie przyjmują po większej części przystosowań bezpośrednich. Do nich należą np. August Weismann, Wallace, Spengel i inni. Są to t. z. neo-darwiniści albo raczej ultra-darwiniści. Doskonale formułuje odnośny swój pogląd Prof. Spengel w świetnym szkicu pt. „Zweckmässigkeit und Anpassung" (Giessen 1898). Oto pisze on np. „Oczywiście, ani pojawienie się pokładu tłuszczowego,

ani zanik sierci u wieloryba nie mogły być wywołane przez wpływ wody morskiej na te części, ani też przez używanie... Udało się wprawdzie, w ostatnich zwłaszcza czasach, przez zastosowanie systematycznych doświadczeń, wykazać pewne stałe i w części bardzo złożone działania wpływów zewnętrznych. Przypuszczam więc nawet, że liczne właściwości zwierząt i roślin powstają zawsze i stale tylko na tej drodze. Jeżeli pewne wpływy trwają podczas rozwoju zwierzęcia lub zostają zastąpione przez inne, to wskutek tego odpowiedni osobnik pod pewnemi względami różni się od innych osobników gatunku swego. Lecz przystosowania pożyteczne nie tworzą się na tej drodze. Nie mamy żadnej podstawy do przyjęcia tego".

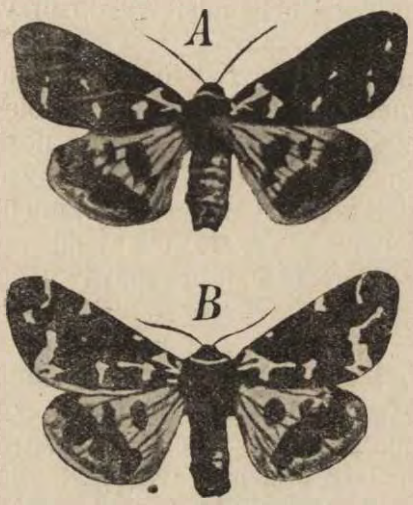
Podobnego zdania jest też Weismann, który twierdzi, że pewne bezpośrednie bodźce i wpływy zewnętrzne, działając przez długi czas na t. z. plazmę zarodkową t. j. substancję, będącą przenosicielką cech dziedzicznych, mogą zmieniać plazmę i powodować pewne modyfikacje w organizacji zwierząt i roślin, ale że zmiany te nie są po największej części właściwemi przystosowaniami, noszącemi znamiona urządzeń pożytecznych; te ostatnie bowiem powstawać mogą jedynie drogą pośrednią, przez działanie doboru naturalnego.

Weismann i zwolennicy jego poglądów upatrują dalej szkopu w teorji neolamarkizmu w tem, że ta ostatnia przyjmuje bez zastrzeżeń odziedziczanie cech nabywanych w ciągu życia osobników, bo skoro przyjmujemy, że np. pewien stały bodziec zewnętrzny modyfikuje w ciągu pokoleń organizację danego gatunku to tem samem musimy przypuścić, iż każda drobna właściwość n a b y t a przez osobnik wskutek wpływu owego bodźca, staje się odrazu dziedziczną i przenosi się na potomstwo. Weismann atoli sądzi, że takie zmiany, nabywane w ciągu życia osobnika nie są po większej części dziedziczne, bo modyfikacje pewnych organów lub części tychże, nie udzielają się plazmie zarodkowej, głęboko ukrytej w organiźmie, w jego komórkach rozrodczych. Podobnie jak okaleczenia lub zranienia, zadawane osobnikowi, nie odbijają się na jego plazmie zarodkowej i nie udzielają się przeto potomstwu; tak i inne też modyfikacje organiczne, nabywane przez indywiduum, nie są po większej części dziedziczne. To twierdzenie Weismanna nie jest jednak dotychczas dowiedzione; owszem, liczne fakta wykazują jaknajdowodniej możność odziedziczania znamion nabywanych, a stanowczo przyjąć już musimy dziedziczne przenoszenie się cech, które powstały przez bardzo długotrwałe działanie pewnych bodźców w ciągu nader długiego szeregu pokoleń.

Jak nie uzasadnionem jest twierdzenie Weismanna co do nieodziedziczania się cech nabywanych, dowodzą tego między innemi wspomniane wyżej doświadczenia Standfussa i Fischera. Z jaj mo-

tyli Vanessa urticae i Arctia caja udało się przez działanie niskich temperatur otrzymać postaci odmienne, których jaja, gąsienice i poczwarki, rozwijając się już w temperaturze normalnej, dawały takie same motyle odmienne, tj. różne od postaci pierwotnych. Jest to dowód dziedziczenia znamion nabywanych: a to samo widzieliśmy w doświadczeniach Picteta co do zmiany barwy rysunku i wielkości motyli pod wpływem zmienionego pokarmu.

Zresztą znane są też badania Brown-Sequarda i Obersteinera nad świnkami morskiemi, dowodzące w wymowny sposób dziedziczność cech nabywanych. Jeżeli u zdrowej świnki morskiej zranimy rdzeń pacierzowy lub nerw kulszowy *(n. ischiadicus)*, to świnki stają się epileptyczne, a ta nabyta właściwość jest dziedziczną, tak, że i potomstwo świnek takich podlega epilepsji. Lub też np. gdy u zdrowej świnki morskiej przecięta zostaje szyjowa część nerwu współczulnego (sympatycznego), to u świnki takiej występuje zniekształcenie małżowin usznych, a zniekształcenie to jest dziedzicznem i przenosi się na potomstwo. Musimy tedy przyjąć, że odziedziczanie cech nabywanych jest faktem, jakkolwiek nie zawsze występuje, a to dlatego, że zmiana nabyta przez ustrój wskutek działania jakiegoś bodźca zewnętrznego może się stać dziedziczną tylko wtedy, gdy odbije się na „plazmie zarodkowej“, tj. substancji komórek płciowych, będącej podścieliskiem znamion dziedzicznych, a więc gdy zmiana ta będzie dostatecznie głęboką. Dlatego to zatem zwykłe okaleczenia nie są dziedziczne, bo odjęcie n. p. jakiegoś członka nie wywiera wpływu na gotową już, a zawartą w komórkach płciowych plazmę zarodkową. Skoro jednak wpływ danych bodźców zewnętrznych jest głębszy, istotniejszy, skoro wywołuje on pewne modyfikacje plazmy zarodkowej, wówczas powoduje też dziedziczne zmiany w organizacji ustrojów.



Ryc. 2 *A*) Aberacja przytrutki (Arctia caja) otrzymana drogą oziębienia; *B*) Aberacja najintensywniejsza według Fischera.

Tak więc wielką doniosłość dla przemiany gatunków mieć mogą te tylko wpływy świata zewnętrznego, które wywołują pewne głębsze zmiany funkcjonalne w ustroju. Wpływy te oznaczyć możemy ogólną nazwą bodźców funkcjonalnych, idąc

w tym względzie za przykładem C. Rabla (Ueber die richtende Wirkung funktioneller Reize. Lipsk 1904), jakkolwiek przez wyraz „bodźce“ pojmujemy w tym wypadku nie tylko to, co zwykle oznacza się tą nazwą, ale wogóle warunki zewnętrzne.

W każdym rodzaju warunków życiowych odróżniamy minimum, maximum i optimum; tak np. zarodek kury wymaga dla pomyślnego rozwoju pewnej stałej ciepłoty, którą nazywamy optimum, ale gdy temperatura się podnosi lub obniża, mamy pewne maximum i minimum, po przekroczeniu których następuje już śmierć zarodków. Otóż gdy dany warunek odpowiada stanowi najodpowiedniejszemu dla życia, czyli gdy przedstawia optimum, wówczas nie nazywamy go zwykle bodźcem (podnietą), lecz gdy zbliża się ku maximum lub minimum, wówczas działa już podniecająco, staje się właściwym bodźcem.

Bodźce funkcjonalne działają zatem na nieskończenie długi łańcuch pokoleń nie bezpośrednio, lecz za pośrednictwem plazmy zarodkowej komórek rozrodczych, w której wywołują naprzód pewne modyfikacje czynnościowe, a te ostatnie dopiero warunkują odpowiednie, widoczne zmiany dziedziczne u osobników.

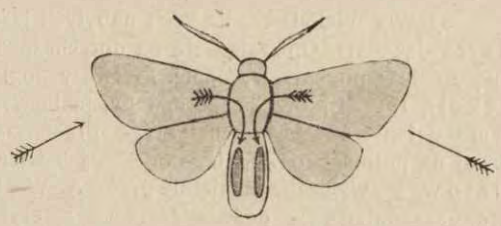


Fig. 1.

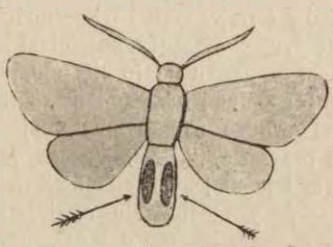


Fig. 2.

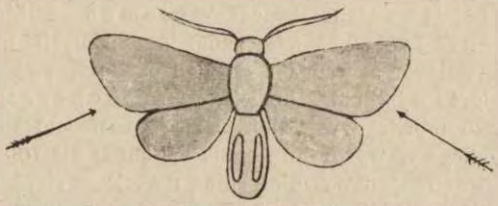


Fig. 3.

Fig. 4

Ryc. 3. Fig. 1. Odziedziczanie cech niebytych (somatyczna indukcja), zmienia ciała przez działanie zewnętrzne i zmianę plazmy zarodkowej. — Fig. 2. Zmiana plazmy zarodkowej bez zmiany ciała. — Fig. 3. Zmiana ciała bez zmiany plazmy zarodkowej. — Fig. 4. Zmiana ciała i plazmy zarodkowej (równoległa indukcja). Według Zieglera.

PRZYPISEK WYDAWCY.

Sprawa odziedziczania cech nabytych jest problematem, dotąd należycie jeszcze nie rozwiązanym. Opierając się na dotychczasowych doświadczeniach, można następujące cztery poglądy wyróżnić. Pierwszy pogląd, zwany także somatyczną indukcją (Fig. 1.) orzeka, że zmiany, jakie występują w ciele zwierzęcia pod wpływem działania świata zewnętrznego, przenoszą się za pośrednictwem plazmy zarodkowej na potomstwo. Zapatrywanie — jak wiemy — wyznawane przez neolamarkistów, a zwalczane namiętnie przez A. Weismanna. Drugi pogląd (Fig. 2.) ma swe uzasadnienie w doświadczeniach amerykańskiego badacza Towera[1]), który poddając gatunek Septinotarsa w okresie rozwoju komórek rozrodczych działaniu bodźców termicznych i wilgotności, nie wywoływał żadnych widocznych zmian w ciele wylęgłych chrząszczy, natomiast wybitne zmiany w potomstwie tych chrząszczy. W tym zatem wypadku udało się podziałać pewnemi bodźcami na plazmę zarodkową i wywołać jej zmianę bez zmiany ciała macierzystego ustroju. Ten sam jednak Tower na drodze eksperymentalnej doszedł również do wyników innych, ilustrowanych przez Fig. 3. Działając czynnikami cieplnemi otrzymywał okazy o kolorze ciemniejszym i jaśniejszym, ciemniejsze — przy stosowaniu umiarkowanych bodźców, jaśniejsze — przy stosowaniu silniejszych. Zmiany te jednak, wywołane w ciele chrząszczy, okazały się nie dziedziczne. Oddziaływanie na ciało jest w tym wypadku oczywiste, plazma jednak zarodkowa pozostaje niezmieniona. Doświadczenia przemawiają za stanowiskiem Weismanna, który wyróżnia zmiany t. zw. blastogeniczne od zmian somatogenicznych, nie pozostających ze sobą w żadnym korelatywnym związku. Pogląd czwarty, zwany także równoległą indukcją, (Fig. 4.) wyniknął z doświadczeń Fischera.[2]) Badacz ten przekonał się, że potomstwo motyli, wystawionych w okresie poczwarki na działanie bodźców cieplnych, podlega w wyższym stopniu zmianom niż rodzice. Tutaj zatem działanie czynników zewnętrznych wywołało inną reakcję w ciele, a inną w komórkach rozrodczych, inne zmiany somatogeniczne, a inne blastogeniczne.

Przyszłe badania mają rozstrzygnąć, który z tych poglądów odpowiada istotnemu stanowi rzeczy.

---

1) William Lawrence Tower: An Inwestigation of Evolution in Chrysomalid Beetles of the Genus Septinotarsa. Papers of the Station of experimental Evolution at Cold Spring Harbor. New York Nr. 4. Carnegie Institution of Washington, Publication Nr. 48. Washington 1906.

2) E. Fischer: Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften. Allgemeine Zeitschrift f. Entomologie T. 6, 1901.

Z DZIEJÓW DARWINIZMU PO DARWINIE

(NAEGELIZM, WEISMANIZM, NEO-LAMARKIZM)

1.

Od czasu, gdy w roku 1859 Karol Darwin ogłosił swą teorję doboru naturalnego, dziwne i różnorodne losy spotykały jego naukę.

Wielkie i głębokie poglądy przyrodnicze często tem się odznaczają, że niedostatecznie nawet przygotowanym umysłom wydają się najzupełniej zrozumiałe i proste, jakkolwiek w rzeczywistości dla należytej ich oceny konieczną jest rozległa wiedza. Ogólnie umie często odróżnić naukowej teorji, opartej na pozytywnych danych od spekulacji, stanowiącej często chorobliwy płód „zagłębiania się w samego siebie". Dlatego też uważa się nieraz za kompetentnego krytyka rozmaitych uogólnień naukowych, bez względu na stopień posiadanej wiedzy. To też więcej znajdujemy sędziów z nieusprawiedliwioną zarozumiałością, zabierających głos we wszelkiej teorji społecznej, aniżeli w pewnej specjalnej kwestji ekonomicznej zamkniętej wyłącznie w granicach faktów. Zupełnie to samo stosuje się do teoryj biologicznych. Do rozbioru jakiejś złożonej sprawy z dziedziny anatomji mikroskopowej lub embrjologji przystępują zazwyczaj tylko osoby z gruntownem fachowem przygotowaniem, ale ileż to ludzi porywa się n. p. na krytykę teorji rozwoju, opartej wszakże na ścisłej wiedzy biologicznej, bez której teorja ta stanowczo nie może być ani zrozumiała, ani oceniona!

Bo i któż, proszę, nie uważał siebie za odpowiedniego sędziego i krytyka teorji Darwina, badacza tak ścisłą, głęboką i rozległą posiadającego wiedzę i tak ostrożnego w wypowiadaniu zdań stanowczych?

W szóstym i siódmym dziesiątku lat, kiedy o darwinizmie pisano bardzo wiele, kiedy teorja wielkiego przyrodoznawcy była czemś nader modnem, naturaliści, lekarze, ekonomiści, duchowni, literaci, feljetoniści i nawet reporterzy — wszyscy uważali się za jednakowo dobrze przygotowanych do oceny poglądów wielkiego myśliciela angielskiego i do robienia różnych zarzutów jego teorji.

O ile więc literatura, poświęcona nauce Darwina, jest rozległą, o tyle jest ona różnorodną ze względu na wartość swą naukową. Z pośród olbrzymiej ilości krytyk poświęconych darwinizmowi, nieznaczna zaledwie część zasługuje na miano prawdziwych, naukowych jego rozbiorów, które przyczyniły się rzeczywiście do bliższego wyjaśnienia wielu stron nauki darwinistycznej, podczas, gdy wszystkie pozostałe są czczym balastem i stanowią smutne świadectwo płytkości i naiwności autorów.

Wyraz „darwinizm“ oznacza zazwyczaj dwa różne pojęcia, a mianowicie: teorję powolnego i stopniowego rozwoju świata organicznego, od postaci najniższych do coraz wyższych, oraz teorję walki o byt i doboru naturalnego, jako czynników, które ten rozwój spowodowały i wciąż go jeszcze podtrzymują. Co do pierwszej, to jakkolwiek dopiero Darwin ugruntował ją na niewzruszonych i pewnych podstawach, to przed nim już niektórzy uczeni wypowiedzieli ze stanowczością pogląd, że gatunki są zmienne i że rozwinęły się jedne z drugich. Pomijając niektórych dawniejszych myślicieli, zaznaczamy, że Lamarck w słynnej swej „Filozofji Zoologji“ (1809), a następnie w roku 1815 we wstępie do „Historji naturalnej zwierząt bezkręgowych“ wypowiedział zdanie, że wszystkie gatunki, nie wyłączając nawet człowieka, pochodzą od innych niższych gatunków. Przyjmował on prawo postępowego rozwoju. Po nim znajdujemy cały szereg przyrodników i filozofów, będących obrońcami teorji rozwoju i doskonalenia się świata organicznego. Wymienię Geoffroy St. Hilaire'a (1795), Dra Grannta (1826), Dra Freke (1851), który twierdził, że wszystkie istoty organiczne powstały z jednej formy pierwotnej, Herberta Spencera (w 1852 roku, oraz w roku 1855), dowodzącego w swej „Psychologji“ stopniowego rozwoju każdej władzy i zdolności umysłowej w szeregu istot organicznych, botanika francuskiego Naudina, Dra Schaffhausena i innych. Darwin atoli wszechstronnie i gruntownie teorje przemiany gatunków przedstawił, dał jej silną podstawę i uczynił ją niewzruszoną tezą naukową, oparłszy ją na tysiącznych dowodach anatomicznych, embrjologicznych, fizjologicznych, geograficznych i paleontologicznych, które z wszechstronnością godną podziwu zestawił w swych dziełach.

Wielka zasługa Darwina polega wszelako nie tylko na tem, iż dowiódł on przemiany gatunków, lecz i na tem, iż wskazał przyczyny, przemianę tę wywołujące, a jakkolwiek i tu miał kilku poprzedników w dziejach wiedzy (Dr. W. C. Wells, P. Matthew, Naudin, R. Wallace), był jednak głównym i prawdziwym twórcą ideji walki o byt i doboru naturalnego, jako najważniejszych czynników w rozwoju organizmów.

Przystępując więc do rozbioru jakiejś krytyki darwinizmu, mu-

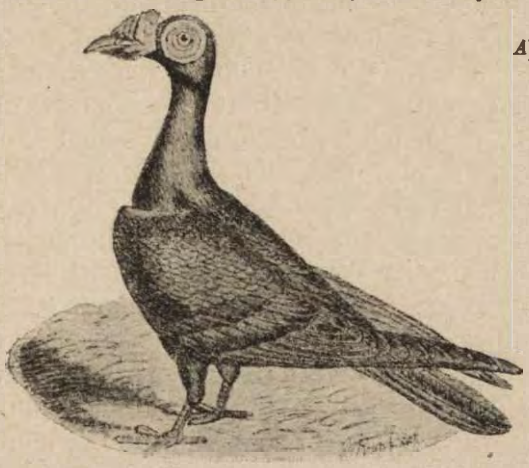
simy naprzód spytać, czy odnosi się ona do teorji przemiany gatunków w ogóle, czy też tylko do teorji doboru naturalnego, jako głównej przyczyny owej przemiany. Otóż obecnie niema żadnego naturalisty, któryby jeszcze przyjmował stałość form zwierzęcych i przypuszczał jednocześnie, że pomiędzy gatunkami niema pokrewieństwa rodowego. Ci, co się na tę wielką porywają prawdę, nie są ludźmi nauki, nie znają kardynalnych zasad biologji, a prawdziwa wiedza musi pozostać do nich w takim stosunku, w jakim pozostaje względem ludzi, nie wierzących n. p. w krążenie krwi lub istnienie komórki organicznej! Zupełnie rzecz inna, o ile różni badacze oceniają doniosłość teorji doboru naturalnego, jako najgłówniejszego czynnika ewolucji jestestw żyjących. Niektórzy n. p. twierdzą, że idea doboru naturalnego nie może wcale wytłumaczyć różnorodności świata organicznego i ustawicznego jego rozwoju. Inni, nieodmawiając ważnego znaczenia doborowi, sądzą tylko, że on sam nie wystarcza do wytłumaczenia wszelkich objawów tego rozwoju.

Jeżeli więc zamierzam przedstawić pogląd na główniejsze kierunki „darwinizmu“ po Darwinie, to nie mam wcale na myśli kwestji, czy istnieje stałość gatunków lub nie, gdyż co do tego niema dwóch zdań różnych. Mam tylko na myśli teorje, dążące do wytłumaczenia przyczyn zmienności jestestw organicznych, do wyjaśnienia sprężyn rozwoju świata ustrojowego. Przedewszystkiem jednak przypomnimy czytelnikowi w krótkości, na czem zasadza się teorja doboru naturalnego.

U istot żyjących widzimy dwa wielkie, współcześnie działające prawa rozwoju: dziedziczność i zboczenie.

Znaczenie pierwszego jest powszechnie znane: dzieci odziedziczają znamiona rodziców swoich, i to nie tylko gatunkowe (lew rodzi lwa, lipa — lipę), lecz i indywidualne, wiadomo bowiem, że dzieci otrzymują po rodzicach ich rysy, postawę, charakter, zdolności, usposobienia do pewnych chorób i t. d. Jednakże dzieci nie są nigdy bezwzględnie podobne do rodziców; bardzo często cechy indywidualne ulegają u potomstwa znacznym zmianom, a to mniejsze lub większe z b o c z e n i e od typu rodzicielskiego jest tak samo prawem ogólnem, jak i dziedziczność. Otóż, jak wiadomo, hodowcy korzystają często z pewnych przypadkowych, dla człowieka pożytecznych zboczeń u istot udomowionych, krzyżują z sobą osobniki opatrzone w najwyższym stopniu danem zboczeniem i w ten sposób przelewają je na ich potomstwo, z pośród którego znów parzą z sobą te osobniki, u których zboczenie silniej jest wyrażone. W taki sposób hodowcy wytworzyli n. p. różne rasy bydła i rozmaite odmiany roślin uprawnych: nagromadzili tedy drogą t. zw. doboru sztucznego w swych tworach udomowionych takie cechy, jakie dla danego celu były najodpowiedniejsze; tu szło im o owce z grubą wełną, tam o owce z krótkiemi nogami, indziej o ptactwo

domowe, szczególniej jakiejś odmiany i t. p. Tak potworzyły się setki ras zwierzęcych i roślinnych.



A)

Przez ciągłe nagromadzanie się pewnych znamion, rasy mogą po wielu pokoleniach bardzo znacznie różnić się od siebie. Tak więc następuje coraz większe i silniejsze różnicowanie się, rozbieżność cech (dywergencja) która może wreszcie wytworzyć rasy tak dalece różniące się wzajemnie, jak odmienne, pokrewne gatunki.

B)

Wielkie znaczenie doboru sztucznego w hodowli jest powszechnie znane. Dzięki niemu, hodowcy przekształcili wszystkie swoje rasy, aczkolwiek często stosowali go zupełnie bezwiednie, pielęgnując np. ze szczególnem upodobaniem te osobniki, które z różnych względów przedstawiały dla nich jakąś korzyść osobliwą. Yuatt, znakomity hodowca zwierząt domowych, powiada o doborze sztucznym, że on pozwala nam nietylko zmienić cechy stada, ale przekształcić je do gruntu. Jest to czarodziejska różdżka, która może powołać do życia każdą postać, każdy wzór, jakiego tylko zapragniemy. Odpowiedni dobór zwierząt do rozpłodu, odznaczających się pewną szczególną właściwością, tak jest ważny dla hodowców, że w niektórych okolicach utrzymuje się w tym celu fachowych ludzi. Tak n. p. w Saksonji, gdzie hodowla owiec

C)

Ryc. 4. Rasy hodowlane gołębi (według Darwina). *A*) Angielski gołąb pocztowy, *B*) Angielski purcel, *C*) Angielski pawik.

osiągnęła nader wysoki stopień doskonałości, fachowcy oglądają każde nowonarodzone jagnię, ściśle badają jego wełnę i ogólny kształt ciała, wybierając do chowu najodpowiedniejsze osobniki, które znaczą w pewien sposób. Gdy owe wybrane liczą rok życia, to przed ostrzyżeniem znów poddaje się je ścisłej obserwacji, a te które mają wełnę najlepszą z kolei bywają znaczone i t. d. dopóki nie osiągną dojrzałości płciowej. Z potomstwem tych najlepszych owiec postępuje się znowu tak samo i w ten sposób otrzymuje się wreszcie rasę o nadzwyczajnie delikatnej wełnie. Podobnie też rozmaici lubownicy gołębi stosowali przez wiele lat dobór w hodowli tych ostatnich, uwzględniając to długość sterówek (n. p. w rasie pawików), to wielkość i zdolność nadymania wola (n. p. u wolaków), i t. p. Dobór sztuczny stosują też ogrodnicy, przy uprawie różnych drzew owocowych, warzyw i kwiatów".

W naturze, podobnie jak w hodowli, istnieje tak dziedziczność jak i zboczenie, ale gdzież jest tu siła, któraby wybierała do życia pewne tylko osobniki, oznaczające się jakiemś zboczeniem? Co zastępuje w naturze dobór sztuczny, którym posiłkuje się hodowca? Otóż w przyrodzie rodzi się zawsze więcej istot, aniżeli może się utrzymać przy życiu wobec istniejących warunków. Skutkiem tego pomiędzy tworami żywemi wywiązuje się zacięta walka o byt; najróżnorodniejsze i najbardziej odległe od siebie gatunki roślin i zwierząt znajdują się w ciągłej z sobą kolizji, ulegając różnym przejawom współzawodnictwa życiowego. Jeszcze przed Darwinem, Malthus starał się uzasadnić teorję głoszącą, że ilość mieszkańców danego kraju wzrasta w stosunku geometrycznym, gdy tymczasem środki żywności powiększają się tylko w stosunku arytmetycznym, w skutek czego musi nastąpić walka o byt. Zasada Malthusa słusznie została skrytykowaną przez wielu ekonomistów, albowiem człowiek, pozostający na pewnym stopniu kultury może znacznie powiększyć produkcję środków odżywczych i odpowiednio uregulować bilans ich przychodu i rozchodu. Ale zasada ta stosuje się w całej potędze do świata organicznego na łonie przyrody, tu bowiem niema ani sztucznego powiększenia środków zywności, ani roztropnego wstrzymywania się od rozpłodu, tu każdy gatunek dąży do tego, by rozmnożyć się jaknajliczniej, a każdy osobnik — by spożyć jaknajwięcej. Obliczono, że nawet najpowolniej rozmnażające się zwierzęta, gdyby nie ginęły na wielką skalę wskutek walki staczanej z nieprzyjaciółmi lub niesprzyjającemi warunkami fizycznemi, w niedługim czasie tak by się rozrodziły, że musiałyby wyprzeć w danej okolicy wszystkie inne gatunki.

Ponieważ zatem wiele bardzo istot jest powołanych do życia, ale stosunkowo nader mało może się przy niem utrzymać, pozostają zwycięzcami te tylko jednostki, które obdarzone są pewnemi, najkorzystniejszemi dla siebie zboczeniami, jednostki, które w ja-

kimkolwiek bądź kierunku mają przewagę nad innemi. Osobniki zaś, które obdarzone zostały zboczeniami niesprzyjającemi, muszą ulec w walce i wyginąć. Tak więc zupełnie mechanicznie działa w naturze dobór naturalny, zachowując przy życiu osobniki, mające jakąkolwiek bądź przewagę nad innymi; indywidua te przelewają swe znamiona na potomstwo i w taki sposób dane zboczenia coraz silniej się utrwalają, coraz bardziej nagromadzają, z czego wynika ciągłe róznicowanie się, ciągła rozbieżność cech i bezustanna przemiana form żyjących.

Oprócz głównego czynnika ewolucji – doboru naturalnego, Darwin przyjmuje jeszcze pewne czynniki dodatkowe n. p. bezpośredni wpływ warunków zewnętrznych na ustroje, działający łącznie z doborem naturalnym. Kwestję doboru płciowego, który działa według Darwina niezależnie od naturalnego możemy tu zupełnie pominąć. Ponieważ dobór naturalny utrwala i rozwija te tylko właściwości, które są dla gatunków pożyteczne, ze względu na ich otoczenie, wynika więc z tego, że ustroje muszą być w całej swej organizacji przystosowane do warunków otaczających, bo tylko te, które zdołały się przystosować, mogły się ostać w walce o byt. Przystosowanie jest więc według Darwina rezultatem działania doboru. A że istnieją miljony najciekawszych przystosowań u roślin i zwierząt tego dowiodły liczne badania w dziedzinie biologji, zwłaszcza z lat ostatnich.

Zobaczmy teraz, jakie zarzuty uczyniono tej teorji? Jeden z najpoważniejszych, wygłoszony przez Bronna, a głównie przez Naegelego (Entstehung und Begriff der naturhistorichen Art. Monachjum 1865) polega na tem, że istnieje wiele cech, które nie przynoszą, przynajmniej o ile wiemy, żadnego pożytku organizmowi, które więc nie mogły były powstać przez dobór naturalny. Bronn przytacza jako przykład, długość ogona i uszu u rozmaitych zającowatych i myszowatych, skomplikowane fałdy na szkliwie zębów u wielu zwierząt ssących i mnóstwo innych wypadków analogicznych. Co się tyczy roślin, to przedmiot ten obszernie i szczegółowo rozebrał prof. Naegeli w wyżej wymienionej rozprawie. Uczony ten przyznaje, że dobór naturalny wiele zdziałał; ale przytem kładzie nacisk i na to, że u roślin bardzo często rodziny różnią się pomiędzy sobą takiemi głównie cechami, które mają zdaje się bardzo małe znaczenie dla pomyślnego rozwoju gatunku. Jako przykład cech takich służyć mogą: układ komórek w tkankach, położenie liści naokoło osi, liczba części kwiatowych, położenie zalążków, postać nasion, o ile nie przynosi żadnego pożytku przy ich rozsiewaniu i t. p.

Karol Darwin w późniejszych wydaniach dzieła swego „O powstaniu gatunków“ starał się odpowiedzieć na powyższe zarzuty, które sam nazwał bardzo poważnemi. Naprzód powiada uczony an-

gielski — powinniśmy być wogóle bardzo ostrożni przy rozstrzyganiu pytania, jakie cechy są obecnie lub były dawniej korzystne dla gatunku. Co do przypuszczalnej nieużyteczności rozmaitych części organów, prawie zbyteczną będzie uwaga, że nawet u najwyższych i najlepiej znanych zwierząt istnieje wiele organów tak wysoką i złożoną posiadających budowę, że niepodobna wątpić o ich znaczeniu fizjologicznem, a jednak użytku ich aż dotąd wcale nie poznano lub też tylko bardzo niedokładnie, o pożytku zaś niektórych dowiedziano się dopiero niedawno. Tak np. jakże długo fizjologowie nie mieli najmniejszego pojęcia o znaczeniu śledziony, a i dziś jeszcze jak niedokładnie znana nam jest rola życiowa tego wielkiego i tak złożonego organu. Prof. Bronn przytoczył długość uszu i ogona, jako przykład różnic w budowie, nie przynoszących żadnego specjalnego pożytku. Ale, jak wykazały późniejsze poszukiwania Dra Schöbla, ucho zewnętrzne myszy opatrzone jest obfitemi splotami nerwów tak, iż bez wątpienia służy jako organ dotyku, długość więc uszu nie może być, jak to się na pozór wydaje, zupełnie bez znaczenia. Podobnych przykładów możnaby przytoczyć bardzo wiele z państwa zwierzęcego. To samo stosuje się też do roślin. Tak n. p. kwiaty storczyków (Orchidiaceae) przedstawiają mnóstwo ciekawych i bardzo złożonych urządzeń, które przez długi czas uważane były wprost za różnice morfologiczne, nie spełniające żadnych funkcyj specjalnych. Dziś atoli wiadomo, że mają one niezmiernie ważne znaczenie przy zapładnianiu kwiatów przez pośrednictwo owadów i że zapewne zostały nabyte drogą doboru naturalnego. Również nie wiedziano przez długi czas, czy jakakolwiek korzyść wypływa z tak zwanej wielokształtności roślin, t. j. istnienia dwóch lub trzech postaci danego gatunku, odznaczających się rozmaitą długością pręcików i słupka. Zdawało się, że jest to także cecha wyłącznie morfologiczna, żadnego pożytku roślinom nie przynosząca. Tymczasem przeciwnie, późniejsze poszukiwania wykryły, iż urządzenia takie pomagają roślinom krzyżować się, co znów ze swej strony w wysokim stopniu wzmacnia potomstwo. Tak więc i te cechy, jako korzystne dla gatunku, mogły były powstać drogą doboru naturalnego.

Dalej w odpowiedzi na powyższy zarzut Naegelego, Darwin kładzie nacisk na t. zw. zjawisko współczynności, czyli korelacji organów. Biologja mianowicie uczy, iż różne organa i części ciała znajdują się w tak ścislym związku fizjologicznym, że modyfikacja jednej części sprowadza też pewne, mniejsze lub większe, przemiany w pozostałych. Objaśnić to sobie można przez to, że skoro do pewnego narządu zwiększa się dopływ pożywienia, inne tracą na tem i cierpią, albo też, że pewna część, powiększając się lub zmniejszając, uciska inne, sąsiednie lub naodwrót pozwala im bardziej się rozrosnąć i t. d. Jak głęboką i tajemniczą bywa niekiedy

ta zależność, dowodzą takie zjawiska, jak n. p. związek głuchoty z barwą oczu i skóry u niektórych zwierząt, albo związek koloru skóry z wrażliwością organizmu na pewne trucizny i t. p. Z faktów tych wynika, że możemy napotkać liczne cechy morfologiczne u zwierząt i roślin, które nie przynoszą same żadnej widocznej korzyści osobnikom, rozwinęły się jednak wskutek współczynności fizjologicznej z innemi organami korzystnemi, powstałemi drogą doboru naturalnego. Wreszcie, pewne cechy mogły też powstać wprost wskutek działania wpływów zewnętrznych, niezależnie od doboru naturalnego; cechy te mogą być oczywiście pozbawione najzupełniej pożyteczności; jako przykład przypomnijmy sobie narośla galasowe na liściach olbrzymiej nieraz wielkości, wywołane jak wiadomo wprost przez nakłócie owadu.

Inny, przez kilku uczonych, zwłaszcza zaś przez Mivarta (On the genesis of species. Londyn —1871) podniesiony zarzut przeciwko teorji doboru naturalnego jest następujący. Dobór ten nie może wytłumaczyć początkowych stadjów pożytecznych organów, albowiem każdy narząd pożyteczny, gdy tylko zaczął występywać i był jeszcze bardzo słabo rozwinięty, nie mógł najczęściej przynosić osobnikom żadnej jeszcze korzyści. Jakże objaśnić n. p. podobieństwo barwy licznych zwierząt do kolorytu miejscowości, w której żyją, lub podobieństwo owadów do przedmiotów, otaczających, jako to: liści, suchych gałęzi, kwiatów i t. d. jeśli przyjmiemy, że stosunki te powstały drogą doboru naturalnego i jeśli nie przypuścimy przytem z góry, że znamiona te zrazu już istniały, a dobór mógł je tylko wzmocnić i powiększyć, jako cechy korzystne dla osobników? Ale jest to zarzut pozorny, albowiem zboczenia bywają bardzo różnorodne, a osobniki, w małym chociażby stopniu zbliżone barwą do przedmiotów otaczających, mogły osiągnąć dla siebie pewną, jakkolwiek z początku bardzo nieznaczną korzyść. W bardzo wielu wypadkach nieznaczne już modyfikacje dostarczyć mogą ochrony osobnikom. Darwin ma najzupełniejszą słuszność, gdy powiada, że n. p. u owadów prześladowanych przez ptaki i inne zwierzęta z silnie rozwiniętym wzrokiem, wszelkie stopniowanie w podobieństwie do otoczenia, zmniejszające niebezpieczeństwo łatwego dostrzeżenia, sprzyja zachowaniu przy życiu osobników i rozmnażaniu się ich. Mivart usiłował na licznych pojedynczych przykładach wykazać niedostateczność teorji doboru naturalnego dla wyjaśnienia początkowych stadjów wszelkich pożytecznych cech morfologicznych. Darwin zaś rozbiera w dziele swem te zarzuty pojedyncze i z przekonywującą siłą obala je jeden za drugim. Tak n. p. co do powstania gruczołów mlecznych, tych organów tak znamiennych i ważnych dla całej grupy zwierząt ssących, Mivart zapytuje: czy jest to zrozumiałe, że młode jakiegoś zwierzęcia zostało kiedykolwiek uratowane od zagłady przez to, iż przypadkowo

wyssało kroplę mało pożywnego płynu (takiem musiało być początkowo mleko) z przypadkowo rozrośniętego gruczołu skórnego swej matki; a gdy nawet zdarzyło się to istotnie, jakież zachodzi prawdopodobieństwo, że tak nieznaczna modyfikacja przeleje się na potomstwo i na zawsze utrwali? Ale oto, jak logicznie Darwin zarzut ten zbija. Przedewszystkiem powiada on, kwestja postawioną tu została w sposób niewłaściwy. Większość ewolucjonistów przypuszcza, że ssawce pochodzą od postaci zbliżonej do zwierząt workowatych. Jeśli tak jest rzeczywiście, to gruczoły mleczne rozwinąć się musiały naprzód w worku (torbie). U ryby pławikonika (Hippocampus) młode wykłuwają się i wychowują także w podobnej torbie. Otóż naturalista amerykański, Mr. Lockwood, sądzi na podstawie swych spostrzeżeń nad rozwojem młodych, że karmią się one wydzielinami gruczołów skórnych tej torby. Czyż więc jest niemożliwe, pyta Darwin, że młode najdawniejszych przodków zwierząt ssących, zanim zasługiwały jeszcze na tę nazwę, żywiły się w sposób podobny? W takiem zaś razie osobniki, wydzielające płyn z jakichkolwiek bądź względów pożywniejszy, mający właściwości zbliżone do mleka, mogły w ciągu długiego czasu wychować większą ilość dobrze odżywionego potomstwa, aniżeli osobniki, wydzielające płyn mniej pożywny. Tym sposobem gruczoły skórne, odpowiadające mlecznym, udoskonaliły się, czyli stały zdolniejszemi do funkcji. Zgodnie zaś z zasadą specjalizacji, mającą bardzo szerokie zastosowanie, gruczoły skupione mogły się w niektórych punktach worka rozwinąć więcej, aniżeli w innych, a wtedy utworzyły one zlokalizowane gruczoły mleczne, które u wyższych ssaków uległy stopniowemu rozwojowi.[1])

Tego rodzaju dowodów, jak powyższy, przytoczony dla przykładu, znajdujemy u Darwina bardzo wiele, a wszystkie wykazują, że zarzut, jakoby dobór naturalny nie mógł tłómaczyć początkowych studjów cech morfologicznych, jest słaby i nie wytrzymuje krytyki.

To są najważniejsze zarzuty, jakie wybitniejsi naturaliści stawiali jeszcze za życia Darwina teorji doboru naturalnego. Przytoczyłem je dlatego, aby czytelnik ocenił, o ile nie nowemi i uwzględnionemi już przez samego Darwina (w późniejszych wydaniach dzieła jego) były zarzuty, które z kolei przedstawił Naegeli w dziele p. t. „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“ 1884, stanowiącem nową erę w dziejach darwinizmu.

Naegeli rozpatruje następujące punkta, które, że wyrażę się jego słowami, „uniemożliwiają przyjęcie doboru naturalnego“.

Co do ogólnej doniosłości idei doboru naturalnego, to „nieokreślone działanie nieokreślonych przyczyn oraz rozstrzyganie za

---

[1]) Późniejsze badania Gegenbauera, Klaatscha i innych stwierdziły, że gruczoły mleczne rozwinęły się w podobny sposób ze skórnych.

pomocą doboru, gdzie zbyt wiele pozostawiono przypadkowi (dem Zufall)“ nie odpowiada, według Naegelego dzisiejszym naszym poglądom przyrodniczym. Dalej zaś teorja ta, której zasadą jest zapytywanie o korzyść, osiągniętą w każdym pojedynczym wypadku, pozostaje, powiada Naegeli, w sprzeczności z prawdziwem i ścisłem badaniem przyrodniczem, które przedewszystkiem powinno dążyć do poznania przyczyn działających (causae efficientes). Nie tylko Naegeli, ale i mnóstwo innych naturalistów zarzucało Darwinowi, że wprowadza on do nauki pojęcie przypadku i celowości (teleologji[1]) zarzut ten niema jednak podstawy i może być podniesiony tylko przez tych, co nie zgłębili należycie teorji myśliciela angielskiego. Jeśli Darwin powiada, że osobniki rodzą się niekiedy z pewnemi przypadkowemi zboczeniami organizacji, które mogą im w pewnym kierunku przynieść korzyść, to przez wyraz „przypadkowe“ określa on tylko nieznajomość bliższych przyczyn biologicznych, które wywołały to zboczenie. Pojęcie przypadkowości w tym poszczególnym szeregu zjawisk nie różni się w niczem od takiegoż pojęcia wogóle. Trzeba najzupełniej być pozbawionym wykształcenia przyrodniczego, by uwierzyć, iż w naturze lub życiu człowieka może się wogóle cokolwiekbądź stać przypadkowo t. j. bez pewnych przyczyn, któreby zjawisko to wywołały. A nie pojmuję zaiste, jak można oskarżać Karola Darwina o nadawanie jakiejkolwiek bądź wagi przypadkowi! Co zaś do zdania Naegelego, że ścisłe badania przyrodnicze powinny dążyć tylko do wykrycia przyczyn działających (causae efficientes), nie zaś celowych (causae finales), to i ono w niczem absolutnie nie sprzeciwia się poglądom Darwina, owszem, silniej jeszcze popiera ich doniosłość i ścisłość naukową. Kto przypisuje darwinizmowi celowość, ten błądzi dlatego, że nie odróżnia skutku od przyczyny. Nie dlatego rodzą się osobniki z pożytecznemi zboczeniami i nie dlatego przyroda dokonywa między niemi wyboru, aby gatunki się zmieniały i doskonaliły, lecz na odwrót, przemiana i postęp organizacji istnieje jako konieczny wynik tego, że przy życiu utrzymać się mogą jednostki najskuteczniej staczające walkę ze współzawodnikami oraz z warunkami bytu. A muszą jedne z nich być lepiej uposażone pod tym względem niż inne, ponieważ wskutek nieznanych nam bliżej praw dziedziczności, istoty organiczne ulegają wciąż najrozmaitszym zboczeniom w budowie i czynnościach, które działaniem doboru mogą się utrwalić. Tak więc przyczyny działające najzupełniej bezwiednie, bezcelowo wywołują zjawiska, noszące pozorne piętno celowości.

Naegeli stara się w inny jeszcze sposób wykazać bezzasadność teorji doboru naturalnego. Należy, powiada on, przyznać raz na zawsze, że zjawiska w świecie organicznym odbywają się zupełnie

[1]) Kwestję tę doskonale rozebrał prof. A. Wrześniowski w artykule swym o Karolu Darwinie („Wszechświat“, 1882).

tak samo, jak w nieorganicznym, a to dlatego, że te ostatnie poprzedzają pierwsze i warunkują je. Gdybyśmy więc zechcieli zastosować zasadę teorji doboru naturalnego do przyrody nieorganicznej, cóż możnaby powiedzieć o pożytku, jaki osiągają formy tej ostatniej przez przystosowanie się do innych objawów świata nieorganicznego lub ustrojowego? Na szczęście, powiada Naegeli, chemja i fizyka zajmują się tylko poszukiwaniem przyczyn, a nikt nie stawia tam hipotez spekulatywnych co do tego, jakie korzyści lub szkody przynosi postać sześciokątna płatkowi śniegu, lub też postać kulista kropli deszczu. Przyroda nieorganiczna, mówi dalej krytyk, jest uważana przez ścisłą wiedzę, jako systemat sił i ruchów, pozostających we wzajemnej równowadze, lub dążących wciąż do tej ostatniej, jeśli tylko zostaje ona zakłóconą. Przyroda ustrojowa jest również systematem sił i ruchów, a zadaniem wiedzy fizjologicznej winno być przedewszystkiem: wykrycie zakłócających równowagę przyczyn oraz występujących wskutek tego przemian. Brzmi to rzeczywiście na pozór bardzo przekonywująco. Ale tylko na pozór. Dowcipne i słuszne niby zdanie znakomitego botanika, że skoro stosujemy zasadę utylitaryzmu do istot żyjących, to tem samem winniśmy jej szukać w świecie martwym i pytać, jaką korzyść przynosi np. płatkowi śniegu kształt jego, zdanie to, powiadam, okazuje nadzwyczajną powierzchowność, jeśli tylko głębiej zastanowimy się nad różnicą, zachodzącą pomiędzy ciałami organicznemi, a światem mineralnym.

Istota żyjąca znajduje się w bezustannej zależności od otoczeczenia swego: poszukuje pokarmu, odżywia się, porusza, powiększa swą objętość, wydziela, rozmnaża się i umiera. Nie możemy sobie ani na chwilę wyobrazić życia bez ciągłego wpływu wzajemnego istoty żywej na otaczające warunki i tych ostatnich na nią. Wskutek tego, o życiu każdej istoty stanowią tysiączne warunki, najbardziej złożone. Ponieważ zaś istot organicznych rodzi się więcej, niż wyżyć może, te, które tym złożonym warunkom bytu mniej odpowiadają, wytrwać nie mogą i powracają na łono przyrody martwej. Pozostające zaś przy życiu twory przekazują swe przymioty potomstwu, a to rozmnażanie się i odziedziczanie cech stanowi własność jedynie tylko tworów organizowanych. Jakże więc jest to możliwe, aby minerały, nie walczące o byt, nie rozmnażające się i nie dziedziczące cech swoich, mogły nabywać drogą doboru pewne korzystne własności? Owszem, przypuśćmy tylko na chwilę, że owe płatki spadającego śniegu walczą z sobą o pokarm i miejsce, że wydają potomstwo, które odziedzicza ich cechy; a jeśli wtedy najczęściej pojawiać się będą postaci sześciokątne i jeśli one wyprą w szeregu czasów wszelkie inne, będziemy musieli przypuścić, że taka właśnie forma naj-

bardziej odpowiada ich warunkom bytu i dlatego utrzymała się na drodze doboru naturalnego.

Moglibyśmy nawet ze swej strony pójść dalej i powiedzieć, że bezwiedna siła, niszcząca jedne, a zachowująca inne twory przyrody, najlepiej danym warunkom bytu odpowiadające, występuje nieraz widocznie i w martwej nawet naturze. Karol du Prel w sposób wcale nie naciągany stosuje ideę walki o byt i doboru do powstania systemu planetarnego. W ciągu dążenia do równowagi, jedne światy, mające gorsze warunki bytu, tak ze względu na objętość swoją, giętkość, jakoteż ruchy i położenie we wszechświecie, ulegały zniszczeniu i ustępowały miejsca innym, lepiej niejako do zachowania się nadającym.

Drugi zarzut, czyniony przez Naegelego teorji doboru naturalnego, polega na tem, że nie można stosować wyników, dotyczących sztucznego tworzenia ras zwierzęcych do kwestji powstawania odmian w naturze, co stanowi, jak wiadomo, podstawę teorji Darwina.

Najważniejszą różnicę upatruje tu Naegeli ze względu na zjawisko krzyżowania. Podczas, gdy spokrewnione rasy domowe, nawet pomimo wielkich różnic w budowie, nader łatwo krzyżują się wzajemnie, te odmiany w naturze okazują często wielką trudność w mieszaniu się, czyli krzyżowaniu. Otóż tę rożnicę co do łatwości krzyżowania się ras lub odmian przypisać należy, zdaniem naszem temu, że pierwsze i drugie różnią się dawnością swego powstania. Rasy sztuczne istnieją stosunkowo bardzo niedawno (jako wytworzone już przez kulturę ludzką), pokrewieństwo ich jest przeto bardzo bliskie, stałość, jaką osiągnęły mała. Odmiany naturalne są bez porównania starsze, dlatego też wzajemne ich pokrewieństwo o wiele słabsze (są one bardziej odległe od formy pierwotnej), a stałość osiągnęły daleko większą.

Prof. Naegeli zaznacza dalej, że rasy różnią się od odmian naturalnych tem, iż zachowują czystość krwi, t. j. gdy wytwarza się pewna postać o szczególnem jakiemś zboczeniu, to nie miesza się z inną, cechy tej nieposiadającą, albowiem człowiek przeszkadza krzyżowaniu, natomiast w naturze różne osobniki wciąż się mieszają z sobą, co utrudnia wyróżnicowanie się nowych form o odmiennych, specjalnych cechach. Zarzut ten ma bez wątpienia pewne znaczenie [1]), ale zważmy, że z drugiej strony, jak znaczną jest pod

---

[1]) Doniosłość tego zarzutu usiłował zmniejszyć między innymi G. Romanes (On physiological selection, w Linnean Journal 1886), przytaczając fakta, które dowodzą, że z wystąpieniem pewnych modyfikacyj u ustrojów (u odmian) zjawia się jednocześnie bezpłodność przy krzyżowaniu postaci modyfikowanych z pierwotnemi, nie zmienionemi. Taka częściowa bezpłodność względem postaci pierwotnej występuje przez współczynność z innemi nowonabytemi zboczeniami i przeszkadza zatarciu się tych ostatnich przez krzyżowanie ze szczepem pierwotnym (jest to t. zw. dobór fizjolog.).

innemi względami przewaga doboru naturalnego nad sztucznym. Zważmy, jak słabą i krótkotrwałą jest działalność doboru sztucznego w porównaniu z naturalnym. Człowiek — powiada Darwin — może oddziaływać jedynie na cechy zewnętrzne i widzialne: przyroda zaś oddziaływać może na każdy organ wewnętrzny, na każdy odcień różnicy w budowie, na cały mechanizm życia; pole jej działalności jest dlatego o wiele, że tak powiemy, szersze i sięga głębiej. Człowiek dobiera cechy tylko dla swej własnej korzyści; przyroda zaś dobiera to, co korzystne jest dla życia samego ustroju. Każda wybrana przez nią i utrwalona cecha znajduje zupełne zastosowanie, o czem zresztą świadczy sam fakt doboru. Człowiek rzadko tylko zwraca specjalną i systematyczną uwagę na każdą cechę; jednakowym pokarmem — powiada Darwin — żywi on rasę krótko i długo-dziobego gołębia, nie traktuje rozmaicie zwierząt o długich nogach i wydłużonym grzbiecie; hoduje w jednym i tym samym klimacie krótko i długo-wełniste owce, nie pozwala najpiękniejszym i najsilniejszym samcom walczyć o posiadanie samic (dobór płciowy). Człowiek rozpoczyna często dobór od nawpół potwornej formy lub przynajmniej od takiej postaci, która rzuca mu się w oczy, lub też wyraźnie jest korzystną dla niego. W przyrodzie zaś najdrobniejsze różnice w budowie lub konstytucji mogą przechylić szalę w dokładnie zrównoważonej walce o byt i tym sposobem się utrzymać. Przytem — powiada wreszcie Darwin — pragnienia i usiłowania ludzkie są tak ulotne, życie tak krótkie! Jakże więc słabe muszą być rezultaty ludzkiej pracy, jeśli porównamy je z pracą natury, działającej w ciągu olbrzymio długich epok geologicznych. Czy wobec tego podobna twierdzić, że działanie doboru naturalnego ma mniejsze znaczenie, aniżeli sztucznego? Przeciwnie, jeśli nawet pod pewnemi względami (o jakich mówi prof. Naegeli) dobór sztuczny skuteczniej działa od naturalnego, to z wielu innych ten ostatni przewyższa nieskończoną swoją potęgą sztuczny, a powstawanie odmian naturalnych tem snadniej objaśnić sobie można przez analogję do powstawania ras domowych drogą doboru sztucznego.

Dwa inne zarzuty Naegelego można streścić w sposób następujący: Zboczenia pożyteczne mogą wtedy dopiero posłużyć do pokonania współzawodników, gdy osiągnęły wysoki stopień rozwoju i gdy występują u licznych osobników. Ponieważ zaś z początku są one w długim szeregu pokoleń bardzo nieznaczne, a według teorji doboru naturalnego występują u małej ilości osobników — pokonywanie przeto współzawodników, a tem samem i dobór form najodpowiedniejszych jest wtedy prawie niemożliwy. Jak czytelnik zapewne dostrzega, zarzut powyższy nie jest bynajmniej nowy; jest to właściwie ta sama trudność, jaką zaznaczył Mivart, a mianowicie, iż dobór naturalny nie jest w stanie wytłumaczyć początkowych stadjów cech korzystnych. Ponieważ

poprzednio już przytoczyłem niektóre argumenta Darwina, zbijające zarzuty Mivarta, nad kwestją tą dłużej się nie zatrzymam. Do tej samej kategorji nie nowych, a często przez przeciwników darwinizmu podnoszonych zarzutów, należy ostatni z najważniejszych dowodów, nad jakiemi rozwodzi się Naegeli.

A mianowicie, dlaczego — pyta on — istnieje tak wiele stałych cech morfologicznych, które nie przynoszą jednak żadnego pożytku posiadaczom? I tę kwestję rozebraliśmy także wyżej, wykazując, iż zarzut ten tylko na pozór wydaje się groźnym, w rzeczywistości zaś nie nastręcza wcale zbyt wielkiej trudności teorji doboru naturalnego. Co prawda nie podobna rzeczywiście przypuścić, aby wszelka bez wyjątku cecha morfologiczna przynosiła jakąś korzyść organizmowi; że istnieje mnóstwo cech, obojętnych pod względem fizjologicznym, na to zgodzi się każdy naturalista. Dlatego też musimy przyjąć, że przynajmniej niektóre z cech tych powstały niezależnie od doboru naturalnego. W takim zaś razie przyjdziemy do wniosku, że jakkolwiek dobór objaśnia nam wiele zagadnień morfologicznych, to jednak nie wystarcza do wytłumaczenia wszelkich bez wyjątku objawów przemiany form organicznych. Zestawiając wszystkie powyższe zarzuty Naegelego oraz poprzedników, dochodzimy do wniosku, że żaden z nich nie obala teorji doboru naturalnego, ale z drugiej strony musimy zgodzić się na to, iż są zjawiska, których dotąd teorja ta nie tłumaczy, że zatem dobór nie może być uważany za jedyną i wyłączną przyczynę przemiany i rozwoju rodowego istot organizowanych. Przyznając tedy najzupełniej wielką doniosłość i ważną rolę doborowi naturalnemu niemniej przeto mamy prawo domagać się poznania nowych, innych jeszcze czynników naturalnych, które wraz z doborem działają. Profesor Naegeli, odrzucający, jak wiemy, całkowicie wpływ doboru naturalnego, stawia na jego miejscu własną swą teorję, która jego zdaniem ma tłumaczyć ewolucję ustrojów.

2.

Prof. Naegeli nadaje swej teorji rozwoju miano mechaniczno-fizjologicznej. Dziwi się on wogóle, że pytanie, tak czysto fizjologicznej natury, jak kwestja powstawania gatunków, było dotąd traktowane przez nie-fizjologów. Od półtorasta lat — powiada Naegeli — przed oczami fizjologów rozgrywa się dziwna scena. Najtrudniejsze zadanie własnej ich nauki było ze wzrastającą zabiegliwością i znaczną stratą czasu opracowywane w potoku pism przez nie-fizjologów.

Zoologowie, anatomowie, antropologowie, botanicy, paleonto-

logowie czuli się powołani do zajmowania się nauką o powstawaniu gatunków, a było to w pewnym stopniu pożyteczne tylko o tyle, o ile odpowiednia nauka odnosiła stąd niejaką korzyść ze względu na własną treść swoją. Ponieważ jednak to zajęcie nie ograniczało się na własnym horyzoncie każdej nauki, lecz wkraczało w inne dziedziny, wymagało przejrzenia i osądzenia całości, przeto do pożytecznego przyłączyło się wiele zbytecznego i błędnego.

Stanąwszy na gruncie fizjologicznym, prof. Naegeli pragnie objaśnić zjawisko przemiany gatunków i rozwoju istot organicznych molekularno-fizjologicznemi właściwościami protoplazmy. W budowie molekularnej i siłach międzycząsteczkowych zarodzi widzi on wewnętrzny czynnik, sprowadzający najgłębsze przemiany biologiczne. Darwin, jak wiadomo, upatruje czynniki kierujące rozwojem i przemianami świata organicznego w siłach, działających głównie zewnątrz samego organizmu; w walce tego ostatniego z warunkami zewnętrznemi, ze współzawodnikami oraz w doborze, zachowującym jednostki najlepiej uposażone. W poglądach zatem Darwina widocznym jest pierwiastek mechaniczny (Mechanisch-causale Ursachen E. Haeckla), ukryty, że tak powiemy głównie w warunkach istniejących po za obrębem właściwości fizjologicznych organizmu. Natomiast według Naegelego konieczność przemiany i rozwoju osobników tkwi w samej protoplazmie, uwarunkowana właściwościami molekularnej budowy tej ostatniej. Jednem słowem Naegeli przypuszcza istnienie t. zw. przyczyn wewnętrznych, wywołujących zjawiska przemiany i rozwoju, a w większym lub mniejszym stopniu niezależnych od czynników zewnętrznych.

Idea owych przyczyn wewnętrznych nie była zupełnie nową. Jeszcze w roku 1865 tenże Naegeli [1]) ogłosił t. zw. „teorję doskonalenia się“ (Vervollkommnungstheorie), według której przemiany indywidualne nie powstają w sposób nieokreślony, nie odbywają się we wszelkich kierunkach równomiernie, lecz idą pewnym ściśle określonym torem, właściwym samemu organizmowi (bestimmte Orientierung); proces przemiany odbywa się według określonego planu rozwoju „pod przewodnictwem wrodzonego organizmowi dążenia do doskonalenia się“. W rzeczywistości jednak takie bliżej nie sformułowane i głębiej nie uzasadnione wyrażenia jak „tendencja do doskonalenia się“ lub „teorja doskonalenia się“, są tylko igraszką słów; jest to tylko przeniesienie tak często niegdyś nadużywanego pojęcia „siły życiowej“ z życia osobniczego na rodowe. Prócz Naegelego i inni też naturaliści, jak botanik Askenasy [2]) oraz A. Braun [3]) przyjmowali „siły wewnętrzne“ dla wyjaśnienia zjawisk przemiany

---

[1]) C. Naegeli, Entstehung und Begriff d. naturhistorischen Art. München 1865.

[2]) Askenasy, Beiträge zu der Darwinschen Lehre. Leipzig 1872.

[3]) A. Braun, Über die Bedeutung der Entwicklung in d. Naturgesch. Berlin 1872.

gatunków. W ostatniej pracy swojej, prof. Naegeli, wychodząc ponownie z zasady sił wewnętrznych, kierujących rozwojem organizmów, stara się bliżej określić, na czem te siły polegają, a za punkt wyjścia teorji swojej bierze budowę cząsteczkową protoplazmy.

Nietylko badania fizjologiczne, lecz i fizyczne dawno już wywołały w umyśle ludzkim potrzebę wytworzenia sobie pewnego pojęcia o najdelikatniejszej, niedostępnej zmysłom, budowie materji; tylko bowiem w takiem razie możemy mieć bardziej określone i głębiej sięgające pojęcia o zjawiskach naturalnych.

Chemicy przypuszczają istnienie atomów czyli niedziałek, najmniejszych, niepodzielnych już części materji, do których przywiązane są siły chemiczne. Wyobrażamy też sobie, że wszelkie chemiczne własności pierwiastków n. p. wodoru, lub węgla, istnieją w atomach tych ciał. Dalej zaś, na zasadzie pewnych zjawisk chemicznych, przepuszczamy, że dwa lub więcej atomów wstępuje z sobą w ściślejszy związek wzajemny, tworząc t. zw. cząsteczki czyli molekuły. — Cząsteczki materji stanowią szranki podziału, fizycznego, atomy zaś, granicę rozkładu chemicznego. Związki chemiczne różnych pierwiastków składają się z cząstek, utworzonych z dwóch, lub większej ilości atomów różnorodnych. Cząsteczka jest zatem najmniejszą, jaką tylko wyobrazić sobie możemy, masą związku chemicznego; jeśli bowiem cząsteczka dalej jeszcze będzie dzieloną, natura chemiczna złożonego ciała ulegnie zmianie, związek różnorodnych atomów rozpadnie się. — Tak n. p. cząsteczka wody składa się z dwóch atomów wodoru i jednego tlenu, cząsteczka kwasu siarczanego z dwóch atomów wodoru, jednego siarki oraz czterech atomów tlenu. O wiele bardziej złożony skład posiadają ciała organiczne, wytworzone przez ustroje zwierzęce roślinne; zawierają one węgiel, wodór i tlen, a najważniejsze ze wszystkich związków organicznych t. zw. substancje białkowate, zawierają nadto azot, siarkę i niektóre inne pierwiastki, przyczem cząsteczki ich składają się z ogromnej ilości atomów.

Z takich to złożonych cząsteczek wieloatomowych utworzona jest zaródź czyli protoplazma, stanowiąca podścielisko życia. Molekularna budowa ciał, tłumaczy nam bardzo wiele zjawisk fizycznych. Przy powstawaniu kryształów, cząsteczki danego ciała grupują się, układają w pewnym stałym i określonym stosunku; przy przechodzeniu ciała ze stanu stałego w płynny lub lotny, cząsteczki oddalają się wzajemnie i t. p.

Jeśli jednak dla zrozumienia zjawisk chemiczno-fizycznych wystarcza mniej lub więcej teorja atomistyczno-molekularna, to dla wytłumaczenia pewnych objawów życiowych należy koniecznie uciec się do hipotezy o istnieniu niejako wyższych, bardziej skomplikowanych jednostek materji, a mianowicie cząstek organizowanych, niewidzialnych jeszcze nawet przy najsilniejszych

powiększeniach mikroskopijnych. Podobnie jak cząsteczki fizyczne (molekuły) stanowią skupienia atomów, związanych z sobą siłami międzyatomowemi, tak znów owe cząstki organizowane, czyli t. zw. micelle (Naegeli) [1]), są zbiorami cząsteczek fizycznych, skupionych razem i trzymających się pospołu przez działanie sił międzycząsteczkowych. Podobnie jak cechy chemiczne ciał uwarunkowane są własnościami atomów, jak właściwości fizyczne zależą od ugrupowania cząsteczek, czyli molekuł, ciało składających, tak też większość objawów życiowych sprowadzić się daje do natury i ugrupowania jednostek organizowanych, składających protoplazmę t. j. micellów.

Naegeli był pierwszym, który w roku 1862 stworzył teorję micellarną. Teorja ta, według niego, tłumaczyć ma szereg nadzwyczaj charakterystycznych i ciekawych właściwości ciał organizowanych roślinnych, jak ziarn krochmalu, błon komórkowych oraz krystaloidów. „Substancje organizowane — powiada Naegeli — składają się z krystalicznych (krystallinisch), podwójnie łamiących światło cząstek (micelle), leżących obok siebie luźno, lecz w ściśle określonym stosunku wzajemnym. W stanie wilgotnym, wskutek przeważającej siły przyciągania każdej cząstki (micelli) są one otoczone warstewkami wody, w stanie suchym zaś micelle stykają się z sobą bezpośrednio. Większy lub mniejszy stan wilgoci ciał organizowanych zależy od tego, czy micelle otoczone są grubszą lub cieńszą warstewką wody.

W roku 1865 prof. J. v. Sachs w słynnej swej „Fizjologji doświadczalnej“ zwrócił uwagę na to, że i protoplazma, najważniejsza część składowa ciał roślinnych i zwierzęcych jest substancją organizowaną w takiem znaczeniu, jak to przyjął pierwotnie Naegeli dla krochmalu lub błon komórkowych, czyli że składa się z micellów.

Prof. T. W. Engelmann w swojej „Fizjologji ruchów protoplazmy i ruchów migawkowych“, stanowiącej część znakomitego podręcznika fizjologji prof. Hermanna [2]) dochodzi do wniosku, że wszelkie zjawiska, dotyczące ruchów protoplazmy, dowodzą istnienia pewnych niewidzialnych cząstek organizowanych, jak to przyjmują Naegeli i Sachs. Wiadomo, powiada Engelmann, że każda najmniejsza choćby część wszelkiej zarodzi kurczliwej posiada zdolność do ruchów samodzielnych — automatycznych lub też wywołanych przez podrażnienie. Stąd najbliższy i wedle jego zdania najnaturalniejszy wniosek, iż protoplazmą stanowi agregat bardzo małych elementów morfologicznych, kurczliwych oraz wrażliwych na podrażnienia, i że wszelkie ruchy zarodzi uważać należy na rezultat

[1]) Botanische Mitteilungen w „Sitzungsberichte d. Kgl. bayr. Akademie der Wiss. 1862“.

[2]) Handbuch der Physiologie. Herausg. von Dr. L. Hermann T. I 1879.

„zmiany postaci“ tych elementów najmniejszych. Elementy te niewidzialne pod mikroskopem, nazywa Engelmann inotagmami (Pfeffer nazywa je tagmami). Co się tyczy kształtu tych maleńkich agregatów cząsteczek fizycznych, to według Engelmanna, w stanie największego pobudzenia mają one postać kulistą, lub przynajmniej do kuli zbliżoną, w stanie zaś spokoju — wydłużoną, a nawet włóknistą.

Uczony ten, opierając się na wielu faktach, dochodzi dalej do wniosku, że inotagmy zachowują się pod względem optycznym jak kryształy jednoosiowe, podwójnie łamiące światło.

Widzimy zatem, że cały szereg badaczy, botaników i zoologów przypisuje protoplazmie, dotąd uważanej za ciało jednorodne, pewną organizację. Czy nazwiemy owe elementy organizowane zarodzi inotagmami, czy też tagmami, micellami, albo jednostkami fizjologicznemi (Herbert Spencer), w każdym razie dojdziemy do jednego ogólnego, przez wszystkich przyjmowanego wniosku, iż zaródź składa się z pewnych jednostek, które stanowią agregaty molekuł fizycznych i warunkują jej właściwości biologiczne.

Dodamy, że w ostatnich latach, coraz bardziej utrwala się w nauce przekonanie o istnieniu organizowanych cząstek protoplazmy, od których zależą życiowe właściwości tej ostatniej. Tak n. p. Oskar Hertwig w dziele p. t. „Zelle und Gewebe“ (1893) oświadcza się jako zwolennik Naegelego: nazywa micelle „idjoblastami“ i powiada o nich, że są one najmniejszemi organizowanemi cząstkami materji, na które idjoplazma daje się rozłożyć i które, zawarte w niej w wielkiej ilości, przedstawiają znaczną różnorodność. „Stosownie do różnej ich natury materjalnej, są one podścieliskiem licznych własności ustroju, a przez działanie bezpośrednie oraz przez rozmaicie skojarzone współdziałania wywołują niezliczone znamiona ustrojów, tak morfologiczne, jako też fizjologiczne“. Ten pogląd na budowę protoplazmy jest wynikiem teoretycznych rozwiązań biologów współczesnych. A zasługuje na zaznaczenie, że niektórzy nawet badacze usiłowali też i na drodze doświadczalnej wykazać istnienie owych najprostszych, organizowanych składników zarodzi, czyli ustrojów „elementarnych“ n. p. Altmann autor t. zw. teorji granularnej (w dziele p. t. Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen 1890), jakkolwiek dotychczas usiłowania te nie zostały uwieńczone zadawalniającym skutkiem.

Otóż wychodząc z teorji micellarnej, Naegeli stara się oprzeć na niej poglądy swe, dotyczące przemiany gatunków i wogóle rozwoju istot organicznych.

Porównywanie różnych ustrojów utrudnione jest nietylko przez niedostateczną naszą znajomość ich objawów życiowych, lecz i przez to także, że różnorodnym organizacjom brak miary wspólnej, któraby stanowiła o ich wartości, a tem samem właściwej ich różnicy.

Możemy n. p. rozróżnić zwierzę ssące, ptaka, rybę i owada na tej tylko podstawie, iż u jednego z tych tworów istnieje ta cecha, u innego inna, ale nigdzie nie możemy przedstawić różnicy ilościowej i wyrazić w ten sposób wielkości właściwej, ścisłej. Stąd też wszelkie systematyczne wyróżnianie i określanie jest mniej lub więcej dowolne, a wszelkie wnioski, jakie można stąd wysnuć dla teorji rodowych są hipotetyczne.

Istnieje atoli jeden stan, w którym wszystkie organizmy zredukowane są do jednakowej mniej więcej postaci i budowy. Jest to mianowicie najpierwsze, jednokomórkowe jeszcze stadjum rozwoju, stadjum jaja, w którem wszystkie rośliny i zwierzęta są do siebie najbardziej podobne. Komórki jajowe posiadają jednak pewne cechy zasadnicze, podobnie jak organizm rozwinięty. Jako komórki jajowe, organizmy różnią się od siebie pewnemi, ukrytemi wprawdzie właściwościami nie mniej, aniżeli formy dojrzałe. W jajku kurzem gatunek jest równie ustalony, jak w kurze, a jajko to różni się tak od rybiego, jak kura od ryby. Jeśli z pozoru wydaje się nam inaczej, to pochodzi to tylko stąd, że w jajku owe cechy są utajone. Gdyby jajko kurze nie zawierało całej istoty gatunku, w takim razie nie zawsze rozwijałoby się z niego kurczę. W jaju spoczywają wszelkie właściwości stanu dojrzałego, jak powiada Naegeli, potencjalnie. Właściwości te są w niem, jakgdyby w stanie napięcia, w stanie energji potencjalnej, która przeistaczając się w kinetyczną, nadaje pewien określony kierunek procesowi rozwoju podtrzymywanemu przez pokarm i przemianę materji.

W taki więc sposób w zarodzi elementów rozrodczych istnieją zawiązki wszelkich właściwości organizmu; protoplazma ta jest podścieliskiem zaczątków dziedzicznych. Naegeli nazywa ją idjoplazmą, dla odróżnienia od protoplazmy pozbawionej tych własności.

Wszelka widoczna cecha organiczna istnieje w stanie zaczątkowym w idjoplaźmie; dlatego też tyle jest gatunków idjoplazmy, ile kombinacji znamion organicznych, czyli, ile różnorodnych postaci ustrojów. Każdy osobnik powstaje z nieco odmiennej idjoplazmy, a w jednym i tym samym osobniku każdy narząd, lub też część narządu zawdzięcza swoje pochodzenie szczególnemu stanowi idjoplazmy. Idjoplazma w pewnym przynajmniej okresie rozwoju organizmu rozmieszczona we wszystkich jego częściach, posiada w każdym punkcie ciała nieco odmienne własności, powodując tu powstania n. p. tkanki nerwowej, tam mięśniowej, ówdzie kostnej.

W idjoplaźmie istnieją nietylko zaczątki gotowe, zdolne każdej chwili do swej roli, lecz także niewykształcone powstające lub też zanikające. Pewien zaczątek może się stale osłabiać w ciągu szeregu pokoleń, lub też naodwrót, wciąż wzmacniać i wreszcie uwidocznić. Właściwości idjoplazmy uwarunkowane są molekularną jej budową.

Szczególniej ważnem jest tu ugrupowanie wzajemne micellów, wraz ze szczególnemi, wywołanemi przez to ruchami i siłami. Prawdopodobnie znaczniejszemu zróżnicowaniu morfologicznemu i większemu podziałowi pracy w stanie dorosłym, odpowiada też bardziej ułożone ugrupowanie micellów, gdy tymczasem organizmy najniższe przedstawiające przez całe życie niezróżnicowane bryłki protoplazmy, posiadają idjoplazmę słabo rozwinętą o prostej bardzo budowie. By obrazowo poglądy swe przedstawić Naegeli porównywa idjoplazmę niższych organizmów, mającą uproszczoną budowę do armji bez karności, w nieporządku i nieładzie wyruszającej na wojnę, idjoplazmę zaś o budowie złożonej — do armji prawidłowej, gdzie wszelkie oddziały trzymają się jednego planu, a każdy żołnierz pozostaje w określonym stosunku do reszty wojska i do całej armji; każdy żołnferz wyobraża nam micellę, pozostającą w pewnym stosunku do innych sąsiednich (wskutek sił przyciągających i odpychających).

Idjoplazma zarodka jest w taki sposób, jakby mikrokosmicznem odtworzeniem makrokosmicznego osobnika, podobnie, jak ten ostatni zbudowany jest z organów tkanek i komórek, tak też idjoplazma składa się z gromad micellów, które, łącząc się w wyższe jednostki różnych szeregów, przedstawiają zaczątki owych komórek, tkanek i narządów ustroju.

Niejednakowy kształt, wielkość oraz odmienne ułożenie micellów idjoplazmy mogą wytworzyć bardzo wybitne kombinacje sił działających, a tem samem liczne różnice w uwarunkowanych temi ostatniemi procesach fizjologicznych, które stanowią o różnicach we wzroście, organizacji, postaci zewnętrznej i czynnościach różnych ustrojów. Ta różnorodność w konstytucji idjoplazmy staje się jeszcze nieskończenie większą przez to, iż każda micella może mieć różne własności chemiczne. Jednem słowem według Naegelego, wszelkie cechy organizmu są tylko wywołane własnościami idjoplazmy, które ze swej strony stanowią tylko skutek jej wewnętrznej micellarnej budowy.

Jakież jest rozmieszczenie idjoplazmy wewnątrz ustroju? Idjoplazma, jak wiemy, jest to część zarodzi, zdolna do przenoszenia cech dziedzicznych, stanowiąca ich podścielisko materjalne, a wskutek swej budowy i sił w niej działających dynamiczne źródło tychże cech. Dlatego też przedewszystkiem idjoplazma mieścić się musi w elementach rozrodczych; w jajku i ciałku nasiennem, w których zawarta jest in potentia cała organizacja zwierzęcia. Nie wynika jednak z tego, aby cała protoplazma jajka i ciałka nasiennego stanowiła idjoplazmę. Przeciwnie, Naegeli twierdzi, że wcale tak nie jest i rozumuje w sposób następujący: Zapłodnionemu i zdolnemu do rozwoju jaju, matka dostarcza zwykle sto lub tysiąc razy więcej substancyj protoplazmatycznych, aniżeli ojciec. Gdyby zatem cała

ilość zarodzi jaja i ciałka nasiennego zdolna była do przenoszenia cech dziedzicznych, elementu macierzystego byłoby bez porównania więcej, aniżeli ojcowskiego i dziecko odziedziczałoby znacznie więcej cech po matce, niż po ojcu. Tymczasem przewagi takiej wcale nie widzimy, a stąd prosty wniosek, że tylko pewne mniej więcej równe co do mas swoich części każdego z elementów rozrodczych są przenosicielkami cech dziedzicznych.

Ten a priori wysnuty wniosek Naegelego został rzeczywiście stwierdzony przez badania nad zapłodnieniem u zwierząt i roślin. Przekonano się (Herman Fol, v. Beneden, O. Hertwig, Strassburger), że zapłodnienie polega na łączeniu się tylko części istoty komórki żeńskiej z częścią męskiej, mianowicie na zlewaniu się jąder obu komórek płciowych, a dalej wykazano nawet, że t. zw. chromatynowa istota jądra, mająca zapewne najważniejsze znaczenie fizjologiczne, wstępuje do komórki zapłodnionej w równych ilościach ze strony ojcowskiej i macierzystej (v. Beneden, Boveri). Późniejsi badacze (n. p. Hertwig), uważali tę istotę chromatynową za materjalne podścielisko cech dziedzicznych, za „idjoplazmę“ w znaczeniu użytem przez Naegelego.

Gdy jajko zapłodnione ulega podziałowi na coraz większą ilość komórek, z których budują się tkanki zwierzęce, komórki te otrzymują też wszystkie pewną ilość idjoplazmy. Idjoplazma stanowi w taki sposób jakby sieć rozgałęzioną wewnątrz organizmu i rozpostartą w każdej jego części. Skoro każda komórka zawiera pewną ilość idjoplazmy, mogłaby więc pełnić rolę elementu rozrodczego i przekazywać potomstwu cechy dziedziczne organizmu, jednakże zdolność tę zachowują zwykle wyłącznie, lub przeważnie komórki płciowe, a to uwarunkowane już jest, według Naegelego, właściwościami odżywiania się ich stereoplazmy (taką nazwą oznacza Naegeli część nieidjoplazmową zarodzi). W miarę wzrostu i rozwoju organizmu, ilość idjoplazmy powiększa się odpowiednio.

Zobaczmy teraz, jak wyobraża sobie prof. Naegeli owo rozrastanie się idjoplazmy. Podobnie jak w ziarnkach krochmalu, pod wpływem istniejących już micellów i sił międzymicellarnych pojawiają się nowe, które wstępują pomiędzy dawniejsze, tak też i pod wpływem micellów idjoplazmy wytwarzają się nowe jej micelle.

Rozmaite fakta skłaniają Naegelego do przypuszczenia, że micelle idjoplazmy układają się w szeregi, sznurki, równolegle do siebie biegnące. Gdy przybywają nowe micelle, wstępują one pomiędzy istniejące już ogniwa szeregów, które w taki sposób podczas rozwoju osobnikowego bezustannie się powiększają. Różne szeregi micellów przedstawiają zaczątki rozmaitych cech organizmu, warunkując te ostatnie. Pomiędzy oddzielnemi szeregami występują liczne siły, wzajemny wpływ na siebie wywierające, a od różnego skojarzenia sił tych zależą najróżnorodniejsze objawy życiowe ustroju.

Wszelkiemu rozwojowi osobnikowemu towarzyszy w ten sposób bezustannie rozmnażanie się idjoplazmy, która rozpada się przy dzieleniu komórek na tyle części, ile powstaje tych ostatnich. To osobnikowe rozmnażanie się, ten rozrost idjoplazmy następuje wskutek wydłużania się szeregów, które uwarunkowane jest wstawianiem się nowych micellów pomiędzy istniejące już w każdem szeregu. Dlatego też przy osobnikowym rozwoju szeregi micellów, czyli włókna idjoplazmy wydłużają się, nie zmieniając przytem stosunków wzajemnych, czyli innemi słowy, konfiguracja ich przecięć poprzecznych, jak powiada Naegeli, pozostaje niezmienioną. Każdy micellarny szereg idjoplazmy zawiera zaczątki, jakie dany osobnik odziedziczył z jaja. W idjoplaźmie każdej komórki organizmu istnieją więc takież same szeregi micellarne jak w jaju, zdolne do wywołania różnorodnych objawów fizjologicznych przez kombinację swych sił. Możemy sobie wyobrazić, że idjoplazma rozwija i ucieleśnia zaczątki różnych organów i ich czynności w podobny sposób, jak grający na fortepianie wyraża za pośrednictwem instrumentu tego wszelkie następujące po sobie harmonje i dysharmonje sztuki muzycznej. Uderza on dla każdego danego tonu zawsze w te same struny. Tak samo też leżące obok siebie szeregi micellów idjoplazmy wyobrazić sobie możemy jako struny, z których każda spowodować może inne, elementarne zjawisko biologiczne. Jeśli n. p. podczas rozwoju osobnikowego w jakiejś komórce wytwarza się chlorofil, możemy powiedzieć, że w idjoplaźmie pobudzoną wtedy zostaje działalność struny chlorofilowej, czyli szeregu micellarnego, zawierającego zaczątki tego zjawiska fizjologicznego.

Powiedzieliśmy, że konfiguracja przecięcia poprzecznego szeregów micellarnych idjoplazmy pozostaje niezmienioną w ciągu rozwoju i życia osobnikowego ustrojów. Przy rozwoju natomiast rodowym (filogenetycznym), konfiguracja owych przecięć poprzecznych ulega przemianie. Przemiany i przeobrażenia, odbywające się w ciągu długiego życia filogenetycznego jestestw żyjących, polega na różnicowaniu się lub uproszczaniu organizacji. Ponieważ zaś każda strona organizacji jest tylko rozwinięciem i skojarzeniem odpowiednich zaczątków, właściwych pewnym szeregom micellarnym, wynika z tego, iż wszelkie zróżnicowanie lub też uproszczenie budowy winno stanowić skutek powstania nowych szeregów micellarnych idjoplazmy, lub też zaniku istniejących już, przez co na przecięciu poprzecznem szeregów nastąpić musi zmiana ich układu.

Ponieważ szeregi micellarne są ściśle ułożone obok siebie, nie łatwo więc i nie często mogą być wstawione pomiędzy nie nowe szeregi; skoro zaś wstępują, to tylko w miejscach określonych, gdzie spójność szeregów jest najmniejszą i może być pokonaną. Idjoplazma zmienia tedy w ciągu okresu rodowego poprzeczną kon-

figurację swych szeregów micellarnych wprawdzie bezustannie, lecz stosunkowo niezmiernie powoli, tak, że od jednego pokolenia do drugiego, postęp jest bardzo nieznaczny. Suma tych różniczek postępowych przedstawia nam obraz dziejów rodowego rozwoju organizmu, rozwoju, który pozostaje w nieprzerwanym związku z zaczątkiem jednokomórkowym rodu swego za pośrednictwem idjoplazmy.

Teraz zachodzi pytanie, co powoduje rozrastanie się szeregów micellarnych idjoplazmy, lub też tworzenie się nowych zupełnie szeregów. Tu możliwe są dwa wypadki. Albo zjawiska te wywołane są przez przyczyny zwenętrzne po za obrębem idjoplazmy wywierające na nią wpływ, albo też przez przyczyny wewnętrzne, które spoczywają w samej naturze idjoplazmy. Otóż według Naegelego, główne, decydujące znaczenie mają tu przyczyny wewnętrzne. Pod tym względem ciała organizowane zachowują się zupełnie tak samo, jak mineralne. Wiadomo, iż różne minerały mają zdolność krystalizowania według pewnych praw określonych. Z roztworu kilku soli mineralnych, przy wszelkich zewnętrznych warunkach jednakowych, cząsteczki jednej soli będą się osadzały w takim, inne w innym kierunku i stosunku wzajemnym, jedna sól wytworzy zawsze sześciany, druga pryzmaty lub piramidy, w jednej płaszczyzny będą nachylone, pod jednym kątem, w drugiej pod innym i t. p. Podobnie więc jak w naturze atomów n. p. chloru spoczywa ich jednowartościowość, czyli zdolność łączenia się ich zawsze z jednym atomem wodoru, podobnie, jak w cząsteczkach soli kuchennej spoczywa własność takiego układania, grupowania się ich, że wytwarzają krzyształy o postaci sześcianu, tak też i micelle wszelkich gatunków idjoplazmy mają określoną zdolność do grupowania się, według pewnych stałych, własną ich naturą uwarunkowanych praw.

Układ micellów w pierwotnej idjoplaźmie, powstającej drogą samorództwa jest zupełnie nieprawidłowy i zależy z początku od okoliczności zewnętrznych. Skoro zaś tylko idjoplazma zaczyna rosnąć i przybywa w niej coraz więcej nowych micellów, przyciągające i odpychające siły, działając między niemi, zaczynają porządkować micelle w pewne grupy, których konfiguracja zależną jest od natury wewnętrznej samych micellów. W miarę coraz większej komplikacji w budowie idjoplazmy, powstają w niej coraz to nowsze i coraz to bardziej złożone skojarzenia sił.

Pod pewnemi względami zmiany w budowie micellarnej zależą jednak także od przyczyn leżących poza obrębem idjoplazmy, od czynników zewnętrznych jednem słowem.

Te ostatnie grają wszakże rolę drugorzędną, a fakt rozwoju i ciągłego doskonalenia się organizacji zależy głównie od zjawiania się coraz to nowych wewnętrznych kombinacyj sił w idjoplaźmie. To dążenie do pewnych określonych skojarzeń jest

tylko szczególnym wypadkiem ogólnego prawa działającego we wszechświecie całym, prawa entropji, według którego przy stałej ilości energii zmienia się wciąż w pewnym określonym kierunku układ cząsteczek materjalnych, oraz forma ich ruchu. Podobnie jak cały wszechświat dąży od form prostszych do coraz bardziej złożonych, jak z jednorodnej materji kosmicznej, wskutek sił jej międzyatomowych wytworzyły się mgławice, słońca i układy planetarne przy ciągłej przemianie formy ruchu, tak samo i materja żyjąca, jako cząstka materji wszechświata, wskutek sił w niej spoczywających, przekształca się bezustannie w określonym kierunku z prostszej w złożoną, powodując coraz większą komplikację objawów życiowych.

Ta przemiana idjoplazmy, a tem samem jestestw organicznych, odbywa się, jak powiedzieliśmy, bezustannie, ale podobnie jak w materji nieorganizowanej nagromadza się to większa to mniejsza ilość siły napiętej, zanim uwalnia się jako ruch, tak też w idjoplaźmie zaczątki pojedyncze, gdy tylko powstają, mogą natychmiast wywołać odpowiednie, widoczne przemiany, albo też gromadzić się w ciągu długiego okresu, by następnie uzewnętrznić się w szybko idących po sobie cechach morfologicznych i fizjologicznych. Zwykły sposób zapatrywania, według którego sądzimy o przemianach na zasadzie zmienności cech jawnych, widocznych, przypomina opis dziejowy, który dotyczy wojen, zwycięstw, rewolucji i walk partyj pojedynczych, panujących, i wodzów, lecz który nie uwzględnia cichej i spokojnej pracy milionów jednostek, torujących w ciągu wielu lat drogę wszelkim, nagle jakby występującym przewrotom.

Co do znaczenia przyczyn zewnętrznych, Naegeli widzi trzy możliwości, a mianowicie: albo nie wywierają one żadnego wpływu na ogólny kierunek rozwoju, albo wpływ ten jest bardzo nieznaczny i niewidoczny, albo wreszcie może się on przejawiać w widocznych cechach zewnętrznych.

Otóż Naegeli twierdzi, że przyczyny z zewnątrz działające, mogą sprowadzić w ciągu dłuższego czasu przemiany molekuralno-fizjologiczne, które udzielając się idjoplaźmie, stają się dziedzicznemi.

Przyczyny zewnętrzne polegają, według Naegelego na bezpośrednim, lub pośrednim wpływie na organizm. Przy bezpośrednim proces jest analogiczny do zjawisk, zachodzących w świecie nieorganicznym, t. j. określona przyczyna wywołuje wtedy widoczne skutki. Silniejsze światło zwiększa w zielonych tkankach roślin proces redukcji oraz ilość wydzielonego tlenu, zimno zwalnia chemizm roślin, brak wody sprowadza więdnienie, obfity pokarm — bujny wzrost. Te bezpośrednie wpływy nie wywołują atoli trwałych przemian w idjoplaźmie.

Przy wpływach oznaczonych mianem podniety, przyczyna działająca powoduje cały szereg następujących po sobie ruchów molekularnych, które przejawiają się w cechach widocznych, nieraz zu-

pełnie odmiennych (co do natury swojej) od przyczyn, które je wywołały. Jeśli podnieta działa tylko kilka razy lub też przez krótki bardzo czas nie wywiera ona na idjoplazmę żadnego widocznego i trwałego wpływu. Jeśli zaś działa w ciągu bardzo długiego okresu czasu i na bardzo wielką ilość pokoleń, może tak dalece zmienić idjoplazmę, że powoduje w niej dziedziczne dyspozycje, przejawiające się w cechach widocznych.

Wszelkie przystosowania zwierząt i roślin do warunków życia, uważa Naegeli nie za skutek doboru naturalnego, lecz wprost za wynik owych podniet zewnętrznych, które tak zasadnicze mogą wywołać zmiany. Tak n. p. ochrona, jaką posiadają zwierzęta chłodnych klimatów w grubych futrach, a zwierzęta mniej chłodnych okolic w futrach zimowych, zawdzięcza istnienie swoje wpływowi niskiej temperatury na skórę zwierząt. Różne środki, służące zwierzętom do napaści lub obrony, jak n. p. rogi, pazury, kły i t. p. powstały przez bodźce, które wywierały wpływ na różne określone części powierzchni ciała. Dalej powiada Naegeli, rośliny lądowe, n. p. osiągnęły zdolność dziedziczną przekształcania w korek zewnętrznej warstwy naskórka swego — jako rezultat oddziaływania powietrza na ich powierzchnię. Liczne złożone przystosowania pomiędzy kwiatami i owadami, uważane przez Darwina i jego zwolenników za znakomite dowody działania doboru naturalnego, Naegeli także poczytuje za wynik działania warunków zewnętrznych. Tak n. p. wiadomo, że jedno z ciekawszych przystosowań pomiędzy kwiatami i owadami polega na tem, iż korony kwiatów wydłużają się w postaci długich rurek, a w związku z tem wydłużają się też trąbki owadów, które z głębi koron rurkowatych wysysają nektar, przenosząc tym sposobem pyłek z jednych kwiatów na drugie i przeszkadzając samozapłodnieniu. Oba urządzenia, roślinne i zwierzęce są jakby jedno dla drugiego stworzone. Oba rozwinęły się do tego stopnia, na jakim obecnie się znajdują, powoli, stopniowo: długie rurki koron — z bezrurkowych lub też krótkorurkowych, długie zaś trąbki owadów — z krótkich. Otóż, według Naegelego, korony kwiatów tych wydłużyły się wskutek bezustannych, w ciągu olbrzymich okresów czasu trwających podniet, t. j. dotykania się do nich owadów. Trąbki zaś owadów ze swej strony wydłużyły się i powiększyły wskutek ciągłego drażnienia części ustnych przy pracy około wysysania nektaru. Darwin, jak wiadomo objaśnia podobne zjawiska, przez dobór naturalny, dla roślin odwiedziny owadów i zapładnianie przez obcy pyłek za pośrednictwem tych ostatnich stanowiły objaw bardzo korzystny, a ponieważ wydłużanie się koron i przystosowanie do organów ustnych owadów pomagało procesowi temu, dobór naturalny utrwalał stopniowo i potęgował tę cechę koron kwiatowych. Z drugiej zaś strony dla owadów bardzo było pożyteczne karmienie się pożywnym nektarem roślinnym i dla-

tego też dobór utrwalił i zachował w owadach cechę wydłużonej trąbki, umożliwiającą wysysanie nektaru z głębi koron kwiatów. W taki sposób dobór naturalny wywołał, według Darwina, zobopólne przystosowanie się kwiatów i owadów. Ale oto Naegeli zbija pogląd taki następującem rozumowaniem.

Wystawmy sobie, powiada Naegeli, że kiedyś korony kwiatowe, oraz trąbki owadów miały n. p. po 5 mm. długości. Jeśli przez zboczenie powstała korona kwiatowa nieco dłuższa, to zboczenie to musiało być bardzo niekorzystnem dla rośliny, albowiem owady nie mogły dosięgnąć miodowników, ukrytych w głębi korony i dlatego nie odwiedzały kwiatu tego, nie mogły też spowodować krzyżowanego zapłodnienia. Kwiat więc taki, jako mający gorsze warunki bytu (albowiem krzyżowane zapłodnienie wzmacnia potomstwo) musiałby ustąpić innym, a w taki sposób dobór naturalny nie mógłby nagromadzić i utrwalić cechy wydłużonej korony, jak tego wymaga pogląd Darwina. Zarówno też zboczenie, polegające na większej długości trąbki, nie przyniosłoby korzyści owadowi, albowiem dłuższa trąbka gorzej byłaby przystosowana do danej długości koron kwiatowych (mających jak powiedzieliśmy 5 mm), aniżeli trąbka tej samej co one długości.

Zarzut Naegelego wydaje się na pozór bardzo trafnym, ale upada zupełnie, jeśli tylko zważymy, że teorja doboru naturalnego nie wymaga wcale, ażeby wydłużanie się koron kwiatowych, oraz trąbek owadów odbywało się na przemian to z jednej to z drugiej strony. Przeciwnie, przyjąć musimy, że u roślin zjawiły się jako zboczenia, dłuższe korony kwiatów i jednocześnie u owadów — dłuższe trąbki, że zaś głębsze korony mogły być odwiedzane przez owady z dłuższemi trąbkami i dla obu stron wypływała stąd korzyść zobopólna, dobór naturalny utrwalił i spotęgował te stany. Przyjmując takie jednoczesne, wzajemne przystosowanie się kwiatów do owadów, obalamy przeto zarzut uczyniony w tym wypadku przez Naegelego.

Wpływy tak zw. podniet, zaliczone przez Naegelego do zewnętrznych przyczyn kształtujących, działać mogą w świecie zwierzęcym, między innemi, drogą różną od dróg, właściwych roślinom a mianowicie: za pośrednictwem zmysłów. Nie podobna wątpić, że wrażenia zmysłowe wraz z uwarunkowanemi przez nie wyobrażeniami i objawami woli, powtarzając się w ciągu długich okresów czasu w jeden i ten sam sposób, spowodować mogą podobnie jak liczne inne podniety, trwałą przemianę idjoplazmy, a tem samem widoczne przemiany w budowie i czynnościach organizmów. „Pozostawiając — powiada Naegeli — tę dziedzinę znawcom fizjologji zwierząt, chcę na jedną tylko okoliczność zwrócić ich uwagę. Jak wiadomo, istnieją niektóre zwierzęta, ubarwieniem naśladujące koloryt otoczenia swego i dlatego nie zwracają uwagi wrogów lub też

zdobyczy. Otóż czy nie jest możliwem, by zmysł wzroku odgrywał tu pewną rolę — i wywierał określony wpływ na powstawanie danej barwy, a to tem snadniej, iż zwierzęta prześladowane i prześladujące najsilniejsze otrzymują wrażenia". Przytoczony tu domysł Naegelego zasługuje z tego względu na uwagę, iż rzeczywiście w ostatnich czasach przekonano się doświadczalnie, że wrażenia barw, otrzymane za pośrednictwem zmysłu wzroku, wpływać mogą na wytworzenie się pewnego określonego barwika w skórze zwierząt, czyli na zmianę ich ubarwienia. Robiono n. p. doświadczenia z pewnemi skorupiakami morskiemi, które umieszczono w przezroczystych miskach różnobarwnych, a oczy niektórych pokrywano woskiem czarnym. Otóż okazało się, że barwa otoczenia (szkła naczynia) wpływa na przemianę barwy skóry skorupiaka, ale wpływ ten odbywał się tylko za pośrednictwem wzroku, albowiem zmieniały barwę tylko te osobniki, których oczy były wolne, te zaś których pokryte były czarną zasłoną, nie zmieniały zupełnie barwy i pozostały nieczułemi na zmianę otaczającego kolorytu.

Przyjmując taką przyczynę jako wyłącznie, lub prawie wyłącznie działającą wszędzie, gdzie zwierzę otrzymuje barwę otoczenia odrzucić należy teorję powstawania barw według Darwina, który przypisuje je doborowi naturalnemu lub płciowemu. Jako dowód, że nie mógł tu działać wprost tylko dobór naturalny, Naegeli zwraca uwagę na to, że u roślin niema nigdy przystosowania barwy do otoczenia, co stanowiłoby przecie dla roślin ważny środek obrony przed wzrokiem nieprzyjaciela. Naegeli nie waha się przypisać tej różnicy pomiędzy roślinami a zwierzętami brakowi zmysłów u pierwszych, a specjalnie zmysłu wzroku. Co do tego punktu Naegeli jest zbyt jednostronny.

Czy rośliny nie przyjmują często, lub przynajmniej niekiedy barw otoczenia swojego, to jeszcze bardzo wielka kwestja. Szary kolor grzybów, rosnących w cienistych miejscach, porosty przyjmujące tak często barwę kory drzew, na której rosną lub skały, na której się ścielą i t. p. przykłady których, znalazłoby się bezwątpienia bardzo wiele, czyż nie przemawiają na niekorzyść poglądu Naegelego? Nie ulega zresztą kwestji, że w bardzo wielu wypadkach wpływ przyczyn zewnętrznych czy przez pośrednictwo zmysłów, czy też inną drogą mógł wywołać liczne przemiany w ubarwieniu, niepodobna atoli odrzucić potężnego wpływu doboru naturalnego i płciowego na powstawanie barw zwierzęcych.

Wiemy, że bardzo liczne zwierzęta naśladują nietylko kolorytem, ale i kształtem ciała i rysunkiem otaczające przedmioty (t. z. mimicry) lub nawet pewne inne ustroje: owad liściec (Phyllium siccipholium) lub Kallima paralekta naśladują pewne liście kolorytem i kształtami; niektóre owady muchowate naśladują do złudzenia owady pszczołowate, opatrzone żądłami, lub wreszcie n. p. pewne

węże niejadowite do złudzenia naśladują gatunki jadowite, zamieszkujące te same okolice. Wszystkie te postaci naśladownictwa przynoszą ogromną korzyść zwierzętom w walce o byt i rzecz przeto naturalna, że przystosowania tego rodzaju mogły być osiągnięte przez działanie doboru naturalnego. Ale jakże to byłoby naciąganem, gdybyśmy zechcieli objaśnić genezę tych zjawisk jedynie ze stanowiska Naegelego t. j. twierdzić, że n. p. owad Kallima, dla tego otrzymał postać i rysunek liścia, że spoglądał na liście i że pod wpływem „podrażnienia“ wzrokowego ukształtowała się jego postać ciała. Byłoby to ze stanowiska fizjologicznego tembardziej naciąganem, iż wiemy obecnie, że owady widzą wogóle bardzo słabo, i że nie są w stanie odróżniać dobrze kształtów i rysunków, a to wskutek t. zw. mozaikowej czynności ich wzroku.

3.

Zatrzymaliśmy się nieco szczegółowiej nad teorją Naegelego, gdyż stanowi ona niejako zwrotny punkt w dziejach Darwinizmu po Darwinie. Na gruncie jej wyrósł z koleji Weismanizm i Neolamarkizm. Ale spytajmy przedewszystkiem, czy Naegelizm posunął naprzód kwestje przyczyn przemiany gatunków oraz czy wytłumaczył czynniki przystosowania? Zanim odpowiemy no to pytanie — wyjaśnimy naprzód nieco bliżej pojęcie „przystosowania“. Ten ostatni wyraz bywa bardzo często zupełnie błędnie pojmowany. Przystosowanie nie jest czynnością, lecz stanem — stanem, w jakim znajduje się każdy ustrój względem swego otoczenia. A stan ten pokazuje, że wszystkie strony organizacji są ściśle dostrojone do warunków otaczających, wskutek czego ustroje mają wszelkie pozory istot celowo stworzonych. Stan budowy ptaka jaknajściślej przystosowany jest do warunków jego życia w środowisku lotnem: kości są pneumatyczne, wypełnione powietrzem, lekkie, kończyny przednie przekształcone w skrzydła, a odpowiednio do tego kości ich w pewien szczególny sposób są zmienione, na skórze upierzenie, a lotki i sterówki zastosowane doskonale do potrzeb podczas lotu. Albo weźmy pod uwagę wieloryba, zwierzę ssące, żyjące w wodzie, jak tutaj każdy szczegół organizacji przystosowany jest do warunków otoczenia: kończyny przednie przekształcone w pletwy, ogon zmieniony w rodzaj steru, kończyny tylne zanikłe, uwłosienia prawie niema, a zato pod skórą olbrzymi podkład tłuszczu, służący jako ochrona przed zbytnią utratą ciepła oraz zmniejszający ciężar gatunkowy zwierzęcia, otwory nozdrzy przesunięte wysoko nad czoło, co umożliwia swobodne oddychanie, gdyż zwierzę prawie całem ciałem pogrążone jest w wodzie, a moglibyśmy przytoczyć jeszcze bardzo długi szereg innych, podobnych urządzeń. Otóż po-

wiadamy, że wieloryb jest doskonale przystosowany do warunków, czyli do otoczenia. Podobnych przykładów możnaby zacytować miljony, a wiadomo jak wielce różnorodnemi są te stany przystosowania w przyrodzie. Ponieważ tedy przystosowanie jest stanem, jest czemś konkretnem i najmniejszej nie ulegającem wątpliwości, nie może być zatem mowy o krytyce „teorji przystosowania". Przeciwko temu, że istnieje przystosowanie, mogą mówić tylko ci, co nie rozumieją znaczenia tego wyrazu i sądzą, że nie jest to ten stan, lecz jakaś czynność, jakaś zdolność organizmów czynnego lub biernego dostrajania się do warunków [1]). Rzecz inna, jaką drogą powstało przystosowanie w świecie organicznym? Otóż Darwin przyjmował, że ów stan, który nazywamy przystosowaniem, rozwinął się głównie drogą walki o byt i doboru naturalnego (w części także doboru płciowego), zachowującego osobniki ze zboczeniami, dla nich najkorzystniejszemi, a usuwającego te, które obdarzone są zboczeniami niesprzyjającemi. Darwin wyszedł zatem z założenia, że w przyrodzie istnieją zboczenia, czyli wahania w organizacji, a raz je przyjąwszy, zbudował na tem z wielką konsekwencją gmach swojej teorji. Ale myśliciel angielski nie poszedł dalej i nie zadał sobie z kolei pytania, skąd się owe zboczenia biorą, dlaczego organizmy nie odziedziczają po swoich rodzicach ściśle tych samych znamion, lecz różnią się od nich zawsze w mniejszym lub większym stopniu, słowem, dlaczego istnieją zboczenia od pierwotnego typu, dostarczające, że tak powiem, pola działania doborowi naturalnemu. Darwin zadowolnił się twierdzeniem, iż zboczenia zależą od pewnych, nieznanych nam bliżej przyczyn i dlatego to używał często wyrażenia „zboczenia przypadkowe". Naegeli postąpił pod tym względem dalej w dociekaniach, aniżeli wielki jego poprzednik. Spytał on, dlaczego zmienność istnieje? Jaka konieczność fizjologiczna wywołuje ją, a odpowiedzią miała być teorja wewnętrznych sił, działających w idjoplaźmie, czyli „teorja określonych i bezpośrednich działań" („Theorie der bestimmten und direkten Wirkungen"), jak ją sam inaczej nazywał. Z powyżej rozpatrzonej teorji znakomitego botanika, czytelnik wyniósł, sądzę, wrażenie, iż jest ona dosyć mglistą. Bo czy jest to naukowe objaśnienie pewnego szeregu zjawisk, gdy powiemy, tak być musi, bo tak działają przyczyny wewnętrzne, kierujące temi zjawiskami, świat organiczny musiał się modyfikować i rozwijać ustawicznie w pewnym kierunku, bo w samych ustrojach, (w ich idjoplaźmie) zawarte są sprężyny tego rozwoju? Nie jest to bynajmniej ściśle naukowe wyjaśnienie, lecz tylko zastąpienie jednego niewiadomego przez drugie niewiadome. Przypuszczenie zaś co do owych szeregów micellar-

---

[1]) Porównaj doskonały szkic prof. Spengela p. t.: „Zweckmässigkeit und Anpassung" Jen. 1898, w którym przedmiot ten jest doskonale rozebrany.

nych idjoplazmy, które rozrastają się i pomiędzy które mogą wstępować nowe szeregi, wywołujące inne ich skojarzenia, jest tylko hipotezą, objaśniające bardzo mglisto i nieuchwytnie raczej sposób działania, a nie przyczyny działania.

Pomimo to, teorja Naegelego miała jednak, naszem zdaniem, ogromną doniosłość w dziejach nauki z powodu nowej metody, jaką wprowadziła w dociekaniach nad ewolucją ustrojów.

Ponieważ przemiana gatunków zależy w pierwszej linji od praw dziedziczności i zmienności, to rozwiązania najważniejszych zagadnień w dziedzinie ewolucji ustrojów należy przedewszystkiem oczekiwać od ścisłego zbadania praw tych. Ponieważ dalej bodźce zewnętrzne mogą też, jak przyjmował Naegeli, bezpośrednio działać na zmianę organizacji, przeto dla zbadania, o ile i w jaki sposób odbywa się to działanie należy użyć metody eksperymentalnej. Tym sposobem dociekania Naegelego i innych przyrodników [1]) w tym samym duchu zapatrujących się na teorję ewolucji, stworzyły niejako pewien nowy program działania na przyszłość, wykazały metodę postępowania. To też w ostatnich kilkunastu latach dociekania darwinistyczne zeszły w znacznej mierze na inny, niż dotąd grunt: badanie praw dziedziczności i zmienności, dociekania wpływu zewnętrznych warunków na zmianę organizacji — oto w przeważnej mierze podstawy dzisiejszego darwinizmu. Na tym to gruncie wyrósł Weismanizm i Neolamarkizm.

4.

Prof. August Weismann jest tak gorącym obrońcą darwinowskie idei o działaniu doboru naturalnego, tak bezwzględnym jej wyznawcą, że teorja jego została przez niektórych badaczy (O. Hertwig) ochrzczona mianem „Neodarwinizmu". W szeregu rozpraw wykazuje on, że tysiączne przystosowania organizmów powstać mogły jedynie prawie przez działanie doboru naturalnego. Zwłaszcza w dziełku pod tytułem: „Allmacht der Naturzüchtung" 1893 broni on dzielnie tej idei.

Wychodząc z tego założenia, Weismann zapytuje w jaki sposób działa dobór naturalny i skąd się biorą zboczenia, wahania w organizacji ustrojów, dostarczające, że tak powiemy, materjału doborowi, który zachowuje i utrwala zmiany dla ustrojów korzystne, a usuwa obojętne lub szkodliwe, w myśl teorji Darwina?

Lamarck, Darwin, Naegeli i wszyscy wogóle przyrodnicy do

---

[1]) Zwolennikiem teorji bezpośrednich działań oraz wewnętrznych czynników rozwoju był prócz Naegelego, także Teodor Eimer, autor dzieła p. t.: „Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererbung erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen des organischen Wachsens". Jena 1888.

czasów Weismanna przyjmowali jako fakt, nie ulegający niemal wątpliwości, że cechy nabywane w ciągu życia osobnika, przenoszą się w mniejszym lub większym stopniu na potomstwo. Lamarck, który przypisywał wielkie znaczenie zasadzie używania lub nieużywania organów, musiał oczywiście przyjąć, że odziedziczanie znamion nabywanych istnieje w całej pełni: zwierzę, używając silniej danego organu wskutek pewnych warunków zewnętrznych (n. p. żyrafa swej szyi, w celu dostania liści z wysokich drzew), ćwiczy ten organ, potęguje jego rozwój, a ta cecha nabyta przechodzi na potomstwo. Darwin nie wyraża również nigdzie wątpliwości co do dziedziczenia cech nabywanych, przyjmuje on, że każdy indywidualny dorobek osobnika, n. p. rozrost jakiegoś narządu, spotęgowany rozwój mięśni wskutek zwiększonej pracy lub silniejsze wykształcenie jakiegoś narządu zmysłowego, o ile są korzystne dla ustroju, bywają zachowywane przez dobór naturalny, a przenosząc się drogą dziedziczności na następne pokolenia, są w szeregu generacji utrwalane i potęgowane. Nawet co do skaleczeń i obrażeń ciała, Darwin sądzi, że jeżeli wywołują one głębokie zmiany patologiczne, mogą być wówczas odziedziczone przez potomstwo. Wreszcie i Naegeli przyjmuje, że cechy nabywane dziedziczą się; wpływy zewnętrzne działając na ustrój, modyfikują jego idjoplazmę, a zmiana ta odziedzicza się i wywołuje też pewne odpowiedne zboczenia w organizacji ciała potomka. Niektórzy, jak Eimer, przypisują jaknajwiększe znaczenie zasadzie przenoszenia się znamion nabytych z rodziców na dzieci.

Weismann natomiast kwestjonuje bardzo silnie tę zasadę. Twierdzi on, że nie znamy dotąd ani jednego, ściśle naukowo stwierdzonego faktu, aby pewna cecha, która nie jest wrodzoną danemu organizmowi, lecz nabytą przezeń w ciągu życia indywidualnego, aby cecha taka, powtarzamy, przeniosła się na potomstwo.

Przytaczano wprawdzie liczne jakoby fakta, tyczące się zwierząt domowych, które utraciwszy przypadkowo ogon, róg, lub inną część ciała, rodziły potomstwo z odpowiedniem kalectwem, lub też przykłady ludzi, którzy postradawszy przypadkowo palec, płodzili potomków ze skarłowaciałym palcem w odpowiednim miejscu, ale dotychczas żaden z tych rzekomych faktów nie został podany przez wiarogodnego badacza, ani też ściśle naukowo stwierdzony. A zjawiska takie, gdyby faktycznie istniały, dowodziłyby dziedziczności cech nabytych. Z drugiej strony wiadomo, że u wielu dzikich ludów panuje zwyczaj wybijania pewnych zębów, kaleczenia pewnych części ciała i t. p., a jednak w ciągu tysięcy pokoleń te nabywane kalectwa nie przechodzą wcale na potomstwo. Wprawdzie niektórzy badacze n. p. Virchow, przyjmują, że, jeśli jakie nabyte cierpienie wywołuje głęboko sięgające zmiany organiczne w ustroju, wówczas może stać się dziedzicznem, ale ścisłych na to dowodów nauka nie posiada. Teoretycznie trudno w zupełności pogodzić się z temi po-

glądami Weismanna, ale bądź co bądź pewnem jest, że cechy nabywane muszą się odziedziczać osobiście z nadzwyczajną trudnością i chyba tylko wyjątkowo, skoro tak bardzo rzadko znajdujemy dowodne przykłady takiego dziedziczenia. W dziele p. t. „Das Keimplasma, eine Theorie der Vererbung“ Weismann okazuje pewne ustępstwo w zapatrywaniach dotychczasowych i twierdzi, że w wyjątkowych wypadkach, gdy pewne wpływy zewnętrzne działają przez bardzo długi okres czasu w jednym kierunku na cały szereg pokoleń i gdy działają tak głęboko na organizmy, iż wywołują nawet modyfikacje w plaźmie ich komórek rozrodczych, wówczas zmiany przez taki wpływ wywołane mogą się stać dziedzicznemi. W ogólności jednak znamiona nabywane są niedziedziczne, wpływ ich na potomstwo nie jest trwały, a stąd zasada o dziedzicznem przenoszeniu się tych znamion nie może nam tłumaczyć zjawisk zmienności w świecie organicznym i rozbieżności cech ustrojów.

Dlaczego wogóle cechy nabywane nie odziedziczają się, Weismann tłumaczy to za pomocą „teorji plazmy zarodkowej“. Przyjmuje on, podobnie jak Naegeli, że część tylko istoty komórek płciowych (jaja i ciałka nasiennego) stanowi materjalne podścielisko znamion dziedzicznych; jest to „plazma zarodkowa“ mająca siedlisko w jądrach komórek rozrodczych. Najdrobniejsze jej części organizowane, odpowiadające micellom Naegelego, nazywa on bioforami, a pewne skupienia bioforów tworzą jednostki, które Weismann nazywa „determinantami“[1]).

Ile organizm dorosły ma zawierać różnorodnych grup komórek, zdolnych do samodzielnej zmienności, tyleż determinantów mieścić się musi w plazmie zarodkowej, a determinanty te mają ściśle określone położenie wzajemne, warunkujące pewien stale oznaczony stosunek komórek w przyszłym ustroju, a tem samem wszystkie dziedziczne cechy tego ostatniego, t. j. znamiona, z któremi on przychodzi na świat.

Gdy jaje pokolenia, dajmy nato, *A* zaczyna się rozwijać, wówczas z jego plazmy zarodkowej oddziela się część, która bez zmiany, w sposób ciągły i nieprzerwany przechodzi do komórek płciowych następnego z kolei pokolenia *B*; ta część plazmy zarodkowej zawiera, podobnie jak jajo pokolenia *A*, wszystkie rodzaje determinantów i dlatego właśnie jest zdolną do wytworzenia nowego osobnika (pokolenia *B*). Pozostała zaś część plazmy zarodkowej *A*, w miarę jak jajo dzieli się na coraz dalsze generacje potomnych komórek, rozpada się na różnorodne grupy determinantów. Z biegiem rozwoju zarodka w każdej takiej grupie znajdujemy coraz mniej

[1]) Nadto odróżnia Weismann skupienia tych determinantów w jeszcze wyższe jednostki morfologiczne, t. zw. idy, a tych ostatnie w jeszcze wyższe idanty. Jest to fantazja naukowa, którą dla naszego obecnego celu możemy jednak zupełnie pominąć.

rodzajów różnorodnych determinantów, aż wreszcie wskutek ciągłego różnicowania się, pozostaje już tylko jeden rodzaj tychże, wyciskający pewne swoiste piętno histologiczne na komórkach, w których się znajduje. To zaś jest powodem, że w miarę jak z komórki jajowej powstają liczne potomne pokolenia komórek zarodka, różnicują się one coraz bardziej na odmienne grupy; tak tedy jednorodne dotąd komórki zarodka różnicują się na komórki listka zewnętrznego, komórki n. p. pierwszego z nich różnicują się znów na komórki naskórkowe, nerwowe, zmysłowe, każde z tych znów się dalej różnicują i t. d., i t. d. Tylko w plaźmie komórek płciowych pozostaje plazma zarodkowa w stanie niezmiennym, niezróżnicowanym, zawierającym tedy wszystkie rodzaje determinantów, w określony sposób z sobą połączone. Teorję ciągłości plazmy zarodkowej stwierdzają pewne fakta embrjologiczne, a mianowicie: u dosyć wielu form zwierzęcych zauważono, że rzeczywiście, niemal z chwilą rozpoczęcia się rozwoju jaja, występują t. zw. prakomórki płciowe, które się więcej nie zmieniają, tworząc z biegiem czasu komórki płciowe dorosłego ustroju, podczas gdy wszystkie pozostałe komórki zarodka ulegają stopniowemu zróżnicowaniu i wytwarzają nader rozmaite grupy cielesnych komórek ustroju.

Łatwo zrozumieć, dlaczego teorja plazmy zarodkowej pozostaje w zgodzie z zasadą dziedziczenia cech nabytych. Bo skoro już w pierwszej chwili życia ustroju ukryta jest w nim plazma dla komórek płciowych, skoro ta ostatnia nie może powstawać z komórek cielesnych ustroju, lecz w sposób ciągły a nieprzerwany pochodzi bezpośrednio od plazmy zarodkowej rodziców, rzecz więc naturalna, że wpływy zewnętrzne, działające na ciało organizmu, na plazmę cielesną jego komórek, nie mają niejako dostępu do plazmy zarodkowej, już od samego początku zarezerwowanej wewnątrz ustroju (w komórkach płciowych) i nie podlegającej modyfikującemu wpływowi zewnętrznych warunków. Ale co do tego ostatniego punktu, to stanowi on najsłabszą stronę hipotezy Weismanna, bo trudno sobie wyobrazić, aby silne wpływy zewnętrzne, modyfikujące cielesną plazmę organizmu, nie miały za pośrednictwem tej ostatniej oddziaływać też na plazmę zarodkową, będącą substratem dla dziedzicznych znamion. Fizjologja wykazuje tak głęboką i potężną współzależność funkcjonalną wszystkich komórek ustroju, że trudno przypuścić, aby wpływy, udzielające się tkankom ciała osobnika, nie miały też oddziaływać pośrednio na plazmę zarodkową jego komórek płciowych i tym sposobem wywoływać zmian dziedzicznych.

Ale pozostańmy na stanowisku Weismanna i zapytajmy, w jaki tedy sposób mogą powstawać zboczenia i wahania indywidualne, skoro żadna z cech, jakie osobnik nabywa w ciągu swego życia, nie bywa przekazywaną potomstwu? W jaki sposób i dlaczego występują wówczas zboczenia, które z kolei mają podlegać działaniu

doboru naturalnego i pod jego wpływem potęgować się w szeregu pokoleń?

Otóż Weismann odpowiada na to hipotezą, którą nazywa „Germinalselection“, co w przekładzie polskim możnaby oddać przez „dobór zawiązków“. Uczony freiburski przyjmuje, że w naturze nie istnieje dobór znamion i cech nabywanych przez ustrój w ciągu życia indywidualnego, lecz, że wyłącznie odbywa się dobór zawiązków dziedzicznych, zawiązków znamion, które ustrój przynosi z sobą na świat. Tak n. p. zwierzę, które przyszło na świat z dziedzicznym, czyli wrodzonym, silniejszym zawiązkiem mięśni, będzie miało przewagę nad innemi osobnikami, które nie posiadają tego zawiązku wrodzonego, a przeto wskutek walki o byt, dobór naturalny zachowa osobniki pierwszego rodzaju, a usunie indywidua ze słabszemi mięśniami, jako ustępujące tamtym we współzawodnictwie. W następnem pokoleniu dobór da znów pierwszeństwo osobnikom z tą najsilniej rozwiniętą wrodzoną cechą i tym sposobem ta ostatnia w ciągu pokoleń spotęguje się i utrwali. To samo tyczy się wszelkich wogóle znamion fizycznych lub umysłowych, normalnych lub patologicznych.

Dzieci odziedziczają po rodzicach nie nabyte przez nich choroby, lecz wrodzone predyspozycje do pewnych chorób, nie zdolności osiągnięte przez rodziców drogą ćwiczenia umysłu, lecz wrodzone zdolności umysłowe; dorobki zaś indywidualne nie przechodzą na potomstwo. Dobór naturalny daje pierwszeństwo osobnikom z dziedziczonemi przymiotami korzystnemi, usuwa zaś indywidua z wrodzonemi właściwościami szkodliwemi dla nich.

Otóż, jeśli czytelnik, uważnie śledzący bieg moich myśli, zrozumiał istotę zapatrywań Weismannowskich, niewątpliwie zada sobie pytanie, dlaczego tedy powstają owe zawiązki różnych nowych znamion wrodzonych dziedzicznych, skąd biorą się owe zboczenia, które osobnik przynosi z sobą na świat, a które jako korzystne lub szkodliwe dla indywiduum podlegają doborowi w znaczeniu dodatniem lub ujemnem. Tu dochodzimy do ostatniego punktu hipotezy Weismanna. Źródło powstawania zboczeń dziedzicznych widzi on w płciowem rozmnażaniu się istot, w łączeniu się dwu komórek płciowych (jaja i ciałka nasiennego), mówiąc ściślej w zlewaniu się ich plazm zarodkowych.

Plazma zarodkowa każdego osobnika jest podścieliskiem pewnego określonego zasobu indywidualnych cech dziedzicznych, innemi słowy, przywiązana jest do niej pewna suma tendencyj dziedzicznych. Gdyby osobnik rozmnażał się bezpłciowo i przekazywał część niezmienionej plazmy zarodkowej potomstwu, to ostatnie przychodziłoby na świat oczywiście z temi wszystkiemi cechami wrodzonemi, jakie posiadał także rodzic, innemi słowy, nie byłoby zmienności, nie występowałyby zboczenia od typu rodzicielskiego,

a dobór naturalny, w myśl zasady Weismanna nie miałby wcale pola działania. Wskutek zaś aktu płciowego, jednoczą się plazmy zarodkowe dwóch odmiennych do pewnego stopnia osobników, łączą się dwie różne tendencje dziedziczne. Wskutek zaś skojarzenia wzajemnego pewne zawiązki dziedziczne muszą się spotęgować, niektóre muszą się znieść, jeszcze inne do pewnego stopnia zmodyfikować. Dlatego dziecko nie jest nigdy bezwględnie podobne ani do ojca, ani do matki, lecz przedstawia kombinację cech rodzicielskich, niekiedy bardzo skomplikowaną, dlatego przychodzi ono na świat zawsze z pewnemi, swoistemi indywidualnemi cechami wrodzonemi, z pewnemi zboczeniami od typu każdego z obojga rodziców. Tu więc zdaniem Weismanna, jest główne fizjologiczne źródło zmienności. A jeśli zważymy, że w dzieciach kombinują się wrodzone cechy nie tylko bezpośrednich rodziców, ale i dziadów, pradziadów i najodleglejszych nawet przodków, zrozumiemy, jak skomplikowanemi muszą być owe skojarzenia, a stąd jak silnie muszą one wpływać na zmienność indywidualną.

5.

Wyłożone wyżej zwięźle zapatrywania Weismanna mają wiele stycznych punktów z poglądami Darwina i Naegelego, ale różnią się też od nich pod wielu względami. Podobnie jak Darwin, Weismann uważa za najpotężniejszy czynnik rozwojowy dobór naturalny, dzięki któremu ustroje przystosowują się do warunków, ale w przeciwieństwie do Darwina, przyjmuje on, że wszelkie cechy, które są indywidualnemi dorobkami osobników, nie podlegają działaniu doboru, lecz, że ten ostatni rozporządzą tylko wrodzonemi zawiązkami znamion. Wraz z Naegelim szuka Weismann przyczyny zmienności w plaźmie zarodkowej (idjoplaźmie) w jej budowie i czynnościach, ale gdy Naegeli przyjmuje jakieś nieuchwytne i mgliste „przyczyny wewnętrzne“, powodujące ustawiczną zmienność „idjoplazmy“ to Weismann podaje bardziej realne objaśnienie tej zmienności, a mianowicie: kojarzenie się różnorodnych do pewnego stopnia tendencyj dziedzicznych, wskutek płciowego rozmnażania się organizmów. Z zapatrywaniami Naegelego i Weismanna pozostaje poniekąd w zgodzie pogląd prof. Roux, co do t. zw. intraselekcji, czyli doboru wewnętrznego, a mianowicie Roux, podobnie jak tamci dwaj uczeni, widzi jeden z najważniejszych czynników rozwoju również w procesach wewnątrzustrojowych. Przystosowanie organizmu do warunków odbywa się według niego, dzięki pewnym wewnętrznym, fizjologicznym procesom. Przyjmuje on mianowicie, że pomiędzy komórkami organizmu, oraz pomiędzy składnikami elementarnemi komórek (bioforami, micellami, idioblastami, jakkolwiek je nazwiemy)

toczy się ustawicznie walka o byt, ze względu na warunki odżywiania wewnątrz organizmu w najobszerniejszem znaczeniu tego wyrazu. Pomiędzy komórkami lub ich częściami, pełniącemi jednakowe czynności i wymagającemi tych samych warunków odżywiania, współzawodnictwo jest najsilniejsze, a wszelka zmiana korzystna, daje jednym komórkom przewagę nad innemi. Nadto liczne komórki lub elementarne ich części ulegają wpływom różnych bodźców świata zewnętrznego; jedne przystosowują się do tych bodźców łatwiej, inne trudniej, a jeszcze inne nie mogą się wcale do nich przystosować i giną w ustroju, ustępując miejsca lepiej uposażonym. Tym sposobem, przenosząc Darwinowską ideę walki o byt i doboru naturalnego z pola stosunków pomiędzy różnemi osobnikami, w przyrodzie — na części ciała w obrębie pojedynczego ustroju, Roux tłumaczy przystosowywanie się ustroju do warunków. Szuka więc on również niejako wewnętrznych przyczyn zmienności. Od Weismanna różni się on zasadniczo pod tym względem, iż przyjmuje, że wszelkie modyfikacje nabyte przez organizm drogą „doboru wewnętrznego", przenoszą się na potomstwo, czyli że właściwości osiągnięte w życiu indywidualnem są dziedziczne[1]).

6.

Co się tyczy wpływu warunków zewnętrznych na przemianę form ustrojowych, to rozmaici dotychczas wymienieni autorowie, w różny sposób zapatrywali się na tę kwestję. Darwin przyjmował, że warunki te współdziałają z doborem. Szczególniej w dziele, p. t. „Zmienność zwierząt i roślin w stanie udomowionym" kładzie on wielką wagę na wpływ otoczenia. Naegeli nadawał jeszcze daleko większe znaczenie działaniu warunków zewnętrznych; widzieliśmy, że oprócz „sił wewnętrznych" przyjmował on jeszcze bezpośredni wpływ bodźców zewnętrznych na zmienność postaci organicznych.

Herbert Spencer w swoich „Zasadach biologji" a następnie w rozprawie p. t. „Czynniki rozwoju organicznego" oraz w szkicu p. t. „Niezastosowalność doboru naturalnego" przypisuje ogromne znaczenie określonemu i bezpośredniemu wpływowi warunków zewnętrznych na rozwój świata organicznego i przemianę gatunków. W Niemczech, Ernest Haeckel, gorący obrońca idei doboru naturalnego Darwina, przyjmuje też wpływ otoczenia, jako ważny bardzo czynnik ewolucyjny. W swojej słynnej „Ogólnej morfologji" powiada on: „Każda zmiana w organizmach uwarunkowana jest przez współdziałanie materji ustroju i materji, która go otacza, jako świat zewnętrzny"[2]).

---

[1]) Wilhelm Roux: „Der Kampf der Theile im Organismus". 1881.

[2]) August Weismann: „Aeussere Einflüsse als Entwicklungsreize". 1894.

Weismann natomiast, twierdzi, że działania zewnętrzne nie są nigdy rzeczywistą przyczyną zboczeń, lecz pełnią tylko rolę bodźca, który rozstrzyga o tem, jakie z istniejących już zawiązków zboczeń mają się rozwinąć i wykształcić. Rzeczywista zaś przyczyna spoczywa zawsze w modyfikacji zawiązków. podlegających działaniu „doboru naturalnego". Tak n. p. świstak zapada w sen pod wpływem zimna, lecz popełnilibyśmy błąd, gdybyśmy z tego wnosili, że zimno jest przyczyną snu. Przeciwnie, powiada Weismann, przyczyną tego jest swoista organizacja świstaka, która w szczególny sposób reaguje na zimno; bodziec ten nie jest w stanie wywołać snu u psa, ptaka, lub wielu innych ustrojów, o odmiennej organizacji, niż u świstaka. Tylko więc wrodzone właściwości ustroju świstaka są istotną przyczyną objawu, o którym mowa. Albo n. p. pyta Weismann, dlaczego jedne rośliny wyginają się w kierunku do światła (heljotropizm dodatni), a inne n. p. pnące się w kierunku wprost przeciwnym (heljotropizm ujemny). Oczywiście różnice w zachowaniu się roślin względem tego samego bodźca pochodzą od odmiennych, wrodzonych znamion i odmiennego przeto reagowania na ten sam bodziec. Ponieważ zaś w pierwszym wypadku roślina przez ów szczególny sposób reagowania na światło wyzyskuje najlepiej to ostatnie, w drugim zaś, dzięki innemu sposobowi reagowania pnie się, to mamy w obu wypadkach pożyteczne przystosowania, które mogły powstać tylko na drodze doboru naturalnego, a mianowicie przez spotęgowanie i utrwalenie dziedzicznych zawiązków w jednym i drugim wypadku korzystnych pod pewnemi względami dla rośliny.

Jako reakcja przeciw zapatrywaniu weismanistów, iż warunki zewnętrzne nie wywierają bezpośrednio modyfikującego działania na ustroje, powstał w ostatnich latach nowy kierunek, który możnaby nazwać neo-lamarkizmem. Zwolennicy tego kierunku, któremu szczególniej hołdują botanicy jak Schwendener, Pfeffer, Stahl, Vöchting, Juljusz Sachs'a z zoologów Oskar Hertwig, Loeb, Driesch i liczni inni, widzą w działaniu warunków zewnętrznych najważniejszą, jeśli nie wyłączną w wielu razach przyczynę zmienności organizmów. Neolamarkizmem nazywamy ten kierunek dlatego, że Lamarck[1]) jeden z pierwszych uznał doniosłość wpływu otoczenia na przemianę postaci organicznych.

---

[1]) Lamarck w r. 1809 („Philosohpie zoologique") wypowiedział mianowicie myśl, że najgłówniejszym czynnikiem ewolucji świata zwierzęcego jest powolna zmiana organizacji pod wpływem otaczających warunków, albowiem zwierzę używa silniej lub słabiej pewnych organów, lub też nie używa ich wcale, w ścisłej zależności od warunków, w jakich się znajduje. Tu używanie lub nieużywanie powoduje silniejsze wykształcenie albo zanik pewnych narządów i części ciała, co wpływa na stopniową zmianę organizacji. Np. pletwy u nóg ptaków pływających rozwinęły się w związku z tem, że ptaki te w ciągu długiego szeregu pokoleń rozszerzały palce nóg w celu utrzymania się na wodzie; długa szyja żyrafy, żywiącej się

Neolamarkizm współczesny przyjmuje, że wpływy świata zewnętrznego, działając na organizm, pozostawiają ślad na plaźmie zarodkowej (idjoplaźmie) i że przeto nabyte tą drogą właściwości mogą za pośrednictwem tej plazmy przenosić się na potomstwo.

Skoro długotrwały bodziec zewnętrzny wywołał już pewne stałe zmiany w plaźmie zarodkowej, możemy powiedzieć, że dane przyczyny poprzednio zewnętrzne, stały się odtąd wewnętrznemi, że przeto ostatecznie nawet wrodzone dziedziczne zawiązki, przywiązane do plazmy zarodkowej, zawdzięczają swe powstanie warunkom zewnętrznym, wśród których rozwijał się długi szereg pokoleń. Nadto zawiązki te są również produktem wzajemnego współdziałania (korrelacji) elementarnych składników organizmu; a to ich współdziałanie w obrębie ustroju, odbijające się również na plaźmie zarodkowej, stanowi niejako dodatkowy, wewnętrzny czynnik rozwojowy (O. Hertwig).

Neolamarkizm liczy bardzo wielu zwolenników między współczesnymi botanikami i zoologami. Powodzenie i popularność w nauce zawdzięcza on w znacznej mierze temu, iż opiera swe wywody teoretyczne na doświadczeniu, czyli eksperymencie. Doświadczenie uznano od dawna za jedną z najściślejszych metod badania umiejętnego, dlatego też nie dziw, że teorja naukowa, oparta na tej metodzie, zyskała sobie w krótkim czasie liczny zastęp gorących obrońców. Nowy ten kierunek przysporzył biologji w ostatnich kilkunastu latach bardzo obfity i wielce ciekawy materjał faktyczny. Lecz dotychczas brak jeszcze ścisłej interpretacji wielu faktów, a wnioski z nich wysnuwane nie zawsze przemawiają przekonywująco na korzyść poglądu neo-lamarkistów, iż bezpośredni wpływ warunków jest najważniejszym czynnikiem rozwojowym. Przedewszystkiem neolamarkiści usiłują dowieść doświadczalnie dziedziczności cech nabytych, gdyż to jest warunkiem sine qua non dla ich teorji. Przytaczają między innemi następujące fakta, przemawiające za tą dziedzicznością. Wiadomo, że bakcyle wąglika, mikroorganizmy cholery kurzej i t. p. mogą w szeregu pokoleń utracić swe własności jadowite, jeśli są przez dłuższy czas hodowane w innych niż zwykle warunkach, w szczególnych płynach pożywnych, lub przy zwykłej temperaturze, a osiągnięte tą drogą właściwości, a więc nabyte, są tak trwałe, że bakterje przekazują je potomnym pokoleniom. W tych wypadkach występują w bakterjach zapewne jakieś zmiany materjalne, które są dziedziczne, tak, że możnaby mó-

---

liśćmi drzew powstała dlatego, że zwierzę ćwiczyło w długim szeregu pokoleń szyję swoją w celu dostania pokarmu, wysoko umieszczonego.

Doniosły wpływ otoczenia na ewolucję ustrojów przyjmowali także ze współczesnych Lamarckowi: Geoffroy de St. Hilaire we Francji, Goethe i Treviranus w Niemczech.

wić o jakiejś nowej „odmianie bakcyla wąglikowego“. Odmiana ta zachowuje swe własności w ciągu bardzo wielu pokoleń, a nawet i wtedy jeszcze, gdy nienormalne warunki hodowli dawno już ustały, gdy np. bakcyle rozwijają się w zwierzęciu wrażliwem na wąglik; mogą one nawet uczynić to zwierzę odpornem względem jadowitej odmiany bakcyla wąglikowego. „Tak tutaj u istot jednokomórkowych — powiada Oskar Hertwig — jak i u wyższych ustrojów odziedziczanie cech nabytych zostało doświadczalnie stwierdzone“. Hertwig wypowiada jednak to zdanie zbyt pośpiesznie gdyż co się tyczy wyższych zwierząt, to dotychczas ani jedno doświadczenie nie dowiodło jeszcze trwałego dziedziczenia cech nabytych, w sposób pewny i niezbity. Neolamarkiści przytaczają np. fakt, wykryty przez Ehrlicha, że myszy, które są nadzwyczaj wrażliwe na rycynę i abrynę (nader małe dozy tych ciał działają na myszy jako silna bardzo trucizna) mogą się przyzwyczaić do nich i nie reagować na nie, jeśli przez dłuższy czas do organizmu ich będziemy wprowadzali te ciała, począwszy od dawek nadzwyczaj małych, stopniowo do coraz większych. Otóż przekonano się, że samice, uczynione w ten sposób odpornemi na rycynę, wydały potomstwo, które również było odporne, odziedziczyło więc po matce, pewną nabytą cechę w danym wypadku nabytą odporność. Ale okazało się, że potomstwo tylko przez kilka tygodni było odpornem, a po przeciągu tego czasu reagowało na rycynę tak, jak każda inna mysz nie imunizowana. Doświadczenie to pokazuje, że tu nie miało miejsca trwałe odziedziczenie cechy nabytej. Z drugiej zaś strony, gdybyśmy przez wiele pokoleń czynili w ten sposób odpornym organizm myszy, to bardzo być może, iż odporność ta stałaby się cechą trwałą, dziedziczną. Z przytoczonych tu przykładów czytelnik zrozumie jak wielką doniosłość mają bądź co bądź doświadczenia tego rodzaju dla ostatecznego rozwiązania pewnych problematów dziedziczności. Możnaby przytoczyć jeszcze liczne inne podobne przykłady, ilustrujące doniosłość eksperymentu dla dociekań o jakich mowa.

Musiałbym bardzo rozszerzyć ramy niniejszego szkicu, gdybym zechciał przytoczyć choćby tylko najciekawsze eksperymenta wykonane w nowszych czasach, a dowodzące bezpośredniego wpływu warunków na rozwój organizmów. Zadowolnię się więc kilkoma tylko przykładami, które pokażą nam, jaką drogą neolamarkiści dążą do wyjaśnienia mechanicznych przyczyn przemiany jestestw organicznych.

Weźmy dla przykładu motyle nasze, nad których prześlicznem ubarwieniem zastanawiało się wielu przyrodników. Otóż pomiędzy niemi istnieje znaczna ilość gatunków, występujących pod 2 lub 3 postaciami, mającemi odmienny rysunek i ubarwienie. Jedne z tych postaci rozwijają się z poczwarek, które przezimowały, inne z poczwarek, które odbyły cały cykl rozwoju (rozwój w jaju, stan gąsie-

nicy i poczwarki) podczas wiosny i lata. Postaci pierwszego rodzaju, czyli zimowe latają przeto na wiosnę, ostatniego zaś rodzaju czyli postaci letnie — w lecie i w jesieni. Obie postaci są u pojedynczych gatunków tak różne wzajemnie, że uchodziły długi czas za oddzielne gatunki, dopóki doświadczenie nie przekonało badaczy, iż w każdym wypadku jest to jeden i ten sam gatunek dwu-postaciowy, t. j. występujący w różnej postaci w rozmaitych porach roku. Zjawisko to zostało nazwane przez A. Weismanna dwupostaciowością sezonową. Motyle te należą n. p do rodzajów Vanessa, Autocharis, Lycaena, Pieris i t. d., przyczem postaci zimowe otrzymały nazwy gatunkowe: Vanessa Levana, Autocharis Belia, Lycaena Polysperchon, Pieris Bryoniae, postaci zaś letnie: Vanessa prorsa, Autocharis glauca, Lycaena Amyntas, Pieris Napi. Otóż jak wykazały doświadczenia Dorfmeistera, Weismanna i Fischera, przez sztuczną zmianę temperatury, można z poczwarki, która miała wydać postać letnią, otrzymać formę zimową, albo przynajmniej postać zajmującą środek między niemi, która w naturze zwykle nie występuje. Tak n. p. przez trzymiesięczne oziębianie, Weissmann przemienił wszystkie egzemplarze letnich postaci gatunku kapustnika (Pieris Napi) w formy zimowe (var. Bryoniae). Szczególniej interesujące były doświadczenia Fischera; z letniej n. p. odmiany motyla, zwanego paziem królowej, otrzymał on przez obniżenie temperatury odmianę zimową, ale szczególniej ciekawym jest fakt, że hodując środkowo-europejskie rusałki (Vanessa urticae) w wysokiej temperaturze (34—38° C), otrzymał odmianę tego motyla, która pod względem rysunku i barwy podobną była zupełnie do odmiany istniejącej na Sycylji (var. ichnusa).

„Na podstawie doświadczeń tego rodzaju — mówi O. Hertwig — jesteśmy prawie upoważnieni do wniosku, że rozmaite odmiany, z których jedne występują w północnej, inne w umiarkowanej lub gorącej strefie, powstały również w przyrodzie bezpośrednio przez działanie klimatu".

Nie tylko bodźce termiczne, jak w powyższym przykładzie, ale zarówno także świetlne, chemiczne i wszelkie inne mogą bezpośrednio wpływać na przemianę postaci, jak to wykazano eksperymentalnie. Oto jeszcze kilka przykładów. Znane są od dawna doświadczenia Schmankiewicza, który hodował w ciągu długiego szeregu pokoleń gatunek skorupiaka Artemia salina, powiększając stopniowo zawartość soli w wodzie. Tą drogą wywołał u wspomnianego gatunku pewne zmiany w szczecinach i płatach ogonowych, które były tak znaczne, że zmieniona postać stała się zupełnie podobna do gatunku Artemia Mülhauseni. Zmniejszając natomiast zawartość soli w wodzie, przekształcił Artemia salina w inną znów postać, odpowiadającą rodzajowi zadychry (Branchipus). Słynny lepidopterolog Koch spróbował wywołać zmianę w ubarwieniu motyli, podając rozmaity pokarm gąsienicom, a eksperyment uwieńczony

został pomyślnym wynikiem. Gąsienice motyla Chelonia caja były karmione albo wyłącznie liśćmi sałaty, albo też jedynie liśćmi belladony, z gąsienic dwojako karmionych, powstały po przejściu stanu poczwarki motyle różniące się znacznie rysunkiem i ubarwieniem. W podobny sposób Koch otrzymał różnice w ubarwieniu motyli, karmiąc rozmaitym liściem gąsienice prządki Gastropacha pini. Jeśli, powiada Th. Eimer, uwzględniając te doświadczenia, przypomnimy sobie jeszcze, że liczne bardzo mało odmienne, a spokrewnione gatunki motyli składają swe jaja na rozmaitych roślinach pokarmowych, to łatwo dojdziemy do wniosku, że liczne nowe gatunki motyli powstały być może dlatego, iż gąsienice musiały kiedyś zmienić rodzaj pożywienia.

Podobnych przykładów mógłbym przytoczyć bardzo wiele. W nowszych czasach nagromadziła się ogromna literatura, poświęcona wpływowi najrozmaitszych bodźców zewnętrznych na zmianę organizacji. Szczególniej bogata jest w tym względzie literatura embrjologiczna. Przekonano się, że rozmaite czynniki zewnętrzne jak: ciśnienie, ciążenie, bodźce świetlne, termiczne, chemiczne lub elektryczne, mogą zmieniać bieg rozwoju i często powodować pewne potworności u zarodków (badania Hertwiga, Wetzla, Roux, Herbsta i wielu innych). Przekonano się dalej, że rodzaj płci osobnika zależy często od wpływu pewnych czynników, n. p. temperatury na rozwijający się ustrój (wykazał to słynny eksperymentator francuski Maupas, ze względu na płeć wrotka, Hydatina senta). Jeszcze daleko więcej, niż zoologowie pracują botanicy nad wpływem czynników zewnętrznych na przemianę postaci roślinnych. W tym kierunku nagromadził się już obecnie nader obfity materjał faktyczny, na którym opierają się neolamarkiści, liczący pomiędzy botanikami bardzo wielu zwolenników. Tak n. p. wykazano między innemi, że melony i ogórki, które zwykle wydają na tym samym pniu kwiaty męskie i żeńskie, wytwarzają przy sztucznie podwyższonej temperaturze tylko męskie kwiaty, w cieniu zaś i wilgoci tylko żeńskie.

Eksperymentator może też zmusić przedrośle paproci do wytwarzania męskich i żeńskich narządów płciowych (antheridia i archegonia) to na górnej to na dolnej stronie rośliny, w miarę tego, czy oświetla silniej górną czy też dolną jego powierzchnię (wykazał to Leitgeb u paproci Ceratopteris). Przez porównawcze badanie i pomysłowe eksperymenta Stahl wykazał, że budowa liści u roślin jawno kwiatowych zależy od tego, gdzie one rosną — w cieniu lub świetle. De Lamarlière, wykazał również, że liście roślin otrzymują pod wielu względami odmienną budowę w zależności od natężenia światła, na które są wystawione.

7.

Tak więc poznaliśmy nowsze dociekania biologów w kwestji przemiany form organicznych. Dopóki zagadnienia, tyczące się objawów dziedziczności, nie zostaną zupełnie rozwiązane, dopóty szala zwycięstwa nie przechyli się stanowczo ani na korzyść naegelizmu lub weismannizmu, ani też na korzyść neolamarkizmu. A gdyby nawet bezpośrednie działanie warunków zewnętrznych okazało się jednym z najważniejszych czynników ewolucyjnych to i tak dla mechanicznego objaśnienia genezy wielu przedziwnych przystosowań u roślin i zwierząt, przystosowań noszących pozornie piętno celowości, musielibyśmy się uciec w licznych wypadkach do darwinowskiej zasady doboru naturalnego, której działanie stwierdzone zostało przez tysiączne fakta biologiczne.

Bądź jak bądź nieśmiertelne idee wielkiego przyrodnika angielskiego stały się potężnym fermentem w badaniach biologicznych i wywołały najgłębsze dociekania w dziedzinie nauki o życiu a mianowicie badania, dotyczące pochodzenia i dziejowego rozwoju organizmów na ziemi naszej. Podobnie jak olbrzymia lawina, na wysokich spoczywająca stokach, daje początek tysiącznym strumieniom i potokom, torującym sobie własne drogi w dalekie przestrzenie i zlewającym się w większe wód zbiorniki — tak i potężna nauka Darwina zapłodniła cudownie biologję, wywołała w niej nowe kierunki i prądy, które dały początek nowym, rozległym dziedzinom nauki o życiu. Bo zagadki, które usiłował rozwiązać duch Darwina, jak powstało życie na ziemi naszej, jakie czynniki spowodowały rozwój łańcucha ustrojów od form najniższych do coraz wyżej uorganizowanych, jaką drogą rozwinęły się tysiączne przystosowania ustrojów do świata otaczającego, wszystkie te wielkie zagadnienia biologiczne są do dziś dnia przedmiotem najgłębszych dociekań ze strony badaczów przyrody. A jeśli nadto dodamy, że Darwin i jego następcy dowiedli w ogóle samego faktu zmienności gatunków i że to dało potężny bodziec rozwojowi anatomji porównawczej, dopatrującej się pokrewieństwa pomiędzy różnemi grupami jestestw, embrjologji porównawczej, oraz dociekaniom filogenetycznym, dążącym do nakreślenia dziejów rozwoju świata organicznego i wyznaczenia różnym grupom zwierząt i roślin właściwego miejsca na drabinie ustrojowej — jeśli to wszystko uwzględnimy, jeszcze bardziej uznamy ogromną doniosłość nauki darwinistycznej dla postępu współczesnej biologji.

PRZYPISEK WYDAWCY.

W pierwszych latach wieku XX sprawa powstawania gatunków wstąpiła w nową fazę roztrząsania. Zaczynem do podjęcia badań w tym kierunku było na nowo odkryte prawo rozszczepiania się właściwości u mieszańców czyli t. zw. prawo Mendla.

Z szeregu dociekań nad omawianą kwestją rozgłośnemi stały się badania Johansena. (Ueber Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena 1903). Wprowadził on do nauki biologicznej kilka pojęć, opartych na doświadczeniach, z któremi bliżej zaznajomić się nam wypada.

Kupmy na targu od pierwszej lepszej przekupki garść grochu. Wysiejmy go na grządce i zbierzmy nasienie. Kupiony groch pochodził ze źródła niewiadomego, najprawdopodobniej w tej garstce grochu były reprezentowane wszystkie prawie rasy grochu, jakie w danej okolicy rolnicy hodują. Nasienie zebrane będzie również wykazywało podobny charakter. Mamy w tym wypadku przykład na populację, pod którem to pojęciem rozumiemy ogół indywiduów tego samego gatunku pod względem pochodzenia i rozmaitych cech niejednolity, W przyrodzie właśnie tylko takie zespoły indywiduów czyli populacje jedynie istnieją.

Weźmy z populacji rośliny Taraxacarum deus leonis jeden okaz żyjący dziko na równinie i przetnijmy go wzdłuż. Jedną część zasadźmy na nizinie, drugą część w górach. Po paru miesiącach obie rośliny będą wyglądały zupełnie inaczej do tego stopnia, że moglibyśmy uważać je za dwa odrębne gatunki, gdybyśmy nie wiedzieli, w jaki sposób one powstały. Jeżeli z kolei górską część zasadzimy znowu na nizinie, powróci ona szybko do pierwotnej formy. Skoro zatem zewnętrzne warunki dla pewnych indywiduów tego samego gatunku są różne, wystąpią w tych indywiduach pewne cechy, wyróżniające je od innych. Otrzymamy w ten sposób cały szereg modyfikacyj, cały szereg rozmaitości, które zrzeszają się stale w krzywą przypadku, odpowiadającą dwumianowi $(a+b)^n$. Rozmaitości te układają się dlatego w linię przypadku, że ogół cech poszczególnych indywiduów jest zależny od pewnych przypadkowo skombinowanych czynników, działających bądź dodatnio, bądź ujemnie. Najczęstszą będzie kombinacja, w której jedne i drugie czynniki wystąpią w równej sile, najrzadsza, w której wystąpią same dodatnie lub same tylko ujemne.

Każde żyjące jestestwo charakteryzuje pewien sposób reagowania na działanie świata zewnętrznego, jest — jak to obecnie określamy — fenotypem.

Postawiono jednak pytanie, o ile rozmaitość, występująca w populacji jest zależna od czynników zewnętrznych, a o ile od czynników wewnętrznych. Wskazówkę do tego dał słynny hodowca buraków Vilmorin przez postawienie t. zw. zasady izolacyjnej albo zasady indywidualnego osądzania potomstwa ze względu na jakąś cechę. W ten sposób, badając łańcuch generacyj, wnikamy głębiej w strukturę dziedziczną jestestwa.

Myśl Vilmorin'a rozwinął Johansen. Rozpoczął on swe doświadczenie od zasadzenia jednego ziarna grochu, bacząc później na to, by nie nastąpiło skrzyżowanie. Otrzymawszy po szeregu pokoleń znaczną ilość ziarn, pochodzących od jednego ziarna zważył je i ze względu na ciężar uszeregował w linję przypadku. Następnie zasadził ziarna z poszczególnych klas ciężarowych, a zebrane nasienie znowu ze względu na ciężar rozmieścił na linji prawdopodobieństwa. Przekonał się, że jakąkolwiek wziął rozmaitość, stale otrzymywał tę samą linję przypadku.

Szereg tych rozmaitości, wywodzących się z jednego ziarna na drodze samozapylenia nazwał Johansen czystą linią. Osobniki czystej linji, t. zn. osobniki, pochodzące od jednego indywiduum samozapładniającego się w kombinacji swych najrozmaitszych cech, nie różnią się zupełnie. Takie osobniki określamy również mianem genotypu, a kombinację ich cech konstytucją genotypową.

Obie części rośliny Taraxacum, jedna zasadzona w górach, druga na nizinie, przedstawiają nam zatem ten sam genotyp, ale różne fenotypy. Porównać byśmy to mogli do aktora, który jest o pewnej konstytucji duchowej, a na scenie przedzierzga się w najrozmaitsze typy ludzi, zależnie od roli, jaką gra.

Doświadczenia wykazały, że czynnik selekcyjny, tak mocno podkreślany przez Darwina, w obrębie czystej linji nie przynosi pożądanego skutku. Dopiero gdy nastąpi zmiana w konstytucji genotypowej organizmu, dobór naturalny może wyłowić te osobniki, które tę zmianę wykazują.

DZISIEJSZY STAN TEORJI DOBORU NATURALNEGO

Sześćdziesiąt lat minęło od czasu, gdy ukazała się książka K. Darwina: „Powstawanie gatunków drogą doboru naturalnego, czyli zachowanie się ras uprzywilejowanych w walce o byt“ (1859).

Nie wiele wymienić można dzieł, któreby równie silnie wstrząsnęły myślą ludzką, wywołały tak potężny przewrót w ideach i uczuciach, któreby spowodowały taki potok pism, wzbudziły tyle walk namiętnych, zwycięstw i porażek, triumfów i upadków w dziedzinie myśli. A walka ta trwa do chwili obecnej. I teraz jeszcze bowiem słyszymy z jednej strony o „wszechpotędze doboru naturalnego“, jak się wyraża gorący obrońca idei Darwina, prof. August Weismann, z drugiej zaś o „bezsilności“ tej teorji, jak o niej mówią n. p. Driesch, Fleischmann i inni jej przeciwnicy.

Szerszy ogół, słysząc o atakach na „darwinizm“ nie zdaje sobie dokładnie sprawy, o co tu właściwie chodzi. Otóż wyraz ten oznacza dwa całkiem różne pojęcia. I tak, darwinizmem nazywają niektórzy wogóle naukę o powstawaniu gatunków, czyli teorję ewolucji, albo descendencji (pochodzenia). Darwinizm w tem znaczeniu jest teorją, przejętą przez cały ogół badaczów współczesnych, teorją, którą stwierdzają niezliczone fakty z dziedziny zoologji, botaniki, paleontologji, ogrodnictwa i hodowli, geografji roślin i zwierząt oraz antropologji. W naszych przecie oczach powstają liczne nowe odmiany czyli rasy roślin i zwierząt, tak w kulturze, jak i na łonie przyrody. Paleontologja naocznie nas przekonywa o tem, że w różnych okresach dziejów ziemi naszej żyły rozmaite postaci zwierząt i roślin, które bądź to zachowały się bez znacznych zmian w ciągu długich epok geologicznych, bądź też wyginęły, a miejsce ich zastąpiły gatunki odmienne. Paleontologja wykazuje nam dalej istnienie całych szeregów gatunków kopalnych, w których widać bardzo stopniowe i powolne przemiany i przekształcenia organizacji, n. p. szeregi koni kopalnych i ich przodków, począwszy od pięciopalcowych, a kończąc na dzisiejszym koniu jednopalcowym. Anatomja porównawcza i embrjologja dowodzą nam dalej w sposób niezbity,

że całe grupy zwierząt są zbudowane według pewnej wspólnej modły, że jedne i te same części zasadnicze podlegają różnorodnym przekształceniom w ścisłej zależności od warunków, wśród których żyją dane istoty, oraz że części te przystosowują się do tych warunków. Słowem, miljony faktów przekonywają nas, że istoty organiczne są nader plastyczne, zmienne, i że połączone są z sobą licznemi nićmi bliższego lub dalszego pokrewieństwa. Teorja tedy rozwoju czyli descendencji nie podlega krytyce; jest ona niejako tylko szerokiem uogólnieniem niezliczonej liczby faktów, jest syntezą nieskończonej ilości empirycznie zdobytych spostrzeżeń. Darwinizm tedy, jako teorja rozwoju, wyszedł zwycięsko z chaosu poglądów kosmogonicznych. Czy jednak należy teorję ewolucji oznaczać nazwą darwinizmu, to inna kwestja, nie mająca dla nas w tej chwili wielkiej wagi. Zależy to od zapatrywania się na zasługi Darwina w sprawie ugruntowania poglądów ewolucyjnych. Te ostatnie wygłaszali już przed Darwinem liczni bardzo uczeni, że wymienię tylko Geoffroy de St. Hilaira, Okena, Treviranusa, Erazma Darwina, Lamarcka, Spencera i wielu innych. Darwin wszelako w genjalny sposób zebrał i należycie oświetlił liczne bardzo, tu odnoszące się fakty, zgromadził znakomity materjał dowodowy tak w dziele swem o powstawaniu gatunków, jak i w dziele o zmienności zwierząt i roślin w stanie udomowienia (kultury), wskutek czego teorja ewolucji dopiero po Darwinie osiągnęła należyte stanowisko i przeniknęła umysły wszystkich badaczów, podczas gdy w pierwszej połowie minionego stulecia znaczna większość przyrodników znajdowała się na stanowisku kosmogonji biblijnej, przyjmowanej przez Linneusza. Z tego względu usprawiedliwiona jest do pewnego stopnia nazwa „darwinizm“ dla oznaczenia nauki o descendencji form ustrojowych.

W znaczeniu atoli ściślejszem, darwinizm jest teorją doboru naturalnego, zapomocą której, jak wiadomo, słynny biolog usiłował wytłumaczyć zjawiska przystosowania oraz pochodzenie pożytecznych dla organizmów urządzeń, noszących piętno jakby celowości. Darwin, jak wiadomo, oparł swą ideę doboru naturalnego na faktach, dotyczących doboru sztucznego, oddawna stosowanego przez ogrodników i hodowców w celu wytwarzania nowych odmian, czyli ras. Dzieci nie odziedziczają po rodzicach swoich wszystkich ich znamion indywidualnych, różnią się od nich np. barwą owłosienia i oczu, wzrostem, stosunkowemi rozmiarami poszczególnych części ciała, usposobieniem, zdolnościami i t. d. Wszystkie te drobne różnice w organizacji potomstwa w stosunku do indywidualnych właściwości rodziców nazywamy zboczeniami. Zboczenia od typu rodzicielskiego występują tak u człowieka, jakoteż u zwierząt i roślin. Otóż ogrodnicy lub hodowcy, widząc w różnych takich zboczeniach znamiona czy to pod pewnym względem pożyteczne dla człowieka, czy to zadawalające jego smak estetyczny (n. p. szczególne barwy

lub kształty kwiatów i owoców), dobierają do rozpłodu osobniki, u których dane zboczenia w najsilniejszym stopniu są rozwinięte, a postępując w ten sposób przez szereg pokoleń, potęgują drogą dziedziczności owe znamiona szczególne i wytwarzają z czasem nowe odmiany (rasy). Tą drogą otrzymano np. odmianę buraka cukrowego o 14 do 16% zawartości cukru, a wyhodowano ją z buraka, który pierwotnie zawierał tylko 7—8% tegoż; w dwójnasób tedy zwiększono ilość cukru, a to w ten sposób, że od r. 1850 dobierano do kultury nasiona tylko tych buraków, które go najwięcej zawierały. Tak samo też wytworzono np. w Ameryce rasę krzywonogich owiec (t. zw. ankonów) przez dobieranie do rozpłodu jagniąt o nóżkach najbardziej krzywych, bo w tym wypadku krzywonożność owiec i idące zatem upośledzenie biegu nastręczały hodowcom pewną korzyść.

Tak więc działanie doboru sztucznego nie jest żadnem przypuszczeniem, jest to oddawna stosowany środek do otrzymywania nowych odmian w kulturze, jakkolwiek niejednokrotnie bywa on stosowany przez człowieka całkiem bezwiednie, np. amatorowie gołębi mogą bezwiednie przyczynić się do wytworzenia nowej rasy, dając stale pierwszeństwo pewnym szczególnym osobnikom i tym sposobem nieświadomie dobierając do rozpłodu indywidua, zmieniające się w określonym kierunku.

Na łonie przyrody pojawiają się również osobniki ze zboczeniami od typu rodzicielskiego, zmienność bowiem, obok dziedziczności, to ogólne cechy jestestw żyjących. Ponieważ zaś w przyrodzie każdy gatunek produkuje bez porównania więcej jaj, zarodków i młodocianych postaci, aniżeli wystarczyłoby środków na ich wyżywienie, przeto owe nadmiernie rozmnażające się osobniki walczą z sobą zawzięcie o środki do życia; nadto, ponieważ warunki zewnętrzne bywają częstokroć bardzo niesprzyjające, np. zbyt silne mrozy, wielkie skwary, susza, brak właściwego pożywienia i t. d., łatwo więc stąd wyprowadzić wniosek, że z olbrzymiej liczby powołanych do życia osobników na łonie przyrody, tylko bardzo mała stosunkowo ich ilość utrzyma się istotnie i wyda potomstwo, większość zaś musi zginąć w walce z innemi osobnikami, oraz przeciwnościami warunków zewnętrznych. Rzecz atoli naturalna, że utrzymają się w tej ogólnej walce tylko te osobniki, które obdarzone są zboczeniami, dającemi im pierwszeństwo w owej walce i pozwalającemi ostać się wobec warunków nieprzyjaznych: n. p. podczas mroźnej zimy wyginą osobniki na zimno najwrażliwsze, a zachowają się przy życiu silniejsze, odporniejsze, opatrzone cieplejszem futerkiem lub t. p. W ten sposób zachowują się z konieczności indywidua, opatrzone cechami dla nich najkorzystniejszemi, pozwalającemi im najlepiej przystosować się do danych warunków. Tą drogą, sądzi Darwin, wytworzyły się na łonie przyrody liczne nowe postaci zwie-

rząt i roślin, które doskonale są przystosowane do warunków i posiadają liczne korzystne urządzenia w organizacji swojej, noszące znamiona jakby celowości. Czego w kulturze dokonywa hodowca stosowany przezeń dobór sztuczny, to uskuteczniają w znacznej mierze na łonie natury: walka o byt w najszerszem znaczeniu tego wyrazu, oraz dobór naturalny. Oto pokrótce zasada właściwego darwinizmu, znana zresztą niemal wszystkim, bo od lat kilkudziesięciu popularyzowana, a prostotą swoją ujmująca. Wżyliśmy się w nią tak głęboko i przyzwyczaili tak dalece, że wydaje nam się, jakoby nic szczególnego nie zawierała, jakoby była zupełnie naturalną, sama przez się zrozumiałą, nie wymagającą żadnego dowodzenia. Bo skoro istnieją zboczenia od typu rodzicielskiego, zboczenia dla osobników korzystne lub szkodliwe, a organizmy współzawodniczą jedne z drugiemi, oraz walczą z wszelkiemi wogóle warunkami zewnętrznemi, to rzecz oczywista, że zwyciężać muszą tylko te, które posiadają w jakimkolwiek bądź kierunku zboczenia pożyteczne, o charakterze jakby celowym.

Wszelako, od pierwszej już chwili ukazania się dzieła „O powstawaniu gatunków“, liczni badacze zwracali się z mniej lub więcej poważnemi zarzutami przeciwko zasadzie doboru naturalnego, a w ostatnich latach ilość i jakość tych zarzutów tak się wzmogła, że wielu przyrodników uważa czynnik rozpatrywany za bardzo niewystarczający, lub zgoła za bezsilny. Pragnąc ocenić dzisiejsze stanowisko tej złożonej kwestji, uczynimy, sądzę, najlepiej, gdy rozpatrzymy po kolei poszczególne grupy zarzutów, czynione teorji doboru naturalnego, a zarazem rozbierzemy ich wartość, posiłkując się co do niektórych punktów dziełem prof. L. Platego: „Ueber die Bedeutung des Darwinischen Selectionsprincips u. Probleme der Artbildung“ (1903), w którem zarzuty te skrzętnie są zebrane.

Przedewszystkiem tedy (Kölliker 1864, Naegeli 1884 i inni) zarzucano teorji, że stoi ona na gruncie zanadto teleologicznym, że pyta wciąż, jaki pożytek przynosi organizmom ta lub owa cecha, że upatruje celowe jakby znaczenie wszystkich urządzeń organicznych, albowiem tylko genezę znamion korzystnych usiłuje wyjaśnić. Pytanie o cel, o znaczenie wszelkiego urządzenia, jest, twierdzono, nienaukowe. Czyż biologja powiada n. p. Naegeli, ma się trzymać innych metod w poznawaniu zjawisk, aniżeli fizyka lub chemja? Ta ostatnia stwierdza, że tlen, dajmy na to, ma powinowactwo do wodoru, że w pewnych warunkach łączy się z nim w określonych stosunkach atomowych, dając wodę, ale nie pyta bynajmniej, jaką korzyść z tego połączenia osiąga tlen lub wodór? Mineralogja poucza nas, że to lub owo ciało krystalizuje stale w sposób swoisty, tworzy kryształy o tylu a tylu płaszczyznach, nachylonych wzajemnie pod takiemi a takiemi kątami, ale nie pyta bynajmniej, jaką korzyść minerał osiąga z tego, że wytwarza daną postać krystali-

czną? Tymczasem biolog pyta na każdym kroku, jaką korzyść otrzymuje organizm z takiej lub owakiej postaci ciała, ze swoistego ubarwienia włosia lub t. p. „Przyroda nieorganiczna, powiada on, uważana jest przez naukę ścisłą za system sił i ruchów, które pozostają we wzajemnej równowadze, albo też dążą do osiągnięcia tej ostatniej, skoro zostaną z niej wytrącone. Przyroda organiczna jest również, jako całość, oraz w każdej poszczególnej swojej części, takimże, ale daleko bardziej złożonym układem sił i ruchów, a zadaniem wiedzy filogenetycznej jest przedewszystkiem wykrycie przyczyn zaburzeń w owej równowadze oraz związanych z tem przekształceń, ale nie żadnych innych, wynikających stąd stosunków".

Zarzut powyższy ma wszelkie pozory słuszności, gdyż rzeczywiście pytanie o cel w zjawiskach przyrody zawiera jakiś element metafizyczny, niezgodny ze ścisłem badaniem empirycznem. Ale głębsze zastanowienie się nad tą kwestją prowadzi nas do wniosku, że są tu tylko pozory słuszności.

Mechanistyczne idee w biologji, które rozwinęły się pod wpływem doniosłych odkryć fizjologicznych w początkach drugiej połowy ubiegłego stulecia, wpłynęły na wyrugowanie z nauki poglądu o celowości w przyrodzie, celowości w znaczeniu teologicznem, według której Stwórca, jako istota rozumna, zbudował cały wszechświat z pewnym celem, a więc i każde jestestwo stworzył i urządził celowo. Świat nie jest dziełem przypadku, lecz wynikiem myśli Stwórcy, wcieleniem Jego idei, a więc celowo jest zbudowany, podobnie jak wszystko, co stwarza rozumy człowiek, mieć też musi cel swój – twierdzono ze stanowiska teologicznego. Z czasem, gdy kosmogonja biblijna ustępować zaczęła miejsca przyrodniczej, gdy nauka przestała się zajmować kwestjami transcendentalnemi, metafizycznemi, pozostawiając tę dziedzinę wierze, idea celowości w przyrodzie przestała zajmować umysły badaczów, jako kwestja nie naukowa, nie podlegająca dociekaniom empirycznym. A jako reakcja przeciwko metafizyce ubiegłych czasów, rozwinęła się nawet instynktowa obawa przed wprowadzaniem pojęcia celowości do nauki, wytworzył się, że tak powiem, wstręt bezwiedny do używania nawet wyrazu podobnego. A jednak obawa ta jest nieuzasadniona, gdy chodzi o jestestwa organizowane; pojęcie celowości musimy tu wprowadzić, odrzucając tylko, rzecz naturalna, wszelki pierwiastek metafizyczny, t. j. nie przyjmując celowości, jako czegoś z góry postanowionego, apriorystycznego. Zachować zaś musimy to pojęcie dla oznaczenia faktu, że w organizmach wszelki szczegół budowy i wszelka czynność służy do utrzymywania życia osobnikowego lub gatunkowego, a więc ma fizjologiczną rację bytu, ma swój cel ze stanowiska biologicznego. Każdy organizm ma zdolność samoregulacyjną, samozachowawczą, zdolność celowego, t. j. do podtrzy-

mania życia służącego reagowania na wszelkie podniety świata zewnętrznego, o ile te ostatnie nie przekraczają, rzecz naturalna, pewnych granic, poza któremi życie staje się już niemożliwe.

Słusznie też prof. L. Plate określa życie, mówiąc: „Leben heisst die Fähigkeit besitzen, auf die Einflüsse der Umgebung zweckmässig zu reagiren“ [1]). Zdolność ta, powiada dalej tenże autor, jakkolwiek jest zawsze tylko względna, stanowi niemniej przeto monopol jestestw żyjących, nie mający zjawiska sobie analogicznego w przyrodzie martwej, gdy tymczasem wszelkie inne własności życiowe, jak wzrost, rozmnażanie się, asymilacja, przemiana materji, indywidualność są już mniej lub więcej i w ciałach nieorganicznych w zawiązku przynajmniej zaznaczone.

Niezliczone ilości t. zw. przystosowań, ze względu na głęboki ich interes biologiczny z istnie czarodziejską siłą przykuwających do siebie uwagę badaczów, to wszystko objawy celowych urządzeń i celowych reakcyj na działania świata otaczającego.

Urządzeń tych jest tak wiele, że można je uklasyfikować, podzielić na liczne bardzo grupy, a różnorodność tych ostatnich jest wymownym dowodem tego, jak w rozmaitych kierunkach rozwinęły się celowości organiczne. Tak n. p. przedewszystkiem uderza nas harmonijne zespolenie wszystkich części składowych w obrębie ustroju, wzajemne ich do siebie przystosowanie, podobnie jak w machinie, celowo zbudowanej przez człowieka, w której wszystkie części składowe odpowiednio są dopasowane, uregulowane w ruchach swych, nie przeszkadzają sobie w czynnościach, najdokładniej z sobą współdziałają. Wszelkie urządzenia w organizmie dorosłym lub młodocianym mają na celu dobro życiowe tegoż: w kościach n. p. beleczki istoty gąbczastej są ułożone w kierunku największego ciśnienia lub ciągnienia, aby obok najmniejszej wagi kości nadać jej największą wytrzymałość; w jaju ptaków kula żółtkowa przytrzymana jest z dwu stron zapomocą nici galaretowych, aby nadać zarodkowi należyte położenie w jaju podczas wylęgu tegoż; w piórach ptasich chorągiewka, zbudowana z osi głównej, promieni, promyków i haczyków włosistych, osiąga przeto wielką lekkość, a jednocześnie stawia należyty opór powietrzu podczas lotu ptaka, co wszystko ułatwia latanie, a nadto jeszcze kości ptaków są powietrzem wypełnione, bez porównania lżejsze niż u ssaków, do lotu więc również świetnie przystosowane.

Dalej, wszystkie zwierzęta posiadają różne części ciała lub narządy poszczególne ściśle dostosowane do środowiska, w którem żyją, tak, aby najsnadniej w danych warunkach do życia służyć im mogły; długa, od utraty ciepła chroniąca sierść u ssaków okolic chłodnych, krótka u zamieszkujących kraje gorące, brak włosia

---

[1]) Żyć, znaczy to posiadać zdolność celowego reagowania na wpływy otoczenia.

u ssaków wodnych, n. p. u wielorybów, oraz silny rozwój warstwy tłuszczowej podskórnej, znakomicie ochraniającej ciało tych ostatnich i zmniejszającej jego ciężar właściwy — oto przykłady urządzeń tego rodzaju.

Niezmiernie interesującą grupę urządzeń celowych stanowią odruchy czyli refleksy celowe, t. j. ruchy, które powstają pod wpływem pewnych podniet zewnętrznych bez udziału woli zwierzęcia, a dążą zawsze do ochrony danego organizmu, posiadają więc określony cel biologiczny. Tak n. p. za podrażnieniem oka powieki odruchowo się zamykają, przy zbyt silnem świetle źrenica się kurczy, pod wpływem zbyt wysokiej temperatury otaczającej następuje pocenie się ciała, które obniża jego temperaturę, jak znów przeciwnie pod wpływem zbyt silnego zimna skóra blednie wskutek odpływu z niej krwi, a tem samem pocenie się ustaje; pod wpływem podrażnienia skóry przez owady na niej siadające, wstrząsa się ona odruchowo u wielu ssących, odpędzając napastników. Wreszcie, kichanie, kaszlanie lub wymioty, w celu usunięcia z ustroju szkodliwych substancyj — to również odruchy dla organizmu korzystne, mające doniosłe znaczenie życiowe.

Na koniec wspomnieć jeszcze należy o t. zw. celowości leczniczej, o zdolności organizmów do samouzdrawiania się. Każdy mianowicie ustrój może pokonywać działania szkodliwych wpływów zewnętrznych, zakłócających równowagę jego czynności fizjologicznych. Pod tym względem znajdujemy u organizmów liczne bardzo urządzenia samoochronne, lecznicze, a więc o ściśle określonym celu biologicznym. Tak np. drobnoustroje chorobotwórcze, dostające się do organizmu, bywają zjadane i niszczone przez komórki wędrujące, t. z. fagocyty (leukocyty), lub przez ciała chemiczne, zwane antytoksynami; części ciała przypadkowo utracone odrastają w zupełności, lub po zagojeniu się rany podlegają częściowemu odrodzeniu, służąc w mniejszym lub większym stopniu do określonych celów fizjologicznych. Dalej, gdy jeden z dwu parzystych narządów ciała zostaje chorobowo zaatakowany lub sztucznie usunięty, drugi narząd odpowiedni podlega często wzrostowi kompensacyjnemu, t. j. powiększa się bardzo, zastępując w znacznej mierze funkcje brakującego organu, np. jedna nerka zachowuje się w podobny sposób wobec drugiej. Wreszcie przytoczyć tu też można zdolność uodporniania się organizmu czyli immunizacji wobec pewnych wpływów szkodliwych np. drobnoustrojów chorobotwórczych.

Powyższe przykłady, które możnaby bez końca mnożyć, dowodzą chyba wymownie, że musimy uwzględniać urządzenia celowe organizmów, że jesteśmy zniewoleni do porównywania organizmu z czynną machiną, która nietylko jest kompleksem materjałów fizycznych i ciał chemicznych, ale ma też budowę do określonego celu służącą, jest utworem celowym. Porównanie to wszakże prze-

prowadzić można z tem zastrzeżeniem, że machina zostaje skonstruowana przez człowieka dla jego celów, organizm zaś jest celowy pod względem auto-biologicznym, czyli ze względu na własne dobro życiowe. Otóż teorja doboru naturalnego, tłumacząc nam do pewnego stopnia genezę przystosowań czyli owych pożytecznych urządzeń biologicznych u organizmów, nie może być oskarżona o to, że postępuje nienaukowo. Z faktem celowości musimy się liczyć poważnie, a przeczyć mu nie mamy prawa nawet wówczas, gdy przyjmiemy, że wszystkie poszczególne procesy życiowe sprowadzić można do czynników fizyko-chemicznych, organizm bowiem, jako całość, jest czemś więcej niż kompleksem tych czynników.

W ścisłym związku z wyżej rozpatrzonym zarzutem, że teorja doboru naturalnego stoi zanadto na gruncie teologicznym, znajduje się trudność, zaznaczona przez Naegelego (Mechanisch-physiologische Abstammungstheorie, 1884, str. 327), a polegająca na tem, że istnieją u roślin liczne t. zw. cechy „czysto morfologiczne", które są pod względem fizjologicznym obojętne, a pomimo to okazują daleko większą stałość niż znamiona niezbędne, stałość zaś ich nie mogła być osiągnięta drogą doboru naturalnego, ponieważ, jako obojętne, nie przynoszą one żadnej korzyści w walce o byt. Do takich znamion „czysto morfologicznych" zalicza n. p. Naegeli naprzeciwległość liści lub spiralny ich układ, występujące n. p. u roślin wargowych lub u ogórecznikowatych, a jeszcze bardziej typowym przykładem znamion takich jest rozmaity układ komórek wierzchołkowych i rozmaity sposób dzielenia się ich z jednej strony u glonów wielokomórkowych, z drugiej u mchów lub roślin skrytokwiatowych naczyniowych. Czy komórki wierzchołkowe rozrastającej się roślinki dzielą się przegródkami poziomemi, czy też ukośnemi, to dla życia roślin żadnej nie przedstawia różnicy, a jednak ta obojętna, czysto morfologiczna cecha jest stałą u wspomnianych grup roślin. Podobne poglądy wygłaszali także liczni zoologowie, n. p. Bronn, Broca i inni.

Otóż zarzut ten odeprzeć łatwo. Po pierwsze bowiem, bardzo jest ryzykowne, a nawet nienaukowe twierdzenie, że ta lub owa cecha morfologiczna jest zupełnie obojętna pod względem czynnościowym, a historja nauki uczy nas, że bardzo wiele razy to, co wydawało się przez długi czas zupełnie obojętnem, okazało się z czasem, po gruntowniejszem i dokładniejszem zbadaniu, czemś bardzo doniosłem pod względem fizjologicznym.

Tak n. p. przez długi czas nie wiedziano nic o znaczeniu biologicznem t. z. różnosłupkowości (heterostylii), polegającej na tem, że w rozmaitych kwiatach tej samej rośliny słupki i pręciki bywają różnej długości, jak to znajdujemy n. p. u pierwiosnkowatych, gdzie występują dwie różne kombinacje w długości słupków i pręcików, a raczej w wysokości osadzenia znamion i pylników.

Podobnie też przez długi czas nie zdawano sobie sprawy ze znaczenia biologicznego rozmaitych wyrostków i innych części dodatkowych w kwiatach storczyków, jak n. p. u znanego gatunku Coryanthes, który posiada liczne, a kunsztowne takie części. Dziś atoli wiemy, że wszystkie te właściwości w budowie kwiatów nie są tylko cechami „czysto morfologicznemi“, ale że mają doniosłe znaczenie biologiczne, a mianowicie dla sprawy zapłodnienia krzyżowanego. Wreszcie jeszcze inny przykład. Układ listków kostnych w części gąbczastej (pars spongiosa) kości, różny w różnych kościach, Naegeli zaliczyłby z pewnością do cech „czysto morfologicznych“, bo co za znaczenie dla życia, zdawałoby się, mieć może taki lub owaki kierunek przebiegu listeczków kostnych? A jednak wiemy dzisiaj, że dla mechaniki ustroju ma to ogromne znaczenie bo listki te, jak to już zaznaczyliśmy, przebiegają w kierunku największego ciśnienia lub ciągnienia, na kość wywieranego, stawiając, mimo najmniejszej masy kości, największy opór działającym na nią siłom.

Inna też jeszcze okoliczność zmniejsza niebezpieczeństwo tego zarzutu. A mianowicie: liczne cechy, które istotnie okazują się czysto morfologicznemi, mogą powstawać przez t. zw. związek współczynny z innemi cechami, które, jako posiadające znaczenie życiowe, mogły się rozwinąć z udziałem doboru naturalnego. Taka współczynność czyli korrelacja jest bardzo rozpowszechniona u organizmów; każdy narząd znajduje się w związku współczynnym z innemi narządami, które stanowią dlań niejako świat zewnętrzny. Zmienność współczynną widzimy na każdym niemal kroku. Części stanowiące t. zw. antymery, t. j. przeciwstawne sobie organy prawej i lewej połowy ciała, zmieniają się zwykle współczynnie, jakkolwiek nie zawsze się to daje zauważyć (n. p. u królików jednouchych, jeleni jednorogich lub u owiec z nadliczbowym rogiem z jednej strony); częstszą jest współczynna zmienność kończyn przednich i tylnych, głowy i kończyn, np. u charta lub u koni, u których bardzo często w parze z tem występuje biała plama na czole. Skóra, włosy, kopyta, rogi, zęby zmieniają się bardzo często współczynnie. Z nadmiernem lub ubogiem uwłosieniem idzie np. często w parze silniejszy niż zwykle lub słabszy rozwój zębów, że wspomnę tu tylko, za Darwinem, o Julji Pastranie, słynnej śpiewaczce hiszpańskiej, która posiadała dużą męską brodę, czoło w części owłosione a w dolnej szczęce podwójny szereg zębów.

Często występuje korrelacja pomiędzy organami lub czynnościami niczem pozornie nie związanemi z sobą, n. p. ślepocie na barwy towarzyszy często niezdolność odróżniania pewnych tonów muzycznych, białe koty z oczami niebieskiemi są po większej części mniej lub więcej głuche. Niekiedy barwa pozostaje w związku z właściwościami konstytucji fizjologicznej, czego dowodzą takie n. p.

fakty, że w Wirginji wszystkie świnie, z wyjątkiem czarnych, chorują bardzo po spożyciu korzenia rośliny Lachnantes tinctoria, a na Sycylji dziurawiec szorstki (Hypericum crispum) jest trujący tylko dla owiec białych, nie zaś dla czarnych. Wreszcie wiadomo, jak wielka jest współzależność organów płciowych i innych narządów ciała; zwierzęta n. p. kastrowane zmieniają się w sposób bardzo uderzający, cała niemal ich organizacja ulega pewnej modyfikacji z usunięciem gruczołów płciowych.

Inny poważny zarzut, czyniony teorji doboru naturalnego przez licznych badaczów dawniejszych i nowszych (n. p. przez Mivarta 1871, Naegelego 1884, Spencera 1893, Reinkego 1899, Fleischmanna 1903), polega na tem, że darwinizm nie wyjaśnia początków znamion pożytecznych. Wszelkie bowiem cechy, które obecnie przynoszą organizmom korzyść w walce o byt, a które w myśl teorji stanowiły niegdyś tylko drobne zawiązki, nie mogły zdaniem wymienionych przeciwników, przedstawiać żadnej korzyści dla ustrojów wówczas, gdy były właśnie dopiero zawiązkami, a tem samem nie mogły jeszcze wtedy podlegać działaniu doboru naturalnego.

Nie ulega kwestji, że zarzut ten stanowi poważną trudność dla teorji doboru naturalnego. Wszelako liczne bardzo względy osłabiają znacznie jego doniosłość. I tak, przedewszystkiem musimy pamiętać o tem, że w wielu przypadkach bardzo drobne różnice w organizacji i funkcjach poszczególnych osobników, różnice, występujące w zwykłych granicach zmienności, mogą już bardzo zaważyć w walce o byt, a tem samem podlegać działaniu doboru naturalnego. „Po okresach spokoju — mówi Plate — i niezakłóconego niczem używania życia, następują nagle chwile lub okresy najwyższego niebezpieczeństwa, kiedy stają się jaknajniezbędniejsze: bystrość narządów zmysłowych, siła mięśniowa, dzielność konstytucji, przyczem drobne różnice natury fizycznej i intelektualnej mogą być decydującemi“. W czasie n. p. surowej bardzo zimy lub po przypadkowem przesiedleniu się pewnej liczby osobników jakiegoś gatunku ssaków lub ptaków w okolice o klimacie znacznie chłodniejszym, małe bardzo różnice w gęstości uwłosienia lub upierzenia, w wytrzymałości na chłód, zdolności do regulowania temperatury ciała lub t. p., stanowić już mogą o zwycięstwie danych osobników w walce z przeciwnościami. Słaba bardzo różnica w doskonałości wzroku u osobników ptaków drapieżnych, ze znacznej wysokości spuszczających się na upatrzoną zdobycz, może przecież nie mało już stanowić we współzawodnictwie tych drapieżców, polujących w tej samej okolicy.

Wogóle przyrodnikowi nie wolno twierdzić, że drobne różnice w jakichkolwiekbądź zjawiskach życiowych są nic nie znaczące, ponieważ na każdym kroku widzi on w naturze przykłady, jak niezmiernie drobne na pozór działania wywołują potężne skutki; dro-

bniutka kropelka jadu żmijego, stanowiąca nieskończenie małą odrobinę w porównaniu z masą ciała ludzkiego, przyprawić może o śmierć człowieka; rycyna w roztworze, jedna część na dwieście tysięcy wody, a więc niesłychanie rozcieńczona, zabija organizm myszy i t. d. Najdrobniejsze zatem, nieuchwytne całkiem różnice biologiczne u osobników stanowić mogą bardzo wiele w walce tychże z przeciwnościami życia w najszerszem znaczeniu tego wyrazu. W wielu okolicach podzwrotnikowych bydło cierpi bardzo od pewnych much i ginie częstokroć od ich ukąszeń, a z napastowanych osobników zachowują się przy życiu tylko te, co posiadają grubszą nieco skórę, której kłujki much przebić nie mogą; w tym więc razie różnica w grubości skóry o kilka zaledwie milimetrów stanowić już może o życiu lub śmierci osobnika. Przykładów podobnych możnaby przytoczyć bardzo wiele, a wszystkie świadczą o wielkiej doniosłości drobnych różnic indywidualnych dla doboru naturalnego.

Następnie musimy też mieć na względzie, że częstokroć drobne różnice, które przez długi czas są istotnie zupełnie obojętne dla dobra osobników, stać się mogą nagle materjałem, którym zaczyna operować dobór naturalny, a to wskutek zmiany otaczających warunków bytu. Tak n. p. jaszczurki nasze są po większej części jajorodne, ale w gatunku Lacerta vivipara jaja pozostają przez długi czas w narządach rozrodczych, tak, że na swiat przychodzi żywe potomstwo (jaszczurka żyworodna). Otóż różnica ta nie ma, być może, żadnego znaczenia w walce o byt, nie stanowi cechy pod żadnym względem korzystniejszej dla tego gatunku, aniżeli jajorodność. Ale gdy jaszczurki dostaną się jakiemibądź środkami do okolic chłodniejszych, właściwość ta mieć już będzie bardzo dodatnie znaczenie biologiczne; w Skandynawji n. p. jaszczurka żyworodna zawdzięcza swój byt tej właściwości, albowiem rozwój zarodków staje się tu niezależnym od działania ciepła słonecznego, które nie zawsze w dostatecznym stopniu dopisuje.

W wiele przypadkach pewne drobne modyfikacje występują pod wpływem działania określonych podniet, a potęgując się stopniowo w ciągu pokoleń, osiągają wreszcie taki stopień, że mogą już podlegać działaniu doboru naturalnego, o ile nie są obojętne dla życia ustrojów.

Możemy n. p. przypuścić, że jeżeli pewne zwierzęta dostają się przez przypadkowe wędrówki do chłodniejszych okolic, lub jeżeli wskutek jakichbądź przyczyn meteorologicznych klimat danej miejscowości staje się surowszym, niska temperatura działa jako podnieta na skórę ssaków lub ptaków, powodując obfitszy rozrost włosia lub puchu. Z początku różnice indywidualne są w tym przypadku bardzo nieznaczne, gdy osiągają jednak pewien stopień, pewne minimum, wówczas dobór naturalny może już wywierać działanie swoje, osobniki bowiem lepiej zabezpieczone przed zimnem, będą miały większe szanse życia.

W niektórych razach pewne modyfikacje powstają, być może, nagle, t. j. utajone w szeregu pokoleń, przejawiają się odrazu u osobników pewnej generacji, a o ile stanowią urządzenia korzystne, mogą być w dalszym swym rozwoju potęgowane przez działanie doboru. O takiem nagłem, lub jak je nazywają, skokowem powstawaniu nowych postaci pisano w ostatnich czasach bardzo wiele, zwłaszcza zaś de Vries przedstawił szeroko teorję swoją „mutacyjnego“ czyli skokowego rozwoju organizmów. De Vries nie przyjmuje działania doboru naturalnego w znaczeniu twórczem; według niego nowe postaci powstają wprost drogą zmienności, pojawiają się odrazu, wskutek nagłego zboczenia od typu rodzicielskiego, zboczenia, które jest dziedzicznem (mutacja). Osobniki ze zboczeniami niekorzystnemi nie mogą się ostać w walce o byt i zostają przez dobór naturalny eliminowane; de Vries więc twierdzi, że dobór naturalny nie wytwarza nowych postaci, nie ma znaczenia twórczego, lecz tylko usuwa pewne formy, jest czynnikiem niejako niszczącym, destrukcyjnym. Mojem zdaniem, jest to tylko jednak zręczna igraszka słów. Albowiem, jeżeli przyjmiemy, że n. p. pośród tysiąca osobników, zamieszkujących daną okolicę, sto posiada uzyskane chociażby i nagle (mutacyjnie) zboczenia korzystne, dajmy na to jakieś barwy ochronne, a sto — zboczenia mutacyjnie nabyte, niekorzystne, dajmy na to barwy wpadające w oczy nieprzyjaciołom, pozostałe zaś ośmset zachowa znamiona dawne, to w ogólnej walce o byt, w powszechnem współzawodnictwie życiowem, osobniki pierwszej kategorji będą lepiej uprzywilejowane, drugiej — najgorsze mieć będą warunki, trzeciej lepsze od ostatnich, a gorsze od pierwszych, dobór zaś da pierwszeństwo pierwszym, a usunie drugie i w części trzecie. Przyjmując tedy nagłe nawet występowanie pewnych zboczeń, nie możemy w zupełności negować czynnego działania doboru, w tych zwłaszcza przypadkach, w których nowopowstałe modyfikacje są fizjologicznie korzystne dla danych osobników. De Vries nie mówi wprawdzie o mutacyjnie powstających, poszczególnych zboczeniach organizacji, lecz o sumie zboczeń, o kompleksie tychże, warunkujących zupełnie odmienny „habitus“ nowopowstałych form, ale możemy przyjąć, że pewne właśnie kompleksy zboczeń wytwarzają postaci mniej albo więcej uprzywilejowane pod względem biologicznym, albo że wśród tej sumy zboczeń, charakteryzujących formy mutacyjnie powstałe, pewne poszczególne cechy zapewniają formom tym pierwszeństwo w walce z warunkami otaczającemi.

Niektórzy biologowie, n. p. prof. C. Emery (Gedanken zur Descendenz und Vererbungstheorie, Biolog. Centralblatt, 1893) sądzą, że pewne właściwości ustrojów mogą powstawać nagle, podlegając jednak w dalszym ciągu wpływowi doboru naturalnego, a w takim razie usuniętaby była w znacznej mierze trudność co do słabych

początków niektórych cech pożytecznych. Emery sądzi n. p., że pewne swoiste objawy wielokształtności, jak istnienie kilku różnych postaci samic u motyla Papilio merope lub dwu postaci samców u Rhamnusium silicis, trudno sobie objaśnić przez zasadę powolnego, stopniowego wykształcenia się takiego polimorfizmu, a łatwiej wytłumaczyć to przez bezpośrednie wytworzenie się takich różnych bardzo postaci; zarówno też pewne nader szczególne instynkty, jak n. p. podkładanie przez kukułkę jaj obcym ptakom wytworzyć się mogły nagle. Dowodów na to jednak nie mamy, a słusznie twierdzą znów inni, że i poliformizm i instykty swoiste mogły powstać równie dobrze przez nagłe .zboczenie, jak i drogą stopniowego rozwoju. Że jednak istotnie pewne właściwości nowe powstawać mogą nagle, na to mamy dowody nie tylko botaniczne, zebrane skropulatnie przez de Vriesa i innych, ale i zoologiczne, a przedewszystkiem, sądzę, doniosłe znaczenie mają tu fakty z dziedziny hodowli. Bo tak samo jak w tej ostatniej osobniki zrodzone z pewnem swoistem, wysoko już rozwiniętem zboczeniem podlegają działaniu doboru sztucznego, tak i na łonie przyrody nagle powstałe modyfikacje biologiczne dać mogą początek nowym odmianom drogą doboru naturalnego.

Tak n. p. prof. Kennel opisał wypadek pojawienia się pośród 28 kociąt zrodzonych z kotki o ogonie szczątkowym 12 osobników normalnych, 4 o ogonach szczątkowych, a 12 nawet bezogonowych. Jest to przykład nagłej zmienności skokowej i Kennel słusznie przypuszcza, że taką drogą powstać mogła rasa bezogonowych kotów w Japonji oraz na wyspie Man. Rzecz naturalna, że tylko w bardzo rzadkich przypadkach taką drogą powstawać mogą nowe rasy, albowiem nagle występujące znamiona u niektórych osobników na łonie przyrody zacierają się po większej części w ciągu pokoleń, wskutek krzyżowania z osobnikami normalnemi. Więcej szans na wytworzenie nowej odmiany mieć będą te osobniki, u których pewne nagle powstałe cechy wykażą szczególniejsze jakieś znaczenie biologiczne, dając znaczną przewagę życiową osobnikom, niemi opatrzonym, nad pozostałemi. Że osobnik z nagle powstałem zboczeniem przy współudziale doboru może dać początek całej nowej rasie, tego poucza nas kultura, że wspomnę tylko o owym znanym powszechnie przypadku, dotyczącym tryka krzywonogiego, urodzonego w 1791 r. w Massachusetts, który dzięki doborowi sztucznemu, stosowanemu przez farmerów, dał początek rasie krzywonogich owiec, zwanych ankonami. Bydło bezrogie w Paraguayu zawdzięcza swe pochodzenie bezrogiemu bykowi, nagle zrodzonemu w r. 1770 z rodziców, rogami opatrzonych, a i tutaj długotrwale stosowany dobór sztuczny przyczynił się do powstania tej rasy.

Tak więc wszystkie powyższe względy osłabiają do pewnego

stopnia zarzut co do trudności wyjaśnienia początków cech pożytecznych ze stanowiska doboru naturalnego.

Trzecia grupa zarzutów, czynionych darwinizmowi dawniej i obecnie, polega na tem, że nie można faktów, dotyczących doboru sztucznego, bezwzględnie zestawiać z objawami doboru naturalnego i wyprowadzać stąd wniosków analogicznych. Zarzut ten czynili dawniej Wigand (1874), Naegeli (1884) i inni, w ostatnich latach Kassowitz (1899), Reinke (1899), de Vries (1901), Fleischmann (1903).

Autorowie ci uderzają głównie na dwa słabe punkty całej tej kwestji. Po pierwsze, drogą doboru sztucznego wytworzyć można wprawdzie — twierdzą oni — jakąś specjalną rasę, ale ta ostatnia, skoro dobór przestanie być stosowany, powróci znów po pewnej liczbie pokoleń do postaci pierwotnej. Zdawałoby się zatem, że zapomocą doboru sztucznego nie można osiągnąć zupełnej stałości form nowych, stałości jaka prowadzi na łonie przyrody do powstawania nowych gatunków o ściśle ustalonych cechach. Dobór sztuczny, zdawałoby się, zmienia postaci tylko o tyle, że wahają się one w tym lub owym kierunku, zbaczając na pewien czas od normy, do której powracają, skoro przyczyna tego zboczenia ustaje. Głównie wojuje tym zarzutem de Vries. Między innemi podaje on, ze wyhodował przez lat sześć kukurudzę, której kolby zawierały średnio po 20 rzędów ziarn, zamiast 12 — 14 jak u postaci pierwotnych, przyczem przez lat pięć utrzymywał owe formy na tej wysokości. Gdy jednak przestał stosować dobór, formy te powróciły po kilku latach do stanu pierwotnego. De Vries twierdzi przeto: „Skoro dobór ustaje, to zanikają też znamiona danej rasy i to mniej więcej w ciągu takiego samego okresu czasu, jaki potrzebny był do wytworzenia tej rasy“. Ale twierdzeniem tem sam siebie zbija. Jeżeli bowiem prawdą jest, że bez udziału doboru formy, pozostawione sobie, powracają do prapostaci swoich przez tyleż czasu, ile potrzeba było do wytworzenia ich, to gdybyśmy przyjęli, że dobór trwał nie lat kilka, kilkadziesiąt lub nawet kilkaset, ale tysiące, dziesiątki lub setki tysięcy, to wówczas nowe rasy osiągnęłyby niemal zupełną stałość znamion swoich. Wszystkie rasy kultury powstały stosunkowo w krótkim czasie i dlatego to właśnie, pozostawione samym sobie, cofają się ku prapostaciom w krótkim stosunkowo okresie, ale i ten powrót nie bywa po największej części zupełny, a liczne postaci hodowane osiągnęły prawie bezwzględną stałość, jak n. p. różne odmiany gołębi, które mają ściśle określone, ustalone cechy rasowe i nie powracają ku praszczepowi swemu — gołębiowi skalnemu, jeżeli krzyżują się tylko pomiędzy sobą.

Z powyższego wynika zatem, że trudność powyższa w przeprowadzeniu ścisłej analogji pomiędzy doborem sztucznym a naturalnym nie jest tak wielka, jakby się na pozór zdawać mogło.

Ważniejszym i cięższym jest zarzut, że przez dobór sztuczny

hodowca usuwa w każdem pokoleniu formy nie nadające się mu do kultury, dobiera do rozpłodu osobniki tylko o określonych znamionach, przeszkadzając krzyżowaniu się ich z osobnikami niepożądanemi, natomiast na łonie przyrody formy z pewnemi właściwościami, podtrzymywanemi przez dobór naturalny, krzyżują się z osobnikami, nie posiadającemi cech tych, wskutek czego te ostatnie zacierają się w szeregu pokoleń. Słowem, w kulturze odbywa się oddzielanie, izolowanie postaci o pewnych cechach, doborowi (sztucznemu) podlegających; w przyrodzie zaś wyodrębnienia takiego niema. Ciężki ten pozornie zarzut maleje jednak znacznie, gdy uprzytomnimy sobie, że i na łonie natury istnieją pewne środki izolacyjne, przeszkadzające zacieraniu się szczególnych znamion (drogą doboru wytworzonych), które mogłoby nastąpić w razie nieograniczonego krzyżowania się osobników.

Przedewszystkiem odgrywa tu rolę doniosłą wyodrębnianie przestrzeniowe, czyli izolacja geograficzna. Formy nowopowstające, gdy dostają się wskutek wędrówek czynnych lub biernych, czysto przypadkowych, do okolic odległych od miejsc rodzinnych, nie mogą s krzyżować z postaciami rodzicielskiemi, a im warunki w tych miejscowościach są bardziej różne od panujących w ojczyźnie pierwotnej, im przejawy walki o byt z przeciwnościami klimatu, gleby i z odmiennemi gatunkami nowej ojczyzny są bardziej urozmaicone, tem dla doboru różnorodniejsze pole działania, a formy z nowonabytemi cechami, nie mogąc się łączyć ze szczepami swemi, tem snadniej wyróżniają się od tych ostatnich. Wiemy np., że na niektórych wyspach oceanicznych, gdzie silne panują wiatry, liczne bardzo chrząszcze utraciły zdolność lotu, skrzydła ich zmarniały, fakt ten łatwo wytłumaczyć przez zasadę doboru, w tym przypadku bowiem osobniki, najwięcej latające, najbardziej narażone były na to, że wiatry zapędzały je na morze, gdzie ginęły bezpowrotnie; osobniki zaś z najsłabiej rozwiniętemi skrzydłami, które najmniej ich używały, najmniej też narażone były na zagładę. W tym razie izolacja geograficzna, odgraniczenie od lądu stałego, skąd owady te do wysp pierwotnie przywędrowały, uniemożliwiło krzyżowanie z formami rodzicielskiemi, co tem bardziej sprzyjało ustaleniu się owych odrębnych postaci.

Drugim doniosłym czynnikiem jest izolacja biologiczna, polegająca na zmianie sposobu życia. Nadmierny rozrost liczebny osobników w danej miejscowości zmusza je nietylko do dalekich wędrówek, ale także do zmiany przyzwyczajeń w obrębie tej samej mniej więcej okolicy, n. p. do zmiany w wyborze pokarmu, w poszukiwaniu schronisk, do przenoszenia się z brzegu lasów na łąki lub przeciwnie do szukania ochrony w coraz głębszych zakątkach lasów, do przechodzenia z nizin ku wyżynom, z okolic suchych ku wilgotnym lub naodwrót. Że zmiana n. p. pożywienia musi się często

odbywać w przyrodzie wskutek braku zwykłego pokarmu, na to mamy liczne dowody. Tak, motyl sfinks oleandrowy (Sphinx nerii) w braku oleandrów składa swe jaja na liściach barwinka (Vinca major, V. minor), gąsienice motyla Chelonia caja karmią się liśćmi sałaty lub belladony. Plate wspomina o pewnym gatunku żaby, który żył w okolicach bagnistych, ale wskutek ogromnego zaludnienia tych okolic przeniósł się stopniowo dla snadniejszego zdobywania sobie pokarmów do miejscowości suchych, a przez tę zmianę trybu życia wystąpiły u osobników w tych ostatnich okolicach pewne modyfikacje morfologiczne oraz rozwinął się zwyczaj wcześniejszego składania jaj. Przypadków różnorodnych zmian w zwyczajach, trybie życia, instynktach i t. p. biologja zna bardzo wiele. Otóż, jeżeli zmiana taka okazuje się pożyteczną dla danej grupy osobników, wówczas dobór naturalny podtrzymuje ją i organizmy w odpowiedni sposób do niej się przystosowują; ale wszelka niemal zmiana tego rodzaju prowadzi do izolacji, utrudnia krzyżowanie się z postaciami rodzicielskiemi. Osobniki, które n. p. przystosowały się do innego rodzaju pożywienia, które obrały sobie za siedlisko inny gatunek roślin, będą się najczęściej łączyły z osobnikami, które na tymże gatunku przebywają; osobniki, które, dajmy na to, przeniosły się z okolic wilgotnych do bardziej suchych i przystosowały się odpowiednio (n. p. co do okresu składania jaj) będą się, rzecz naturalna, łączyły przeważnie z osobnikami, które w ten sam sposób zmieniły tryb swego życia. Taką więc drogą odbywa się pewnego rodzaju izolacja biologiczna, przeszkadzająca krzyżowaniu się danych form z pierwotnemi i zatracaniu się przeto cech nowonabytych.

Jeszcze ważniejsza jest tu zasada t. zw. awersji, czyli odrazy płciowej, inaczej t. zw. poczucia rasy. Polega to mianowicie na tem, że częstokroć występuje u zwierząt odraza do łączenia się płciowego z osobnikami, które różnią się nieco od zwykłych; jest to niejako poczucie własnej rasy, wskutek którego łączą się z sobą tylko osobniki tej samej rasy. Co do zwierząt wyższych, to zauważono awersję taką w wielu przypadkach, a liczne ciekawe dowody przytoczyli w dziełach swoich Darwin, Wallace i inni. Zasługuje wszelako na uwagę, że podobne poczucie rasy daje się również stwierdzić u niektórych zwierząt bezkręgowych. Plate przytacza spostrzeżenie Standfussa, że samce motyla Callimorpha dominula L. łączyły się nadzwyczaj nielicznie ze świeżo wylęgniętemi samicami odmiany tegoż motyla var. persona Hb., gdy tymczasem tłumnie parzyły się ze świeżo również wylęgniętemi samicami odmiany dominula. Prawdopodobnie samce odróżniały w tym przypadku różnice w woni u postaci rodowych i u odmiany.

Wreszcie w niektórych razach krzyżowanie się odmian ze szczepem pierwotnym staje się niemożliwe z przyczyn mechanicznych lub chemicznych, co stanowi tak nazwany przez Jordana

(1896) „dobór mechaniczny“ (mechanical selection). U różnych odmian występują niekiedy różnice w budowie jaj i plemików (przypominam chociażby różnice w ilości pętli chromatycznych w komórkach rozrodczych dwu różnych odmian glisty końskiej: Ascaris megalocephala var. bivalvens i var. univalvens, organów kopulacyjnych, narządów chwytnych i t. p.), tak że spółkowanie i wogóle zapłodnienie możliwem się staje tylko pomiędzy osobnikami tej samej rasy. Dahl, znakomity znawca historji naturalnej pajęczaków, powiada że niekiedy u blisko z sobą spokrewnionych gatunków pająków, zamieszkujących tę samą miejscowość, organy kopulacyjne bywają tak odmiennej budowy, że stanowią najważniejszą, niekiedy zaś nawet jedyną cechę, wyróżniającą gatunki. „U blisko spokrewnionych gatunków pająków — powiada on — posiadających podobne narządy kopulacyjne, wielka odraza płciowa przeszkadza, zdaje się krzyżowaniu“. W wielu zatem razach „dobór mechaniczny“ stoi też na przeszkodzie krzyżowaniu się nowych odmian z ich szczepami, a tem samem powrotowi ku tym ostatnim.

Tak więc zarzut, że w przyrodzie, z powodu braku izolacji (stosowanej przez hodowców w razie doboru sztucznego) nie może się utrzymać czystość ras i występuje często powrót ku szczepom pierwotnym z powodu nieograniczonego krzyżowania się osobników, zarzut ten, jakkolwiek nastręczający niewątpliwie pewne trudności, nie jest tak groźny dla teorji doboru naturalnego, jak sądzą jej przeciwnicy, a to wobec niewątpliwych faktów: 1) izolacji geograficznej, 2) izolacji biologicznej, 3) poczucia rasy oraz 4) doboru mechachanicznego, które to fakty rozpatrzyliśmy wyżej.

Ostatnia wreszcie grupa zarzutów czynionych darwinizmowi polega na tem, że zbyt wielką rolę odgrywa w nim jakoby przypadkowość.

Tu należy wszakże odróżnić dwie kwestje. Pisarze powierzchownie rzecz biorący, n. p. E. v. Hartman lub Wigand, zarzucali teorji doboru naturalnego, że szafuje ona przypadkiem, że mówi często o „przypadkowo pojawiającem się zboczeniu“. Wigand (Der Darwinismus und die Naturforschung Newton's und Cuviers 1874—1877) wyraża się n. p. w sposób następujący: „Zmienność — w pojęciu teorji selekcyjnej — nie jest czem innem, jeno możliwością wszelkich pomyśleć się dających zmian, z których każda równie dobrze jak i wszelka inna może wystąpić, z których każda zatem pojawia się czysto przypadkowo. Z wprowadzeniem tego pojęcia przypadku usuwamy pojęcie prawidłowości (Gesetzmässigkeit), a tem samem i wszelkie objaśnienie przyrodniczo-naukowe“... Takie zdania są naiwną krytyką teorji. Darwin, jako przyrodnik, jako myśliciel głęboko odczuwający niewzruszone prawa natury, nie mógł ani na chwilę przyjmować, że cośkolwiek stać się może w przyrodzie przypadkowo, to znaczy, nie jako konieczny wynik całego szeregu przy-

czyn i skutków. Każdy naturalista wierzy przecie głęboko w prawdziwość słów Demokryta, że „nic nie powstaje przypadkowo, lecz wszystko z pewnej przyczyny oraz z konieczności“. Jeżeli jednak Darwin używa często w dziełach swoich takich wyrażeń, jak „przypadkowe zboczenie“, „przypadkowo rodzi się osobnik z taką lub inną cechą“ i t. p., to wyraża przez to tylko, że nieznana mu jest przyczyna tego lub owego zjawiska, ale niemniej przeto przyjmuje, że jakaś przyczyna jakaś konieczność przyrodnicza warunkuje to ostatnie.

Inna kwestja, to przypadkowość w znaczeniu prawdopodobieństwa pewnego zbiegu okoliczności. Jeżeli posiadacz losu loteryjnego wygrywa wielką jakąś sumę, to tłum nazwie to szczęśliwem zrządzeniem, lub powie, że to czysty przypadek, naturalista zaś, jeżeli użyje nawet wyrazu przypadek, to głęboko będzie w to wierzył, że nieskończony łańcuch drobnych przyczyn i skutków spowodował siłą konieczności, iż posiadacz danego losu wygrał daną sumę, bo wszelki zbieg okoliczności jest wynikiem kombinowania się ogromnej ilości przyczyn i skutków i krzyżowania się ich w taki, a nie inny sposób z powodu takich, a nie innych ogniw owych przyczyn i skutków, biegnących w pewnych kierunkach co do przestrzeni i czasu. Matematyk, jeżeli ma do czynienia z mnogością różnych możliwych kombinacyj jakiejś kategorji zjawisk, określi za pomocą rachunku prawdopodobieństwo danych kombinacyj, czyli prawdopodobieństwo pewnych przypadków. Otóż krytycy zarzucają darwinizmowi, że on zanadto opiera się na owem prawdopodobieństwie przypadków i że zjawiska tylko prawdopodobnie bierze za punkt wyjścia do wytłumaczenia rzeczywistości. Dosadnie formułuje ten zarzut Naegeli (Mech. phys. Theorie d. Abstammungslehre, str. 293); „Jeżeli powiadam, że teorja selekcji przypisuje przypadkowi ważny udział w descendencji, to nie przypuszczam, że nie przyjmuje ona dla każdego zjawiska określonej przyczyny. Ale jeżeli ze stanowiska bezwzględnego wszystko jest koniecznością, jakoteż i wszystko przypadkiem, to jednak w znaczeniu względnem istnieje obok konieczności przypadek przedmiotowego (nie tylko podmiotowego) znaczenia, każde bowiem zjawisko znajduje się względem pewnych innych zjawisk w stosunku przyczynowym, a ze względu na wszystkie pozostałe zjawiska posiada charakter przypadkowy. Jest to przypadkowość, którą obiera sobie za przedmiot badań swoich rachunek prawdopodobieństwa — a tej to przypadkowości przypisuje teorja selekcji zbyt wielką rolę“.

Jakież to są tedy przypadkowe zbiegi okoliczności, przyjmowane przez rzeczoną teorję? Otóż, po pierwsze, nieprawdopobnem jest, aby obok doskonalenia się jakiegoś narządu występowało zawsze zboczenie w pożądanym kierunku, prowadzące do pożądadanego przystosowania. Zarzut taki czyni n. p. Cope (1894). Ale nie ma on żadnej zgoła podstawy. Plate (1893) słusznie powiada, że se-

lekcja kieruje się według zmienności, a nie zmienność według selekcji; jeżeli zmienność jest wielka, to i selekcja ma wielki wybór, jeżeli zaś skala jej jest mała, to tylko nieliczne kierunki rozwoju są możliwe.

Wiadomo, że zmienność organizmów bywa bardzo wielka i różnorodna, tak, że żadna właściwość organiczna i to w rozmaitym wieku, począwszy od jaja aż do postaci dorosłej, nie jest wyjęta z pod jej działania; wszystko we wszelkich kierunkach zmieniać się może w organizmach. Zmienność indywidualna ma tedy charakter „uniwersalny i wszechstronny“, a wskutek tego w każdej niemal chwili występują u pewnej liczby osobników danego gatunku zboczenia (zmiany), które w danych warunkach okazać się mogą korzystne i jako takie, podtrzymywane są u tych osobników oraz u ich potomków przez dobór naturalny, potęgowane przezeń i utrwalone. Słowem, z pośród wielkiej liczby najrozmaitszych zboczeń niektóre przynajmniej okazać się muszą pożądanemi w danych warunkach. Jako dowód tego prawdopodobieństwa służyć może między innemi fakt, że częstokroć najrozmaitsze zmiany w budowie nadają się do spełniania tego samego celu fizjologicznego, że więc dobór może, że tak powiem, przebierać pomiędzy rozmaitymi rodzajami zboczeń u pewnych grup osobników. Tak n. p. ptaki wytrwale i dobrze latające posiadają długie skrzydła, ale długość tychże uwarunkowana bywa przez bardzo różnorodne znamiona anatomiczne; u jednych ptaków wydłuża się głównie przedramię, n. p. u kukułki, gołębi, u innych ramię, n. p. u gęsi, jeszcze u innych dłoń, n. p. u jaskółek morskich lub kolibrów. Poulton wykazał, że w przypadkach naśladownictwa (mimicry) ten sam efekt może być osiągnięty różnymi sposobami. Tak n. p. przeźroczystość skrzydeł bywa osiągana u jednych gatunków motyli przez znaczne zmiejszenie się łuseczek, u innych przez wypadnięcie większości łuseczek u jeszcze innych przez brak barwika i t. d., i t. d. — Albo jeszcze jeden przykład. Zdolność obrony przed złośliwymi owadami muchowatymi, które dotkliwie napastują zwierzęta ssące, jest właściwością doniosłą pod względem biologicznym, a jako taka, mogła się rozwinąć przy współudziale doboru, zdolność zaś ta uwarunkowana bywa u ssaków to przez rozwój gęstego futra, to przez odruchowe wstrząsanie skórą (n. p. u psa, konia), to przez obecność kity włosów na końcu długiego, ruchliwego ogona, przez obecność długiej, gipkiej bardzo szyi, którą zwierzę sięgnąć może aż do ud (lamy, jelenie), przez ruchome, długie małżowiny uszne, przez miganie powiekami, lub przez silne obroty gałki ocznej (n. p. u tapira indyjskiego) i t. p.

Nie jest zatem nieprawdopodobnem, że we wszelkich warunkach znajdą się u pewnych grup osobników zboczenia, które okażą się pożądanemi, oraz że selekcja zastosuje się do takich zboczeń, rozwijając je i utrwalając. Owszem, wobec niezwykłej różnorodności

zboczeń, byłoby bardzo nieprawdopodobnem przypuszczenie, aby zmiany w jakimkolwiekbądź kierunku korzystne dla indywiduów nie pojawiały się wcale, lub występowały nader rzadko.

Inny zarzut tejże kategorji głoszony przez Wiganda, Naegelego zwłaszcza zaś przez Herberta Spencera, sformułować można (Plate) w sposób następujący: „Bardzo jest nieprawdopodobnym, aby w razie przekształcania się złożonego narządu, albo też całego oddziału ciała, lub doskonalenia się przystosowań zobopólnych, liczne, niezbędne tu zmiany występowały w takim porządku, iżby było przytem możliwe harmonijne współdziałanie poszczególnych zboczeń (warjacyj). Spencer nazywa takie harmonijnie wspódziałające zmiany w ustroju współprzystosowaniem czyli koadaptacją i pyta w jaki sposób można przez dobor naturalny wytłumaczyć genezę owych koadaptacyj biologicznych? Odróżniamy współprzystosowania złożone jednych organów lub części ciała względem drugich oraz jednych osobników względem innych. W jaki to dzieje się sposób, pyta Spencer, że skoro rogi łosia powiększają się stopniowo, to grubieją też kości czaszkowe, potęguje się więzadło karkowe, a cała przednia część ciała staje się silniejszą? Lub jak sobie wytłumaczyć, że skoro wydłużyła się szyja żyrafy, to wraz z tą zmianą uległy też modyfikacji różne części szkieletu oraz narządy wewnętrzne; dlaczego wszystkie te narządy i części ciała zmieniły się w sposób pożądany, harmonijny, celowy? Albo jak sobie wytłumaczyć wzajemne koadaptacje pomiędzy zwierzętami, znajdującymi się n. p. w stosunkach symbiotycznych, t. j. w spółce życiowej, lub jak zrozumieć wzajemne przystosowanie się kwiatów do owadów, oraz tych ostatnich do pierwszych: występowanie n. p. miodników w głębi koron kwiatowych, oraz wydłużanie się trąbek pyszczkowych w celu dosięgnięcia miodników i jednoczesne wykształcenie się przyrządów do ssania? Czyż to jest prawdopodobnem, aby takie zmiany występowały zawsze w sposób harmonijny, zgodny, aby te liczne, korzystne modyfikacje pospołu się pojawiały i rozwijały, podlegając działaniu doboru; a dlaczego nie należałoby prędzej przypuścić, że jednocześnie pojawiają się pewne modyfikacje pożądane korzystne oraz obok nich inne, niepożądane, zakłócające harmonijne współdziałanie części w obrębie ustroju?

Otóż ta pozorna trudność traci bardzo na grozie swojej, gdy staniemy na gruncie teorji dziedziczności i przyjmiemy z Lamarckiem, Spencerem, Darwinem, Rablem (Die Züchtende Wirkung funktionerer Reize, 1904) i wielu innymi biologami, że zmiany powstające przez długotrwałe bodźce funkcjonalne, przez używanie lub nieużywanie organów, że zmiany takie, występujące u osobnika, a więc nabywane w ciągu życia indywidualnego, przenosić się mogą na potomstwo i stawać z czasem dziedzicznemi, wrodzonemi. A przypuścić to musimy, wbrew poglądom Weismanna, który zasadzie

odziedziczania cech nabywanych, przypisuje niesłychanie małe znaczenie. Wyobraźmy sobie, że dobór naturalny podtrzymywał n. p. silny rozwój środkowego palca w kończynach u przodków dzisiejszego konia i zarazem przyczynił się do uwstecznienia innych palców. Dla zwierząt zamieszkujących stepy i odbywających dalekie, szybkie wędrówki, stąpanie jednym, wielkim, potężnym palcem, opatrzonym nadto wielką, mocną puszką kopytową — to właściwość wielce doniosła pod względem biologicznym. W Ameryce południowej, w okolicach Rio Grande, pojawiła się przed kilkudziesiesięciu laty, dość znaczną liczba koni, posiadających oprócz trzeciego i drugi palec na przednich kończynach, silnie dosyć rozwinięty (H. v. Ihering Mehrzehige Pferde. Kosmos, 1884); był to objaw atawizmu, czyli powrotu do form pierwotnych. Otóż konie takie stąpały bardzo niezręcznie, bo obecność nadmiernego palca przeszkadzała im w ruchach wśród bujnej trawy stepowej. Można stąd wyprowadzić wniosek, że u najbliższych przodków konia dzisiejszego, u których właśnie drugi i czwarty palec były jeszcze rozwinięte jako małe przysadki (szczątki) po obu stronach palca trzeciego, zanik tychże, a równocześnie silniejszy rozrost palca trzeciego stanowić musiał zmianę bardzo pożądaną, a jako taka, zmiana ta podtrzymywana była przez dobór naturalny, dając koniom jednopalcowym pierwszeństwo przed innymi w wędrówkach po rozległym stepie w celu popasania. Ale silniejszy rozwój palca trzeciego odbywać się musiał w ścisłym związku z całym szeregiem innych zmian; przez większe używanie tego palca, rozwinęły się silniej jego naczynia krwionośne, ścięgna i mięśnie odpowiednie (podobnie jak przez usilną pracę potęgują się mięśnie w ręce kowala, lub w łydkach tancerzy), jednocześnie zaś, wskutek coraz słabszego używania pozostałych palców, uwsteczniały się stopniowo ich mięśnie, kości, nerwy i naczynia, a wszystkie te modyfikacje, powstające jako wynik używania lub nieużywania, stawały się dziedzicznemi i nagromadzając się w szeregu pokoleń, osiągały coraz wyższy stopień. Możemy tedy przypuścić, że skoro pewna modyfikacja okazuje się korzystną dla organizmów i zaczyna podlegać wpływowi selekcji, wówczas cały szereg innych zmian, harmonijnie i celowo wiążących się z tamtą, pojawia się też stopniowo, jako skutek spotęgowanego lub zmniejszonego używania danych części w odpowiednich warunkach. Łatwiej więc zrozumiemy pojawianie się takich koadaptacyj, jeżeli uwzględnimy, że wogóle bardzo często występują jednocześnie zmiany współczynne, to znaczy, że narządy, które wspólnie funcjonują, zmieniają się nader często w sposób zgodny, harmonijny. Tak n. p. jeżeli kości kończyn wydłużają się, to podlegają temu również odpowiednie mięśnie, ponieważ początki tychże nie zmieniają się, a punkty przyczepu zostają przemieszczone; z wydłużeniem się mięśni, ulegają też rozrostowi nerwy i naczynia

tych ostatnich, wszystkie zatem współczynne narządy modyfikują się w sposób harmonijny, odpowiadający ich celowi fizjologicznemu.

Następnie, musimy też przypuścić, że ponieważ zmiany organizacji odbywają się bardzo stopniowo, nie odrazu przeto osiągnięta zostaje we wszystkich przypadkach harmonja zboczeń poszczególnych. Owszem, w wielu razach zmienia się wprawdzie pewien narząd w kierunku pożądanym, ale inne organy współczynne mogą niejako zachowywać się przez czas jakiś opornie. W osobniku atoli takim odpowiednie funkcje życiowe nie mogą się należycie odbywać i przeto, jako upośledzony fizjologicznie, osobnik taki musi uledz w walce z innymi, u których harmonijne zmiany współczesne odbywają się szybciej i dokładniej.

A. Weismann, który przypisuje, jak powiedzieliśmy, niesłychanie małą rolę zasadzie odziedziczania się cech nabywanych. przyjmowanej przez Lamarcka i neolamarkistów, tłumaczy w następujący sposób powstawanie koadaptacyj. Podczas zapłodnienia sumują się pętlice chromatyczne[1]), pochodzące z jądra męskiego i żeńskiego, przyczem ilość tych pętlic (wskutek t. zw. podziału redukującego) zmniejsza się uprzednio do połowy w obu komórkach płciowych. Przez łączenie się natomiast pozostałej połowy chromozomów (pętlic chromatycznych), liczba ich w jaju zapłodnionem znów się uzupełnia. Weismann przyjmuje, że w skład tych chromozomów, czyli pętlicowatych utworów chromatycznych (t. j. złożonych z substancji silnie się barwiącej różnymi barwikami — chromatyny) wchodzą t. zw. idy, a te znów ostatecznie składają się z drobnych elementów organizowanych, nazwanych determinantami, które stanowią zawiązki różnych morfologicznych składników przyszłego ustroju dorosłego. Ponieważ atoli przez pozbywanie się połowy chromozomów w jaju i w plemniku mogą zachodzić różne kombinacje co do tego, które zostają wyrzucone, a które się zachowują, przez łączenie się tedy chromozomów podczas zapłodnienia znów występują różne możliwe kombinacje. Że zaś substancja chromozomów, a mianowicie wspomniane wyżej determinanty, są podścieliskiem zawiązków cech dziedzicznych, przeto od różnej ich kombinacji zależeć też będą najrozmaitsze kombinacje cech tych i najróżnorodniejsze zboczenia potomstwa od każdego z pierwotnych typów rodzicielskich. Zboczenia te dotyczą jednocześnie rozmaitych znamion, a że ilość odpowiednich kombinacyj jest nieskończenie wielka, pojawiają się więc zarówno pożądane kombinacje znamion dziedzicznych, jak i niepożądane, a pierwsze przejawiają się w koadaptacjach biologicznych. Osobniki z niepożądanemi kombinacjami, czyli z niewspółprzystosowanemi znamionami giną, ustępując miejsca tym, u których dziedzicznie są rozwinięte koadaptacje pożyteczne. Słowem,

---

[1]) Por. rozdział o zapłodnieniu.

osobniki z harmonijnie ustosunkowanemi zboczeniami pozostają zwycięskie w walce o byt, podczas gdy inne giną, jako nie posiadające odpowiednich warunków życiowych. Według Weismanna zatem, który jest krańcowym zwolennikiem teorji doboru naturalnego, ultradarwinistą, jak go niektórzy nazywają, dobór nie tylko jest czynnikiem utrwalającym i potęgującym korzystne dla osobników modyfikacje, ale nadto też on jedynie warunkuje obecność dziedzicznie powstających koadaptacyj. Dla wytłumaczenia tych ostatnich Weisman uciekł się nadto w ostatnich latach do nowej, dodatkowej teorji t. zw. „doboru zarodkowego“ (Germinalselection), którą ostatecznie rozwinął w dziele p. t. „Vorträge über Descendenzlehre“ (t. II. 1902). Owa „selekcja zarodkowa“, to, zdaniem Weismanna, „źródło zboczeń, idących w określonym kierunku“ („Quelle bestimmt gerichteter Variation“), a więc zboczeń harmonijnych, przejawiających się w koadaptacjach.

Idea owej selekcji zarodkowej jest całkiem poroniona, a główną do niej osnowę zaczerpnął Weisman z teorji Rouxa „walki części w organizmie“ (Der Kamf der Teile im Organismus. Lipsk, 1881). Ta ostatnia polega na tem, że Roux przenosi ideę Darwina walki o byt i doboru naturalnego, że tak powiem, z łona przyrody w obręb samego ustroju. Według niego, urządzenia celowe w organizmie, jak np. rozpatrzona na początku niniejszej pracy budowa kości i celowy w nich układ beleczek (trajectoria), odpowiadający kierunkowi działania sił ciśnienia i ciągnienia, lub budowa mięśni albo ścięgien, tak znakomicie zastosowana do celu, przez te organy spełnianego, słowem, wszelkie celowe urządzenia w obrębie każdego ustroju powstały wskutek tego, że pomiędzy częściami składowemi komórek, komórkami, tkankami i organami zachodzi bezustannie walka o byt ze względu na odżywianie się, a wszystkie te części ustroju podlegają wciąż różnym podnietom. Otóż jedne części ustroju, pozostając zwycięzcami w owej walce z innemi częściami, przystosowują się do tych podniet i odpowiednio się zmieniają, tak, że znajdując się w najlepszych warunkach odżywiania, najsnadniej też reagują na dane podniety i najlepiej im odpowiadają. Stąd owe celowe urządzenia i t. zw. przystosowania czynnościowe (funkcjonalne) w obrębie ustroju. Przeciwko poglądowi Rouxa dałoby się bardzo wiele powiedzieć, a przedewszystkiem najcięższy zarzut dotyczy tego, że w rozwoju osobnikowym organizmu nie napotykamy owej walki o byt pośród części zarodka, nie widzimy, aby jedne części wypierały drugie i ulegały im we współzawodnictwie fizjologicznem. Owszem, organizm każdy, począwszy od najwcześniejszych stadjów rozwoju swego, podlega szeregowi zmian, z niezwykłą zgodnością i harmonją występujących obok siebie i po sobie Zresztą w tem miejscu nie możemy wchodzić w rozbiór odnośnych poglądów, a dodamy tylko, że najgłówniejszą, trwałą zdo-

byczą teorji tej było stwierdzenie ewolucyjnej doniosłości podniet organicznych oraz używania i nieużywania narządów, w myśl poglądów Lamarcka.

Otóż Weismann oparł się w swej teorji „selekcji zarodkowej“ na idei Rouxa walki o byt w ustroju. Weismann twierdzi, że walka o byt (ze względu na warunki odżywiania się) wre pomiędzy „determinantami“, czyli najmniejszemi materjalnemi podścieliskami zawiązków dziedzicznych w plazmie elementów rozrodczych. Silniejsze determinanty pochłaniają więcej pokarmu i dają przeto początek lepiej rozwiniętym narządom, przyczem słabsze determinanty uwsteczniają się i wreszcie giną, co prowadzi do upośledzenia i zaniku odpowiednich organów w dorosłym ustroju. Ponieważ zaś, według Weismanna, część plazmy zarodkowej (zawierającej determinanty) przenosi się z jednego pokolenia do drugiego, przeto i w następnych pokoleniach owe górujące determinanty będą miały przewagę nad innymi i odpowiednie narządy będą się też w pewnym kierunku coraz lepiej wykształcały. Dobór osobnikowy niekoniecznie musi więc wciąż działać; wystarcza w wielu przypadkach, gdy przez dobór ten zacznie wchodzić w życie pewien kierunek rozwoju. Przewaga bowiem jakiejś właściwości, wywołana przez selekcję naturalną, związana jest zawsze z silniejszem zboczeniem w odpowiednich determinantach, zboczenie to wywoła funkcjonalną przewagę w tych ostatnich, przez to zaś jeszcze bardziej wezmą one górę nad innemi wobec walki o byt wśród determinantów. Tym sposobem zawiązek jakiejś nowej cechy, podtrzymywanej przez dobór naturalny, przybierze określony kierunek i spowoduje dalsze potęgowanie się tego zawiązka przez działanie doboru zarodkowego. Stąd rozwój w określonym kierunku, czyli postępowy lub wsteczny rozwój ontogenetyczny, któremu towarzyszą harmonijne współzmiany w organizacji. Czytelnik wszakże sam, sądzę, oceni, jak bardzo naciągany jest ten pogląd Weismanna i jak wysoce sztuczną cała teorja selekcji zarodkowej. Bez niej można się zupełnie dobrze obejść, będąc nawet na stanowisku Weismanna i przyjmując, w myśl teorji jego, że dobór zachowuje osobniki z wrodzonemi, harmonijnemi zboczeniami (koadaptacjami), a usuwa te, które rodzą się bez odpowiednich koadaptacyj. Odrzucić można tedy zupełnie zasadę „selekcji zarodkowej“, jeśli chodzi o pewne wytłumaczenie genezy koadaptacyj ze stanowiska „teorji plazmy zarodkowej“ Weismanna. Ale stając na gruncie neolamarkizmu, przyjmując odziedziczanie się znamion, powoli i stopniowo nabywanych pod wpływem długotrwałych warunków określonych, uznając dalej olbrzymią doniosłość zasady używania i nieużywania organów — tem bardziej możemy pominąć wszelkie co do tego wywody Weismanna, nie widzimy bowiem trudności w wytłumaczeniu sobie genezy koadaptacyj, jak to wyżej na przykładach staraliśmy

się wykazać. Tak więc i ten ostatni zarzut, czyniony darwinizmowi, traci bardzo na wadze swojej.

Wszystkie tedy wyżej rozpatrzone, najważniejsze zarzuty, czynione w różnych czasach i przez rozmaitych uczonych teorji doboru naturalnego, dowodzą wymownie, że nie jest ona tak wolną od trudności, jakby to się na pozór zdawać mogło i jak to sądzili początkowo zagorza jej zwolennicy i obrońcy. Ale oprócz powyższych zarzutów, walczono przeciwko teorji tej innemi jeszcze, które jednak tak są błahe i powierzchowne, lub tak wyraźnie złą wolą są nacechowane, że można je całkiem pominąć milczeniem. Nie mogę się jednak powstrzymać od tego, aby nie zilustrować powyższych słów moich jednym bardzo dobitnym przykładem, zaczerpniętym z przewrotnego i nawskroś złośliwego dzieła prof. Fleischmanna, p. t. „Die Darwinische Theorie. Gemeinverständliche Vorlesungen über die Naturphilosophie der Gegenwart, gehalten vor Studierenden aller Fakultäte ", 1903.

Ponieważ dobór naturalny jest logiczną koniecznością dziedziczności, zmienności oraz walki o byt, ponieważ z jednej strony przyjmując zmienność i współzawodnictwo życiowe pomiędzy osobnikami, musimy z logiczną konsekwencją przyjąć również, że osobniki ze zboczeniami korzystniejszemi muszą w tej walce pozostać zwycięzcami, a z drugiej strony, ponieważ niepodobna zaprzeczyć faktom dziedziczności i zmienności, pozostaje dla zadania śmiertelnego ciosu teorji zaprzeczyć walce o byt. Jeżeli pojęcie tej walki wyrugować zdołamy z nauki, idea doboru upadnie sama przez się. Otóż Fleischmann, używszy wszystkich dawnych środków, wyzyskawszy wszelkie trudności, przedtem już stawiane teorji, o której mowa, chwyta się wreszcie broni najzgubniejszej i przeczy zasadzie walki o byt. Oto słowa jego: „Darwin popełnił wielki błąd, stosując obawy swego współziomka (tj. Malthusa) nie tylko do ludzi, ale i do całej wielkiej gospodarki przyrody i twierdząc, że wszystkie organizmy toczą z sobą zaciętą walkę o pokarm i wogóle o byt swój". „Przekonany jestem — powiada w innem znów miejscu — że Darwin stał się ofiarą ciężkiego błędu, wytwarzając sobie ideę obawy co do nadmiaru liczebnego roślin i zwierząt i że na tej nieuzasadnionej obawie oparł wszystkie dalsze rozważania swoje". Ale kto tylko cokolwiek zna przyrodę, ten wie aż nadto, że właśnie owa walka powstrzymuje organizmy od nadmiernego rozrostu liczebnego, że gdyby nie współzawodnictwo i walka z warunkami zewnętrznemi oraz z innemi organizmami, wszelki gatunek roślin i zwierząt rozrósłby się liczebnie, tak, że wyparłby wkrótce wszystkie inne. Nie jest to żadna hipoteza, bo da się obliczyć łatwo na podstawie tego, jak wielką liczbę nasion, jaj i zarodków produkują rośliny lub zwierzęta, jak olbrzymia ilość z pośród powołanych do życia jednostek ginie i jak mała stosunkowo zachowuje się istotnie i wydaje po-

tomstwo. Fleischmann pląta się też sam w wywodach swoich, bo gdy w jednych miejscach książki wygłasza zdania wyżej przytoczone, to na innem znów miejscu powiada „nie może być żadnej co do tego wątpliwości, że w świecie roślin i zwierząt istnieje wstrętna walka zniszczenia (Vernichtungskampf)... lew rozrywa antylopę... szczupak małego karpia... rozgwiazda pożera ostrygę... ptak tępi nasiona i owoce...!“ Gdzież więc ów ciężki błąd, popełniony przez twórcę teorji doboru naturalnego, gdzież płonność obaw co do nadmiaru liczebnego osobników w braku walki o byt? Jednem słowem, pomimo tylokrotnych usiłowań, nie zdołano dotąd przytoczyć argumentów niezbitych przeciwko zasadzie, wygłoszonej przez wielkiego biologa ubiegłego wieku.

Mojem zdaniem, dobór naturalny jest czynnikiem wielkiego znaczenia ewolucyjnego, ale bynajmniej nie jedynym, wyłącznym i nie najważniejszym. W obecnym stanie wiedzy biologicznej musimy uznać wpływ warunków zewnętrznych w najobszerniejszem znaczeniu tego wyrazu za najdonioślejszy czynnik rozwoju gatunków. Warunki te wszakże mogą działać albo bezpośrednio i modyfikować wprost organizację, rzeźbić ją niejako niezależnie od tego, czy zmiany, przez nie powodowane, są korzystne dla osobników, podobnie jak n. p. potoki górskie rzeźbią i modyfikują brzegi swych koryt, albo też mogą działać pośrednio, to znaczy: wywołując pewne zboczenia o szczególnej doniosłości biologicznej, pozostawiają walce o byt i doborowi naturalnemu dalsze potęgowanie owych zboczeń w szeregu pokoleń, albo też naodwrót, zupełną ich eliminację, stosownie do ich użyteczności lub szkodliwości. Nadto i pod innym jeszcze względem warunki zewnętrze mogą działać bezpośrednio i pośrednio. W pierwszym przypadku wpływ ich jest widoczny, jawny. Ale ponieważ długotrwałe ich działanie staje się dziedzicznem, rozwija się więc z czasem wewnętrzny, wrodzony, że tak powiemy, popęd do zmian w pewnym kierunku, słowem, to, co nazywamy przyczyną wewnętrzną, czynnikiem wewnętrznym, a co przedstawiać już tylko będzie pośrednie działanie warunków. Te zawiązki dziedziczne, kombinując się z sobą w rozmaity sposób przez łączenie się dwu płci (w myśl Weismanna), stają się znów same źródłem nowych zboczeń, które dobór naturalny może potęgować lub usuwać. Tak więc obok najważniejszego czynnika, jakim jest działanie warunków zewnętrzych, dobór naturalny odgrywa też rolę doniosłą, jakkolwiek drugorzędną, niejako pomocniczą, regulującą.

Tylko przyrodnik kierujący się stronniczością i uprzedzeniem może odmówić wszelkiego zgoła znaczenia doborowi naturalnemu. A niestety, potępianie w czambuł idei wielkiego myśliciela w dziedzinie biologji stało się dziś modą, której hołdują, jak każdej zresztą modzie, umysły bezkrytyczne.

Ale taką bywa często kolej wielkich idei w nauce. Początkowo

przyjmowane są z niedowierzaniem i niechęcią. Później zyskują olbrzymie koła zapalcze[illegible] którzy apostołują je i przesadne nadają im znaczenie. Gdy zaś idee te wejdą w [illegible] badaczów, gdy pospolitość ich zaczyna nas razić, pojawiają się niechęć i obniżanie i bezwzględna krytyka, aż z tego chaosu zdań krańcowo sprzecznych wyłoni się zdrowe jądro, stanowiące trwały i niewzruszony dorobek myśli ludzkiej. Takie same koleje przeszła teorja doboru naturalnego. Bezwzględnie wychwalana przez jednych, odsądzana od czci i wiary przez innych, ozdobiona przydomkami „teorji wszechpotężnej“ („Allmacht der Naturzüchtung“ — Weismanna) lub „bezsilnej“ („Ohnmacht der Naturzüchtung“ — Driescha), przetrwa ona burze i walki, oczyszczona z szychu i fałszywych ornamentów, ale zarazem i z błota, którem ją obrzucić usiłowano, pójdzie w swej czystej, zdrowej treści na pożytek wielkiego gmachu wiedzy ludzkiej.

DZISIEJSZY STAN TEORJI DOBORU PŁCIOWEGO

W rozpatrywaniu organizmu, jako całości, uderza nas harmonja we współdziałaniu składowych jego części, z których każda spełnia określone zadanie fizjologiczne. Znajdują się wprawdzie i narządy niepotrzebne, występują tu i ówdzie pewne dysharmonje, ale obecność ich możemy sobie w większości przypadków wytłumaczyć przez fakt, iż organizm wszelki znajduje się niejako w stanie równowagi niestałej, jest czemś zmieniającem się w ciągu dziejów rodowych, czemś podlegającem ustawicznym modyfikacjom, a więc musi posiadać pewne narządy w stanie bądź to zanikania, uwsteczniania się, bądź to kształtowania się (organa szczątkowe i zaczątkowe), podobnie, jak w żywem, rozwijającem się społeczeństwie napotykamy liczne zabytki dawnych urządzeń, siłą dziedziczności w stanie zanikowym utrzymujące się jeszcze przy życiu, oraz liczne zawiązki nowych instytucyj społecznych, jeszcze nie urobione i nie spełniające tej roli doniosłej, jaką w przyszłości spełniać może będą.

Tych dysharmonij w organizmie, tych zbytecznych już urządzeń lub bezcelowych jeszcze stosunków istnieje wszelako na ogół nie wiele, w stosunku do ogromnej liczby doniosłych biologicznie właściwości, bo inaczej organizm nie mógłby żyć, nie mógłby się ostać w walce z warunkami otaczającemi. Znaczenie życiowe większości narządów jest nam też znane, harmonijne współdziałanie tychże w złożonej machinie żyjącego organizmu zdołaliśmy w większości przypadków należycie poznać i ocenić. Tysiączne przykłady przystosowań biologicznych wewnętrznych oraz przystosowań do świata otaczającego dowodzą tego wymownie.

Otóż wiadomo, iż Darwin usiłował wytłumaczyć genezę owych pożytecznych dla życia osobnika urządzeń czyli przystosowań przez teorję doboru naturalnego, przez ideę utrzymywania się w walce o byt osobników, ze znamionami dla życia tychże osobników najodpowiedniejszemi.

Wszelako istnieją całe szeregi urządzeń u organizmów, które nie spełniają żadnej roli pożytecznej dla osobnika w walce o byt, urządzeń, których genezy niepodobna objaśnić przez teorję doboru naturalnego, a które nie mogą być uznane w żadnym razie za ja-

kieś szczątki wobec potężnego ich rozwoju u licznych grup zwierząt. Ów rozwój potężny wskazuje, że muszą one mieć jakieś doniosłe znaczenie biologiczne, jakkolwiek, powtarzam, nie podobna objaśnić ich genezy na tej drodze, na jakiej tłumaczy dobór naturalny powstawanie innych urządzeń, korzystnych dla osobnika. Dobry wzrok, siła mięśni, chyżość lotu i t. p. oto n. p. cechy, doniosłego znaczenia dla osobników w ich codziennem, powszechnem współzawodnictwie życiowem. Ale jakież znaczenie dla życia osobnika w jego walce o byt mieć może n. p. wspaniały ogon samca pawia lub przecudne upierzenie kolibrów, woń produkowana przez samce pewnych zwierząt lub wreszcie donośny, melodyjny śpiew ptaków? Owszem, możnaby sądzić, że w codziennej walce o byt podobne właściwości nie tylko nie przynoszą osobnikom pożytku, ale są nawet niekiedy wręcz szkodliwe, bo pięknie ubarwione, bogato ozdobione lub głośno śpiewające ptaki łatwo stać się mogą łupem nieprzyjaciół, poznających już zdaleka ich obecność.

Dla wytłumaczenia genezy tych rozmaitych urządzeń, które nazwano drugorzędnemi znamionami płciowemi, albowiem niemi to odróżniają się od siebie obie płci każdego gatunku oprócz różnic głównych (pierwszorzędnych), polegających na odmiennej budowie narządów rozrodczych — dla wytłumaczenia, powtarzam, genezy tych znamion podał Darwin w swoim czasie teorję doboru płciowego, niejako pomocniczą dla teorji doboru naturalnego. Przechodziła ona różne losy i koleje, miała i ma obecnie zwolenników i nieprzyjaciół, a rzecz ciekawa, że niektórzy najzagorzalsi zwolennicy idei doboru naturalnego, n. p. Alfred Wallace, są zdecydowanymi przeciwnikami idei doboru płciowego. Jakie jest obecne stanowisko tej teorji — w krótkości postaram się wykazać. Ale naprzód zapoznamy się nieco bliżej z pewnemi faktami, na których się ona opiera.

Rozmaite drugorzędne znamiona płciowe, jak n. p. pewne poszczególne narządy do chwytania i przytrzymywania samic, rogi, któremi walczą z sobą samce podczas rui (n. p. jelenie), wspaniałe, ozdobne upierzenie, właściwe licznym samcom ptaków, których samice są skromnie ubarwione (paw i pawica, kogut i kura, samce ptaków rajskich z ich wspaniałemi, metalicznie błyszczącemi kołnierzami piór na szyji, pióropuszami na gło-

Ryc. 5. Ptak rajski.

wie lub wachlarzami w ogonie) piękny śpiew wielu samców ptaków i inne podobne właściwości powstały według teorji doboru płciowego w ten sposób, że samice dawały zawsze pierwszeństwo samcom silniejszym, piękniej ubarwionym, estetyczniej śpiewającym i t. p., lub wprost, że samce śmielsze, silniejsze, zręczniejsze stawały się częściej posiadaczami samic, aniżeli słabe, niezręczne, tchórzliwe i miały przeto więcej szans na pozostawienie po sobie potomstwa, aniżeli te ostatnie. Te dodatnie znamiona samców, przenosząc się w ciągu wielu pokoleń na potomstwo, mianowicie drogą często bardzo zachodzącej w przyrodzie dziedziczności jednostronnej, t. j. dotyczącej znamion jednej tylko płci, utrwalały się stopniowo i potęgowały, a w ten sposób wytworzyła się wielka różnorodność owych drugorzędnych znamion płciowych.

Ażeby wszelako przypuścić możliwość takiego doboru, należy uwzględnić pewne warunki.

Podobnie jak zwykły dobór naturalny nie byłby możliwy wówczas, gdyby w każdem pokoleniu liczne, nieodpowiednie osobniki nie ginęły, nie pozostawiając po sobie potomstwa, tak też i dobór naturalny nie mógłby się odbywać, gdyby każdy samiec posiąść mógł samicę, t. j. gdyby wszystkie osobniki męskie płodziły potomstwo bez względu na to, czy posiadałyby lepiej wykształcone cechy, zaliczane do drugorzędnych znamion płciowych, czy też nie. To zaś mogłoby zachodzić, gdyby liczebny stosunek samic do samców miał się jak 1 : 1, wówczas bowiem na każdą samicę przypadłby niezawodnie samiec, nawet mniej pod względem owych znamion uposażony od innych. W rzeczywistości atoli napotykamy u większości zwierząt przewagę osobników męskich, a rzadko żeńskich. U ptaków w ogólności samce liczebnie przeważają, a jeszcze większą przewagę płci męskiej widzimy u ryb. U większości motyli dziennych przypada często po 100 samców na jedną samicę, według spostrzeżeń Bates'a, jakkolwiek znów odwrotnie u nielicznych bardzo gatunków podzwrotnikowych motyli liczba samic bywa, zdaje się, przeważającą.

Ponieważ tedy u znacznej większości zwierząt przeważa liczebnie płeć męska, a tylko u mniejszości stosunek ilościowy obu płci jest jednakowy, lub też przeważają samice, oczywista zatem, że u większej części zwierząt samce muszą z sobą walczyć o posiadanie samic, a te ostatnie ze swej strony, mając wielu kandydatów oddawać się mogą w posiadanie tylko niektórym z nich. Warunek co do liczebnego stosunku płci odpowiada zatem wymogom teorji. Inna kwestja, czy samice istotnie wybierają z pośród samców pewne tylko osobniki, które przekładają po nad inne ze względu n. p. na ich piękniejsze barwy, postaci, melodyjniejszy śpiew lub t. p.? Bo skoro wybór taki czyli dobór nie odbywa się istotnie, to całą teorję należy odrzucić. Możliwość zaś doboru czyni autor te-

orji zależną od tego, czy zwierzęta, u których go przypuszczamy, mają upodobania estetyczne, lubują się w pewnych barwach, ozdobach, dźwiękach i t. p., bo stwierdzenie takich upodobań przemawiałoby, rzecz prosta, w wysokim stopniu za doborem płciowym. Otóż teorja oparła się na pewnych faktach, które zdają się rzeczywiście wskazywać na istnienie wymogów estetycznych i upodobań u zwierząt.

Tak n. p. wiadomo, że u ptaków, u których samce liczebnie przeważają, tylko te ostatnie odznaczają się zwykle zdolnością śpiewu. Bardzo często obserwowano, iż samce siadają w jakimś widocznym punkcie i wydają swe pełne, miłością tchnące tony, aby zwabić tym sposobem ukryte w gęstwinie samice. Te ostatnie zaś wybierają zwykle najlepszych śpiewaków. Bechstein, który poświęcił całe swe życie obserwowaniu życia ptaków, twierdzi n. p., że kanarzyce wybierają zawsze najpiękniej śpiewających samców, oraz, że w przyrodzie samice zięby wybierają sobie z pośród tysiąca samców tych tylko, których śpiew szczególniej jest piękny. Niektóre ptaki, nie obdarzone od natury zdolnością śpiewu, starają się w inny sposób oddziaływać dźwiękami na samice w okresie parzenia się. Tak n. p. samiec dzięcioła czarnego (Brehm, Leben der Vögel) staje się w okresie życia płciowego dziwnym muzykantem; wybiera sobie suchą gałęź i uderzając o nią z całych sił w szybkiem tempie, wprawia ją w drganie, wskutek którego ta wydaje dźwięk szczególny, zdaleka już słyszalny, a wabiące samice.

Szczególniej atoli przemawiają za dobieraniem sobie samców przez samice zjawiska towarzyszące t. zw. tokowaniu, spostrzegane n. p. u samców wielu ptaków kurowatych. Są to wybitne objawy zalecania się samicy, która oszołomiona niejako i podniecona ruchami ciała, tańcem, grymasami i dźwiękami samców, roztaczających przed nią swe wdzięki, wybiera jednego z pośród wielu. Słynne takie tokowania znane są n. p. u głuszca i cietrzewia. Że ptaki posiadają pewien zmysł piękna, że lubują się istotnie w pewnych kształtach lub barwach, na to mamy również dowody pośrednie tego n. p. rodzaju, iż pewne ptaki przyozdabiają swe gniazda różnemi błyszczącemi lub jaskrawemi przedmiotami, a czyni to zwykle samiec w okresie życia płciowego lub nasiadywania jaj, aby tym sposobem zapewne przywabić samicę lub przykuć ją do gniazda. Tak n. p. ptak południowo-azjatycki, zwany Baya, przyozdabia swe gniazdo buteleczkowate, oblepione wewnątrz gliną, chrząszczami samoświecącemi, które wtyka dziobem w tę glinę; w ten sposób gniazdo błyszczy licznemi światełkami. „Altannik australski (Chlamydera) buduje w czasie zalotów miłosnych altanki piramidalne na ziemi i zdobi je w jaskrawe piórka, kości, muszle i liście; buduje je przeważnie samiec. Ten ostatni ugania się z kolei za samicą, a gdy ta znajduje się już w pobliżu, bierze on w dziób ja-

kieś pióro świetnie ubarwione, liść ozdobny lub kwiat, zaczyna altankę obchodzić dokoła, wydaje okrzyki radosne i skacząc, zwabia w ten sposób samicę do altanki. Altanka ta, jakoteż wspomniane akcesorja mają zapewne na celu przypodobanie się samicy i zwabienie jej; za gniazdo bowiem altanka nie służy, a jest niejako tylko komnatą weselną; właściwe gniazdo budują te ptaki dopiero później, umieszczając je na drzewie. Pokrewny gatunek, zwany zdobnikiem-ogrodnikiem (Amblyornis inornata), z Nowej Gwinei, zakłada dokoła swej altanki weselnej istny ogród, narzucając na ziemi kwiaty, owoce barwne, grzyby kolorowe oraz piękne mchy o świeżej barwie zielonej".

Oczywista, że bezpośrednie stwierdzenie faktu, czy samice istotnie dokonywają wyboru pośród samców, bardzo jest trudne i niemal niepodobna z całą pewnością orzec, czy tak jest, a opierać się możemy w tym razie (podobnie jak i w większości innych, gdzie chodzi o pewne psychiczne stany zwierząt) tylko na dowodach pośrednich. Znamy wszelako przykłady, dotyczące ssących i ptaków, gdzie szczególna predylekcja samic dla pewnych tylko osobników męskich najmniejszej nie ulegała wątpliwości, a skoro tylko pewna ilość takich faktów została ściśle zaobserwowana, to tem samem musimy przyjąć, iż wogóle dobór może się istotnie dokonywać, jakkolwiek nie wynika z tego bynajmniej, aby każda bez wyjątku samica była wybredną i dokonywała wyboru. Teorja wcale tego zresztą nie wymaga; jeżeli bowiem tylko przecięciowo odbywa się dobór, t. j. jeżeli tylko pewna przeciętna liczba samic dobiera sobie samców, wywierających na nie szczególny wpływ swemi barwami, dźwiękami i t. p., to już tą drogą mogą się potęgować w ciągu pokoleń owe drugorzędne znamiona płciowe samców.

Nietylko barwy i dźwięki, naturalnie oprócz siły i odwagi, mają wielką doniosłość w sprawie doboru, ale nadto i innemi jeszcze drogami samce działać mogą podniecająco na samice, a mianowicie przedewszystkiem za pośrednictwem szczególnych woni. Weismann, równie gorący zwolennik teorji doboru płciowego, jak i namiętny obrońca idei doboru naturalnego, zwraca n. p. uwagę na obecność u samców motyli t. zw. łuseczek wonnych (Duftschuppen). Wiadomo, że piękne ubarwienie skrzydeł motyli pochodzi stąd, iż osadzone są na nich liczne, różnobarwne, nader delikatne łuseczki (pozostające nam na palcach przy chwytaniu motyla, jako miałki pyłek). Otóż łuseczki „wonne" są modyfikacją zwykłych łuseczek skrzydeł, a niekiedy tworzą szczególne pęczki pędzelkowate na odwłoku. Istnieją one, jak rzekliśmy, tylko u samców, a wydzielają na zewnątrz różne lotne, eteryczne, woniejące substancje, wytwarzane w pewnych komórkach skóry. Woń owa działa niewątpliwie podniecająco na samice, podobnie jak piękne barwy samców. „Najdelikatniej woniejące i najpiękniej zabarwione samce najbardziej

zawsze podniecały samice, a więc i najłatwiej wydawały potomstwo. A wyrażenie użyte przez Darwina — powiada Weismann — iż samice wybierają, należy tylko brać w przenośni; nie jest to wybór czyli dobór świadomy, lecz oddają się one tylko tym samcom, które najbardziej podniecająco na nie działają". Te wonie produkowane przez samców należą zatem do drugorzędnych znamion płciowych, t. j. do tych właściwości, dzięki którym dokonywa sie dobór płciowy pomiędzy samcami. Weismann zwraca atoli uwagę na to, że samice motyli, jakkolwiek nie posiadają łuseczek wonnych, muszą zapewne również produkować w gruczołowych komórkach skóry swojej jakieś lotne substancje woniejące, które są dla każdego gatunku odmienne, a samce, jako obdarzone nader silnym węchem [1]) (rożki, na których mieszczą się u owadów zmysłowe organa węchowe są u samców motyli silniej rozwinięte niż u samic), zdaleka już odczuwają obecność samic, dzięki tym „specyficznym" woniom. Ta właściwość samic nie jest już drugorzędnem znamieniem płciowem, nie służy ona bowiem samcom do współzawodnictwa wzajemnego o posiadanie samicy, a powstać mogła jedynie na drodze doboru naturalnego, jako cecha umożliwiająca w ogóle odnajdywanie się osobników różnej płci, rozmnażanie się ich i zachowywanie gatunku.

Musimy tu dodać, że zresztą nietylko u motyli samce odznaczają się zdolnością produkowania swoistych woni, ale i u wielu innych zwierząt i to właśnie w okresie ciekania się, że przytoczymy tu tylko piżmowca, bobra, jelenia oraz liczne zwierzęta drapieżne.

Oto w krótkości przedstawione zasady teorji doboru płciowego, dążącej do objaśnienia genezy drugorzędnych znamion płciowych.

Przeciwko teorji tej, początkowo z entuzjazmem witanej przez wielu badaczy, zaczęły się wkrótce podnosić słowa ostrej krytyki, zwłaszcza zaś w ostatnich latach, kiedy i główna teorja wielkiego biologa angielskiego uległa wielostronnej krytyce. Oto najważniejsze zarzuty.

Aby istotnie przyjąć ze strony samic wybór samców, na to nauka zbyt mało posiada dowodów bezpośrednich. W wielu razach ruchy samców, jaskrawe barwy, gesty i skoki lub dźwięki przez nich wydawane podniecają niewątpliwie samicę w kierunku płcio-

---

[1]) Obecności dobrego węchu u samców motyli, zwłaszcza zaś u nocniówek, oraz woni, wydzielanej przez samice, dowodzi fakt, że do samic umieszczonych na wolnem powietrzu, ale zamkniętych w woreczku z delikatnej gazy, zlatują się zewsząd samce, wiedzione oczywiście powonieniem. Tym to sposobem zbieracze motyli chwytają nieraz wiele bardzo samców. Weismann opisuje, że do samicy pawika wieczornego (Smerinthus ocellata) wywieszonej w woreczku po za oknem pracowni (w ogrodzie miejskim) zlatywało się tyle samców, że w ciągu dziewięciu wieczorów schwytano aż 42 męskich osobników tego gatunku.

wym, ale nie dokonywa ona doboru, lecz oddaje się osobnikom najsilniejszym i najbardziej natarczywym, zachowując się przytem całkiem biernie. Oto jak brzmi jeden z najczęstszych zarzutów, stawianych teorji doboru naturalnego. Rzeczywiście trudno przytoczyć bezpośrednie dowody procesu wybierania, ale znamy fakta, w niezbity sposób dowodzące, że samice n. p. ptaków żywią sympatje lub antypatje do pewnych samców, że jednym oddają się chętniej, innym trudniej, iż za niektórymi niekiedy wprost szaleją, podczas gdy innym okazują wstręt nieprzezwyciężony, a fakta te przemawiają w wysokim stopniu za prawdopodobieństwem istotnego doboru. I tak n. p. Andubon, który większą część życia spędził w dziewiczych lasach Ameryki północnej i poznał doskonale obyczaje wielu ptaków tamtejszych, opowiada o dzięciołach, że „zwykle samicy towarzyszy z pół tuzina śmiałych i rączych lowelasów, wyprawiających w locie najdziwaczniejsze gesty, aż w końcu samica da wyraźne pierwszeństwo jednemu“. Kilka samców goni również za samicą gatunku A g e l a e u s p h o e n i c e u s, dopóki się ona nie zmęczy i nie usiądzie na któremkolwiek drzewie; „wtedy przyjmuje ich hołdy, łaskawem okiem spogląda na ich umizgi i zaloty, i wreszcie wybiera jednego“. Opisuje on także, jak samce kozodojów z nadzwyczajną chyżością szybują w powietrzu podczas rozpłodowej pory, wydając przytem dość charakterystyczny szmer. „W chwili jednak, kiedy samica wybiera jednego z nich, inne odlatują“. Otóż te i tym podobne opisy pokazują, że tu nie zachodzi walka samców między sobą i całkiem bierne zachowanie się samicy, która staje się własnością zwycięzcy, lecz że ona to właśnie zachowuje się czynnie, oddając się jednemu z wielu samców, oczywiście temu, który w najwyższym stopniu podnieca ją w danym kierunku. To samo tyczy się również ptaków domowych, sympatje i antypatje wzajemne różnych osobników są tu powszechnie znane. Pewien dobry znawca gołębi, który przez lat kilkanaście hodował liczne ich rasy i doskonale znał ich obyczaje, opowiadał mi mnóstwo bardzo interesujących faktów odnośnych.

Tak n. p. obserwował on nieraz, że pewne samce odznaczały się szczególniejszą zdolnością zyskiwania sobie sympatji samic, tak, że samice, które dotąd bardzo przykładnie żyły ze swymi małżonkami, oddawały się tym kusicielom, zdradzały małżonków i w ten sposób wnosiły niesnaski w stadła gołębie. W e i r, słynny spostrzegacz, opisuje zupełnie podobne fakta; „z pośród samców, mówi on, niektórzy są tak szczęśliwi w swych sprawach miłosnych i tak umieją się przypodobać wszystkim samicom, że niema innej rady, jak tylko wystrzelać tych gołębi Don Żuanów, gdyż wprowadzając nieporozumienia w stadła gołębie, narażają właściciela na niepowetowane straty“. Czyż nie jest to najwymowniejszy dowód zdolności wyborczej u samic i czy na podstawie podobnych faktów nie mamy przy-

puszczać z wielkim bardzo stopniem prawdopodobieństwa, że i na łonie przyrody odbywa się dobór samców ze strony osobników płci żeńskiej. Jeszcze więcej przykładów szczególnego upodobania samic w obcowaniu z pewnym tylko samcem znamy u ssaków, a zwłaszcza domowych, jak to stwierdzają liczni hodowcy i amatorowie zwierząt. Co do suk szczególniej, znamy wiele faktów (p. dzieło Darwina „Dobór płciowy"), które pokazują, że samice te przywiązują się niekiedy do pewnych tylko osobników samczych, im się tylko oddają, a z innymi nie chcą się łączyć; oczywiście zatem kierują się tu pewną sympatją, jakimś wyborem.

Jeżeli jednak co do zwierząt kręgowych, zwłaszcza zaś najwyższych ich gromad, ptaków i ssących, niektórzy badacze powątpiewali o możliwości odbywania się u nich istotnego wyboru samców, to jeszcze więcej wątpliwości wyrażano w tej mierze n. p. co do owadów lub pająków. Reichenau (Kosmos, 1881—82) n. p. przytacza przykłady, dowodzące, że samice różnych owadów dają się zapładniać, nie dokonywając żadnego wyboru pomiędzy samcami. Samica gatunku Pteromalus puparum, którego samiec różni się od swej połowicy wspaniałem ubarwieniem złocisto-zielonem i purpurowem, łączy się bez wyboru nieraz nawet z trzema samcami, jednym po drugim. Prządkówka rząpica nieparka (Ocneria dispar) oddaje się również kilku samcom po kolei, bez żadnego wyboru; to samo zauważono i u wielu innych prządkówek.

Wszelako co do pająków, to w ostatnich czasach G. i E. Peckham na podstawie spostrzeżeń swoich, dokonanych nad attidami, wystąpili jako gorący obrońcy doboru płciowego. U tych interesujących pająków samce wykonywują najdziwaczniejsze ruchy przed samicami, kołyszą się z boku na bok, podnoszą do góry pierwszą parę nóg i szeroko je rozsuwają, wznosząc odwłok do góry pod kątem prostym do głowotułowia lub też w inny jeszcze sposób starając się przykuć uwagę spoglądających na nie samic, co im się prawdopodobnie udaje. Przyczem zasługuje na uwagę, że samce ustawiają się zawsze w taki sposób przed samicami, iż barwy ozdobne ich ciała są dla tych ostatnich widoczne, ornamentacje zaś te są bardzo różnorodne i zmienne, a co najważniejsza, występują częstokroć dopiero w czasie dojrzałości płciowej. Słowem, mamy tu sceny, przypominające pod wielu względami tańce i gestykulacje tokujących samców u wielu ptaków, n. p. u głuszczów. Wymienieni badacze wypowiadają, na podstawie tych niezmiernie interesujących spostrzeżeń, zdanie, iż urządzenia takie mogły się rozwinąć tylko pod wpływem doboru płciowego, gdyż tutaj najoczywiściej osobniki męskie prześcigają się wzajemnie w sztuce oszołomiania samicy i pozyskania jej względów.

Tak tedy rozważając pro i contra w kwestji czynnego, dobie-

rającego wpływu samic, dochodzimy do przekonania, że jakkolwiek bezpośrednie w tej mierze dowody są bardzo skąpe, ponieważ trudno stwierdzić ten wpływ przez obserwację, to jednak dowodów pośrednich dostarcza nam nauka bardzo wiele, a temi dowodami są: obecność licznych, drugorzędnych znamion płciowych u samców, popisywanie się samców przed samicami swym śpiewem, gestykulacjami i t p., fakt indywidualizowania samców ze strony samic (n. p. u zwierząt domowych) i żywienia sympatji lub antypatji do niektórych z nich.

Inna grupa zarzutów polega na następującem. Nawet gdybyśmy przyjęli, że pewne samce wywierają na osobniki innej płci działanie podniecające, n. p. przez jaskrawe ubarwienie, to trudnoby było przyjąć, aby poczucie estetyczne u samic było tak subtelne i wyrafinowane, iżby te odróżniały drobne modyfikacje w ubarwieniu lub rysunku, pojawiające się w szeregu pokoleń i w ten sposób, aby sprzyjały potęgowaniu się tych modyfikacyj w pewnym określonym kierunku. Nadto trudno przypuścić, aby samice wszystkich pokoleń okazywały wciąż te same gusta względem n. p. barw lub rysunku na ciele samców i aby w ten sposób powodowały rozwój tychże w pewnym kierunku. Nadto Wallace zaznacza, że trudno wogóle przypuścić, aby wszystkie samice tego samego gatunku okazywały jednakowe upodobania, albowiem „de gustibus non est disputandum", a Claparède dodaje, że w ogólności teorja nie może się opierać na czemś tak zmiennem, jak upodobanie. Zarzuty te są niewątpliwie bardzo słuszne, jakkolwiek nie mamy podstawy do przypisywania zwierzętom takiej zmienności upodobań, jaką widzimy u ludzi. Przeciwnie, jak powiada Plate, „wszystkie osobniki zwierzęce danego gatunku czują dosyć jednakowo i przeto zachowywać się będą jednakowo względem nowo występujących zboczeń". Ale przyjąwszy znów taką jednostajność w poczuciach estetycznych u zwierząt, nie możemy sobie wytłumaczyć, dlaczego miałyby one być tak wrażliwe na drobne różnice w znamionach samców, jak tego wymaga teorja.

Z powyższemi zarzutami znajdują się w ścisłym związku te, jakie przytoczył w swoim czasie znany nasz zoolog i podróżnik, Jan Stolzmann (Proc. zool. Soc. London 1885). Według niego, skoro blisko pokrewne formy ptaków różnią się swem ozdobnem ubarwieniem, to trudno zrozumieć, aby to ostatnie miało pochodzić wskutek zmiany upodobania u samic. Tak n. p. kolibr Schistes personatus żyje w Ekwadorze na zachodnich stokach Kordyljerów, na małej przestrzeni, wynoszącej cztery stopnie szerokości. Różni się on od blisko pokrewnego gatunku Schistes geoffroyi tem, iż samiec posiada błyszczącą, ozdobną plamę na czole. Otóż Schistes geoffroyi zamieszkuje wschodnie stoki Kordyljerów, od Kolumbji aż do Peru Środkowego, na przestrzeni około dwudzie-

stu stopni szerokości, podzielonej przez dolinę Maranon na dwa zupełnie odosobnione okręgi. Otóż gdyby samo tylko wyodrębnienie (izolacja) wystarczało do zmiany upodobania u samic, to należałoby oczekiwać u tego gatunku dwóch rodzajów samców. Wypadek taki jednakże nie zachodzi. Dlaczego więc, pyta Stolzmann, upodobanie samic nie zmieniło się na przestrzeni 20 stopni szerokości, podczas gdy po drugiej stronie Andów na daleko mniejszym terenie zmieniło się ono? Należy więc raczej przypuścić, że nie zmiana gustu u samic wywołała owe modyfikacje u samców, lecz wpływ odmiennych warunków zewnętrznych, panujących po obu stronach Kordylierów.

Podobnych przykładów przytacza Stolzmann więcej.

Wobec tego, że teorja doboru płciowego napotyka tedy na liczne trudności, że nie we wszystkich wypadkach daje się zastosować, że tłumaczy tylko pewne fakta, ale bynajmniej nie te wszystkie, które pragnął za jej pomocą objaśnić twórca teorji, próbowano w inny jeszcze sposób wytłumaczyć pochodzenie drugorzędnych znamion płciowych i wygłoszono kilka różnych zapatrywań w tej kwestji.

Tak niektórzy biologowie, n. p. słynny uczony włoski, prof. C. Emery (1893), starali się wytłumaczyć genezę tych znamion przez zasadę współczynności (korrelacji), zachodzącej między temi ostatniemi a gruczołami płciowemi. Wiadomo, że z chwilą nastania dojrzałości płciowej, czyli pewnego okresu w rozwoju gruczołów rozrodczych pojawia się cały szereg zmian w organiźmie, różnych u osobników obu płci; możemy więc te zmiany przypisać temu, że w jednym wypadku owemi narządami, stanowiącemi wewnętrzną podnietę do zmian są jądra, w drugim — jajniki. Różne co do natury i funkcji swojej gruczoły rozrodcze, wywierają odmienny wpływ korrelatywny na organizację osobnika samiczego, względnie samczego. U pierwszego powiększają się n. p. gruczoły mleczne, u drugiego wysypuje się obfity zarost, grubieje głos i t. p. Rörig n. p. wykazał, że tak wybitne i typowe drugorzędne znamiona płciowe, jakie dotyczą rogów jeleni, pozostają w jaknajściślejszym związku współczynnym z rozwojem organów rozrodczych. Dowodzą tego również fakta, że z usunięciem gruczołów płciowych zatracają się często u osobników danej płci cechy, stanowiące dla nich charakterystyczne drugorzędne znamiona płciowe, a natomiast pojawiają się nawet pewne właściwości drugiej płci. Tak n. p. wiadomo, że u wałachów czyli wykastrowanych ogierów następuje silniejszy rozrost szczątkowych sutek; u chłopców, we wczesnym wieku skastrowanych i przeznaczonych n. p. na eunuchów, zachowuje się cienki, niewieści głos, a u starych kobiet, u których ustały już funkcje gruczołów płciowych, pojawia się niekiedy broda i gruby głos męski.

Wszystkie podobne fakta pokazują nam, że istotnie pewne przynajmniej drugorzędne znamiona płciowe rozwijają się w bardzo

ścisłej zależności od specyficznych gruczołów rozrodczych, przez współczynny (korrelatywny) wpływ tych ostatnich.

Niektórzy zwolennicy powyższych poglądów sądzą, że sam rodzaj płci, zależny w pierwszym rzędzie od charakteru organów rozrodczych, określa całą naturę danego osobnika, a więc i te wszystkie jego znamiona, które nazywamy drugorzędnemi cechami płciowemi. Geddes i Thomson mówią: „Wspaniałość barw, nadmiernie obfity rozwój włosów i piór, czynności gruczołów węchowych, a nawet i rozwój narządów obronnych nie mogą być wytłumaczone przez dobór płciowy, lecz co do początku swego i nieprzerwalnego rozwoju są one wyrazem męskiej lub przeciwnej żeńskiej konstytucji. Wyrażając się nieco parodoksalnie, możemy powiedzieć, że wszystkie drugorzędne znamiona płciowe są w zasadzie pierwszorzędnemi i są wyrazem tego samego, ogólnego cielesnego habitus, co i ten, który warunkuje powstanie męskich elementów w jednym wypadku, żeńskich w drugim".

Bardzo interesującą próbę objaśnienia genezy drugorzędnych znamion płciowych podał Alfred Wallace (Darwinizm, Londyn 1899). Badacz ten, jak wiadomo, doszedł w swoim czasie, niezależnie od Darwina, do idei doboru naturalnego i jest jednym z najgorętszych jej obrońców. Otóż twierdzi on, że zasada doboru płciowego niema żadnej absolutnie podstawy, i że liczne odnośne fakta dadzą się doskonale wytłumaczyć przez dobór naturalny. Sądzi on, że jaskrawsze barwy, obfitsze upierzenie lub bujniejsze owłosienie rozwinęły się u samców wskutek nadmiaru sił żywotnych („surplus of vitality"). „Są to objawy większej siły, potężniejszej energji życiowej, a ponieważ dzięki doborowi naturalnemu zawsze najsilniejsze i najzdrowsze osobniki rezerwowane bywają do rozpłodu, mogło więc na tej drodze nastąpić stopniowe spotęgowanie się owych ozdób. Prostsze, skromniejsze ubarwienie samic u ptaków uważa Wallace za ochronne, sprzyjające temu, aby nie były one łatwo dostrzegalne podczas wysiadywania jaj; przypuszczenie zaś to popiera fakt, że u tych ptaków, u których samica podczas wysiadywania jest niewidzialna, ukrywając się w dziupłach, dziurach ziemnych lub w gniazdach zamkniętych, posiada ona jaskrawe barwy, podobne do tychże u samca.

Wyjątek stanowią również pod tym względem pewne wielkie ptaki drapieżne, których samice doskonale umieją się bronić i którym nie zagraża przeto niebezpieczeństwo podczas pory lęgowej; otóż samice te są prawie tak samo ubarwione jak samce; widzimy to u wielu ptaków drapieżnych lub krukowatych. Wallace przytacza jeszcze kilka innych wyjątków z ogólnej reguły, iż samce ptaków są jaskrawiej ubarwione, a wszystkie te wyjątki tłumaczy na podstawie zasady doboru naturalnego.

Pogląd Wallace'a, jakkolwiek na pierwszy rzut oka pociągający swoją oryginalnością, nie wytrzymuje jednak krytyki. Bo prze-

dewszystkiem, dlaczego nadmiar sił żywotnych ma się zużywać na wytwarzanie ozdób, dlaczego, przeciwnie, ukryte wewnątrz ciała narządy nie mają się lepiej rozwijać kosztem nadmiernych przypuszczalnie soków żywotnych, dlaczego tylko ornamentacje czysto zewnętrzne, mieszczące się w okolicach widocznych, wpadających w oczy, n. p. na głowie, szyi lub ogonie, podlegać mają potężniejszemu rozwojowi?

Z poglądem Wallace'a wiąże się bardzo ściśle zapatrywanie niektórych biologów, iż u samicy wielki zapas sił żywotnych zużywa się na wytwarzanie jaj i ewentualnie na zachody lęgowe, co oddziaływa niekorzystnie na inne strony jej organizacji, nie pozwalając jej wznieść się do tego stopnia zróżnicowania morfologicznego, jaki osiąga organizm samczy. Myśl tę wyraził już właściwie sam twórca teorji doboru płciowego, wypowiadając następujące zdanie („Dobór płciowy", 1883): „Samica zużywa wiele substancji organicznej na wytwarzanie jaj, podczas gdy samiec traci wiele sił w gwałtownych walkach ze swymi współzawodnikami, w uganianiu się za samicą i w wysiłkach podczas śpiewu. Wielką siłę samca w porze zalotów miłosnych potęguje często, zdaje się, jego ubarwienie, niezależnie od wszelkiej innej różnicy w porównaniu z samicą". Wobec faktu, iż samce, jako nie znoszące jaj i nie używające sił swoich na karmienie potomstwa, odznaczają się często większym zasobem sił żywotnych, pojmujemy do pewnego stopnia genezę owych różnic w ich konstytucji. Ale z drugiej strony nie tłumaczy nam to bynajmniej, jak już zaznaczyliśmy wyżej, dlaczego owa przewaga sił żywotnych u samców zużywa się właśnie na rozwój ornamentacyj ciała, na zmiany natury estetycznej, których pochodzenie usiłowała właśnie objaśnić teorja doboru płciowego.

Wreszcie jeszcze próba objaśnienia genezy ozdób samczych. Otóż G. Jäger ogłosił w swoim czasie teorję „poświęcania samców dla ochrony samic". Ponieważ u większości zwierząt istnieje przewaga ilościowa płci męskiej, to już to jedno objaśnia nam, dlaczego w interesie zachowania gatunku leży, aby ginęło również więcej samców, niż samic. Nadto w okresie rozrodczym, w porze lęgowej jeszcze bardziej odpowiadałoby interesowi gatunku ochranianie samic, jako osobników składających jaja lub karmiących młode. Szczególniej więc w tej to właśnie porze chodzi o ochronę samic. Ponieważ atoli śród ogólnej walki o byt zawsze ginąć musi z konieczności pewna liczba osobników, w interesie przeto zachowania gatunku leży, aby owemi ginącemi osobnikami, zwłaszcza zaś w porze lęgowej, były przeważnie samce. Otóż one to otrzymują właśnie, głównie we wspomnianej porze, jaskrawe barwy, które czynią je bardziej dostrzegalnemi dla nieprzyjaciół; a u ptaków dźwięki donośne, przez samców produkowane, zdradzają również łatwo ich obe-

cność, samice natomiast pozbawione są tych znamion, a szare skromne suknie i niezdolność do produkowania donośnych dźwięków ochraniają je snadnie przed nieprzyjaciółmi. Oto co nazywa Jäger poświęcaniem samców „Männcheropfer". Podobnv pogląd wygłosił, w jedenaście lat później, Jan Stolzmann, o którego zapatrywaniach na teorję doboru naturalnego już wyżej w części wspomnieliśmy. Wychodząc z zasady, że liczba samców przeważa, co Stolzmann uważa za fakt ogólny, nie ulegający wątpliwości, dochodzi on do wniosku, że samce zabierają samicom pokarm; zwłaszcza zaś te z nich, które żyją w celibacie i do rozpłodu się nie przyczyniają, czynią to ze szkodą dla zachowania gatunku. Otóż dobór naturalny usuwa ten stosunek niekorzystny przez walki wzajemne samców kończące się często dla wielu z nich krwawo oraz przez barwy ozdobne, które, jako wpadające w oczy, narażają samców na prześladowanie ze strony różnych drapieżników. Plate, krytykując ten pogląd Stolzmanna, słusznie powiada: „Zapatrywanie takie nie zadawalnia nas, albowiem przez to, iż samce stają się ofiarą drapieżników, samice nie zyskują jeszcze wcale ochrony, a niemniej również nieznaczny nadmiar liczebny samców nie grozi wcale zachowaniu gatunku". Stolzmann stara się na wielu poszczególnych przykładach dowieść słuszności swojej tezy; powiada on n. p. między innemi, że długie pióra powłóczyste u jaskółek nocnych (Cosmetornis, Murodipterys) mają takie znaczenie, że opóźniają lot samców, przeszkadzają mu, a w ten sposób samice tem snadniej znajdywać mogą dla siebie pożywienie. Plate słusznie powiada, że są to twierdzenia tak przesadne i naciągane, iż nie wymagają wcale odparcia. Zresztą, skoro nieznaczny nadmiar liczebny samców ma być tak bardzo szkodliwy dla zachowania gatunku, jak to sobie wyobraża nasz zasłużony zoolog, to czyż działanie doboru naturalnego nie byłoby prostsze, gdyby tylko liczba rodzących się samców zmalała i zrównała się mniej lub więcej z liczbą samic? Czyż to nie jest nieco naiwne, przypuszczać, aby do uregulowania ilościowego stosunku płciowego, który uwarunkowany jest przez pewne właściwości dziedziczne, przyroda szukała aż tak wielce skomplikowanych dróg, jak to sobie wyobraża Stolzmann? Zresztą, jak ze stanowiska poglądu tego badacza objaśnić niezaprzeczony fakt zalotów, popisywania się samców swemi skokami i grymasami i pojawiania świetnych barw właśnie podczas godów weselnych (n. p. u wielu ryb, traszek i. t. d.)?

Na podstawie wszystkiego, co wyżej pewiedzieliśmy, łatwo dojść do przekonania, że czynniki, które wywołują drugorzędne znamiona płciowe u zwierząt, są zapewne bardzo rozmaite. Przedewszystkiem odgrywa tu niewątpliwie wielką rolę korrelacja różnych narządów ciała z gruczołami płciowemi. W obec tego, że usunięcie lub niedorozwój ich wywołuje tak liczne modyfikacje w ustroju, mo-

żemy przypuścić, że pewne właściwości, które nazywamy drugorzędnemi znamionami płciowemi, pozostają w ścisłym współczynnym związku z obecnością znamion pierwszorzędnych, t. j. męskich, względnie żeńskich organów płciowych. Jeżeli z usunięciem jąder u kastratów (n. p. u eunuchów) głos zachowuje pewien właściwy charakter, to czyż nie mamy przypuścić, że silniejszy rozwój strun głosowych pozostaje w ścisłej zależności korrelatywnej od gruczołów płciowych męskich, jeśli zaś tak, to możemy też przyjąć, że różnica w produkcji dźwięków n. p. u samca i samicy słowika zależy od wpływu tego lub innego rodzaju gruczołów płciowych na cały ustrój ptaka. Nadto wielką rolę odgrywa tu zasada doboru naturalnego, zachowująca w każdym osobniku, a więc i w osobnikach różnych płci to, co dla ich życia lub dla zachowania gatunku jest korzystne. Wreszcie niewątpliwie i zasada doboru płciowego nie małe ma znaczenie. Śmiało n. p. można jej przypisać wielką doniosłość w sprawie genezy organów, służących n. p. do chwytania samic, do staczania walk wzajemnych pomiędzy samcami i t. p. Gdy jednak chodzi o rozwój ornamentacyj, ozdób, pięknych barw i rysunków u samców, to, jak widzieliśmy, teorja doboru napotyka w wielu wypadkach na poważne trudności.

Teorję doboru płciowego stosowano również, jak wiadomo, do wytłumaczenia genezy drugorzędnych znamion płciowych u człowieka. Naturalne ozdoby płci męskiej, n. p. zarost lub większą siłę i odwagę u przedstawicieli tej płci, można istotnie w znacznej mierze tłumaczyć przez zasadę doboru, chociaż, być może, wpływ korrelatywny samych gruczołów rozrodczych na ustrój męski, względnie żeński, jeszcze większą odgrywa tu rolę. Teorją doboru płciowego usiłowano nadto wyjaśnić u człowieka genezę wielu stron jego życia kulturalnego, śpiew, taniec, strojenie ciała przypisywano czynnikom pierwotnie erotycznym, chęci przypodobania się drugiej płci, co więc najzupełniejby odpowiadało działaniu doboru płciowego. Przeciwko tym poglądom występowali liczni estetycy. Między innymi w ostatnich latach K. Gross z Giessen wystąpił z ostrą krytyką teorji, upatrującej początki sztuki ludzkiej w czynnikach doboru płciowego. Sądzi on, że sztuka ludów pierwotnych jest pod wielu względami pozbawiona czynników erotycznych i że niezależnie od tych ostatnich rozwinęło się u ludów tych upodobanie w przyozdabianiu ciała. Nad kwestją tą nie chcę się dłużej zatrzymywać. Nie przeczę, że źródła sztuki szukać należy w wielu bardzo razach we wrodzonem upodobaniu człowieka do piękna, ale że ogromną rolę odgrywały tu przedewszystkiem potężne uczucia miłości względem płci innej, oraz miotające organizmem namiętności, to chyba zaprzeczyć się nie da. Przecież nie tylko w sztuce ludów pierwotnych, ale nawet w sztuce tak wysoko ucywilizowanych narodów, jak grecy starożytni, pierwiastek erotyczny odgrywał wielką rolę, czyż więc

można przypuścić, aby nie miał on znaczenia wówczas, gdy człowiek znajdował się na jeszcze niższym szczeblu rozwoju i gdy instynkta jego były dzikie i nieokiełzane? A w i w dzisiejszym naszym tańcu, w namiętnych tonach skocznej muzyki, w strojnych modach, zdążających do uwydatnienia kształtów ciała, ileż jest pierwiastku erotycznego? A wszystkie nasze sztuki piękne jakże niewyczerpane znajdują dla siebie źródło twórcze w potężnych uczuciach miłości!

MECHANIKA ROZWOJU JAKO NOWA GAŁĄŹ BIOLOGJI

Gdy rzucimy okiem na dzieje jakiejbądź umiejętności, uderzy nas w różnych jej kresach przewaga tych lub innych kierunków badań. Składa się na to wiele przyczyn: współzależność różnych umiejętności, warunkująca głęboki wpływ wzajemny jednych na drugie, wyłanianie się pewnych nowych metod badania, nowych dróg, po których zaczynają kroczyć zastępy pracowników, wreszcie — nagłe, wielkie odkrycia naukowe lub nowe, śmiałe, a doniosłe hipotezy, które pociągają umysły współczesnych i wywierają niejako wpływ hipnotyzujący na kierunek ich dociekań naukowych. Te momenta działają, jak ferment, w rozwoju każdej nauki i wpływają na czasową przewagę tych lub innych dziedzin badania. Na kilku przykładach wyjaśnimy myśl naszą.

Do czasów H. T. Buckle'a uważano dzieje ludzkości za przypadkową grę potęg duchowych lub ślepych sił przyrody; kierunek historji powszechnej był przeto wyłącznie prawie opisowy, metoda zaś przyczynowego traktowania dziejów była niemal wcale nieznana. W filozofji ugruntowała się już jednak od czasów Kanta idea o ścisłej przyczynowości wszelkich czynów ludzkich. Nadto Quetelet dał podstawy t. zw. statystyce moralności, z której między innemi wynika, że zbrodnie, samobójstwa i inne t. p. występki ludzkie powracają z zadziwiającą prawidłowością w pewnych okresach czasu. Te postępy w pokrewnych umiejętnościach: filozofji i statystyce w związku z odkryciami w dziedzinie etnografji doprowadziły Buckle'a do wytknięcia nowego kierunku w historji powszechnej, mianowicie: przyczynowego, historjozoficznego. Buckle wykazał, jak wiadomo, że dziejami ludzkości rządzą pewne prawa niezłomne, podobne do tych, jakie kierują zjawiskami przyrody. Kierunek ten zgrzeszył jednak pod pewnym względem jednostronnością, albowiem twórca jego nie przyjmował ewolucji ducha ludzkiego. Według Buckle'a, przyrodzone zdolności duchowe człowieka pozostają od czasów najdawniejszych wciąż na tym samym szczeblu; postępy zaś cywilizacji mają swe źródło w zmianie warunków zewnętrznych.

To błędne zapatrywanie znakomitego dziejopisarza pochodziło stąd, że w umiejętnościach przyrodniczych, z których Buckle zaczerpnął idei, nie były jeszcze naówczas ugruntowane poglądy ewolucyjne (L. Stein). Dopiero w dwa lata po ogłoszeniu dzieła Buckle'a zjawiła się praca Darwina o powstawaniu gatunków, a odtąd coraz silniej zaczęło się utwierdzać przekonanie o bezustannych przemianach w świecie organicznym, o ciągłej ewolucji ustrojów. Wielka ta prawda, zdobyta w dziedzinie biologji, zaczęła ze swej strony wywierać wpływ na zmianę kierunków w innych umiejętnościach, między innemi w nauce o dziejach cywilizacji i historji urządzeń społecznych. Wiadomo, jak doniosłym był ten wpływ w dziedzinie socjologji, w której kierunek ewolucyjny stał się też niebawem panującym. Wszelkie instytucje społeczne, jak n. p. życie gromadzkie lub małżeństwo, zaczęto badać ze stanowiska ewolucyjnego, przechodząc od najpierwotniejszych szczeblów kultury stopniowo do coraz wyższych, a co więcej, porównywano nawet stany jeszcze pierwotniejsze, właściwe zwierzętom, na coraz wyższych szczeblach drabiny ustrojowej.

Powyższe przykłady ilustrują doskonale zasadę, że rozwój i postęp jednych umiejętności może wpłynąć na zjawienie się pewnych nowych kierunków w innych naukach, pozornie niezwiązanych z niemi bezpośrednio.

Co do drugiego zaznaczonego wyżej momentu, t. j. nowych metod badania, to wpływ ich jest tak oczywisty, że nie ma potrzeby zatrzymywania się nad niemi. Wspomnimy tylko, dla przykładu, o powstaniu nowego kierunku w badaniach biologicznych wskutek odkrycia i wydoskonalenia mikroskopu, mianowicie — poszukiwań na polu histologji. Również i trzeci z zaznaczonych wyżej momentów nie wymaga bliższego wyjaśnienia, znamy bowiem w każdej dziedzinie nauki liczne przykłady, stwierdzające tezę, iż nowe, doniosłe odkrycia naukowe lub śmiałe, interesujące, na naukowych podstawach oparte hipotezy dawały po wsze czasy silny bodziec do wyłaniania się nowych kierunków w badaniach umiejętnych. Przypomnijmy sobie tylko, jak ważnym impulsem dla poszukiwań bakterjologicznych były odkrycia Pasteura i Kocha, lub jak potężnym bodźcem dla dociekań filogenetycznych (rodowodowych) w dziedzinie zoologji i botaniki była teorja Karola Darwina.

Jeśli przyjrzymy się dziejom nowszej zoologji, przyjdziemy do przekonania, że przewaga jednych kierunków naukowych nad drugimi bywa zawsze czasowa. W miarę bowiem nowych postępów w umiejętnościach pokrewnych, lub w miarę zjawiania się nowych metod lub hipotez, częstokroć pewne kierunki, uznane za przestarzałe, doznają z czasem rehabilitacji, by w zmienionej szacie, przykrojonej do odmiennych warunków, wystąpić ponownie na widownię nauki, albo też przeciwnie, pewne kierunki, znajdujące się na naj-

wyższym szczeblu rozwoju, mogą być czasowo zdegradowane lub nawet zupełnie opuszczone. Zasada ta, znana każdemu, kto studjuje dzieje myśli ludzkiej, uczy nas, z jaką oględnością winniśmy traktować w danej chwili opinję badaczy co do rzekomej wyższości naukowej jednych panujących kierunków nad innymi. W tym względzie daje się zauważyć zawsze pewna stronniczość sądów, w której wielką rolę odgrywa moda, panująca w nauce, podobnie jak w życiu towarzyskiem ludzi, a rolę jeszcze większą — jednostronność wykształcenia naukowego i metody, jaką dany badacz zwykł się posługiwać. Ta jednostronność sprawia, że fizjolog lub farmakolog, nie mający szerszego wykształcenia biologicznego, lekceważy lub za mało ceni badania morfologiczne, że często systematyk nie uznaje dostatecznie badań anatomicznych, embrjologicznych lub histologicznych, że morfolog obniża niekiedy doniosłość spostrzeżeń w dziedzinie systematyki, że wreszcie histolog bardzo często nie jest zdolny przekroczyć ciasnego koła poszukiwań cytologicznych.

W embrjologji w drugiej połowie naszego stulecia można odróżnić trzy kierunki.

Z początku była to umiejętność wyłącznie opisowa, a stany rozwojowe traktowano jako „anatomję zarodka". Taki kierunek widzimy u dawniejszych embrjologów minionego wieku. Rathke, Reichert, Remak, Bischoff i inni opisywali zjawiska rozwojowe, lecz prawie wcale nie wysnuwali ogólniejszych wniosków porównawczych. V. Baer nadał wprawdzie embrjologji kierunek filozoficzny, zwróciwszy między innemi uwagę na zasadę różnicowania się czyli dyferencjacji, na stosunek stadjów rozwojowych do stanów ostatecznych, napotykanych u zwierząt niższych (prawo równoległości rozwoju osobnika i rodu) oraz na pewne ogólne sposoby kształtowania się ciała podczas rozwoju zarodka — ale kierunek ten nie mógł się jeszcze przez długi czas rozwinąć, gdyż przeszkadzała temu t. z. teorja typów Cuviera i v. Baera. Według tej błędnej teorji wszystkie zwierzęta zostały stworzone i zbudowane według czterech zasadniczych, a odmiennych typów, nie powiązanych z sobą wcale nićmi pokrewieństwa. Sądzono przeto, że i pod względem embrjonalnym nie istnieją pomiędzy przedstawicielami owych typów punkta styczne i że nie można porównać i zestawić z sobą procesów rozwojowych u przedstawicieli różnych typów zwierzęcych.

Dopiero po zjawieniu się teorji powstania gatunków, a więc począwszy od szóstego dziesiątka lat, wyłonił się w embrjologji kierunek nowy, wielce pożyteczny dla postępu nauk morfologicznych. Stała się ona mianowicie, dzięki pracom E. Haeckla, A. O. Kowalskiego, Ray Lankestera i wielu innych badaczy, umiejętnością porównawczą, element filogenetyczny (rodowodowy) stał się jej duszą; innemi słowy, postawiła ona sobie za cel: odsłonięcie stosunków genealogicznych pomiędzy różnymi przedstawicielami świata zwie-

rzęcego na podstawie porównania historji ich rozwoju osobnikowego. Obrawszy ten, nadzwyczaj płodny w skutki kierunek, poczęła się rozwijać niezwykle szybkim krokiem, tak, że stała się wkrótce jedną z naobszerniejszych gałęzi biologji. Niemniej przeto istnieje jeszcze nader wdzięczne i rozległe pole do badań w tej dziedzinie: całe działy są tu jeszcze niemal nietknięte, co do wielu zasadniczych punktów panują poglądy w najwyższym stopniu sprzeczne. To też nie dziw, że w dziedzinie embrjologji porównawczej pracuje dziś i długo jeszcze pracować będzie poważna liczba najwybitniejszych morfologów.

Ale oto w ostatnich kilkunastu latach wyłoniła się nowa gałąź w nauce o rozwoju. Dotąd jest ona nikła, a zdobycze jej są bardzo ubogie w porównaniu z rezultatami, do jakich doszła embrjologja porównawcza. Ale już przez to jedno, że obrała sobie odmienny kierunek, niż inne nauki morfologiczne, zasługuje na bliższe poznanie. Czy to młode pisklę morfologji zwierzęcej, ochrzczone już obecnie, jak powiedzieliśmy wyżej, szumnem i pretensjonalnem nieco mianem „mechaniki rozwoju“ porośnie w pierze i zajmie z czasem wybitniejsze stanowisko pośród innych nauk biologicznych, pokaże to przyszłość.

Zobaczmy tedy, co stanowi przedmiot tej młodej umiejętności, skąd powstała jej nazwa, jakie są jej cele i metody, jaki dorobek naukowy?

Wyraz „mechanika“ może być pojęty w znaczeniu filozoficznem lub fizycznem. W pierwszem znaczeniu użył go słynny myśliciel naszego wieku, Lotze, dla przeciwstawienia błędnemu, panującemu podówczas w biologji kierunkowi witalistycznemu — kierunku nowego, racjonalnego, mechanicznego. Lotzemu chodziło o wyrugowanie z biologji transcendentalnego pojęcia siły życiowej, jako czegoś specyficznie różnego od wszystkich innych sił przyrody; chodziło mu natomiast o sprowadzenie sił, objawiających się w żyjącym ustroju do działań, zachodzących w świecie nieorganicznym. W tem znaczeniu rozumiał również ostateczny cel historji rozwoju słynny embrjolog E. K. v. Baer, określił go bowiem tak: „sprowadzenia twórczych sił organizmu do ogólnych we wszechświecie („die bildenden Kräfte des thierischen Körpers auf die allgemeinen Kräfte des... Weltganzen zurückzuführen“). W tem ogólnem, filozoficznem znaczeniu używają w biologji wyrazu „mechanika“, „objaśnienie mechaniczne“, „przyczyny mechaniczne“ ci wszyscy badacze, którzy odrzucają istnienie nadprzyrodzonych sił, kierujących procesami życiowymi. Tak pojęty „bio-mechanizm“ zapanował wszechwładnie nad „biowitalizmem“. „Ze stanowiska filozoficznego — powiada trafnie Oskar Hertwig — można każdą umiejętność oznaczyć jako mechaniczną, o ile tylko jej przedmioty są badane i przedstawiane jako układ części związanych z sobą pewną koniecznością, jako układ zjawisk, zachowujących się wzglę-

dem siebie jak szereg koniecznych przyczyn i skutków". Ale wyraz mechanika ma jeszcze znaczenie ściślejsze, fizyczne, które w krótkości można określić tak: mechanika sprowadza wszystkie zjawiska otaczającego nas świata do ruchów najelementarniejszych jednostek materji — atomów. Cel mechanicznego wytłómaczenia przyrody w tem ściślejszem, fizycznem znaczeniu określił dosadnie w sposób następujący Du Bois Reymond w słynnej swej mowie o granicach poznania: „Poznanie przyrody — jest to sprowadzenie przemian w świecie materji do ruchów atomów... czyli rozłożenie zjawisk przyrody na mechanikę atomów. Jest to empirycznie stwierdzony fakt psychologiczny, że gdzie podobne rozłożenie udało się osiągnąć, tam nasza potrzeba poznania przyczynowości jest tymczasowo zadowoloną. Postulaty mechaniki mogą być matematycznie przedstawione i noszą znamię tej samej apodyktycznej pewności, co postulaty matematyki". „Wyobraźmy więc sobie, że wszystkie przemiany w świecie materji sprowadzono do ruchów atomów, którymi rządzą stałe siły ośrodkowe — a wszechświat będzie wówczas poznany przyrodniczo. Stan świata w ciągu jednej jednostki czasu okazałby się bezpośrednim wynikiem jego stanu podczas poprzedniej jednostki i bezpośrednią przyczyną jego w następnej z kolei jednostce. Prawo i przypadek byłyby tylko synonimami konieczności mechanicznej. A dalej wyobraźmy sobie, że poznaliśmy przyrodę w takim stopniu, iż możemy wszystkie zjawiska we wszechświecie wyrazić za pomocą jednej formuły matematycznej, za pomocą jednego, niezmiennego układu równań różniczkowych, z którego dałyby się określić w każdej chwili miejsce, kierunek ruchu i szybkość każdego atomu we wszechświecie. Du Bois Reymond dążył do tego, by dowieść, że nawet i wówczas istota bytu pozostałaby dla nas zagadką. My przytoczyliśmy jednak ten ustęp ze znanej mowy znakomitego fizjologa jedynie dla wyjaśnienia tego, jak niektórzy pojmują wyraz „mechanika" w znaczeniu ściślejszem, matematycznem.

Otóż w dzisiejszej embrjologji można mówić o mechanicznem traktowaniu spraw życiowych jedynie w znaczeniu ogólno-filozoficznem, nie zaś fizyko-matematycznem. W rozwoju zarodka znajdujemy długi szereg zmian kolejnych, zachowujących się względem siebie jak łańcuch przyczyn i skutków. Śledzenie owego łańcucha, dążenie do wykrycia bezpośredniej przyczyny każdej zmiany morfologicznej w rozwijającym się zarodku, oraz do sprowadzenia zmian tych bądź do warunków zewnętrznych, bądź do zawiązków dziedzicznych, tkwiących w samej substancji jaja, lub do wpływów, jakie wywierają na siebie wzajemnie komórki zarodka w różnych stadjach jego rozwoju — oto dążenia, które w mniejszym lub większym stopniu mogą nas doprowadzić do pewnych ogólnych mechanicznych poglądów, w znaczeniu filozoficznem. Przesadnem zaś byłoby twierdzenie, że już obecnie jesteśmy w stanie zastosować mechanikę, w zna-

czeniu ściśle fizycznem, do spraw rozwojowych, czyli że możemy sprowadzić widome przemiany, zachodzące w rozwoju zarodka, do ruchu najprostszych składników materji i wykazać n. p., że konieczną wypadkową ruchów ich jest wzrost komórki, dzielenie się jej, formowanie listków zarodkowych i t. d. A jednak najzagorzalsi pionierzy owej nowej gałęzi biologji, do której przedewszystkiem należy Prof. Wilhelm Roux, zapatrują się na mechanikę rozwoju ze stanowiska fizyko-matematycznego i w tem błądzą, bo pracami swemi nie czynią zadość wymaganiom jakie sami stawiają w założeniu. Że taki wysoki cel stawia mechanice rozwoju Prof. Roux, wynika to z następującego określenia, które dosłownie przytaczamy: „Das allgemeine Ziel der Entwicklungsmechanik ist: die Ermittelung der Ursachen der organischen Entwicklung oder die Ermittelung der gestalteten Kräfte und Energien". Jeszcze dobitniej wyraża Roux myśl swoją w następującem zdaniu: Mechaniką rozwoju nazywamy naukę o przyczynach kształtowania. Ponieważ zaś fizyka i chemja sprowadzają, względnie starają się sprowadzić wszystkie zjawiska, nawet pozornie najróżnorodniejsze, n. p. magnetyczne, elektryczne, optyczne, chemiczne do ruchów drobin to dawne, ciaśniejsze pojęcie mechaniki w znaczeniu fizycznem, jako nauki o przyczynach ruchów masowych, uległo rozszerzeniu, a w ten sposób wyraz „mechanika rozwoju", odpowiadając nowym pojęciom fizyki i chemji, może oznaczać naukę o przyczynach wszystkich zjawisk kształtowania". (Arch. f. Entwicklungsmechanik d. Organismen. T. I.). Można się zgodzić na to, że sprowadzenie zjawisk embrjolonalnych do praw mechaniki w znaczeniu fizycznem jest ostatecznym, odległym, idealnym niemal celem, lecz niepodobna nie wzruszyć ramionami, gdy Roux stawia cel ten jako najbliższe zadanie dzisiejszej „mechaniki rozwoju" i w tym duchu podaje już obecnie program pracy w omawianym kierunku. Toteż najzupełniej słusznie krytykuje jego program Oskar Hertwig, wyrażając dobitnie swe wątpliwości w ustępie, który poniżej przytaczam: „Fizyk-matematyk przyzna, że tutaj niema dlań pola działania i że jeszcze bardzo długo nie można będzie uprawiać nadal mechaniki powstawania kształtów (organicznych) w sposób odmienny od tego, jakim posługuje się biolog. Oczywiście w rozwoju embrjonalnym zachodzą ruchy najdrobniejszych mas materji według praw ściśle określonych. A jakimiż środkami i w jaki sposób bylibyśmy w stanie obliczyć ruchy tych mas najdrobniejszych, wyrachować dokładnie ich wielkość, siłę oraz drogi odbyte w przestrzeni i czasie...? Już na samym wstępie, gdyby fizyk miał nakreślić formułę matematyczną dla pierwszych, dobrze jeszcze widzianych komórek zarodkowych, porzuciłby próby w tym kierunku. Lecz jakże gromadzą się trudności krok za krokiem! Ilość drobnych mas materji, które należy śledzić, które poruszają się po własnych drogach bez ciągłości i dzielą się na części,

których rozmiary, kierunek drogi oraz intensywność ruchu winny być określone — wzrasta do setek, tysięcy, miljonów i wielu miljonów, a przytem usuwają się one z przed oczu badacza, ponieważ wpuklając się, tworzą warstwy, przenikające jedne między drugie". A dalej

Ryc 6. Ryby głębinowe Eustomias obscurus z organami świecącemi.

uwzględnijmy, iż te miljony komórek różnicują się na różnorodne tkanki, zmieniające się chemicznie i morfologicznie, że z tych tkanek kształtują się najrozmaitsze złożone narządy, że wreszcie każda z owych miljonów komórek zarodkowych stanowi złożoną bardzo część materji, w której odróżniamy liczne, różnorodne składniki morfologiczne, liczne, złożone ciała chemiczne, zmieszane z sobą

w sposób nader zawiły. Uprzytomnijmy sobie dalej, że drobiny tych ciał, n. p. białkowatych, formują tysiące drobnych, hipotetycznych grup organicznych, t. zw. micelli lub bioblastów, dotychczasowemi naszemi środkami optycznemi nie dających się określić i że dopiero z mieszaniny tych ciał tworzy się plazma komórki lub istota jądra. Jeśli to wszystko zważymy, przyznamy, że stawianie obecnie, jako programu pracy dla embrjologji — sprowadzenie zjawisk zachodzących w rozwijającym się ustroju do objawów mechanicznych, w znaczeniu fizyko-matematycznem — do żadnego nie prowadzi celu.

Ale nie pierwszy to przykład w dziejach nauki, że uczony, stwarzający pewien nowy kierunek, albo przynajmniej uprawiający go z zapałem, stawia w zaślepieniu zbyt różowy horoskop dla rezultatów swej pracy i zbyt szumny wygłasza program. Do takich badaczy należy Roux, który od wielu lat pracuje w obranym przez się kierunku, noszącym miano „mechaniki rozwoju" — „nauki przyszłości", mąż, który kieruje instytutem, przeznaczonym dla rozwoju tej nauki i redaguje od lat szeregu specjalne czasopismo biologiczne „Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen". A jakkolwiek dzisiejsza mechanika rozwoju, wbrew nadziejom Prof. Roux, nie dała nam stanowczo ani jednej zdobyczy, która miałaby coś wspólnego z prawdziwą mechaniką, w znaczeniu fizyko-matematycznem, to jednak nie można uczonemu temu i jego zwolennikom odmówić olbrzymich zasług. Albowiem, jeśli nie stworzyli rzeczywiście pewnego całkiem nowego kierunku, to w każdym razie przyczynili się do jego nadzwyczajnego rozwoju, wyrobili liczne nowe metody i otworzyli wielu badaczom w tej lub owej dziedzinie nowe widnokręgi dla pracy naukowej.

Jak Prof. Roux pojmuje zadanie mechaniki rozwoju, najlepiej ilustruje to następujący przykład, przezeń przytoczony. Embrjologja opisowa wykazała między innemi, że bardzo liczne narządy ciała powstają przez fałdowanie oraz zaginanie się organów pierwotnych czyli listków zarodkowych. Tak n. p. w listku zewnętrznym występuje u kręgowców rowek podłużny, ograniczony dwoma fałdami, które, rozrastając się ku linji środkowej, spotykają się brzegami, zlewają z sobą i w ten sposób tworzą nieprzerwany znów listek zewnętrzny, t. j. przyszły nabłonek skóry, a pod nim zamkniętą cewkę, t. j. rurkę nerwową, będącą zawiązkiem układu mózgo-rdzeniowego. Również w najwcześniejszych stadjach rozwoju formuje się n. p. drogą fałdowania, wpuklenia, zarodek dwuwarstwowy, czyli gastrula z jednowarstwowego, czyli blastuli. Znaczna większość narządów jest produktem takich sfałdowań, a embrjologja opisowa zadawalnia się stwierdzeniem tego faktu i co najwyżej, objaśnia owe procesy przez nierównomierny rozrost pierwotnych organów blaszkowatych (listków zarodkowych). Otóż mechanika rozwoju ma za zadanie dokładniej wytłómaczyć owe procesy, wy-

kryć najbliższe przyczyny owych zmian morfologicznych, które stwierdza embrjologja opisowa.

Wyginanie się lub fałdowanie martwej blaszki, możliwie najprościej zbudowanej i mającej powierzchnie równoległe, odbywać się może tylko biernie, czyli dzięki działaniu sił zewnętrznych. Przez rozmaite kombinacje sił zewnętrznych, n. p. ciśnienie albo rozciąganie, lub przez skojarzenie jednych lub drugich mogą powstawać wygięcia jednakowego rodzaju, niczem się od siebie nie różniące na pozór. Tak n. p. dana blaszka może zostać wygięta w jednakowy mniej więcej sposób: 1. przez umocowanie jej na jednym końcu śrubsztaka i zagięcie drugiego końca; 2. przez umocowanie obu końców w śrubsztaku i przyśrubowanie tegoż — a więc tylko przez działanie ciśnienia; 3. przez poprzeczne nałożenie jej na otwarty śrubsztak i przez uderzanie młotkiem w część środkową, nie podpartą; 4. na odwrót, przez położenie na kowadle i uderzanie młotkiem w część podpartą i t. p. Ale gdy chodzi o wykrycie głębszej przyczyny owych zmian, jakim ulega dana blaszka, musimy iść dalej w naszej analizie. Jeżeli młotek poruszamy ręką, to jego siły deformujące (które dopiero przez stosunki, śród których są użyte, stają się siłami uciskania lub rozciągania) pochodzą od mięśni, czyli od „chemicznych sił atomowych“, jeżeli młotek (n. p. parowy) spada wprost na dany przedmiot, wówczas ciążenie daje siłę ucisku, przyczem każdorazowym warunkiem jej działania jest energja położenia (podniesienia młotka), uskuteczniona przez siłę pary, przedewszystkiem więc przez energję cieplną.

Co się tyczy przyczyn, warunkujących wyginanie się blaszki organizowanej ustroju żyjącego, to przedewszystkiem mogą tu działać oprócz czynników zewnętrznych, wewnętrzne, zależne od biologicznych właściwości samej blaszki. Wyginanie to oznaczymy wówczas nazwą „samowyginania“, a daną zmianę „samoróżnicowaniem się blaszki“ (Selbstdifferenzirung der Platte), ponieważ przyczyny (swoistego rodzaju) zmian kształtu tkwią w samej blaszce. Ale ten rodzaj wyginania się, czy fałdowania może zależeć od najrozmaitszych przyczyn. I tak, blaszka organizowana, utworzona z komórek, może się wygiąć wskutek czynnego jej rozrostu na jednej powierzchni; wzrost zaś ten może być uwarunkowany albo wprost przez powiększenie się pojedyńczych komórek, albo przez rozmnożenie się ich w związku ze zwrostem, albo wreszcie przez przenikanie nowych komórek pomiędzy istniejące. Każda z tych czynności formalnych polega na jakościowo, względnie ilościowo różnych działaniach, czyli na rozmaitych sposobach działania, względnie na różnych rozmiarach tych sposobów. Samo przenikanie tych komórek (pomiędzy istniejące już), jako jedna z możliwych przyczyn czynnego rozrostu blaszki na jednej powierzchni, a tem samem i wygięcie się jej, może znów ze swej strony pochodzić z ró-

żnych przyczyn, n. p. z chemotropizmu, zniewalającego te komórki do wędrowania ku powierzchni, na której tlen przenika do blaszki (tu byłoby tedy niezupełne „samoróżnicowanie się", lecz w części i działanie przyczyny zewnętrznej), albo z t. z. cytotropizmu, czyli zdolności komórek przyciąga ku sobie innych komórek. Ale i te liczne przyczyny nie wyczerpują jeszcze bynajmniej wszystkich możliwości. Albowiem wygięcie się w pewnym kierunku blaszki złożonej z komórek może pochodzić nie z czynnego powiększenia się jednej powierzchni, lecz ze skrócenia drugiej. A to skrócenie może być znów uwarunkowane ze swej strony przez rozmaite czynniki, n. p. przez wydłużenie komórek (zagłębiającej się powierzchni) w kierunku prostopadłym do powierzchni blaszki, a tem samem przez zmniejszenie się tychże komórek w innych wymiarach, dalej przez zanik pewnych całkowitych komórek lub części tychże i t. p. Ten zanik lub zmiana kształtu albo wymiarów komórek zależą znów od różnych stosunków w chemicznej przemianie materji i od sposobu odżywiania się komórek. Wreszcie pewne wyżej wymienione przyczyny mogą współdziałać jednocześnie na obu powierzchniach blaszki organizowanej, sprawiając powiększenie jednej z nich, a zmniejszenie się drugiej, co tem snadniej wywoła wygięcie się blaszki. Nakoniec mogą równocześnie współdziałać pewne przyczyny wewnętrzne i zewnętrzne.

Tak tedy embrjologja opisowa zadawalnia się faktem, iż w pewnem miejscu, dajmy na to, listek zarodkowy wygina się lub fałduje. Natomiast mechanika rozwoju docieka przyczyn owego procesu morfologicznego, szuka całego szeregu najbliższych, bliższych i dalszych, czyli szczegółowszych i ogólniejszych przyczyn danej zmiany morfologicznej.

Jak pokazuje przykład powyższy, mechanika rozwoju jest zatem „nauką o przyczynach kształtów organicznych", innemi słowami „nauką o przyczynach powstawania, zachowywania się i uskuteczniania kształtów organicznych" (W. Roux).

Wszelako zadanie, jakie Roux przypisuje mechanice rozwoju, mianowicie: „zbadanie przyczyn powstawania, zachowywania się lub zaniku kszałtów organicznych" nie jest bynajmniej czemś zupełnie nowem, cel ten mieli bowiem po części na widoku wszyscy embrjologowie, którzy opisywali zmiany morfologiczne, zachodzące w rozwijającym się zarodku. E. Haeckel, Fr. Balfour, His, O. Hertwig oraz liczni inni dawniejsi i nowsi badacze, nie pracujący wcale w kierunku mechaniczno-rozwojowym, starali się zbadać przyczyny kształtów organicznych, przyczyny różnych zmian morfologicznych, zachodzących w rozwijającym się zarodku. Jak wiadomo, jajo, które zaczyna się rozwijać, podlega przedewszystkiem procesowi t. z. brózdkowania, t. j. rozpada się nasamprzód na liczne komórki potomne, z których z kolei budują się pewne narządy embrjonalne. Otóż wyżej wspomniani

embrjologowie wykazali, że taki lub inny sposób brózdkowania jaja zależy od ilości żółtka odżywczego i sposobu jego rozmieszczenia w jaju. Żółtko to jest materjałem pokarmowym, zachowującym się nie czynnie, lecz zupełnie biernie podczas procesu rozwojowego. Gdy nagromadzone jest w większej ilości i skupione w pewnej okolicy jaja, tamuje ono tutaj rozwój tego ostatniego, a wskutek tego brózdkowanie (dzielenie na potomne komórki) jaja odbywa się w tem miejscu wolniej niż w innych, słowem występuje t. zw. nierównomierne brózdkowanie, albo nawet – tylko częściowe, t. j. takie, przy którem znaczna część jaja wcale nie ulega brózdkowaniu. Tutaj tedy wykryto jedną z najbliższych przyczyn, warunkujących takie, a nie inne procesy morfologiczne. Ale od rodzaju brózdkowania jaja zależą inne, z kolei, po brózdkowaniu występujące zjawiska rozwojowe, gdyż w rozwoju zarodka każda zmiana następująca jest tylko skutkiem — poprzedzającej. Tutaj w znakomity sposób występuje zasada przyczyny i skutku. A dalej, liczni dawniejsi embrjologowie, nie zaliczający się do pracowników na polu mechaniki rozwoju, kusili się już o wytłumaczenie różnych objawów fałdowania, wyginania, wypuklania lub wpuklania się listków zarodkowych lub innych blaszkowatych organów zarodka. Doszli oni między innemi do wniosku, że energiczny i przyspieszony proces rozmnażania się komórek w pewnem miejscu błony powoduje fałdowanie się jej w owem miejscu, wpuklenie lub wypuklenie, zależne od tego, z której powierzchni błona natrafia na mniejszy opór (His). Możnaby jeszcze przytoczyć nader wiele innych faktów podobnych, które dowodzą, że już oddawna embrjologowie nie zadawalniali się samym opisem zmian morfologicznych, lecz szukali także bliższych i dalszych ich przyczyn, nie tylko pytali się jak, ale także dlaczego? Cel zatem dzisiejszej mechaniki rozwoju nie jest w embrjologji celem całkiem nowym, jak to błędnie mniema prof. Roux. Nie mniej przeto wielką zasługą tego badacza jest zwrócenie uwagi na doniosłość takiego przyczynowego traktowania morfologicznych procesów embrjonalnych, jakkolwiek nadzieja Roux'a co do możności sprowadzenia owych przyczyn do sił i energji w znaczeniu mechaniczno-matematycznem jest obecnie tylko marzeniem. Tak daleko sięgający cel mechaniki rozwoju jest obecnie niemożliwy do osiągnięcia, a nie wiadomo, czy wogóle będzie kiedyś osiągniętym.

Roux upatruje niechęć dla jego poglądów ze strony wielu embrjologów, między innemi w tem, iż uczeni ci za przykładem E. Haeckla zadawalniają się „prawem“ biogenetycznem, jako mającem tłómaczyć procesy morfologiczne w ontogenji zwierząt. Jest to punkt tak ważny, że musimy go jeszcze omowić w kilku słowach. Otóż wiadomo, że t. zw. prawo biogenetyczne, ustanowione przez E. K. v. Baera, Fritza Müllera, a zwłaszcza przez Ernesta

Haeckla, głosi, iż rozwój osobnikowy jest mniej lub więcej krótkiem powtórzeniem stadjów rozwoju rodowego, na dowód czego przytoczyć można istotnie wielką bardzo ilość faktów embrjologicznych. W obec tego Haeckel widzi przyczyny wielu zasadniczych procesów embrjonalnych (t. zw. procesów pierwotnych, czyli palingenetycznych) wprost w tem, iż są to powtórzenia pewnych stanów rodowodowych; inne atoli procesy, znaczenia drugorzędnego (t. z. wtórne, cenogenetyczne) uważa on za skutek przystosowania się zarodka do warunków życia płodowego. Otóż, według mego zapatrywania, jakkolwiek prawo biogenetyczne tłómaczy rzeczywiście bardzo liczne fakta, n. p. te, że w rozwoju wyższych kręgowców występują łuki i szczeliny skrzelowe, struna grzbietowa, nerki pierwotne i inne narządy czasowe (prowizoryczne), które u zwierząt niższych istnieją całe życie, to jednak nie wyłącza to bynajmniej potrzeby szukania bliższych przyczyn morfologicznych tych procesów, szukania mechanizmów tych ostatnich. Dla wyjaśnienia mojej myśli użyję innego przykładu. Sen zwierząt, zimowy lub letni, dzienny i nocny, powstał wskutek przystosowania się organizmów w ciągu długich dziejów ich rozwoju rodowego do pewnych, perjodycznie się zmieniających warunków, wywołanych różnicami w porach roku lub doby. Tym sposobem możemy zrozumieć genezę snu ze stanowiska rodowodowego, ewolucyjnego. Ale skoro raz sen się rozwinął, jako pożyteczne, a nawet niezbędne przystosowanie w życiu zwierząt, to w związku z tym faktem powstały pewne fizjologiczne mechanizmy, które w danym wypadku wywoływać mogą zjawisko snu. Należy jeszcze przeto szukać owych bliższych mechanizmów. sen powodujących, a wiadomo, że w mniejszym lub większym stopniu zdołano też rzeczywiście wykazać istnienie pewnych takich mechanizmów, jakkolwiek w danym razie są one dotąd bardzo mało zbadane.

Otóż zupełnie to samo daje się zastosować do mechaniki rozwoju. Prawo biogenetyczne, na podstawie którego w rozwoju osobnika zachowują się drogą dziedziczności pewne stadja rozwoju rodowego, tłómaczy nam liczne fakta embrjologiczne ze stanowiska genealogicznego, ewolucyjnego. Dzięki temu prawu, pojmujemy między innemi, dlaczego stopień podobieństwa rozwoju osobnikowego u różnych gatunków zwierząt zależy od stopnia wzajemnego pokrewieństwa pomiędzy temi zwierzętami. Konieczność, z jaką n. p. u wyższych kręgowców występują w rozwoju łuki skrzelowe lub struna grzbietowa, narządy właściwe niższym kręgowcom, a zjawiające się u wyższych tylko czasowo, prowizorycznie, tłumaczy nam teorja ewolucji, która głosi, że wyższe kręgowce powstały z niższych i że przeto w ich ontogenji siłą dziedziczności powtarzają się uparcie pewne stadja rodowe. Ale teorja ta nie tłómaczy nam najbliższych przyczyn rozwoju, przekształceń lub zaniku da-

nych narządów; nie wyjaśnia mechanizmów morfologicznych, dzięki którym odbywają się dane procesy. Pewien organ może zanikać bądź przez rozrost i ucisk sąsiednich narządów, bądź przez inną drogą zmienione warunki odżywiania (n. p. utrudniony dopływ soków), bądź wreszcie przez pewne zwyrodnienia jego własnych komórek, uwarunkowane n. p. przez nieprawidłowości w rozmnażaniu się ich lub w funkcjach odżywczych. Bliższe zbadanie wymienionych przyczyn, a może i licznych innych, słowem, wykrycie mechanizmu odpowiednich przemian morfologicznych — jest zadaniem mechaniki rozwoju, jakkolwiek porównawcza embrjolog a i porównawcza anatomja mogą tłómaczyć nam te przemiany ze stanowiska ewolucyjnego, to jest ze względu na stosunki pokrewieństwa rodowego pomiędzy badanemi zwierzętami.

Zapytajmy teraz, jakie są metody i środki badania w mechanice rozwoju? W embrjologji opisowej, podobnie zresztą jak w całej morfologji, posługujemy się przedewszystkiem obserwacją czyli spostrzeganiem kształtów i ich przemian tak, jak one występują w przyrodzie. W szczególności, ażeby należycie spostrzegać stosunki morfologiczne, uciekamy się do olbrzymiej ilości środków technicznych, które można oznaczyć ogólną nazwą „techniki badań morfologicznych". Niejako dla przykładu przytaczamy tu następujące: preparowanie ciała przy pomocy narzędzi ostrych (badanie makroskopowe), mikroskopowe rozpatrywanie tkanek zarodka lub ustroju dorosłego, działanie na tkanki różnemi odczynnikami chemicznemi, jak n. p. utrwalającemi, stwardniającemi lub barwiącemi. Rozmaite środki powyższe mają na celu uwydatnienie licznych szczegółów budowy, które na preparacie zupełnie świeżym nie są należycie widoczne. Szczególniej rozwinęła się w ostatnich czasach technika badań mikroskopowych, a znakomite metody w tym kierunku przyczyniły się do ogromnego postępu histologji i embrjologji.

Wszelako udoskonalone środki techniczne i ścisła obserwacja nie są wystarczające w badaniach morfologicznych. Należy zauważone fakty porównać z sobą, krytycznie je osądzić; z porównań wysnuć wnioski; fakty, analitycznie zdobyte, syntetycznie zestawić, a tak drogą rozumowania dojść do pewnych wniosków ogólnych. Tą drogą embrjologja i anatomja porównawcza dokonały bardzo wiele: a każda z tych umiejętności rozporządza też bogatą bardzo skarbnicą najświetniejszych uogólnień naukowych.

Czy metody te są wystarczające dla mechaniki rozwoju t. j. nauki, która szuka przyczyn procesów rozwojowych? Są one niezbędnie jej potrzebne, ale same nie wystarczają. Przez ścisłą obserwację naturalnych stosunków rozwojowych można niewątpliwie zdobyć wiele danych co do przyczynowej zależności tychże. Dowiedli tego tacy badacze jak Fr. Balfour, Ed. v. Beneden, Rauber, Wilhelm His i liczni inni. Mechaniką powstawania kształtów orga-

nicznych na podstawie samego spostrzegania procesów, naturalnie się odbywających (t. j. bez użycia eksperymentu, p. niżej) zajmował się bardzo wiele His. Badacz ten (1874) twierdził, że wszelkie zjawiska kształtowania się ciała zarodka można sprowadzić do praw, rządzących „nierównomiernie rozszerzającą się blaszką elastyczną". „Zarodek zwierzęcia kręgowego — mówi His — jest płaskim, blaszkowatym tworem. Ten ostatni rozrasta się od samego początku i dlatego rozszerza się i grubieje. Wzrost nie odbywa się wszędzie z jednakową energją, w częściach środkowych jest on szybszy, niż w obwodowych. Koniecznym tego wynikiem musi być tworzenie się fałdów, albowiem rozszerzająca się blaszka tylko wtedy może pozostać płaską, jeśli rozszerza się we wszystkich punktach jednakowo". To powstawanie fałdów stanowi, według Hisa, zasadniczą przyczynę kształtowania się ciała kręgowca. His oblicza matematycznie prawa nierównomiernie rozciągającej się i rozszerzającej blaszki elastycznej, oraz stosuje je do zjawisk embrjonalnych. Aby wyjaśnić n. p., w jaki sposób tworzą się różne pierwotne oddziały mózgu kręgowców, zwane pęcherzami mózgowemi, sprowadza on proces formowania się ich do przemian, jakim ulegać będzie woreczek gumowy, elastyczny, w różnych miejscach rozmaicie się rozszerzający i zginający.

Przytoczone tu spostrzeżenia Hisa, ogłoszone jeszcze w roku 1874, pokazują, jak dawno już próbowali niektórzy uczeni wykryć pewne mechaniczne przyczyny kształtowania się ciała zarodka, posługując się wyłącznie metodą spostrzegania i krytycznego oceniania zaobserwowanych faktów.

Jednakże zastosowanie tej metody do „przyczynowych wywodów" w embrjologji jest bardzo ograniczone, a wyniki zdobyte w ten sposób nie posiadają pożądanej pewności przy rozwiązywaniu pytań zasadniczych. W każdym bowiem pojedyńczym przypadku istnieje cały szereg możliwości, a często niema stanowczych argumentów dla wyboru choćby tylko jednej z nich. Najczęściej używany przytem argument, że co jest najprostsze, to jest też najprawdopodobniejsze, zawodzi zwykle.

Do wniosków, dotyczących przyczyn przemian morfologicznych, prowadzi nas dalej metoda porównawcza, n. p. rozpatrywanie pewnych procesów w jajach różnych zwierząt w związku z różnicami w budowie jaj. Do tego rezultatu prowadzi też obserwowanie pewnych, często się wydarzających zboczeń w rozwoju i zestawianie ich z innemi towarzyszącemi im zmianami. Jeśli ze zmianą lub zanikiem danego zarodkowego narządu *a*, zmienia się w pewien sposób lub zanika narząd *b*, w takim razie pomiędzy *a* i *b* zachodzi pewien związek przyczynowy, którego zbadanie pozwala nam odsłonić rąbek mechanizmu rozwojowego. Przekonano się n. p., że z brakiem długiej głowy dwugłowego mięśnia ramienia

musculus biceps brachii) brak także odpowiedniego rowka na kości ramieniowej (t. zw. sulcus intertubercularis), w którym to rowku w przypadkach normalnych spoczywa ścięgno głowy tej, z czego wynika współzależność przyczynowa pomiędzy rozwojem danej głowy mięśniowej a rowkiem na kości (przyczem naturalnie nie dlatego brak ścięgna, że niema rowka na kości, lecz przeciwnie, z powodu braku ścięgna nie wykształcił się też odpowiedni rowek).

Roux i zwolennicy jego szkoły twierdzą jednak, że wszystkie te metody są tylko podrzędnego znaczenia dla badań w dziedzinie mechaniki rozwoju i że głównie opierać się tu należy na doświadczeniu, czyli eksperymencie.

„Główną drogą — mówi Roux — prowadzącą nas do gruntownego poznania przyczyn, jest eksperymentowanie, ten wielki pomocniczy środek człowieka, za pomocą którego zniewala on przyrodę do dawania odpowiedzi na jego pytania i któremu zawdzięcza on najwspanialsze postępy w badaniu natury i korzystaniu z jej sił. Ale doświadczenie samo w sobie nie daje jeszcze gwarancji, że postąpimy przez nie naprzód przy poznawaniu praw przyrody. Przecież doświadczenia alchemików, wykonywane w ciągu stulecia, jakoteż rozwój fizyki polega na szczególnego rodzaju doświadczeniu — na eksperymencie analitycznym; a do tego, by móc je przeprowadzić, niezbędnem jest myślenie analityczne“.

Nie ulega wątpliwości, że doświadczenie może mieć ogromną doniosłość w badaniach morfologicznych, ale Roux przypisuje mu może zbyt wielkie znaczenie.

Niektórzy uczeni, zwłaszcza fizjologowie, często wypowiadają zdanie, że doświadczenie (eksperyment) ma większą doniosłość niż spostrzeganie (obserwacja). Zdanie takie zawiera jednak błąd logiczny, albowiem spostrzeganie jest jedynym ogólnym środkiem badania i jemu to zawdzięcza umysł ludzki wszelkie swoje wiadomości o świecie nas otaczającym.

Doświadczenie (eksperyment) jest środkiem, który, sprawiając w zjawiskach pewne przemiany, otwiera nam nowe drogi dla obserwacji. „Można eksperymentować, ale nic przytem nie odkryć, jeśli nie ma się wyrobionego zmysłu obserwacyjnego i nie umie się należycie spostrzegać“. (O Hertwig).

Najświetniejsze odkrycia zawdzięcza dzisiejsza biologja przedewszystkiem, a w wielu razach wyłącznie, obserwacji, a pewne dziedziny tej umiejętności doszły do znakomitych rezultatów, zupełnie nie posiłkując się eksperymentem. Cała anatomja porównawcza, embrjologja, cała nauka o budowie mikroskopowej, o komórce, jako elementarnym składniku ciała istot żyjących, cała nowoczesna anatomja patologiczna, paleontologja i liczne inne umiejętności biolo-

giczne zawdzięczają swój olbrzymi dorobek faktyczny i teoretyczny jedynie tylko obserwacji, a nauki te nietylko zdobyły ogrom faktów, ale wyjaśniły też olbrzymią ilość zjawisk, wytłómaczyły w sposób przyczynowy nieskończoną masę stosunków biologicznych.

Nawet i fizjologja, ta par excellence doświadczalna nauka biologiczna, wykryła ogromną ilość najpewniejszych faktów drogą obserwacji, bo uprzytomnijmy sobie tylko, że cała fizjologja ruchów powstała wyłącznie prawie dzięki spostrzeganiu, fizjologja trawienia i oddychania zawdzięcza lwią część swoich zdobyczy obserwacji; fizjologja narządów zmysłowych osiągnęła najpewniejsze swoje zdobycze przez obserwację; to samo w pewnej mierze stosuje się też do fizjologji nerwów, a już co do fizjologji rozmnażania, to tu wyłącznie prawie mamy do czynienia ze spostrzeganiem.

Do najświetniejszych odkryć fizjologicznych — powiada O. Hertwig — zdobytych w części drogą eksperymentalną, należy nauka o krążeniu krwi. Ależ jakąż trudność nastręczało dawniejszym badaczom dowiedzenie się na drodze eksperymentalnej, w jakim kierunku krew krąży w naczyniach, jakie znaczenie mają włoskowate naczynia krwionośne i w jaki sposób wogóle odbywa się krążenie?

Ale i tu ścisła obserwacja na przedmiocie odpowiednim, n. p. na przeźroczystej błonie międzypalcowej u żaby lub na przejrzystych zarodkach ryb i płazów, odrazu otwiera przed naszemi oczami całą tajemnicę krążenia krwi. Hertwig czyni bardzo słuszną uwagę, zbyt mało uwzględnianą przez zagorzałych zwolenników eksperymentu, a zwłaszcza przez prof. Roux i jego szkołę, że tłómaczenie zjawisk drogą doświadczenia natrafia w biologji na trudności bez porównania większe, niż w fizyce i chemji. Albowiem procesy życiowe przedstawiają coś tak niesłychanie złożonego, że każde sztuczne działanie, nieodzownie towarzyszące doświadczeniu, wywołuje z konieczności najrozmaitsze zaburzenia, które wikłają wynik ogólny. W fizyce i chemji dane ciała, czyste pod względem chemicznym i znajdujące się w pewnym określonym stanie skupienia i przy określonych warunkach temperatury, ciśnienia i t. d. muszą się zachować zawsze tak samo; gdy tymczasem w biologji znajdujemy tak olbrzymie różnice indywidualne pomiędzy każdemi dwoma osobnikami tego samego gatunku, że to samo działanie doświadczalne może dać i daje też po największej części wyniki bardzo rozmaite, a nieraz wręcz przeciwne. To też w żadnej nauce nie ma tylu sporów, co do wyników doświadczeń, ile w biologji. Ileż to razy powtarzano te same doświadczenia biologiczne z najrozmaitszemi, częstokroć wprost przeciwnemi skutkami, a stąd wprowadzono też sprzeczne z sobą wnioski.

Przypomnijmy sobie, ile to razy błądzono w kwestji umiejscowienia (lokalizacji) różnych czynności na korze mózgu lub w doświadczeniach co do działania pewnych środków farmakologicznych,

albo bakterjologicznych. Toć przecie za naszych czasów przebywamy słynną erę różnych t. zw. szczepień ochronnych, gdzie doświadczenia na zwierzętach i ludziach tak rozmaicie wypadają. Wyniki wszystkich wogóle doświadczeń nad leczniczem znaczeniem podobnych środków, mających wywołać odporność (immunitas) u zwierząt i ludzi, należy przyjmować z wielką ostrożnością, bo nigdzie nie daje się zastosować tak znakomicie jak tutaj mądre zdanie wielkiego Johannesa Müllera: „na korzyść poglądu z góry powziętego eksperymentuje się tak długo, aż doświadczenie zgadza się z teorją“.

Jeżeli jednak doświadczenie zawodzi tak często w naukach fizjologicznych, to jeszcze prędzej może chybiać celu w embrjologji, w której przedmiotem badań jest drobny zarodek, dostępny dla poszukiwań zwykle tylko przy pomocy mikroskopu. Większa część doświadczeń w dzisiejszej mechanice rozwoju polega na pewnych sztucznych zranieniach, podrażnieniach lub innych akcjach, które eksperymentator wykonywa na jaju lub zarodku, badając następnie reakcje, czyli skutki tych działań. Słynny fizjolog, Ludwig, powiedział kiedyś, że wobec niezmiernie złożonej budowy mózgu, dotychczasowe nasze metody, polegające na wykrawaniu, ranieniu lub drażnieniu pewnych okolic mózgu w celu poznania ich funkcyj, można porównać do tego, jak gdyby ktoś, chcąc zrozumieć mechanizm zegarka kieszonkowego, otworzył go za pomocą wystrzału z rewolweru. Zegarek się rozpadnie, wnętrze jego machiny stanie się widocznem, ale jakież zaburzenia towarzyszyć będą temu otworzeniu i jak błędne będzie nasze pojęcie o właściwościach budowy zegarka i przyczynach jego działania. W jeszcze wyższym stopniu stosuje się to do doświadczeń wykonywanych naszemi dzisiejszemi metodami na jaju lub zarodku zwierzęcym. Sztuczne zranienia, operacje, polegające na usuwaniu pewnych części jaja, sztucznie zwiększone ciśnienie, lub podniesiona temperatura — oto tak często używane dziś środki badania w mechanice rozwoju, ale jakżeż te środki są grube w porównaniu z nadzwyczajną złożonością i delikatnością budowy zarodka! Nadto w rezultacie, pod wpływem różnych tych czynników powstaje często z zarodka potwór, postać patologiczna; a zachodzi wielka kwestja, czy i o ile możemy ze stanów patologicznych sądzić o normalnym przebiegu rozwoju; o ile przyczyny, warunkujące w danym przypadku patologiczne zmiany, możemy uważać również za wywołujące zmiany normalne? Niepewność naszych sądów w tego rodzaju doświadczeniach pochodzi wreszcie stąd, że najrozmaitsze czynniki zewnętrzne n. p. ciśnienie, działania chemiczne lub termiczne mogą u zarodków tych samych zwierząt, będących w tem samem stadjum rozwoju, wywoływać zboczenia podobne lub nawet zupełnie identyczne. W ścisłych natomiast doświadczeniach fizycznych lub chemicznych odmienne przyczyny wy-

wołują prawie zawsze różne skutki; tożsamość zaś skutków daje się tu teoretycznie przewidzieć i objaśnić, podczas gdy w doświadczeniach embrjologicznych nie wiemy nigdy, dlaczego działania, co do natury swej całkowicie różne, dają skutki podobne, a podobieństwo reakcji nie daje się tu ani przewidzieć, ani objaśnić.

Dla lepszego wyjaśnienia tego, co wyżej powiedziałem, pozwolę sobie jeszcze w dosłownym przekładzie przytoczyć tu odnośny ustęp z dzieła O. Hertwiga „Mechanik und Biologie“ (Zeit- und Streitfragen der Biologie H. 2. 1897):

„Organizm znajduje sie wobec działania zewnętrznego w podobnem położeniu, jak nadzwyczaj złożony mechanizm lub machina. W zegarze mogę wywołać opóźnienie, przyspieszenie lub zatrzymanie wskazówek przez najrozmaitsze okoliczności: przez to, że wywieram ciśnienie na kółko igłą lub innym odpowiednim instrumentem, przez to, że działam na kółko kwasem, wskutek czego zjawia się rdza, przez to, że wskutek miejscowego, w odpowiedni sposób wywołanego rozgrzania topię ząbek u kółka i t. d. Na mechaniczne, termiczne, chemiczne wpływy zegar reaguje bez różnicy, co objawia się opóźnieniem, przyspieszeniem lub zawieszeniem ruchu wskazówek. Te same działania, skierowane na kółko innej machiny, służącej do odmiennych celów, mogą znowu wywołać pewne zaburzenia mechanizmu, które wypadną zupełnie inaczej niż zaburzenia w ruchu wskazówek zegarowych. Każda machina reaguje tedy w swoisty sposób na to działanie. Rozstrzygającą we wszystkich przypadkach jest swoista konstrukcja machiny.

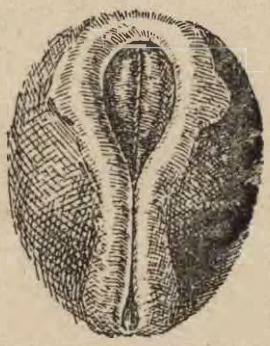
Jeżeli pragniemy wyjaśnić istotę i sposób działania danej machiny, to nie należy tej lub owej części wstrzymać, nacisnąć lub nadwerężyć, by urobić sobie sąd na podstawie zaburzeń eksperymentalnie dokonanych. Mechanik obierze całkiem inną drogę. Doprowadzoną do spokoju machinę rozłoży on z pewnym planem na pojedyncze jej części składowe, będzie obserwował sposób ich wzajemnego ułożenia i przylegania, będzie się starał zrozumieć, w jaki sposób części wzajemnie dopasowane działać będą na siebie, gdy zostaną wprowadzone w ruch i w ten sposób wyjaśni sobie konstrukcję machiny, a stąd pojmie też swoiste sposoby jej działania.

To samo tyczy się pojmowania organizmu i jego powstawania. Eksperymentalne podrażnienia w biegu rozwoju, wywołując zboczenia chorobowe u zarodka, dają w ogólności materjał dla embrjologji patologicznej, która stanowi w każdym razie dosyć rozległe i interesujące pole do badań i przyczyni się niewątpliwie w przyszłości do wyjaśnienia zboczeń, wywołanych przez czynniki naturalne. Natomiast musimy stanowczo zaprzeczyć, aby eksperyment miał być najskuteczniejszym środkiem przyczynowego tłómaczenia normalnego procesu rozwojowego. Studjowanie normalnych procesów zarodkowych, oparte mianowicie na embrjologji porównaw-

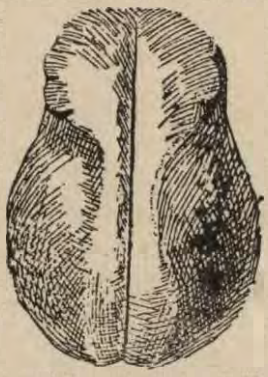
czej, wyjaśni nam znacznie lepiej pewne prawa rozwoju, aniżeli badanie potworności osiągniętych na drodze doświadczalnej".

Rozpatrzywszy w ogólnych zarysach zadania i cele mechaniki rozwoju oraz metody, jakiemi się ona posługuje, zobaczmy z kolei, do jakich najważniejszych i najciekawszych wyników doszła ta nauka.

Przedewszystkiem z góry muszę uprzedzić czytelnika, że nie będę wchodził w szczegóły faktyczne. Byłyby one bowiem z jednej strony mało pouczające dla szerszego ogółu, z drugiej zaś nie dałyby pojęcia o prawdziwie naukowym dorobku umiejętności, o której mowa, gdyż fakta nie stanowią istoty nauki, ale są tylko materjałem dla dociekań umiejętnych. Ograniczę się przeto na niektó-



Ryc. 7. Normalny zarodek, żaby widziany od strony powierzchni grzbietowej; wałki ograniczające brózdę nerwową (zawiązek rdzenia pacierzowego i mózgu) jeszcze się z sobą nie połączyły, lecz zetknęły na środku (pow.).



Ryc. 8. Takiż zarodek jak na ryc. 7, w którym jednak wałki, ograniczające brózdę nerwową, połączyły się już z sobą (pow.).

rych ogólnych wnioskach naukowych, wysnutych na podstawie badań w dziedzinie mechaniki rozwoju. Wnioski te, aczkolwiek pod niektóremi względami błędne i zbyt pospiesznie wysnute, niemniej przeto zasługują na szczególną uwagę i mają nie małą doniosłość naukową już przez to jedno, że pobudziły wielu badaczy do pracy w pewnych nowych kierunkach. A ze starcia zdań sprzecznych nauka osiąga zawsze korzyść, dążąc do pogłębienia dociekań nad pytaniami, o których wyjaśnienie się kusi. Jedną z najważniejszych zdobyczy prof. Rouxa na polu badań embrjologiczno-mechanicznych jest t. zw. teorja „mozajkowego rozwoju".

Jajo żaby, gdy poczyna się rozwijać, przewęża się naprzód czyli dzieli w kierunku jednej płaszczyzny — południkowej, następnie — drugiej, takiejże, prostopadłej do pierwszej. Otóż Roux twierdzi, że w normalnych warunkach pierwsza płaszczyzna podziału czyli brózdkowania jaja żabiego odpowiada przyszłej głównej płaszczyźnie ciała

zwierzęcia, t. j. płaszczyźnie dzielącej ją na połowę prawą i lewą. Ponieważ zaś druga płaszczyzna podziału jaja jest prostopadłą do pierwszej, odpowiada więc poprzecznej płaszczyźnie ciała zwierzęcia dorosłego, dzielącej to ostatnie na część przednią i tylną. Tak tedy pierwsze płaszczyzny podziału jaja żabiego rozgraniczają już niejako z góry cały materjał jajowy na cztery części, z których każde nietylko odpowiada jednej ćwierci ciała przyszłego organizmu, lecz nawet „sama dla siebie jest w stanie wytworzyć ową ćwierć". Ponieważ po dwóch pierwszych płaszczyznach podziału jaja, określających już, jak twierdzi Roux, przyszłe główne płaszczyzny ciała ustroju, występują inne w ściśle określonym porządku n. p. po dwóch wyżej wspomnianych południkowych, prostopadłych do siebie, równikowa, później znów południkowe i t. d., wynika więc

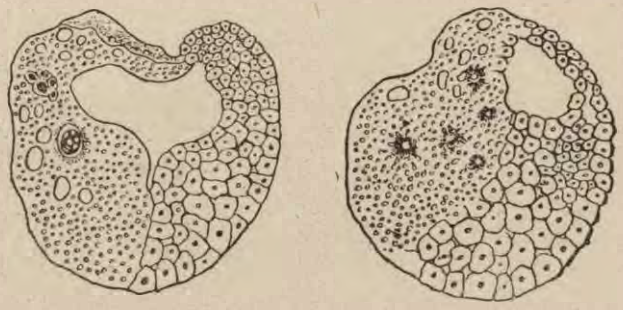
Ryc. 9. Półzarodek prawy (hemiembryo dexter), w którym lewa połowa w części się odrodziła (zregenerowała); (pow.) Według Roux'a.

Ryc. 10. Półzarodek przedni (hemiembryo anterior), w którym wałki, ograniczające brózdę nerwową jeszcze się nie połączyły gdzie tylna połowa jaja uległa w części odrodzeniu (regeneracji); (pow).

z tego, że od samego początku można odróżnić w jaju stały układ kierunków pozostających w ścisłej współzależności z osiami i kierunkami ciała zwierzęcia dorosłego. Oto główna zasada t. zw. teorji mozajkowego rozwoju. Prof. Roux przypuszcza tedy, że istota brózdkowania czyli dzielenia się jaja podczas rozwoju normalnego polega nietylko na rozpadaniu na mniejsze komórki potomne, ale i na jakościowym rozdziale „materjału zarodkowego" i na rozmieszczeniu tego ostatniego stosownie do późniejszego zróżnicowania się narządów. Przytem, twierdzi dalej Roux, ów rozdział jakościowy oraz określone rozłożenie tyczy się głównie istoty jąder komórkowych.

Roux pozostaje więc, jak widzimy, na stanowisku neoewolucjonizmu i pod tym względem teorja jego podobną jest w ogólnych zarysach do teorji Weismanna, który upatruje w plaźmie zarodkowej jaja zapłodnionego i w ogólności zdolnego do rozwoju obecność t. zw. determinantów, czyli zawiązków dla pewnych określonych grup komórek ciała przyszłego ustroju.

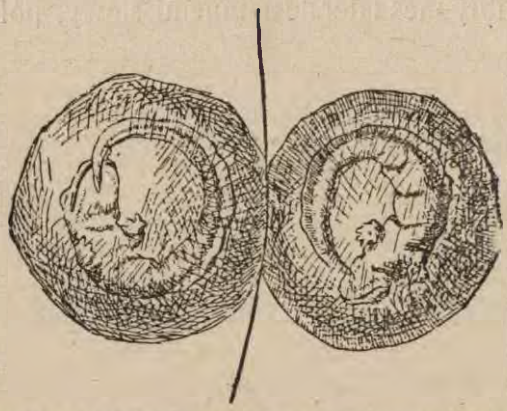
Otóż prof. Roux doszedł do ugruntowania swojej teorji na podstawie doświadczeń w kierunku mechaniki rozwojowej. Doświadczenia polegały na tem, że wspomniany badacz wykonywał na jaju żabiem zaostrzoną igłą rozpaloną małe zranienia w różnych stadjach rozwoju, t. j. albo zaraz po zapłodnieniu, albo w stadjum dwóch lub czterech kul przewężnych, blastuli lub gastruli i t. d. Jeżeli w stadjum dwóch kul (komórek) przewężnych Roux niszczył prawą lub lewą połowę jaja, otrzymywał połowiczny zarodek czyli półzarodek prawy, względnie lewy (hemiembryones laterales), innemi słowy, półzarodki boczne. W stadjum czterech kul t. j., gdy dwie płaszczyzny południkowe, prostopadłe do siebie, dzielą jajo na cztery części, uczony ten, niszcząc powyższym sposobem obie kule prawej lub lewej strony, albo dwie tylne, zdołał otrzymać półzarodki lewe. (Ryc. 9), prawe, albo przednie (R. 10) (hemiembryones laterales, h. anterior). Doświadczenia te miały go przekonać, iż materjał zarodkowy w różnych częściach jaja jest przeznaczony dla pewnych przyszłych okolic ciała zwierzęcia. Jednakże doświadczenia nie zawsze się udawały. Zdarzało się często, że jakkolwiek jedna połowa jaja była zniszczona niemniej przeto utworzył się zarodek całkowity, t. j. powstała i ta połowa, dla utworzenia której materjał zarodkowy w jaju został zniszczony lub usunięty; kiedyindziej znów zdarzało się, że gdy teoretycznie należało przewidywać po usunięciu pewnej części jaja powstania półzarodka bocznego, to w rzeczywistości tworzył się n. p. półzarodek przedni. Te nieudatne wyniki swoich doświadczeń Roux starał się wytłómaczyć przy pomocy dwóch hipotez. Jedna z nich polega na tem, że w zarodku mają się odradzać (regenerować) usunięte części. Gdy więc n. p. po usunięciu prawej połowy jaja zachowuje się choćby mała cząstka materjału zarodkowego z tej połowy, wówczas kosztem tego materjału może się odrodzić cała prawa połowa, wskutek czego zamiast półzarodka po-



Ryc 11. i 12. Przekrój południkowy przez półzarodek żaby w stadjum t. zw. blastuli, t. j pęcherza, którego ścianka składa się z wielu komórek, ograniczających jamę wewnętrzną. Zarodek powstał po zniszczeniu jednej z dwóch pierwszych kul przewężnych. Zarodek taki nazywa Roux hemiblastulą. Prawa jego połowa składa się z komórek, powstałych z zachowanej prawei kuli przewężnej, a lewa połowa zaczyna się już odradzać (regenerować); widzimy w niej też (wewnątrz materjału żółtkowego) kilka jąder. Na Ryc. 11. przedstawiającej stadjum nieco późniejsze, liczba jąder w tej odradzającej się połowie jaja jest większą (wedł. Roux'a).

wstanie zarodek całkowity. Jestto t. zw. hipoteza postgeneracji (por. Ryc. 11 i 12 i objaśnienia tychże).

Niekiedy według przypuszczenia Roux'a przy podziale czyli bróździkowaniu jaja występuje naprzód płaszczyzna podziału południkowa poprzeczna, a później dopiero — południkowa podłużna, t. j. przypadająca na przyszłą główną płaszczyznę ciała. W tych więc przypadkach nie sprawdzą się naturalnie teoretyczne przewidywania doświadczeń, gdyż przypuszczalna prawa, względnie lewa przyszła połowa ciała zarodka, jako oddzielone od siebie pierwszą płaszczyzną przewężną, będą w rzeczywistości odpowiadały przedniej, względnie tylnej połowie.



Ryc. 13. Jajo traszki z dwoma zupełnie rozwiniętemi zarodkami. W stadjum dwóch kul przewężnych jajo zostało rozdzielone na dwie połowy za pomocą pętli z włosa kobiecego i z każdej połowy powstał zarodek; ową pętlę widać dotąd pomiędzy obu zarodkami (pow. według Herlitzki, zmienione).

Tak więc zgodne z teorją wyniki doświadczeń tłómaczył Roux na korzyść tej ostatniej; wyniki zaś, które zdawały się wręcz jej przeczyć, starał się objaśnić przy pomocy zręcznie pomyślanych hipotez, które jednak nie zawsze i nie dość wyraźnie mogły być stwierdzone doświadczalnie. Sposób więc interpretowania ujemnych wyników był w części dowolny.

Przeciwko teorji mozajkowej wystąpili też wkrótce liczni badacze, którzy na drodze doświadczalnej starali się sprawdzić wyniki, do jakich doszedł Roux. Nie możemy naturalnie wchodzić w tem miejscu w szczegóły odnośnej literatury, bardzo obszernej i różnostronnej. Zaznaczymy więc tylko, niejako dla przykładu, że opierając się na badaniach, dotyczących jaj płazów, wystąpili przeciwko teorji mozajkowej Oskar Schultze, a zwłaszcza G. Wetzel i Herlitzka. Wetzel przekonał się, że jeżeli w jaju żabiem, w którem wystąpiła pierwsza płaszczyzna podziału, oddzielimy od siebie obie kule przewężne, to z każdej rozwinie się zupełny, a nie połowiczny zarodek. Herlitzka stwierdził to samo dla jaj traszek (Ryc. 13). Jajo traszki, w którem wystąpiła pierwsza płaszczyzna podziału, przewiązywał on bardzo delikatnym włosem kobiecym i ściągając pętlę w kierunku tej płaszczyzny, powodował zupełne oddzielenie od siebie dwóch pierwszych kul przewężnych; z każdej z tych ostatnich rozwijał się zawsze całkowity, a nie połowiczny zarodek. Stwierdzili to później Enders i Spencer.

Widzimy więc, że liczne spostrzeżenia badaczy, pracujących w kierunku mechaniki rozwoju, przeczą teorji mozajkowej, która również powstała na gruncie mechaniki rozwoju.

Ponieważ jednak nie daje się zaprzeczyć fakt, spostrzeżony przez prof. Roux, a mianowicie, że bardzo często po usunięciu jednej z dwu kul przewężnych jaja istotnie powstaje zarodek połowiczny (hemiembryo), prof. Hertwig uciekł się do hipotezy, która ma, jego zdaniem, tłómaczyć te fakta bez pomocy teorji mozajkowej, odrzuconej przez uczonego berlińskiego. Hertwig zauważył mianowicie w jajach żabich, zwłaszcza ku końcowi okresu składania skrzeku, dość pospolite zboczenie, które polega na tem, iż w stadjum gastruli tworzy się na całym obwodzie pola żółtkowego niezwykle wielki pierścień ust pierwotnych (Urmundring), który nie okazuje skłonności do zamknięcia się (w kierunku od przodu ku tyłowi) przez zrost brzegów. Powoduje to w dalszym ciągu znamienne zboczenie w budowie ciała zarodka, zwane „spina bifida". Otóż, powiada Hertwig, „wyobraźmy sobie, że w takich jajach, wskutek jakiegoś miejscowego uszkodzenia (nakłucia, wycieku żółtka itd.), takie usta pierwotne na obwodzie pola żółtkowego nie mogły się zamknąć w pierścień, a wówczas będzie musiał powstać przy dalszym rozwoju półzarodek boczny (hemiembryo lateralis)". Przypadki więc, w których Roux otrzymał półzarodki boczne po zranieniu jednej z dwóch kul przewężnych, Hertwig tłómaczy tem, że były to właśnie jaja nienormalne, a mianowicie z dążeniem do „spina bifida". Spór o interpretację doświadczeń mechaniczno-rozwojowvch nad jajami płazów nie skończył się. Barfurth, Walter, Enders, Kurt, Ziegler (1901) oraz słynny eksperymentator amerykański prof. Morgan otrzymali z kolei, podobnie jak Roux, półzarodki płazów i po większej części dowodzili słuszności poglądów jego co do postgeneracji. Speman (Arch. f. Entwickl. mech. 1903) wykazał, że u traszki już od samego początku występować mogą dwa różne sposoby rozkładu materjału embrjonalnego, a to przy pierwszej już płaszczyźnie podziału. Jeżeli mianowicie pętla włosowa założoną zostanie na pierwszej bróździe i stopniowo ściągniętą będzie aż do przepołowienia jaja, to w większości wypadków okaże się, że ta pierwsza brózda oddziela przyszłą połowę brzuszną od grzbietowej. W mniejszości wszakże wypadków brózda ta, jak pokazuje eksperyment, oddziela przyszłą stronę prawą od lewej. Widzimy zatem, że niekiedy u tego samego gatunku twórcze znaczenie (znaczenie prospektywne — jak mówi Driesch) dwóch pierwszych kul przewężnych może być rozmaite. Wreszcie wspomnę jeszcze, że Samassa stwierdził niedawno, iż po wystąpieniu trzeciej płaszczyzny podziału jaja żabiego, t. j. z chwilą podziału tegoż na ośm komórek, te ostatnie posiadają już ściśle określoną rolę twórczą w przyszłym rozwoju zarodka. Kwestja jest więc, jak widzimy, dotych-

czas jeszcze otwartą. Natomiast co do zwierząt bezkręgowych, nagromadziło się wiele bardzo faktów, dowodzących, że tutaj przynajmniej przez dłuższy czas komórki zarodka nie są przeznaczone dla kształtowania pewnych tylko okolic lub części ciała przyszłego osobnika, ale że z początku nie różnią się pomiędzy sobą pod względem twórczym. Tak n. p. u jeżowców morskich Driesch przecinał na pół zarodki w stadjum blastuli, t. j. zarodki przedstawiające pęcherzyk o ścianie złożonej z bardzo licznych, jednakowych, w jedną warstwę ułożonych komórek. Oba stąd powstałe półpęcherzyki zamykały się całkowicie w utwory pęcherzykowate, o połowę mniejsze niż pierwotny, a z każdego z nich rozwijała się larwa jeżowca (prętowca — pluteus), taka sama, jak z nieprzepołowionej biastuli, lecz tylko miejsza. Doświadczenie to dowodzi, że tutaj nawet już w stadjum kilkudziesięciu komórek, żadna z nich nie jest przeznaczona czyli „zdeterminowana“ do wytworzenia pewnych tylko narządów przyszłego zwierzęcia, gdyż bez względu na to, w jakim kierunku ów zarodek przetniemy, zawsze z połówek rozwiną się larwy normalne ze wszystkiemi właściwemi im narządami.

Możnaby przytoczyć, dla przykładu, jeszcze cały szereg innych badaczy, którzy pracowali w powyższym kierunku, a których wyniki bądź potwierdziły teorję rozwoju mozajkowego, bądź jej przeczyły. Do tych ostatnich należą n. p. L. Chabry, Driesch, Wilson, Zoja i inni, którzy pracowali nad zarodkami żachw (Ascidiae), lancetnika, szkarłupni, lub meduz. Niektórym z tych badaczy udawało się przez silne wstrząsanie uwalniać od siebie dwie, cztery lub nawet ośm albo szesnaście (u meduz) komórek u zarodka dwucztero- ośmio- lub (u meduz) szesnasto-komórkowego, a z każdej wolnej komórki powstawał zupełny zarodek, tylko o połowę, względnie cztery, ośm lub szesnaście razy mniejszy od normalnego. Wyniki te, które w ostatnich latach częściowo zresztą zakwestjonowano (Conklin co do osłonic), sprzeciwiają się oczywiście teorji rozwoju mozajkowego. Przemawiają zaś znów za nią w wysokim stopniu badania Fischel'a nad żebropławami, u których bardzo wcześnie występuje w zarodku praca mozajkowa. Opiszemy te badania w rozdziale o dziedziczności.

Bardzo interesujący dział badań w dzisiejszej mechanice rozwojowej tyczy się doświadczeń nad zrastaniem się jaj i zarodków larw zwierzęcych lub dorosłych organizmów. I tutaj nagromadziło się wiele interesujących faktów, z których można wysnuć liczne wnioski, nie małej wagi dla biologji ogólnej.

Są to spostrzeżenia bardzo ciekawe, które doprowadzą niewątpliwie do wielu ważnych uogólnień mechanistyczno-rozwojowych. Przekonano się n. p., że zbliżając do siebie w odpowiedni sposób dwa jaja (n. p. tego samego gatunku meduz, pewnych robaków), (Sala, zur Strassen), lub nawet zarodki w stanie pęcherzyka

(blastula) jeżowców morskich (Driesch, Morgan), można je doprowadzić do zlania się, i że z tego, z dwóch powstałego zarodka rozwinie się wówczas pojedyńcze indywiduum, ale olbrzymich rozmiarów. Tu więc owe zlane z sobą jaja lub zarodki tracą niejako każdy z osobna indywidualność swą, zespalając się w jeden osobnik, odwrotnie analogicznie do tego, jak w wyżej wspomnianych doświadczeniach, gdzie izolowane komórki jednego ośmiokomórkowego n. p. zarodka jeżowca indywidualizują się i wytwarzają całkowite osobniki, ale karłowate. Roux[1]) słusznie powiada, że ponieważ z każdego jaja rozwijający się zarodek posiada mózg, nerwy, zmysły, organa czucia, woli — słowem obdarzony jest „duszą", to doświadczenia powyższe możnaby też oznaczyć jako sztuczne zlewanie się dwóch „zawiązków dusz" w jedną indywidualność, lub odwrotnie — tworzenie dwóch dusz z materjału przeznaczonego na utworzenie jednej tylko indywidualności psychicznej.

Tak n. p. wielce interesującemi były doświadczenia prof. E. Korschelta i ucznia jego, Joesta, którzy przecinali ciało dżdżownic ziemnych i zachloroformowawszy je, zszywali z sobą części tego samego osobnika lub różnych osobników. Zawsze następowało zupełne zrośnięcie obu części, przyczem skóra zrastała się ze skórą, ścianka przewodu pokarmowego jednej części z takąż ścianką drugiej, łańcuch nerwowy z tymże organem, a naczynia krwionośne jednej części z temiż organami drugiej, słowem, następowało zupełne zlanie się odpowiednich narządów, przyczem naprzód tworzyło się tymczasowe połączenie bliznowate za pośrednictwem luźnej tkanki łącznej, a po przez nią z kolei rosły ku sobie i zlewały się odpowiednie narządy obu sztucznie zespolonych z sobą części.

Nadzwyczaj interesujące doświadczenia były też dokonane przez badacza amerykańskiego Cramptona nad zrastaniem się poczwarek motyli. Uczony ten przecinał poczwarki i przekładając do siebie powierzchnie przecięcia przy starannem usuwaniu banieczek powietrza, spajał z sobą obie części przez oblewanie ich zzewnątrz roztopioną, nie zbyt gorącą parafiną; ta ostatnia wypełniała wszystkie szczeliny i po zastygnięciu spajała oba osobniki, które zrastały się wzajemnie, tak, że z takich zespolonych poczwarek wylęgały się zrośnięte z sobą motyle. Zrosty te, stosownie do sposobu wykonania doświadczenia, były bardzo rozmaite. Najlepiej udawały się t. zw. zrosty „tandemowe", kiedy z głową jednego motyla połączony był odwłok drugiego, z przodu tegoż na jednej z nim linji się znajdujący; udawały się też często zrosty zapomocą głów, lub odwłoków. Załączone tu rysunki illustrują wyniki tych doświadczeń. Crampton wykonał aż 1065 operacyj, ale tylko w 113 przypadkach wyniki

[1]) Vorträge u. Aufsätze über Entwickl. mech. der Organismen. 1905.

były zadawalniające, większa zaś część operowanych osobników ginęła. W zrostach tych łączyły się z sobą jedynie tylko powłoki ciała, wewnętrzne zaś narządy obu osobników pozostawały zupełnie nie połączone. Crampton nie badał bliżej histologicznych procesów zachodzących przy jego doświadczeniach; sądził, że wogóle regeneracja wewnętrznych organów u poczwarek przecinanych nie odbywa się, że przecięte osobniki zrastają się tylko skórą. Inte-

Ryc. 14: Tandemowe połączenie motyla Samia cecropia (z przodu) i Cynthia promethea (z tyłu). (Według Cramptona).

resujące dopełnienie jego prac stanowią przeto poszukiwania p. Jana Hirschlera wykonane (1904, 1905) w pracowni zoologicznej Uniwersytetu lwowskiego, a wykazujące wielką zdolność regeneracyjną różnych narządów u poczwarek motyli.

Inne, bardzo interesujące doświadczenia, zawdzięcza nauka prof. Bornowi, a mianowicie nad zrastaniem się larw żabich, które to badania doprowadziły do wielu nader doniosłych wyników teoretycznych.

Doświadczenia wykonane przez Borna są tak interesujące i wzbudziły tak wielkie zajęcie pośród uczonych, że pozwolimy sobie nieco szczegółowiej je przedstawić.

Prof. Born użył do owych doświadczeń młodych kijanek żab, mianowicie polnej żaby zielonej (R. esculenta), kumki (Bombinator igneus) i kilku innych. Ostrem narzędziem usuwał on mniejsze lub większe części ich ciała, aby się przekonać, o ile utracone części mogą się odrodzić, a co najważniejsza, o ile dwie kijanki, zbliżone do siebie otwartemi, gładko ścię-

temi ranami mogą się zrosnąć w jedną całość. Wyniki tych doświadczeń wypadły niespodziewanie świetnie a otrzymane sztucznie potwory, które żyły i rozwijały się, były przedmiotem podziwu ze strony wielu badaczy. Zdolność odradzania się odciętych części i szybkość gojenia się ran gładko ciętych jest tutaj nadzwyczaj wielką. Nawet bardzo małe, płasko odcięte kawałeczki ścianki ciała posiadają tę zdolność. Odcięta blaszka zakrzywia się, zagłębia od strony powierzchni wewnętrznej, a zagięte brzegi nabłonka zrastają się, obejmując wewnętrzną masę komórkową. W ten sposób powstaje zamknięty i nabłonkiem otoczony utwór, przekształcający się powoli w pęcherzyk, który sześć dni zachowuje się przy życiu, a komórki jego rozmnażają się w normalny sposób (drogą mitotyczną). Oddzielone od ustroju części mogą być pozbawione serca, krwi i naczyń krwionośnych, a pomimo to rozwijają się dalej i rosną kosztem materjału żółtkowego, jak to jeszcze w roku 1858 wykazał Vulpian. Zasługuje przytem na szczególną uwagę, że bez względu na to, jak zostało przeprowadzone przecięcie przez larwę, t. j. w jakiem przeszło miejscu

Ryc. 15. Tandemowe połączenie motyli Cynthia promethea (z przodu) i S. cecropia (w tyle); od strony brzusznej. (Według Cramptona).

Ryc. 16. Połączone głowami dwa motyle Philosamia cynthia. (Według Cramptona).

Ryc. 17. Połączone brzuchami (w okolicy tułowia) dwa motyle Vanessa antiopa. (Wedł. Cramptona).

i w jakim kierunku, rozwój i wzrost zawiązka każdego organu postępuje aż do płaszczyzny przecięcia zupełnie tak samo, jak u larwy normalnej. Przemawia to, zdaniem Borna, w wysokim stopniu za zdolnością samoróżnicowa-

nia się części ciała larwy w tem znaczeniu, jak to przyjmuje Roux, czyli — za mozajkowym sposobem rozwoju. Musimy to nieco bliżej wyjaśnić. Według Roux'a, jak wiemy, różne części materjału zarodkowego w jaju i zarodku przeznaczone są dla pewnych części ciała; zawiązki tych części zaczynają się różnicować od pierwszej chwili rozwoju: przypomnijmy sobie, że już pierwsze płaszczyzny podziału jaja odpowiadają określonym przyszłym płaszczyznom ciała ustroju (Roux). Innego zdania jest O. Hertwig, który przyjmuje, że materjał zarodkowy w jaju jest pierwotnie zupełnie niezróżnicowany i że tylko przez współdziałanie jednych komórek na drugie, lub jednych grup komórek na inne odbywa się różnicowanie tychże, że głównym czynnikiem jest tu współczynność (korrelacja) między komórkami zarodka. Gdyby tak było istotnie, to młodziutka larwa żaby, przecięta, a więc pozbawiona wielu zawiązków organów, powinna podlegać odmiennym stosunkom owej współczynności (korrelacji) części, a jednak, pomimo to, czy głowa pozbawiona tułowia, czy kawałek ogona, czy też inna część ciała larwy, oddzielona od reszty, rozwija się i rośnie (dopóki starczy materjału odżywczego i żółtkowego) tak, jak w larwie całkowitej i normalnej, aż do płaszczyzny przecięcia, gdzie odbywa się zarośnięcie rany (narządy cewkowate n. p. rurka nerwowa lub przewód pokarmowy zamykają się tu ślepo). Tak tedy doświadczenia prof. Borna stanowią znów ważne poparcie dla mozajkowej teorji rozwoju, która skrytykowaną została bardzo niekorzystnie przez kilku badaczy.

Ryc. 18. Zrośnięte z sobą dwie larwy żaby (Rana esculenta) tylna część jednej zrośnięta z brzuszną stroną drugiej (W. Borna).

Ryc. 19. Dwie larwy żabie (R. esculenta) zrośnięte z sobą brzuchami (Według Borna).

Doświadczenia Borna są bardzo interesujące z innego także względu. Wykazują one mianowicie wielką zdolność wzajemnego zrastania się różnych części tego samego osobnika lub rozmaitych osobników — gładko ciętemi powierzchniami ran. Najlepiej nadają się do tego rodzaju doświadczeń młodziutkie larwy żabie około 3 mm. długości, należące do gatunku Rana esculenta i Bombinator igneus. Jeżeli n. p. dwie larwy przetniemy w ten sposób, że jednej usuniemy część tylną ciała, drugiej — przednią i przyłożymy je do siebie gładko ściętemi powierzchniami, tak, aby

w spokoju przylegały wzajemnie w ciągu kilku godzin, to zrosną się one w jedną całość. Przy takich zrostach widzimy najczęściej, że zawiązki pewnych narządów w jednym odcinku zrastają się z odpowiadającemi im zawiązkami w drugim; zachodzi tu niejako wyszukiwanie się zawiązków jednorodnych (t. zw. cytohcorismus

Ryc. 20. Dwie larwy żabie (R. esculenta) zrośnięte z sobą głowami (Według Borna).

Roux'a). Tak n. p. bardzo często zdarza się, że brzeg nabłonka skóry przylega do komórek żółtkowych lub komórek rurki nerwowej, a jednak te utwory nie zlewają się z sobą z zwykłych warunkach, lecz łączą się z zawiązkami podobnemi. W niektórych jednak warunkach, jeśli n. p. masa komórek żółtkowych silnie bardzo przypiera do nabłonka, tak, że ich przesunięcie, przemieszczenie jest utrudnione, wówczas komórki nabłonkowe skóry mogą się zrosnąć z komórkami żółtkowemi, względnie z nabłonkiem jelita. Born nie mógł dotychczas bliżej i ściślej określić tych warunków, ani też wykryć prawa, według którego odbywa się wzajemne zrastanie, a dla przyszłych badań otwiera się w tym kierunku nader wdzięczne pole.

Ryc. 21. Dwie larwy żabie (P. esculenta) zrośnięte z sobą głowami (W. Borna).

Na szczególną zasługuje uwagę, że Bornowi udało się otrzymać zrosty kijanek nietylko tego samego gatunku żab, ale nawet dwóch różnych gatunków (n. p. Rana esculenta z R. arvalis lub z R. fusca). Taka podwójna istota rośnie i rozwija się w zupełnie taki sam sposób, jak pochodząca z dwóch części należących do tego samego gatunku. Udało się nawet otrzymać zrosty kijanek należących do

dwóch różnych rodzajów (n. p. Rana esculenta i Bombinator igneus), ale ginęły one bardzo prędko. Natomiast trudno bardzo otrzymać zrosty kijanek należących do różnych rodzin (n. p. żab i traszek czyli trytonów), a istoty tak połączone żyją zaledwie jeden lub dwa dni. W ogólności połączone z sobą w jedną całość kijanki rosły i rozwijały się przez kilka tygodni, liczne z nich jednak ginęły znacznie wcześniej.

Wyhodowanie zrośniętych z sobą kijanek aż do ukończenia okresu przeobrażeń udaje się tylko wówczas, gdy komponentami są części, należące do jednego i tego samego gatunku (mianowicie R. esculenta). Born zaznacza w uwadze, że w chwili pisania końcowych stronic swego dzieła zdołał otrzymać młode żabki podwójne, powstałe ze zrośniętych z sobą dwóch kijanek. O ile uda się, powiada Born, przeprowadzić je szczęśliwie przez ten ciężki (ze względu na warunki odżywiania) okres życia, będzie można łatwo otrzymać zupełnie dorosłe żaby podwójne. Ponieważ dalej nie wykluczoną jest możliwość, że przy uwzględnieniu szczególnych warunków uda się utrzymać dłużej przy życiu zrośnięte z sobą części kijanek dwóch różnych gatunków lub rodzajów, jest więc nadzieja, że tą drogą będzie można z czasem wyhodować dorosłe istoty podwójne, przedstawiające kompleks różnych gatunków lub rodzajów. Byłaby to niezwykła zdobycz biologiczna, a badanie potomstwa takich potworów mogłoby ze względu na prawa dziedziczności doprowadzić uczonych do nadspodziewanie doniosłych wyników. W tej dziedzinie dociekań mechanika rozwoju ma więc otwarte i niezwykle wdzięczne pole do dalszych badań.

Co się tyczy wzajemnego zrastania się różnych narządów u dwóch połączonych z sobą osobników, to zaznaczymy jeszcze następujące wyniki doświadczeń Borna. Jeżeli przylegają do siebie narządy jednorodne, to zrastają się w całość nieprzerwaną; połączenie odbywa się za pośrednictwem jednorodnej, specyficznej tkanki danych narządów, n. p. mięśnie zrastają się z mięśniami za pośrednictwem tkanki mięsnej, chrząstki z chrząstkami zapomocą tkanki chrzęstnej i t. d. Jeżeli zaś przylegają do siebie narządy niejednorodne, wówczas zrastają się one z sobą zawsze za pośrednictwem tkanki łącznej. Jeżeli jednorodne narządy są czcze czyli jamiste, to nietylko ścianki ich tworzą całość nieprzerwaną, ale zarówno także powstaje zupełnie gładkie i równe połączenie ich świateł, a tyczy się to nietylko komponentów jednego gatunku, ale zarówno też — należących do różnych gatunków lub rodzajów. Zasługuje też na uwagę, że we wszystkich przypadkach łączą się z sobą naczynia krwionośne obu zrośniętych osobników, przez co następuje wzajemna wymiana krwi. To połączenie naczyń i wymiana krwi odbywa się nawet wówczas, gdy zrastający się z sobą partnerzy należą do różnych gatunków, a pomimo odżywiania się zapomocą krwi

mieszanej, wzrost i rozwój obu komponentów postępuje zupełnie normalnie.

Nie możemy tu wchodzić w liczne inne niezmiernie interesujące szczegóły poszukiwań Borna. Przytoczyliśmy najgłówniejsze ich wyniki z jednej strony dlatego, by wykazać, jak różnorodne i wdzięczne pole do pracy nastręcza w tym kierunku mechanika rozwoju, z drugiej zaś dlatego, że poszukiwania Borna prowadzą do teorji samoróżnicowania się zawiązków embrjonalnych czyli do teorji rozwoju mozajkowego. Born zajmuje więc to samo stanowisko, co Roux i jego zwolennicy.

Gdy tedy Roux, Born i inni starają się poprzeć na drodze eksperymentalnej teorję rozwoju mozajkowego, to inni również doświadczalnie starają się jej zaprzeczyć. Wspomnieliśmy już wyżej o odnośnych doświadczeniach Chabry, Driescha, Wilsona i innych. Na zakończenie wspomnimy przeto jeszcze o pewnych eksperymentach wykonanych w odmienny znów sposób przez O. Hertwiga, a stwierdzających poglądy tego znakomitego badacza na zawiska rozwojowe.

Hertwig stanowczo temu przeczy, aby pierwsze płaszczyzny bruzdkowania (podziału) jaja odpowiadały już ostatecznym płaszczyznom ciała ustroju, aby więc materja zarodkowy od pierwszej chwili podlegał samoróżnicowaniu się. Sądzi on, przeciwnie, jak to już wyżej zaznaczyliśmy, że komórki zarodka są z początku zupełnie obojętne, że żadne ich grupy nie są przeznaczone dla przyszłych, określonych okolic ciała lub organów, a tylko w miarę, jak przybywa ich coraz więcej i jak zajmują różnorodne położenie wzajemne, różnicują się stopniowo i specjalizują. Według tego uczonego, pewien określony przebieg płaszczyzn bruzdkowania (dzielenia się) jaja zależy wyłącznie od kształtu tego ostatniego i od sposobu rozmieszczenia w niem zarodzi (protoplazmy).

Wiadomo, że podczas dzielenia się jaja (jak również innych komórek) zachodzą w niem szczególne zmiany morfologiczne, znane pod nazwą mitozy. Między innemi występuje w niem wydłużony, wrzecionowaty wór, t. zw. wrzeciono jądrowe, złożone z pęczka włókienek, zbiegających się na obu biegunach, gdzie znajdują się śródciałk (centrosomata). W równikowej płaszczyźnie tego wrzeciona układają się zgrubiałe nici — chromozomy, złożone z istoty jądrowej, zwanej chromatyną. Oś łącząca oba bieguny wrzeciona zowie się długą jego osią, a wiadomo, że komórka dzieli się zawsze w płaszczyźnie, prostopadłej do tej osi. Otóż prof. Hertwig wykazał, że kierunek, jaki przybiera w dzielącem się jaju długa oś wrzeciona, nie jest dowolny, lecz stale określony, a mianowicie oś ta zwraca się końcami ku miejscom największego nagromadzenia zarodzi (protoplazmy). Gdy więc n. p. jajo ma kształt wydłużony walcowato, to długa oś wrzeciona jądrowego ułoży się w niem

w ierunku długiej osi walca, albowiem wówczas oba jej końce zwrócone będą ku miejscom największego nagromadzenia zarodzi. Gdy jajo ma postać kuli, wrzeciono może się ułożyć w kierunku każdej średnicy tej kuli; gdy ma postać jajowatą — w kierunku długiej osi owalu. Ale układ długiej osi wrzeciona jądrowego nie zależy od samego tylko kształtu jaja, lecz także od jego budowy, a w pierwszym rzędzie od stosunku wzajemnego rozmieszczenia zarodzi (protoplazmy) i żółtka odżywczego. N. p. u gadów jajo jest kulą, ale zaródź z jądrem zajmuje jeden biegun tej kuli, gdzie tworzy cienką tarczkę (t. zw. zarodkową), podczas gdy pozostała część jaja składa się z żółtka odżywczego; w tym przypadku długa oś wrzeciona może się ułożyć tylko w kierunku jednej ze średnic tej tarczki.

Ponieważ tedy położenie długiej osi wrzeciona jądrowego ściśle zależy od kształtu i budowy jaja, a pierwsza płaszczyzna podziału jest prostopadła do tej osi, wynika więc z tego, że kierunek podziału jaja zawisły jest od budowy tegoż, a nie stoi w związku koniecznym z pewnemi przyszłemi, ostatecznemi płaszczyznami ciała. Następne z kolei płaszczyzny podziału jaja są prostopadłe do poprzedzających: druga do pierwszej, trzecia do dwóch pierwszych i t. d. Rozwój postępuje więc jako szereg koniecznych skutków, zależnych od poprzedzających je przyczyn.

Hertwig stwierdza swoje zapatrywania zapomocą następujących, bardzo ciekawych doświadczeń, wykonanych na jajach płazów. Uczony ten umieszczał kuliste z natury jaja żabie między dwiema tafelkami szklanemi, dość silnie je spłaszczając, albo też wprowadzał je do bardzo wąskich rurek szklanych, wskutek czego jaja te przybierały postać wydłużonych walców. W jednym i drugim przypadku długa oś wrzeciona jądrowego układała się zawsze w kierunku największego nagromadzenia zarodzi, n. p. w jaju, które w cienkiej rurce otrzymało kształt walcowaty — w kierunku długiej osi walca. Otóż, jak zwykle, pierwsza płaszczyzna podziału jaja przebiegała prostopadle do tej osi, a następne z kolei stosowały się do kierunku pierwszej. W ogólności zatem bruzdkowanie czyli dzielenie się jaja zachodziło inaczej niż w warunkach normalnych, podział przebiegał w innych płaszczyznach niż zwykle, a pomimo to z jaj tych rozwijały się zupełnie normalne zarodki.

Że sposób dzielenia się, czyli bruzdkowania jaja zależy od sposobu rozmieszczenia w jaju plazmy twórczej i że rozmieszczenie to jest ze swej strony zawisłe nietylko od przyczyn wewnętrznych, ale i od rozmaitych warunków zewnętrznych, wykazał to między innemi Hertwig zapomocą następującego, nader interesującego doświadczenia. Jak wiadomo, jaja płazów, w których na jednym biegunie jest nagromadzona głównie plazma twórcza, w pozostałej zaś części jaja znajduje się przeważnie żółtko odżywcze, a częściowo tylko

plazma twórcza — podlegają bruzdkowaniu całkowitemu i nierównomiernemu. Otóż Hertwig umieścił jaja żaby na odśrodkownicy czyli centryfudze. Pod wpływem siły odśrodkowej żółtko odżywcze, jako gatunkowo cięższe, zebrało się w całej swej masie w obwodowej części jaja, plazma zaś twórcza, jako lżejsza, w części bliższej punktu obrotu; tym sposobem, gdy rozwijające się jajo podlegało przez dłuższy czas działaniu siły odśrodkowej, obie te składowe części jaja zostały zupełnie oddzielone od siebie, a jajo rozwijało się dalej tak, jak jaja t. zw. meroblastyczne (właściwe n. p. ptakom lub gadom), w których plazma twórcza i żółtko odżywcze są zupełnie odgraniczone od siebie.

W ogólności kwestja czynników rozwoju i samoróżnicowania się zawiązków nie mogła być dotąd w zadawalniający sposób rozwiązana w drodze eksperymentalnej, gdyż wyniki jednych doświadczeń znajdują się w sprzeczności z rezultatami innych. Kwestja wyjaśnia się jednak coraz lepiej i w niedalekiej przyszłości nauka osiągnie niewątpliwie w tym kierunku bardzo doniosłe wyniki.

Zanadto rozszerzyłbym granice niniejszego szkicu, gdybym zechciał przytaczać liczne inne dociekania rozmaitych autorów w dziedzinie mechaniki rozwoju. Te doświadczenia i teorje, jakie uważałem za stosowne przytoczyć, dadzą, sądzę, właściwy pogląd szanownym czytelnikom na istotę owego nowego, bardzo interesującego kierunku badań, na znaczenie eksperymentu dla dociekań morfologicznych i na wielką różnorodność zagadnień, nastręczających się na tem nowem polu poszukiwań naukowych. Zresztą dalsze jeszcze przykłady dociekań odnośnych, a zwłaszcza zastosowań eksperymentu do badań nad budową i rozwojem organizmów, czyli nad ich morfologją, znajdzie czytelnik w innych rozdziałach książki niniejszej, n. p. o istocie zapłodnienia lub odradzania się.

ISTOTA I ZNACZENIE ZAPŁODNIENIA

Jedno z najbardziej interesujących zjawisk w przyrodzie — to bezsprzecznie proces zapłodnienia, dziwny, tajemniczy, odbywający się pośród drobnych bryłek materji żywej, a tak potężny w skutkach swoich, bo stwarzający życie nowe. Dziś wiemy, że nie tylko u ustrojów wyższych istnieją dwie różne płci, zapładniające się dla wydania potomstwa, ale że i w świecie roślinnym oraz u najniższych istot jednokomórkowych występują zjawiska, najzupełniej odpowiadające procesowi zapłodnienia. Dwa wymoczki — organizmy jednokomórkowe — łączą się z sobą, czyli sprzęgają się czasowo, a to sprzęganie, podczas którego zachodzą pewne złożone procesy u obu zespolonych z sobą osobników, odpowiada najściślej łączeniu się dwóch komórek płciowych u ustrojów wielokomórkowych: plemnikowej, czyli męskiej z jajową, czyli żeńską. Dwie płci u zwierząt i ludzi — to dwa różne osobniki, produkujące odmienne komórki płciowe, a istota ich płciowości sprowadza się ostatecznie do różnej roli, jaką odgrywają te komórki w procesie zapłodnienia. Dziś, gdy znamy istotę zapłodnienia, gdy wiemy, że polega ona na łączeniu się wzajemnem dwóch drobnych komórek i na zespalaniu się z sobą pewnych składowych części tychże, zastanawia nas niepomiernie zjawisko, że te małe, tylko przy najsilniejszych powiększeniach mikroskopowych dostrzegalne bryłki materji organizowanej są podścieliskiem tylu, tak różnorodnych cech dziedzicznych, przenoszących się za ich pośrednictwem z rodziców na dzieci. Czyż nie jest to zastanowienia godnem, iż minimalne bryłki materji komórek płciowych przenoszą zawiązki tylu znamion z rodziców na dzieci, bo przecież podobieństwo rysów, usposobienie do chorób lub czerstwość zdrowia, charakter, talent lub uzdolnienie — wszystko to przechodzić może w spadkobierstwie z rodziców na potomków za pośrednictwem tych mikroskopowych mas materji organizowanej, biorących udział w procesie zapłodnienia.

Jak długo istnieje wogóle myśl ludzka, dociekająca tajników otaczającego świata, od tak dawna zwraca się też ona ku tej dzi-

wnej dziedzinie zjawisk życiowych. To też w dziejach nauki znajdujemy niezliczoną ilość teoryj i przypuszczeń odnośnych.

Jedna z najstarszych, t. zw. teorja Hippokratesa, głosiła, że tak samiec, jak i samica produkują nasienie, które pochodzi ze wszystkich części organizmu, a gdy te nasienia mieszają się z sobą, powstaje płód. Hippokrates wyobrażał sobie, że samiec i samica posiadają dwojakiego rodzaju nasienie: męskie i żeńskie, że przy zapłodnieniu mieszają się z sobą tedy cztery rodzaje nasienia, a zależnie od siły lub od ilości każdego z nich, powstają osobniki potomne męskie, żeńskie, żeńsko-męskie lub męsko-żeńskie (hermafrodytyczne). Arystoteles nie dzielił poglądu Hippokratesa, a przyjmował t. zw. „teorję kontaktu". Samiec daje tylko bodziec do ruchu, samica natomiast produkuje materję. Nasienie samca ma zdolność pobudzania do ruchu, tak, iż każda dotknięta przez nie cząstka materji (żeńskiej) porusza się dalej, ta znów wprawia w ruch cząstkę inną i t. d., a w ten sposób pobudzona do ruchu materja wytwarza płód. Galen przyjmował również zlewanie się nasienia męskiego z żeńskiem, ale wyobrażał sobie, że jedno z nich wytwarza jedne narządy płodu, drugie zaś inne znów organa tegoż, n. p. serce i wątroba płodu mają być wytworem matczynym, mózg — ojcowskim.

Równie nieścisłe i nieuzasadnione poglądy, jak uczeni starożytni głosili też biologowie wieków późniejszych, zwłaszcza XVII i w części XVIII w. Fabrycjusz ab Aquapendente (1621) przyjmował, że nasienie męskie działa na jajko z odległości, znalazł on u ptaków wypuklinę steku (cloaca), zwaną odtąd na jego cześć kieszenią Fabrycjusza (bursa Fabricii) i oto przypuszczał, że nasienie męskie przenika do niej, a stąd działa przez promieniowanie, ze znacznej odległości na jaje, które tym sposobem zapładnia. Podobnego zdania był też słynny biolog angielski Harvey, ten, co ostatecznie prawie wyjaśnił krążenie krwi. Uczony ten, (Exercitationes de generatione animalium", Londyn 1651) nie napotkał nasienia w głębi narządów rozrodczych samiczych, a ponieważ widział wpływ dziedziczny obojga rodziców na potomstwo, wnosił stąd, że nasienie działa na odległość, podobnie, jak to przed nim przypuszczał Fabrycjusz. Harvey był też twórcą teorji „tchnienia nasiennego" (aura seminalis). Według niej nasienie wywiera zdaleka wpływ pobudzający na zawiązek jaja, który staje się przeto właściwem jajem, zdolnem do rozwoju, a wszystko, co żyje, powstaje z jaja — omne vivum ex ovo. Co do ssaków, to Harvey rozwinął interesujący pogląd, jakoby macica ulegała takiemu samemu wpływowi przez działanie niematerjalnego tchnienia nasiennego, jak mózg przez działanie duchowe; poczęcie w macicy można przeto porównać do duchowego poczęcia w mózgu; oba poczęcia powodowane są przez bodziec niematerjalny i oba są źródłem wszelkich ruchów ciała.

Nowe teorje, tyczące się zapłodnienia, pojawiły się z chwilą,

gdy zapomocą mikroskopu wykryto główną część składową nasienia, a mianowicie ciałka nasienne, czyli plemniki (spermatozoa). Te ostatnie należą do najmniejszych komórek organizmu, podczas gdy komórki rozrodcze żeńskie, czyli jajowe, należą do największych, a u wielu zwierząt, jak u ryb, płazów, gadów, ptaków, oraz u wielu bezkręgowych stanowią one utwory stosunkowo nader wielkie (w jaju kurzem n. p. cała kula żółtkowa odpowiada jednej komórce jajowej). Nie dziw przeto, że gdy jaja znane były już badaczom najdawniejszym, to o istnieniu plemników nic nie wiedziano przez bardzo długi czas. Dopiero w r. 1677 Ludwik Hammen ze Szczecina dostrzegł po raz pierwszy zapomocą mikroskopu ciałka szczególne w nasieniu ssaków, a wkrótce potem Leeuwenhoeck opisał je bliżej. Ze względu na to, że plemniki obdarzone są zdolnością ruchu i po największej części mają wygląd długich, nitkowanych utworów, szybko się poruszających wężykowato, nazwano je wówczas „zwierzątkami“ (animalcula). W czasach owych panowała w biologji dziwna bardzo, a interesująca ze wszech miar teorja, zwana teorją ewolucji lub praeformacji, według której w elemencie rozrodczym, według jednych w jaju (owuliści), według innych w owem zwierzątku, czyli plemniku (animalkuliści) mieści się jakoby miniaturka całego przyszłego osobnika wraz ze wszystkiemi częściami ciała i organami najzupełniej wykształconemi, a tylko, twierdzono, miniaturowo drobnemi i tak przejrzystemi, że ich pod mikroskopem rozpoznać nie można. Rozwój zarodka, sądzono, nie polega na tem, że wykształcają się w nim kolejno coraz to nowe organa, lecz jedynie tylko na rozroście i rozkurczu drobnych i skurczonych uprzednio organów, zawartych już w zupełności w elemencie rozrodczym (jaju, względnie plemniku). Sądzono nawet (t. zw. praeformiści), że w elementach tych mieszczą się miniaturki tysięcy osobników coraz to późniejszych pokoleń i obliczano (Haller), ile n. p. takich miniaturek ludzkich mieścić się musiało w jajnikach matki Ewy, aby wystarczyło ich na liczne pokolenia ludzkie aż do przypuszczalnego końca świata!

Ryc. 22. Plemnik, czyli ciałko nasienne ludzkie, według Lalepadiusa z XVII w.

Leeuwenhoeck twierdził, że miniaturą przyszłego zwierzęcia jest plemnik, czyli jego „animalculum“; odróżniał nogi, tułów i ogon (Ryc. 22). Hartsoeker w swojem „Essay de Dioptrique“ 1694) wyrysował w główce ludzkiego plemnika miniaturowego człowieczka, siedzącego w kuczki (Ryc. 23), a Gautier dostrzegł w plemnikach człowieka wyraźne twarze ludzkie.

Leeuwenhoeck i inni animalkuliści, zwłaszcza zaś Mikołaj Andry (1710) sądzili, że jajko jest tylko pożywieniem, lub schronieniem, niejako gniazdkiem dla plemnika. Przypuszczali, że plemnik

przenika do jajka, a więc przewidywali zjawisko zapłodnienia, później rzeczywiście stwierdzone, ale błędnie sobie wyobrażali, że przyszły osobnik zawdzięcza swoją płeć i całą swą naturę tylko plemnikowi, w którym jako miniaturka jest zawarty. Andry twierdził, że plemnik, czyli „animalculum", wchodząc do jajka, zamyka za sobą ogonkiem wejście i zaczyna się rozwijać, a gdy kilka odrazu chce wejść, zaczynają z sobą walczyć jedne drugim odgryzają pewne członki lub kaleczą się, przez co właśnie rodzą się niekiedy potwory.

Ryc. 23. Plemnik, czyli ciałko nasienne ludzkie, według Hartsoekera 1694.

Inni, a mianowicie owuliści, n. p. Vallisneri, Bonner, Haller, utrzymywali, że płód zawarty jest w jajku, a nasienie pobudza tylko to ostatnie do rozwoju przez co płód zaczyna rosnąć. Niektórzy owuliści mniemali, że nasienie stanowi pokarm dla płodu zawartego w jaju. Byli i tacy, którzy przyjmowali, że oba elementy rozrodcze zawierają miniaturowe przyszłe części ciała osobnika, ale że każdy z nich zawiera co innego, że np. plemniki stanowią miniaturowe układy nerwowe, a z jajka przyrastają do nich inne narządy i tak powstaje całość.

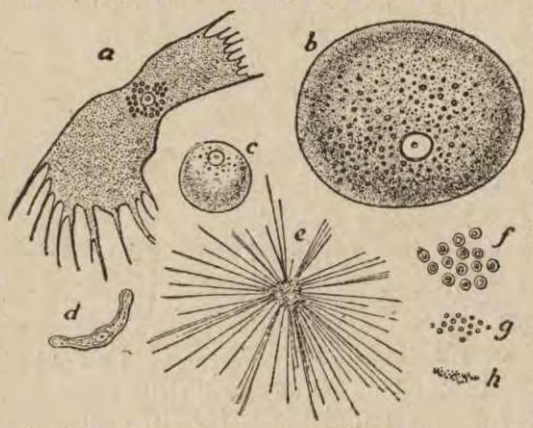
Z upadkiem owej teorji ewolucji i preformacji z końcem XVIII i z początkiem XIX stulecia — do którego to upadku przyczynił się w pierwszym rzędzie Fr. Kasper Wolff w dziele „Theoria generationis 1759", oraz w części w późniejszej pracy „O tworzeniu się przewodu pokarmowego u pisklęcia", ogłoszonej po niemiecku w r. 1812 w przekładzie Meckela — zmieniły się również, rzecz naturalna, poglądy na istotę zapłodnienia, zwłaszcza gdy coraz bardziej udoskonalające się środki optyczne pozwoliły na dokładniejsze poznanie odnośnych procesów.

Wszelako aż do r. 1875 przyjmowano niemal powszechnie, że podczas zapłodnienia wielka liczba plemników przenika po przez błony jajowe do wnętrza jajka, gdzie przestają się poruszać i rozpuszczają się w żółtku. Dopiero około tego roku Oskar Hertwig zbadał dokładniej proces zapłodnienia u jeżowców morskich, a Ed. van Beneden u ssaków, odtąd zaś długi szereg biologów, jak Herman Fol, Bütschli, Teodor Boveri i liczni inni poświęcali się badaniu tego interesującego i doniosłego procesu, a dziś nauka wyświetliła go w wysokim stopniu.

Zanim rozpatrzymy bliżej proces zapłodnienia, musimy poświęcić słów kilka komórkom rozrodczym, jaju, czyli żywiołowi żeńskiemu i plemnikowi, czyli męskiemu, jako elementom biorącym udział w tym procesie.

Otóż jaje bez względu na rozmaitą wielkość swoją jest zawsze

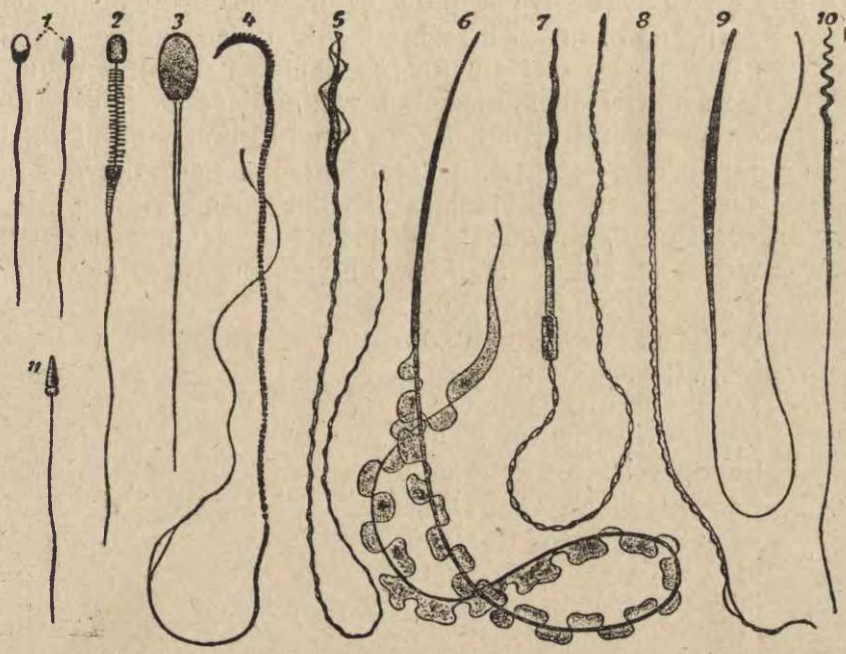
jedną komórką. Drobne jajeczko kobiece, mające zaledwie 0.2 mm. średnicy, większe znacznie jaje ryby (ziarno ikry), żaby, lub wielkie jaje ptasie, a właściwiej mówiąc, kula żółtkowa w jaju ptasiem (białko bowiem i skorupa to już części dodatkowe) — wszystkie te utwory, bez względu na ich różne wymiary, to zawsze tylko jedna komórka. U zwierząt, których płód odżywia się sokami matki, n. p. u ssaków, jaja są małe, nie zawierają bowiem wiele części pokarmowych dla płodu; natomiast u tych zwierząt, które składają jaja na zewnątrz, te ostatnie bywają często bardzo wielkie (n. p. u ptaków), ponieważ zawierają wielką masę ziarnistego materjału pokarmowego dla przyszłego zarodka, czyli t. zw. żółtka odżywczego. Najważniejszą część składową jaja, podobnie jak każdej w ogóle komórki, stanowi zaródź, czyli plazma (protoplazma) oraz zawarte w niej jądro, w którem mieści się jeszcze zwykle jedno lub więcej jąderek. Jaje ma najczęściej postać kulistą, podobną do tej, jaka wyobrażona jest n. p. na Ryc. 24 ' lub *c;* okryte jest cieńszą lub grubszą błoną, a niekiedy kilkoma błonami. Jądro jajowe ma złożoną dosyć budowę, do której niżej jeszcze powrócimy. Natomiast plemniki, które po największej części należą do najmniejszych komórek ciała, bardzo rzadko mają postać kulistą (Ryc. 24 *b, c, f),* podobną do kształtu jaj, lecz najczęściej są silnie wydłużone, nitkowate i składają się z główki, z t. zw. pasemka środkowego i z drugiej nici, czyli ogonka. Kształt główki bywa różny u rozmaitych zwierząt; u człowieka jest ona nieco gruszkowata, u traszki wydłużona na kształt mieczyka, u niektórych zwierząt skręcona spiralnie, a różne te postacie przedstawione są na Ryc. 25, do której też odsyłamy czytelnika. Na Ryc. 26 narysowany jest schematycznie plemnik przy znaczniejszem powiększeniu (według Wilsona); *sp* oznacza wierzchołkową część główki; *n* oznacza główkę, która składa się prawie wyłącznie z substancji jądrowej (z silnie barwiącej się istoty jądra komórkowego, t. z. chromatyny, o czem niżej) *m* oznacza pasemko środkowe, w którem mieści się niteczka osiowa, a na jej wierzchołku drobne ciałko *(c)* zwane „centrosoma"; *h* oznacza nić, czyli ogonek plemnika, wewnątrz którego występuje też zwykle niteczka osiowa *(ax)*; *e* oznacza końcową



Ryc. 24. Ciałka nasienne różnych gatunków skorupiaków z grupy płesznic (Daphnidae); trzysta razy powiększone. Niektóre (*b*, *c*) mają taką postać, jak jaja.

część ogonka; pasemko środkowe i nić plemnika to produkta plazmy, czyli zarodzi komórki; główka zaś, jak rzekliśmy, to produkt jądra. Widzimy zatem, że plemnik składa się w zasadzie z tych samych części, co jaje: i on więc stanowi jedną tylko komórkę, aczkolwiek u większości zwierząt bardzo zmienioną.

Najważniejsze odkrycia, tyczące się procesu zapłodnienia, datują od czasu, kiedy znaleziono odpowiedni przedmiot do badań. Rzecz naturalna, że najlepiej można rozpatrzeć cały proces zapłodnienia na przedmiocie żywym; nadto, jeśli przedmiot ten ma być



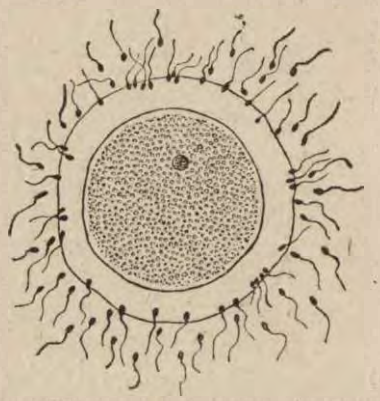
Ryc. 25. Ciałka nasienne różnych zwierząt: 1. człowieka (z przodu i z boku), 2. nietoperza, 3. świni, 4. szczura, 5. czyżyka, 6. traszki, 7. ryby płaszczki, 8. chrząszcza, 9. podjadka-turkucia, 10. mięczaka żyworodki, 11. jeżowca; przy silnem powiększeniu.

za życia badany, musi być przeźroczysty, a wreszcie — trzeci warunek, aby proces zapłodnienia odbywał się tutaj nie wewnątrz ciała, lecz na zewnątrz. Wiemy, że u niektórych zwierząt, n. p. u ssaków, nasienie wprowadzone zostaje do wnętrza narządów rozrodczych samicy, tu przeto i sam proces zapłodnienia jaja odbywa się wewnątrz ustroju samiczego, u innych natomiast, n. p. u ryb lub płazów, jaja niezapłodnione zostają wydalane przez samicę i dopiero po opuszczeniu jej organizmu ulegają zapłodnieniu. Otóż, wszystkim powyższym warunkom odpowiadają elementy rozrodcze szkarłupni, zwłaszcza zaś jeżowców; bo przedewszystkiem jaja ich są drobne i mogą być przeto w całości pod mikroskopem rozpatrywane, dalej są one przeźroczyste, wreszcie zapładniane by-

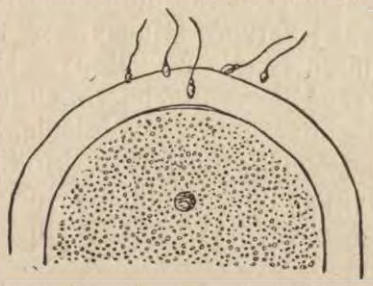
wają w wodzie morskiej po opuszczeniu ustroju samicy, a nadto zapłodnienie może być tutaj w każdej chwili sztucznie dokonane.

Jeżeli wyjmiemy z jajnika samicy jeżowca pewną ilość jaj, i umieścimy je w kropli wody morskiej na szkiełku przedmiotowem i jeśli do tejże kropli wprowadzimy nieco nasienia męskiego, świeżo wydobytego z gruczołu rozrodczego samca, natenczas będziemy mogli widzieć pod mikroskopem cały proces zapłodnienia, a przed oczami naszemi przesuną się tak interesujące obrazy, że kto raz je w życiu widział, ten na zawsze zachowa je niewątpliwie w pamięci. Otóż, gdy do wody z jajami wprowadzimy nasienia, spostrzeżemy, że liczne plemniki otaczają każde poszczególne jajeczko, ustawiają się w kierunku promienistym względem kulistej jego powierzchni i zaczynają wykonywać energiczne ruchy swemi ogonkami dopuszczając doń niby szturm formalny. Jaje ma postać kulistą i otoczone jest początkowo osłoną śluzową bardzo obfitującą w wodę, plemnik zaś przedstawia się tutaj, podobnie jak i u większości innych zwierząt, w postaci nitkowatego utworu, złożonego z główki, pasemka środkowego oraz długiego, cienkiego ogonka; w pasemku środkowem tuż pod główką mieści się, jak powiedzieliśmy, drobniutkie ciałko, zwane środkowem, albo wprost ś r ó d c i a ł k i e m (c e n t r o s o m a). Otóż plemniki nacierają swemi główkami na ową osłonę śluzową jaja, a wykonywając wężykowate, nader energiczne ruchy ogonkami swemi, starają się przedostać po przez osłonę do wnętrza jaja. Z pośród setek plemników, jeden, oczywiście najskuteczniej nacierający (Ryc. 28), zostaje szczęśliwym wybrańcem, główka jego najsilniej się zagłębia, a protoplazma jajowa tworzy, jakby na jego spotkanie, wypustkę (t. zw. wzgórek przyjmujący), po przez którą (Ryc. 29) plemnik dostaje się do wnętrza jaja (Ryc. 30), przyczem ogonek się odrywa i pozostaje po za obrębem jaja (Ryc. 31), a tylko sama główka wraz z śródciałkiem podąża do środka. Gdy tylko się to stało, protoplazma jaja wydziela na całym obwodzie błonę mocną, która nie pozwala już innym plemnikom-współzawodnikom przedostać się do wnętrza komórki jajowej. Jaje jak każda komórka, zawiera wewnątrz protoplazmy jądro (n u c l e u s), a ple-

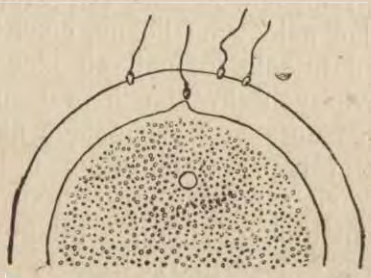
Ryc. 26. Schemat plemnika.


Ryc. 27. Jajko jeżowca, otoczone bardzo licznemi plemnikami, które wywijając energicznie ogonkami, dążą do przedostania się do jego wnętrza (znacznie pow. mikr.).

mnik, jak wykazuje historja rozwoju, jako jedna komórka, składa się również z protoplazmy i jądra. Otóż jądrem plemnika jest, jak powiedzieliśmy wyżej, główka, a protoplazmą pasemko środkowe i ogonek. Przenika tedy główka, czyli jądro komórki męskiej (wraz z śródciałkiem) do wnętrza komórki żeńskiej. Oba jądra, męskie



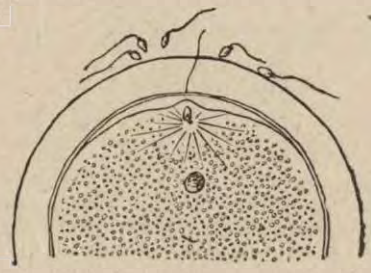
Ryc. 28. Część odcinka jaja jeżowca podczas zapłodnienia; jeden z plemników przedziera się do wnętrza po przez osłonę śluzową (znaczne pow. mikr.)



Ryc. 29. Część odcinka jajka jeżowca podczas zapłodnienia; plazma jaja wysyła ku plemnikowi wypustkę (wzgórek przyjmujący) (znaczne pow. mikr.)

i żeńskie, czyli jądro plemnikowe i jajowe, zbliżają się teraz szybko ku sobie, a dokoła śródciałka (wraz z jądrem męskiem do jaja wprowadzonego) występują w protoplazmie jaja piękne promienie włók-

Ryc. 30. Część odcinka jajka jeżowca podczas zapłodnienia; główka (jądro) plemnika wraz z śródciałkiem przenikać już zaczyna do plazmy jaja (znaczne powiększenie mikroskopijne).



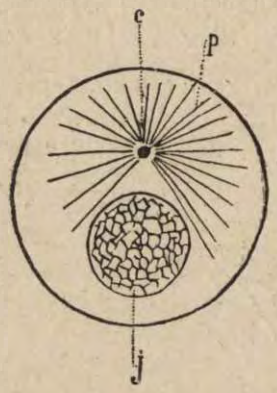
Ryc. 31. Część odcinka jajka jeżowca podczas zapłodnienia; główka (jądro) plemnika wraz z śródciałkiem, dokoła którego występu ą promienie plazmy, przenika już do wnętrza jaja (po wykonaniu obrotu na 180°); ogonek został po za obrębem nowo utworzonej błony, nie pozwalającej już innym plemnikom przeniknąć do jaja.

niste, jak gdyby promienie dokoła słońca (Ryc. 31). Oba jądra zbliżają się wreszcie do siebie w zupełności, stykają się i zlewają w jedną całość, tworząc jedno j ą d r o j a j a z a p ł o d n i o n e g o, zwane inaczej j ą d r e m p r z e w ę ż n e m.

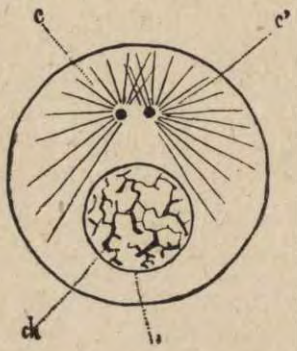
Wyżej podaliśmy opis zapłodnienia u jeżowców, tak, jak się ono przedstawia przy niezbyt silnem powiększeniu mikroskopowem

i bez szczególnych, złożonych metod. Skoro jednak zapragnęlibyśmy dokładniej zbadać istotę tajemniczego zjawiska, musielibyśmy użyć bardziej złożonych metod badania. Jajeczka w różnych stadjach procesu zapłodnienia należy wtedy zabijać i utrwalić rozmaitemi płynami, które uśmiercając je, zachowują możliwie najdokładniej wewnętrzną ich budowę (strukturę). Utrwalone i stwardnione jaja rozkładać należy na liczne, cienkie skrawki i barwić sztucznie w celu uwydatnienia rozmaitych szczegółów budowy. Na utrwalonych i zabarwionych skrawkach możemy zauważyć liczne, niezmiernie interesujące obrazy, wyjaśniające nam istotne znaczenie zapłodnienia. Zanim atoli przystąpimy do opisu tych zjawisk, musimy w krótkich słowach zapoznać czytelnika z pewnym innym, ogólniejszym procesem biologicznym, a mianowicie z t. zw. mitotycznym podziałem komórek.

Wiemy, że z komórki jajowej zapłodnionej rozwija się zarodek. Ciało zwierzęce składa się z olbrzymiej liczby komórek, wchodzą-



Ryc. 32. Schemat komórki (p. opis).

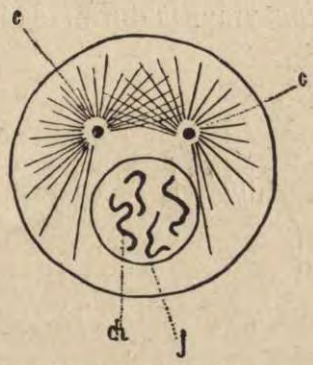


Ryc. 33. Podział komórki (p. opis).

cych w skład najrozmaitszych jego tkanek, a oto z owej komórki pierwotnej (jajowej) powstają podczas rozwoju płodu wszystkie komórki tkanek przez bezustanny podział. Komórka jajowa dzieli się na dwie połowy, te znów się dzielą i t. d., powstają tedy 2, 4, 8, 16, 32, 64 i t. d. słowem coraz to więcej komórek ciała. Zarówno też gdy larwa lub młode zwierzę rośnie, czyli powiększa się, odbywa się wciąż przytem podział komórek, co warunkuje właśnie rozrost ciała. Tak więc dzielenie się czyli rozmnażanie się komórek — to doniosły proces biologiczny, warunkujący rozwój zarodka i wzrost ciała zwierzęcego, przyczem nowoprzybywające komórki zarodka podlegają różnicowaniu się, t. j. początkowo jednorodne, różnicują się na grupy komórek o odmiennym charakterze, tworzące różnorodne tkanki, z których powstają najrozmaitsze narządy ciała. Otóż, z nielicznemi wyjątkami, podział

komórek, zwłaszcza u płodu, odbywa się drogą t. zw. mitozły (mitos, nitka, włókno), której towarzyszą szczególne zmiany w jądrze komórkowem. Na Ryc. 32—41 uwydatniony jest ów szereg zmian w dzielącej się mitotycznie komórce.

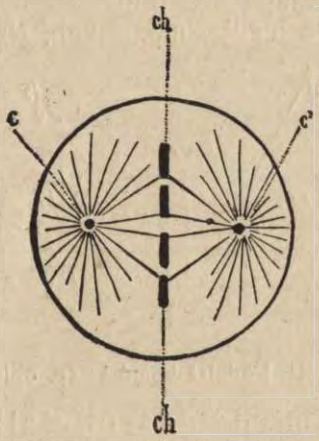
W skład komórki wchodzi, jak wiadomo, plazma (proto- lub cytoplazma) czyli zaródź, jądro (nucleus), zawierające zwykle



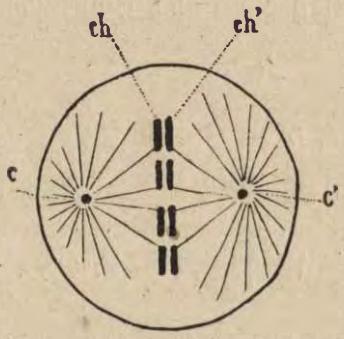
Ryc. 34. Podział komórki (p. opis).

Ryc. 35. Podział komórki (p. opis)

jedno lub więcej jąderek (nucleoli), a w pobliżu jednego z biegunów jądra mieści się, zwłaszcza w komórkach zarodka, bardzo drobne ciałko, zwane środkowem lub śródciałkiem (centro-



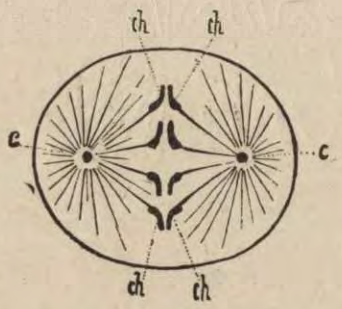
Ryc. 36. Podział komórki (p. opis.)



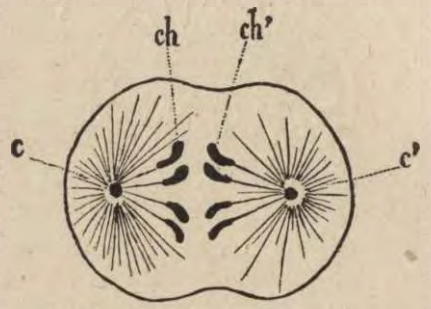
Ryc. 37. Podział komórki (p. opis).

soma), dokoła którego występuje sfera włóknistych promieni plazmy. Wewnątrz jądra, które jest zawsze opatrzone wyraźną błoną, mieści się pewna ilość włókien twardszych, tworzących zwykle sieć, a złożonych z istoty energicznie bardzo barwiącej się różnemi barwikami, używanemi w technice mikroskopowej (n. p. karminem, safraniną, haematoksyliną) i dlatego zwanej z greckiego chromatyną. Oprócz tych grubszych, barwiących się włókien, znajdują

się też w jądrze włókienka o wiele cieńsze, nie barwiące się (t. zw. linina), łączące włókna chromatyny; wszystkie te włókna tworzą t. zw. zrąb jądra, a w przestrzeniach pomiędzy częściami włóknistemi znajduje się wodnisty sok płynny, t. zw. sok jądrowy. Na Ryc. 32 widzimy narysowaną komórkę, której jajo *(j)* zawiera wewnątrz sieć włókien chromatyny; dokoła śródciałka *(c)* znajduje się nieznaczne, jasne pole, otoczone sferą promieni plazmy czyli delikatnych włókienek plazmatycznych. Zobaczymy, jakim przemianom

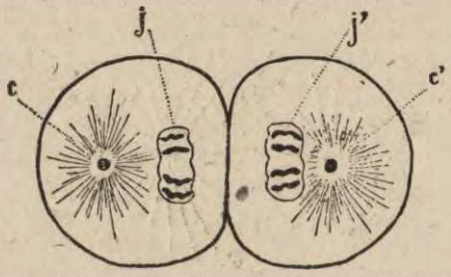


Ryc. 38. Podział komórki (p. opis).

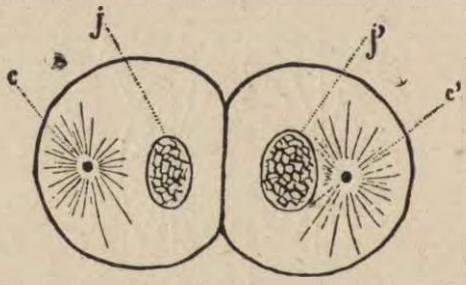


Ryc. 39. Podział komorki (p. opis).

ulega ta komórka podczas podziału mitotycznego. Otóż na Ryc. 33 widzimy, że delikatniejsze, cieńsze włókienka zrębu jądrowego skurczyły się lub poprzerywały, chromatyna składa się z mniejszej liczby włókien czyli nici, grubszych i już o wiele luźniej ułożonych. Nadto



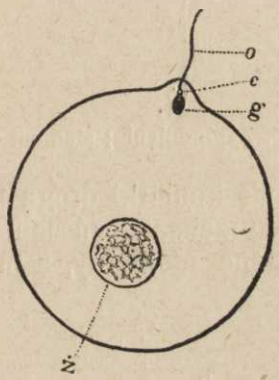
Ryc. 40. Podział komórki (p. opis).



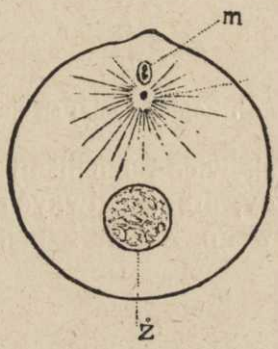
Ryc. 41. Podział komórki (p. opis)

śródciałko podzieliło się na dwie części, na dwa śródciałka, z których każde *(c c')* otoczone jest sferą promieni plazmatycznych. Pomiędzy jednem a drugiem śródciałkiem występuje pęczek promieni podobnych do tych, jakie promienisto je otaczają; ten pęczek promieni plazmatycznych, łączący z sobą oba śródciałka, nie jest uwydatniony na naszych rysunkach. W następującem z kolei stadjum, wyobrażonem na Ryc. 34, nici chromatyny w jądrze są już zupełnie wolne. oddzielone od siebie i tworzą pętle, t. zw. chromozomy. Na Ryc. 34 widzimy cztery takie pętlicowate chromozomy *(ch)*; oba śródciałka *(c c')* oddaliły się od siebie znacznie.

Z kolei (Ryc. 35) błona jądra zanika zupełnie, tak że chromozomy *(ch)*, które się jeszcze bardziej skróciły i pogrubiły, leżą już swobodnie w plaźmie (z tą ostatnią zlał się w jedną całość sok jądrowy); śródciałka odsuwają się coraz więcej od siebie, ku dwom przeciwległym biegunom. Na Ryc. 36 zajmują już one bieguny przeciwległe a chromozomy *(ch)* zajęły miejsce pośrodku pomiędzy niemi w płaszczyźnie równikowej komórki, przyczem promienie plazmy ciągną się od śródciałek ku obwodowi komórki, a niektóre biegną od tychże do chromozomów i do nich się przyczepiają. Tu możemy dodać, że spoglądając od strony jednego z biegunów komórki na chromozomy, widzimy, iż każdy z nich jest pętlicowato zgięty, a względem siebie układają się one tak, jak promienie gwiazdy, czego nie widać na Ryc. 36, która przedstawia chromozomy od strony równika. Najważniejszy z kolei proces przedstawiony jest na Ryc. 37, gdzie jak



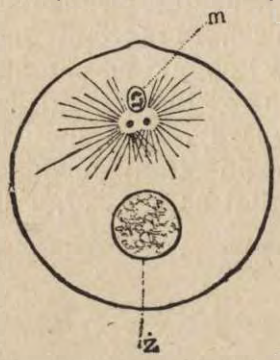
Ryc. 42. Zapłodnienie; stadjum 1.



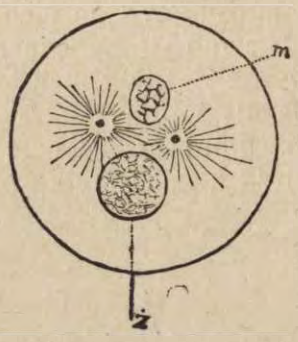
Ryc. 43. Zapłodnienie; stadjum 2.

widzimy, każda pętla chromatyny czyli każdy chromozom podzielił się wzdłuż na dwie części *(ch, ch')*, podobnie jak szczypka drzewa rozcięta wdłuż siekierą na dwie części i oto do każdego potomnego chromozomu *ch, ch')* powstałego z podziału chromozomów pierwotnych, dochodzą promienie plazmy od odpowiedniego śródciałka (*c*, *c'*). Z kolei chromozomy przeciągnięte zostają przez owe promienie ku jednemu i ku drugiemu śródciałku (Ryc. 38, 39), ale nie dochodzą do samych śródciałek, lecz zatrzymują się w pewnej od nich odległości. Pośrodku zaś komórki, w przestrzeni pomiędzy odsuniętemi od siebie chromozomami, powstaje w trakcie tego przewężenie plazmy (Ryc. 39); komórka przybiera jakby postać biszkoptu i w tem miejscu pośrodku rozpada się na dwie komórki (Ryc. 40, 41) potomne, z których każda, jak widać na rysunku (Ryc. 40, 41), posiada jedno śródciałko, sferę promieni plazmatycznych i połowę chromozomów. Z kolei dokoła chromozomów powstaje w każdej komórce błona jądrowa, chromozomy tworzą liczne wypustki i łączą się znów

w sieć (Ryc. 41), jak w komórce macierzystej. Tu musimy jeszcze zaznaczyć, że jeżeli w komórce macierzystej znajdowało się w jądrze jąderko, to podczas procesu podziału komórki rozpływa się ono i staje niewidocznem, ale gdy się kształtują znowu dwa obłonione jądra dwóch komórek potomnych z siatkowatym zrębem chromatyny (oraz cieńszemi włókienkami lininy), w każdem z tych jąder pojawia się znów także jąderko.

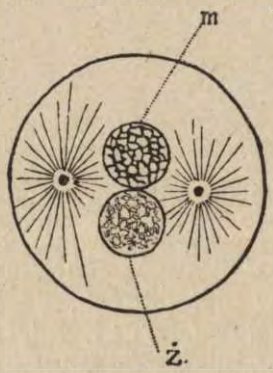


Ryc. 44. Zapłodnienie; stadjum 3.

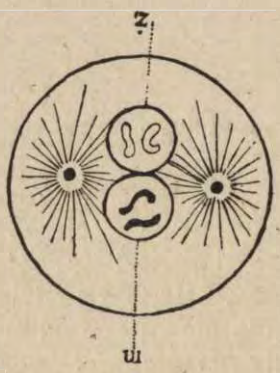


Ryc. 45. Zapłodnienie; stadjum 4.

Tak więc poznaliśmy proces dzielenia się komórki drogą t. zw. mitozy, drogą dziwnych i interesujących przekształceń jądra komórkowego. Należy zapamiętać tu dwa ważne momenty, a miano-



Ryc. 46. Zapłodnienie; stadjum 5.

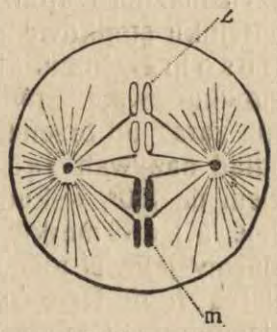


Ryc. 47. Zapłodnienie; stadjum 6.

wicie: istotą podziału komórki jest podział każdego chromozomu wzdłuż na dwie połowy, z których każda przechodzi do odpowiedniej komórki potomnej, przez co każda z tych ostatnich posiada tyleż chromozomów, co macierzysta, a nadto ważnemi elementami podczas podziału komórki, ku którym przesuwają się chromozomy, są śródciałka. Ku każdemu bowiem ze śródciałek zbiegają się, jak gdyby ku jakiemuś środkowi przycią-

gającemu, kurczliwe promienie plazmy (sfera promieni) i ku każdemu z nich za pośrednictwem owych promieni przesuwa się połowa chromozomów, przechodzących do każdej z komórek potomnych.

Owe chromozomy, składające się, jak wiemy, z chromatyny (istoty energicznie się barwiącej), stanowią bardzo doniosłe utwory, dziś bowiem, na podstawie rozmaitych danych, możemy stanowczo niemal twierdzić, że od natury chromatyny jądrowej zależy całe piętno komórki, że chromatyna jądra komórkowego warunkuje niejako najistotniejsze właściwości komórki, oddziaływując pośrednio i na plazmę. Każdy gatunek zwierzęcia odznacza się stałą liczbą chromozomów, występujących podczas podziału komórek jego ciała. Skoro n. p. jaje danego gatunku zawiera *n* chromozomów, to i wszystkie komórki ciała zarodka oraz zwierzęcia dorosłego, jako powstałe przez podział licznych pokoleń komórek począwszy od jajowej, muszą również zawierać po *n* chromozomów, bo przy każdym podziale jednakowa liczba chromozomów przenosi się do komórek potomnych. Liczba zatem chromozomów pozostaje niezmienną we wszystkich generacjach komórek, występujących podczas rozwoju zarodka podczas wzrostu ciała danego gatunku zwierząt. U wielu gatunków liczba ta została już poznana; tak n. p. u niektórych robaków (Ascaris, glisty zamieszkującej jelita konia) wynosi ona 2 albo też 4, u innych znowu robaków 8, u szarańczy 12, u robaka morskiego zwanego Strzałką (Sagitta) 18, u myszy, salamandry, pstrąga 24, u człowieka, zdaje się, 16 i t. d., i t. d.



Ryc. 48. Zapłodnienie; stadjum 7.

Skorośmy tedy poznali, na czem polega mitotyczny podział komórki organicznej, a wiemy, że jajko zapłodnione otrzymuje zdolność bardzo energicznego dzielenia się — zachodzi tedy pytanie, skąd się biorą te elementy, które odgrywają tak doniosłą rolę przy podziale jego, w pierwszym zaś rzędzie, skąd pochodzi chromatyna jaja zapłodnionego oraz jego śródciałko? Wiemy na podstawie pokrótce przedstawionego wyżej procesu zapłodnienia, że główka (jądro) plemnika, przenikając do jaja, łączy się tam z jądrem jajowem, ale na czem właściwie to polega, jak się przytem zachowuje istota chromatyczna jądra, co się dzieje ze śródciałkami — oto pytania pierwszorzędnej wagi i te właśnie musimy sobie obecnie wyjaśnić. Cały szereg badaczy pracował w ostatnich latach nad owemi zagadnieniami, a największe zasługi na tem polu przypadły w udziale trzem znakomitym uczonym, których nazwiska na zawsze zostaną związane z historją nauki o zapłodnieniu. Ci trzej uczeni, to: Oscar Hertwig, Ed. van Beneden i Teodor Boveri.

Na Ryc. 28 — 31 przedstawiliśmy przy pewnem powiększeniu mikroskopowem przenikanie plemnika do jaja. Otóż, zobaczymy teraz, jakie się odbywają procesy wewnątrz jaja po przeniknięciu doń główki plemnikowej, procesy, które można zauważyć już tylko przy użyciu bardzo znacznych powiększeń mikroskopowych (p. Ryc. 43—48). Na Ryc. 42 widzimy plemnik, którego główka *(g)* wraz z częścią środkową, zawierają śródciałko *(c)*, przenikła już poprzez wzgórek przyjmujący do wnętrza jaja, ogonek zaś *(o)* plemnika pozostaje zzewnątrz (jak to n. p. zachodzi u jeżowców wielu innych zwierząt). W środku jaja mieści się jego jądro *(ż)*, wewnątrz którego widzimy zrąb chromatyny, tworzący siateczkę. Pamiętajmy o tem, że plemnik jest również, jak i jaje, komórką, oraz że główka plemnika stanowi jej jądro, w którem zachowała się sama prawie chromatyna, zbita w gęstą masę, pomiędzy zaś główką a ogonkiem czyli plazmą (zarodzią) komórki plemnikowej, mieści się w t. zw. pasemku środkowem ziarno drobne, stanowiące śródciałko (centrosoma) komórki tej. Otóż ponieważ plemnik przenika do jaja główką swoją, śródciałko podąża za nią, znajdując się w tyle jej. Ale zaraz po przeniknięciu do wnętrza jaja, główka, którą będziemy odtąd nazywali jądrem męskiem, obraca się wraz z śródciałkiem na 180°, wskutek czego to ostatnie mieści się teraz na przodzie, a jądro męskie w tyle i oto natychmiast włókienka kurczliwe plazmy jajowej układają się jak promienie słońca dokoła tego śródciałka (*c* na Ryc. 46.; *m* oznacza tu jądro męskie, czyli główkę plemnika). W miarę, jak to się odbywa, zanika w zupełności śródciałko komórki jajowej (czyli ś. żeńskie), a jedynem przeto, zachowującem się w jaju ciałkiem środkowem (centrosoma), ku któremu zbiegają się promienie plazmy, jest męskie, wprowadzone do jaja wraz z główką plemnika.

Jądro męskie, początkowo drobne (Ryc. 43 *m*, 44 *m*), powiększa się (Ryc. 45, 46 *m*), zrąb chromatyczny staje się w niem coraz widoczniejszy, pojawia się sieć włókien chromatyny, przekształcających się z kolei w wyraźne, pętlicowate chromozomy (Ryc. 47 *m*). To samo zachodzi w jądrze żeńskiem (Ryc. 47 *ż*), przyczem liczba chromozomów w jądrze męskiem i żeńskiem jest jednakowa. Ostatecznie oba jądra zbliżają się ku sobie, a po zaniku błon zlewają się z sobą w jedną całość; jeżeli męskie zawierało, dajmy na to $\frac{n}{2}$ chromozomów i żeńskie tyleż, to obecnie wskutek połączenia się obu jąder, w jaju będzie się mieściło $\frac{n}{2}+\frac{n}{2}$ czyli *n* chromozomów, które zupełnie wolno spoczywają w plazmie jajowej (Ryc. 48 *m*, *ż*). Liczba ogólna tych chromozomów jest taka, jaka cechuje dany gatunek zwierzęcia; jeżeli n. p. mamy robaka Ascaris, w którego komórkach liczba chromozomów wynosi ogółem 4, to i w komórce jajowej, zapłodnionej będzie ich naturalnie 4, jak to n. p. przedstawiono na Ryc. 47, ale z tych dwie pochodzą, pa-

miętajmy, od jądra żeńskiego, dwie zaś od męskiego, jak to właśnie uwydatniono na Ryc. 47, gdzie chromozomy pochodzenia męskiego są narysowane pełnemi, grubemi, czarnemi linjami (*m*), żeńskiego zaś — są obwiedzione cienkim konturem (*ż*). Skoro znów n. p. w komórkach myszy lub salamandry występuje zawsze po 24 chromozomów, to rzecz naturalna, i jaje zapłodnione zawierać ich będzie 24, a z tych 12 pochodzić będą od jądra jajowego, czyli żeńskiego, 12 zaś od plemnikowego (główki plemnika) czyli męskiego i t. p.

Gdy komórka się dzieli, każdy chromozom rozpada się, jak wiemy, wzdłuż na dwie połowy (Ryc. 48), a do każdej z komórek potomnych przenika jedna z tych połów. Skoro więc n. p. w jaju zapłodnionem człowieka znajduje się 16 chromozomów, z których 8 pochodzą od komórki jajowej, 8 zaś od plemnikowej, to i we wszystkich komórkach zarodka, jako pochodzących z podziału jaja zapłodnionego oraz we wszystkich komórkach dorosłego człowieka, rozmnażających się drogą mitotyczną, występować będzie po 16 chromozomów. W każdej zatem komórce organizmu znajduje się w równej mierze chromatyna pochodzenia macierzystego i ojcowskiego, w każdej zawarte będą cząstki materji, od obojga pochodzące rodziców, a że wiemy, iż chromatyna stanowi niezmiernie doniosły składnik komórki i wywierając wpływ na plazmę, warunkuje w znacznym stopniu właściwości jej, łatwo stąd zrozumieć, dlaczego w każdej części organizmu, zbudowanej z różnych grup komórek, występować mogą właściwości dziedziczne po rodzicach. Stąd pojąć łatwo, iż poznanie istoty zapłodnienia mieć może ogromne znaczenie dla teorji dziedziczności i że wszelkie ścisłe dociekania w kwestji przenoszenia się cech dziedzicznych z rodziców na dzieci opierać się muszą przedewszystkiem na faktach i teorjach zapłodnienia.

Nie zupełnie dotąd rozwiązaną jest kwestja, czy w komórkach ciała chromozomy pochodzenia ojcowskiego i macierzystego pozostają odosobnione, t. j. zachowują samodzielność swoją, czy też mieszają się z sobą, a mianowicie, czy w stadjum n. p. kłębka substancja chromatyczna jąder nie ulega takiemu zlaniu, że występujące z kolei chromozomy zawierają już chromatynę mieszanego pochodzenia? Jedni autorowie sądzą, że zachodzi ten ostatni wypadek, inni atoli przyjmują samodzielność ojcowskich i macierzystych chromozomów w komórkach ciała zarodka i dorosłego ustroju. Zwolennikami tej teorji „autonomji“ ojcowskiej i macierzystej substancji jądrowej, są n. p. Haecker, Rückert, Conklin. Haecker i Rückert zauważyli n. p. u oczlika (Cyclops), że jądra komórek rozwijającego się zarodka zawierają podczas każdego aktu mitozy po dwa obok siebie ułożone wrzeciona, każde ze swemi chromozomami i twierdzą, że te dwie grupki samodzielnych chro-

mozomów i wrzecion pochodzą: jedne od ojca, drugie od matki. Jeszcze inni i to większość badaczy z lat ostatnich (Montgomery 1901, Sutton 1903, a przedtem jeszcze Moore 1896, dalej Boveri, Strassburger i inni) twierdzą, że w jaju zapłodnionem zlewają się zwykle: jeden chromozom męski z odpowiednim żeńskim i że takie zespolone z sobą pary chromozomów zachowują już samodzielność swoją przy dalszych podziałach komórek; to zlewanie się par chromozomów nazwano synapsią (sprzęganie się). U niektórych zwierząt (n. p. u Brachystolus) zauważyli Montgomery i Sutton, że chromozomy męskie i żeńskie różnią się nieco wielkością i oto twierdzą oni, że n. p. w jaju zapłodnionem i produktach jego podziału widać zlewanie się parami jednego chromozomu większego z jednym mniejszym. Tu zaznaczymy także, że obserwowane tak często podczas dojrzewania komórek płciowych grupki chromatyny w postaci czterech ziarn (p. Ryc. 55, 56, 57), o czem niżej będzie mowa, pozostają często w ścisłym związku genetycznym z owym objawem synapsji, jak to niżej zobaczymy.

Powiedzieliśmy wyżej, że wraz z jądrem męskiem przenika do jaja podczas zapłodnienia ciałko środkowe (centrosoma) męskie. Otóż, jaje zapłodnione, jako zdolne do rozwoju, zaczyna się niebawem dzielić drogą mitotyczną; męskie ciałko środkowe rozpada się na dwa, które zajmują wkrótce dwa przeciwległe bieguny (Ryc. 44—48), a dokoła każdego z nich pojawia się sfera promieni kurczliwych. Tak więc ciałka środkowe, owe ważne utwory, odgrywające czynną rolę przy podziale komórki, pochodzą od plemnika, chromatyna zaś jaja zapłodnionego, owo materjalne podścielisko cech dziedzicznych, przekazywanych potomstwu przez rodziców, pochodzi w równej mierze, w dokładnie takiej samej ilości od komórek płciowych obojga rodziców.

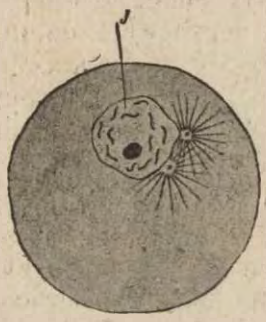
Zanim rozpatrzymy pewne strony teorji dziedziczności, musimy zwrócić uwagę szanownych czytelników na jeszcze jedną grupę faktów, ściśle związanych ze sprawą zapłodnienia.

Powiedzieliśmy, że każdy gatunek zwierząt (a tyczy się to samo i roślin, u których proces zapłodnienia przebiega w sposób bardzo podobny) posiada w komórkach swego ciała, a mianowicie w jądrach komórkowych chromatynę, występującą pod postacią takiej samej, zawsze stałej liczby chromozomów. Weźmy więc dla przykładu komórki ciała ludzkiego, w których, o ile badania kilku autorów wykazują, chromatyna tworzy po 16 pętli (chromozomów). Skoro we wszystkich komórkach ta liczba jest stałą, jest ona przeto stałą i w komórkach płciowych, czyli plemnikowych i jajowych. Ponieważ zaś przy zapłodnieniu łączą się z sobą jądra obu komórek płciowych, suma zatem chromozomów w jaju zapłodnionem powinna by wynosić 16 + 16, a więc 32. Ponieważ zaś, dalej, przy podziale

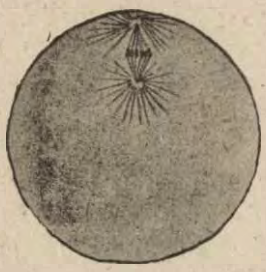
tego jaja i jego produktów dalszych, chromozomy, jak powiedzieliśmy, przepołowiają się wzdłuż i do każdej komórki potomnej przechodzą w takiej samej liczbie, przeto we wszystkich komórkach zarodka, a więc i w płciowych komórkach dorosłych osobników tego pokolenia liczba ich wynosićby powinna 32. Gdy więc z kolei nastąpi zapłodnienie u osobników tego drugiego pokolenia, liczba chromozomów powinnaby już stanowić 32 + 32 czyli 64. W trzeciem z kolei pokoleniu musiałaby ona wynosić 64 + 64 czyli 128, następnie 256, 512, 1024, 2048 i t. d., słowem w każdem pokoleniu powinnaby ona wzrastać w dwójnasób, coby uniemożliwiało podział komórek, komplikując w niesłychany sposób ich budowę i czynności. Otóż istnieją szczególne urządzenia, przeciwdziałające takiej ewentualności, urządzenia, dzięki którym tak w jaju, jak i w plemniku, zanim stają się one zupełnie dojrzałe, zdolne do zapłodnienia, ilość chromatyny zmniejsza się do połowy, liczba chromozomów redukuje się do liczby dwa razy mniejszej. Jeżeli więc, dajmy na to, u pewnego zwierzęcia liczba chromozomów w komórkach wynosi *n*, to jaje oraz plemnik, podlegając t. zw. procesowi dojrzewania, tracąc połowę ich liczby, będą zawierały po $\frac{n}{2}$, po zapłodnieniu zaś jaja liczba chromozomów wynosić w niem będzie $\frac{n}{2} + \frac{n}{2}$, czyli znowu *n*. W ten sposób pomimo, że przy każdym akcie zapłodnienia następuje sumowanie się chromatyny męskiej i żeńskiej, liczba chromozomów pozostaje wciąż taką samą, stałą w obrębie każdego gatunku. Ta t. zw. redukcja chromatyny przy dojrzewaniu komórek płciowych odbywa się według różnych typów. Niekiedy bywa tak, że w każdej z komórek płciowych po dwa chromozomy łączą się z sobą końcami i zamykają w pierścień; gdy więc n. p. było 16 chromozomów, to wskutek połączenia się ich po dwie, liczba zredukuje się do ośmiu. Kiedyindziej, i to daleko częściej, odbywa się to w sposób inny.

W jajach dojrzewanie to znane jest pod nazwą „wydalania ciałek kierunkowych“. Polega ono na tem, że w jaju niedojrzałem, w którem jądro jest daleko większe niż w dojrzałem, czyli zdolnem do zapłodnienia, owo wielkie jądro (Ryc. 49) zaczyna przybliżać się do jednego z biegunów i dzielić, przyczem śródciałko rozpada się na dwa, jak przy zwykłym podziale mitotycznym. Na Ryc. 50 widzimy to jądro przesunięte już do bieguna i dzielące się w znany nam, zwykły sposób, drogą mitozy. Jeden z produktów podziału jądra pozostaje w jaju, drugi zaś przenika do szczególnego wzgórka plazmy, tworzącego się w tem miejscu na powierzchni jaja (Ryc. 51 i 52), a wzgórek ten następnie całkiem się oddziela, tworząc t. zw. pierwsze ciałko kierunkowe (Ryc. 52 *I. K)*, które zupełnie zanika. Jest to więc oddzielenie się jakby jednej drobnej komóreczki od jaja. Odbywa się to, jak powiedzieliśmy, drogą zwykłej mitozy, a więc liczba chromozomów w jaju i w oddzielającem

się ciałku kierunkowem pozostaje ta sama. Wszelako po wydaleniu tego pierwszego ciałka kierunkowego, jądro jaja, nie opuszczając położenia swego przy biegunie, dzieli się natychmiast po raz drugi, ale tak szybko, że nie starczy czasu, aby pojedyncze chromozomy rozpadły się, jak zwykle, wzdłuż na dwie części. Dzieje się więc tak, że z istniejącej liczby tychże połowa przenika do drugiego ciałka kierunkowego (Ryc. 53, 54 *II. K)*, połowa zaś zachowuje się w jądrze jajowem. To drugie ciałko kierunkowe zostaje, jak i pierwsze, oddzielone od jaja i ulega również zanikowi (przed zanikiem ciałka kierunkowe rozpadają się często na dwie części, jak to widać n. p. na Ryc. 54, gdzie pierwsze wydalone z jaja ciałko podzieliło się na dwie połowy). Jeżeli więc n. p. w jaju niedojrzałem mieści się w jądrze 16 chromozomów, to po wydaleniu z jaja pierwszego ciałka kierunkowego, 16 zostaje wraz z tem ostatniem wydalonych,



Ryc. 49. Dojrzewanie jaja (wyrzucanie ciałek kierunkowych); stadjum 1.



Ryc. 50. Dojrzewanie jaja; stadjum 2.

a 16 pozostaje w jądrze jaja; natomiast z drugiem ciałkiem kierunkowem wydala się 8 chromozomów, a 8 pozostaje w jaju, które jest już teraz d o j r z a ł e, zawiera jądro znacznie mniejsze, wyposażone w połowę zwykłej ilości chromatyny gotowe jest do przyjęcia zapładniającego je plemnika.

Zupełnie analogiczne procesy zachodzą przy dojrzewaniu plemników. Te ostatnie powstają w gruczole płciowym męskim z komórek zwanych spermatogoniami. Otóż komórki te dzielą się za pomocą zwykłej mitozy na liczne bardzo pokolenia komóreczek coraz drobniejszych (Ryc. 55, 56, 57). Te drobne komóreczki ostatniego pokolenia na razie się nie dzielą, lecz tylko rosną znacznie i tworzą t. zw. spermatocyty I. rzędu. Każdy spermatocyt dzieli się znów po pewnym czasie na dwie potomne komórki (t. zw. spermatotydy II. rzędu), a każda z tych bardzo szybko, bezpośrednio po pierwszym podziale, rozpada się znów na dwie t. zw. spermatydy (Ryc. 58, 59, 60). Otóż ten drugi podział odbywa sie tak szybko po pierwszym, że i tu, podobnie jak przy tworzeniu się II. ciałka kierunkowego w jaju, chromozomy nie mają czasu przepołowić się wzdłuż, lecz

połowa pierwotnej liczby tychże przenika do każdej spermatydy, a te ostatnie są to już prawie dojrzałe plemniki, bo tylko ulegają pewnym przekształceniom, a mianowicie plazma ich wydłuża się w ogonek, chromatyna jądrowa tworzy główkę, ciałko środkowe zajmuje miejsce w pasemku pomiędzy główką i ogonkiem, a oto plemnik jest gotowy, dojrzały, zdolny do zapłodnienia. Ale w plemniku takim, wskutek powyższych procesów, ilość chromatyny jest, podobnie jak i w jaju dojrzałem, zredukowaną do połowy. Przez zapłodnienie, t. j. zlanie się jądra plemnikowego z jajowem, ilość chromatyny, a mianowicie liczba chromozomów w dwójnasób się powiększa, czyli staje się znów taką, jaka właściwie jest normalna komórkom dánego gatunku zwierząt. Można to wyrazić w sposób następujący. Jeżeli u danego zwierzęcia liczba chromozomów w komórkach ciała wynosi *n*, to i młode jaja i młode komórki plemni-

Ryc. 51. Dojrzewanie jaja; stadjum 3.

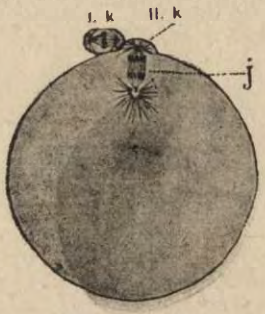
Ryc. 52. Dojrzewanie jaja; stadjum 4. *I. k.* pierwsze ciałko kierunkowe.

kowe pierwotne (spermatogonie) zawierać będą po *n* chromozomów, dojrzałe natomiast jaja i dojrzałe plemniki wskutek redukcji mieć ich będą tylko po $\frac{n}{2}$; jaje przeto zapłodnione zawierać będzie $\frac{n}{2}+\frac{n}{2}$ czyli znowu *n*.

Przy dojrzewaniu komórek płciowych występują u bardzo wielu zwierząt grupki chromatyny, złożone, każda, z czterech ziarn, t. zw. grupki czworacze, czyli t e t r a d y (p. Ryc. 55, 56, 57, oraz 61, 62). Otóż pochodzenie ich objaśniają niektórzy nowsi badacze w ten sposób, że w zapłodnionem jaju poszczególne chromozomy męskie łączą się parami z odpowiedniemi żeńskiemi. Jeżeli było tedy n. p. 8 chromozomów w jaju zapłodnionem, to powstają cztery grupy, każda złożona z dwóch, z męskiego i żeńskiego chromozomu; jest to tak zwane zjawisko s y n a p s j i, o którem już była mowa. Takie czterv grupy chromozomów występują tedy we wszystkich komórkach ciała danego osobnika oraz w jego komórkach płciowych, jak przyjmuje teorja samodzielności (autonomji) chromozomów. Otóż przy dojrzewaniu komórek płciowych tego osobnika każdy chromo-

zom takiej pary podzieli się na dwa ziarna, w danym wypadku powstaną tedy cztery grupy chromozomów, każda złożona z czterech ziarn (tetrady), co można uzmysłowić sobie tak. Jeżeli *m* jest chromozem męskim, a *ż* żeńskim, w jaju zaś zapłodnionem było 8 chromozomów, to utworzą się przez synapsję cztery grupy: *mż*, *mż*, *mż*, *mż*, a przy dojrzewaniu komórek płciowych tego osobnika będziemy mieli $\frac{m}{m}\Big|\frac{ż}{ż}$, $\frac{m}{m}\Big|\frac{ż}{ż}$, $\frac{m}{m}\Big|\frac{ż}{ż}$, $\frac{m}{m}\Big|\frac{ż}{ż}$. W dalszym procesie dojrzewania każda tetrada rozpadnie się na *mż* i *mż*, a przy drugim podziale (redukującym a więc w jaju przy wyrzucaniu drugiego ciałka kierunkowego) każda grupka *mż* rozpada się na *m* i *ż*. W dojrzałej komórce płciowej będą więc tylko cztery chromozomy n. p. *m*, *m*, *ż*, *ż*, lub *m*, *ż*, *ż*, albo *m*, *m*, *m*, *ż* i t. d.

Rozpatrzyliśmy szereg doniosłych faktów, zdobytych usilną pracą lat ostatnich w dziedzinie nauki o zapłodnieniu. Widzieliśmy,



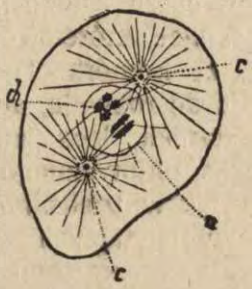
Ryc. 53. Dojrzewanie jaja; stadjum 5. *I. k.* pierwsze ciałko kierunkowe; *II. k.* drugie ciałko kierunkowe.

Ryc. 54. Dojrzewanie jaja; stadjum 6. *I. k.* pierwsze ciałko kierunkowe; *II. k.* drugie ciałko kierunkowe.

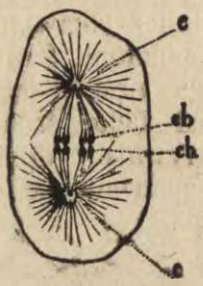
że zapłodnienie polega, w krótkich słowach, na em, iż plemnik wnosi do jaja swoją chromatynę, która wraz z tąże substancją jaja tworzy zrąb chromatyczny jaja zapłodnionego, a nadto, że plemnik wnosi swóje śródciałko czyli twór, odgrywający doniosłą czynną rolę w procesie dzielenia się komórki, śródciałko zaś jaja ulega przedtem zanikowi.

Aż do ostatnich lat trzymano się poglądu, że istotą zapłodnienia jest zlewanie się chromatyny męskiej z żeńską i chromatynę uważano też powszechnie za wyłączne podścielisko materjalne cech dziedzicznych, przekazywanych przez rodziców przyszłemu potomkowi za pośrednictwem komórek płciowych. Łączenia się plazmy jaja z plazmą plemnika nie przyjmowano, a to naprzód na podstawie tego, że w wielu wypadkach (n. p. u jeżowców morskich) ogonek plemnika odpada, a tylko główka (zagęszczona chromatyna wraz z śródciałkiem męskiem, czyli spermocentrem) przenika do jaja podczas zapłodnienia, a powtóre, że jeżeli ogonek plemnika przenika (n. p. u mięczaka Physa fon-

tinalis według badań Kostaneckiego i Wierzejskiego, do jaja wraz z główką, to zanika on wkrótce bez śladu wewnątrz plazmy jajowej. Ale oto w ciągu ostatnich dwóch lat nagromadziły się pewne fakty, które zdają się stanowczo przemawiać za tem, że podczas zapłodnienia główka jądra wnosi też z sobą do jaja małą część plazmy, że proces zapłodnienia polega więc i na częściowem łączeniu się plazmy jaja i plemnika, a nie tylko wyłącznie chroma-



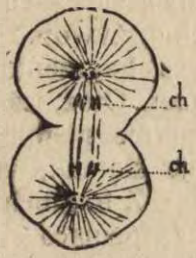
Ryc. 55. Rozwój plemników u glisty końskiej (Ascaris megalocephala); stadjum 1.



Ryc. 56. Rozwój plemników u glisty (Ascaris); stadjum 2.

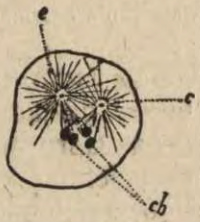
tyny ich. Przemawiają za tem pewne nowsze dociekania Lillie'go, Rabl'a, E. Godlewskiego i kilku innych badaczy.

Zapytajmy teraz, dlaczego komórka zapłodniona otrzymuje zdol-



Ryc. 57. Rozwój plemników u glisty (Ascaris); stad. 3.

Ryc. 58. Rozwój plemników u glisty (Ascaris); stad. 4.

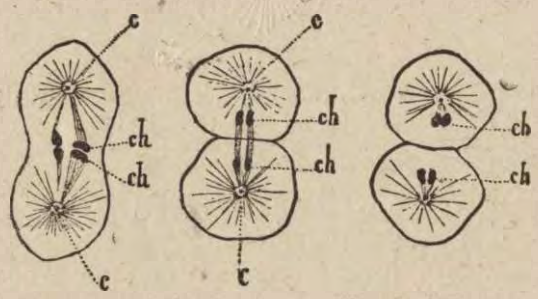


Ryc. 59. Rozwój plemników u glisty (Ascaris); stad. 5.

ność do dzielenia się, do rozpadania się na liczne pokolenia komórek potomnych, co ze swej strony warunkuje rozwój zarodka.

Możnaby przypuścić, że zdolność tę otrzymuje jaje zapłodnione dlatego, że w niem zespoliły się dwie substancje jądrowe (chromatyczne). Ale pewne fakta pokazują nam, że tak nie jest. Naturalnie, aby komórka jajowa dzieliła się, musi posiadać jądro, ale to ostatnie nie koniecznie musi być sumą męskiego i żeńskiego; i samo jądro żeńskie i samo męskie wystarczyłoby do tego celu. I tak przedewszystkiem znane są liczne przykłady t. zw. dzieworództwa, czyli partenogenezy, kiedy komórka jajowa, nie będąc

wcale zapłodnioną, rozwija się jednak zupełnie normalnie. Królowa pszczół, jak wiadomo, składać może jaja niezapłodnione, rozwijające się w samców. Dzieworództwem odznaczają się też niektóre motyle lub liczne drobne skorupiaki, składające w pewnych porach oku jaja niezapłodnione, w innych zaś zapłodnione. Drobne owady pasorzytujące na roślinach, t. zw. mszyce (Aphides), rozmnażają się przez całe lato drogą dzieworództwa, przyczem jedno pokolenie samic produkuje drugą takąż generację w ciągu całego lata, a dopiero pod jesień pojawiają się i samce i samice, które wówczas już zostają zapłodnione. Fakta te dowodzą, że komórka jajowa i bez współudziału męskiej może mieć zdolność do rozwoju, ale w tych przypadkach ciałko środkowe aja; nie zanika, lecz jako czynny aparat, odgrywający doniosłą rolę podczas mitotycznego podziału komórki, zachowuje się, gdy tymczasem, jak widzieliśmy, w jajach wymagających zapłodnienia zanika ono i dlatego zastąpione być musi przez śródciałko męskie.



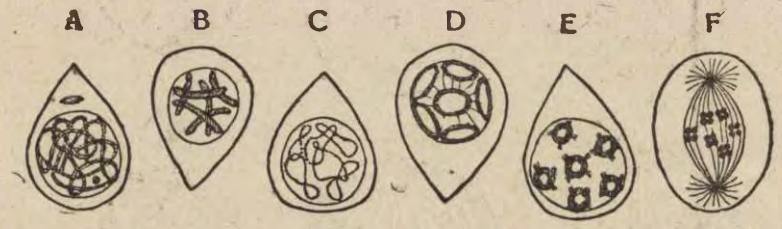
Ryc. 60. Rozwój plemników u glisty (Ascaris); powstawanie spermatyd; *ch* — chromozomy; st. 6.

Wstrząsając silnie jajeczka jeżowców, można spowodować rozpadnięcie się ich na pojedyncze części, które po pewnym czasie zaokrąglają się i zachowują zupełną żywotność. Jedne z tych fragmentów zawierają jądra, inne zaś są bryłkami plazmy bez jąder. Otóż, jeżeli do takiej bezjądrowej bryłki plazmy jajowej przeniknie plemnik, wówczas jądro męskie (główka plemnika) zachowuje się tak, jak suma jąder męskiego i żeńskiego w jaju zapłodnionem. Z fragmentu takiego, zapłodnionego plemnikiem, rozwija się larwa, różniąca się od normalnej, t. j. powstającej z całego jaja, tylko tem, że jest mniejsza. Fakt ten, stwierdzony przez Hertwiga i Boveri'ego, dowodzi również, że dla tego, aby komórka jajowa rozwinęła się i wytworzyła zarodek, nie jest nieodzownie potrzebne zlanie się dwóch jąder płciowych, lecz, że zawierając jądro własne lub pochodzące od plemnika, może ona również w odpowiednich warunkach podlegać rozwojowi, a jednym z tych warunków jest posiadanie ródciałka zdolnego do czynnej działalności podczas podziału komórki.

Porównywając z sobą oba elementy płciowe, widzimy, że oba posiadają plazmę, jądro i ciałko środkowe, ale jaje nie zdolne jest po największej części (wyjąwszy przypadki dzieworództwa) do rozwoju dlatego, że jego śródciałko za mało jest czynne i zazwyczaj po pewnym czasie zanika zupełnie, plemnik natomiast nie może się

samodzielnie rozwijać dlatego, że zawiera bardzo mało plazmy, że ta ostatnia tworzy zwykle tylko cienką nitkę czyli ogonek, wiemy zaś, że podczas podziału komórki plazma, a mianowicie jej promienie kurczliwe, doniosłą odgrywają rolę. Przez połączenie się atoli jaja z plemnikiem, pierwsze z nich otrzymuje od plemnika ciałko środkowe, zdolne do czynnej pracy w procesie podziału komórki i oto jest przyczyna, że jaje, będąc zapłodnione, zaczyna się energicznie dzielić, wytwarzając zarodek.

Że dzielenie się jaja uwarunkowe jest przez plemnik, że jest niejako funkcją jego (a ściślej mówiąc, jego śródciałka), na to mamy dowód w pewnych faktach t. z. polyspermji, czyli wieloplemniczości. A mianowicie, powiedzieliśmy wyżej, że w przypadkach normalnych, skoro już jeden plemnik przeniknął do jaja, to ostatnie wydziela mocną błonę ochronną na całym obwodzie, przez co inne

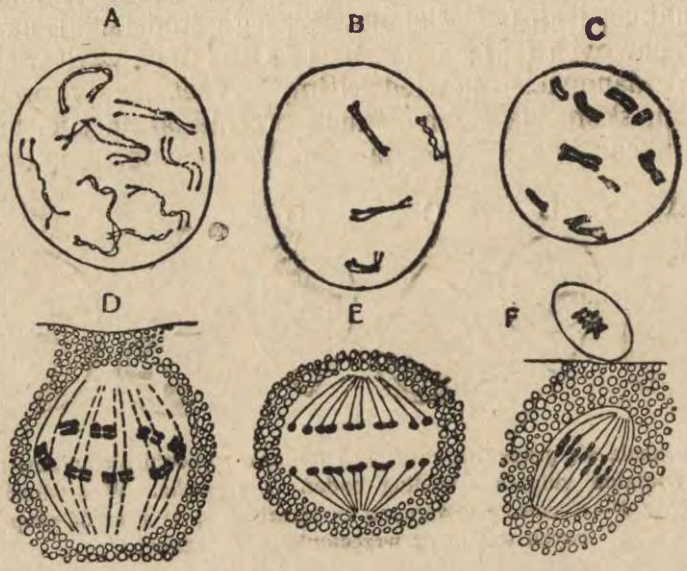


Ryc. 61. Tworzenie się grupek czworaczych podczas rozwoju plemników u podjadka turkucia (Gryllotalpa vulgaris), według badań O. v. Ratha. W *A* widać długą nić chromatyczną, w *B—E* sześć podwójnych chromozomów, w *F* sześć grupek czworaczych wewnątrz wrzecionka mitotycznego.

plemniki nie mogą już wkroczyć do jego wnętrza. Ale, jak wykazały badania braci O. i R. Hertwig'ów, jajko, znieczulone do pewnego stopnia zapomocą pewnych narkotyków, jak n. p. chloralhydratu, lub nikotyny, traci w tym kierunku odporność, tak, że 2, 3 lub więcej plemników wkracza bezkarnie do jego wnętrza a im silniej jest ono znieczulone, tem większa musi być liczba przenikłych plemników, aby wywołały one powstanie owej błony ochronnej. Otóż gdy wkraczają n. p. dwa plemniki, wprowadzają one do jaja dwa jądra i dwa ciałka środkowe, zachowujące się tak, jak gdyby należały do jedynego, przenikłego do jaja plemnika. A więc jądro (j. męskie) każdego z nich zlewa się z jajowem (żeńskiem), a śródciałko każdego z nich rozpada się, jak zwykle, na dwa śródciałka potomne. Ponieważ zaś ku każdemu zbiegają się promienie plazmy, powstają przeto w dzielącej się komórce jajowej, nie jak zwykle, dwa bieguny, lecz cztery; tworzy się czterobiegunowa figura mitotyczna. Zupełnie odpowiednio w jaju, do którego wkroczyły trzy plemniki, powstaje 6 biegunów, w jaju zaś, do którego przenikły cztery, tworzy się aż ośmio-biegunowa figura mitotyczna. Dowodzi to jasno — jak słusznie mówi Boveri — że „konfiguracja apa-

ratu dzielenia się (jaja) jest wyłącznie funkcją plemnika, samo zaś jaje nie ma na nią wpływu".

„Odwieczną zagadkę fizjologiczną zapłodnienia — mówi tenże autor — uważam za rozwiązaną na podstawie zdobytych faktów. Potwierdzając dziwnie proroczą myśl Arystotelesa, iż ustrój żeński dostarcza materji dla nowego osobnika, męski zaś bodźca do ruchów tej materji, wykryliśmy, że niezdolność jaja do samorzutnego rozwoju jest niezdolnością tegoż do dzielenia się, oraz że plemnik przeciwdziała temu brakowi przez dostarczenie nowego



Ryc. 62. Powstawanie grupek czworaczych w jądrze jajowem u skorupiaka oczlika (Cyclops), według badań Rückerta. W *A* — *C* podwójne chromozomy w *D* grupki czworacze w płaszczyźnie równikowej wrzecionka mitotycznego przy powstawaniu pierwszego ciałka kierunkowego, w *E* oddzielanie się połów rozszczepionych, w *F* oddzielanie się par chromozomów w drugiem wrzecionku mitotycznem.

środka, przez wprowadzenie do jaja mechanizmu, który pobudza je do dzielenia się. Zapłodnienie sprowadza się zatem do fizjologji dzielenia się komórki i przeto w zasadzie jest wyjaśnione".

Objaśnienie takie nie może nas jednak w zupełności zadowolić. Albowiem przypuśćmy, że przenikający plemnik staje się istotnie bodźcem dla dzielenia się jaja, które utraciwszy swój własny, czynny mechanizm, a mianowicie swoje własne ciałko środkowe, traci też uzdolnienie do podziału, pozostawione będąc samemu sobie (nie mówimy teraz o przypadkach dzieworództwa) — a oto zjawia się inne pytanie: dlaczego właśnie traci ono ów własny mechanizm i dlaczego tym sposobem zjawia się konieczność współdziałania plemnika? Otóż i na to pytanie biologja w znacznej mierze znalazła odpowiedź zadowalniającą. Cel biologiczny tego

urządzenia — to zlewanie się składników dwóch różnych komórek, mieszanie się dwóch różnych tendencyj dziedzicznych, słowem to, co Weismann nazywa amphimixis (obopólne mieszanie się). Zanim atoli przystąpimy do rozpatrzenia tej kwestji, jeszcze słów kilka o dzieworództwie, a mianowicie dzieworództwie sztucznem — zjawisku, nad którem w ostatnich kilku latach wiele pracowano.

Przekonano się mianowicie, że pewne ciała chemiczne, działając na jaja niezapłodnione niektórych zwierząt, jaja, nie mające w zwykłych warunkach zdolności do dzieworództwa, powodują dzielenie się i rozwój tych jaj. Sądzono tedy, że te ciała chemiczne zastępują niejako wpływ plemnika i na tej podstawie wygłoszono różne przypuszczenia co do chemicznego działania plemnika na jaja i co do „chemizmu zapłodnienia". Loeb zbudował na tej podstawie formalną teorję chemiczną zapłodnienia. Wszelako, naszem zdaniem, poglądy te grzeszą nadzwyczajną jednostronnością, albowiem zapłodnienie, jak widzieliśmy, polega nie tylko na udzielaniu jaju podniety, którą ostatecznie może do pewnego stopnia zastąpić jakieś działanie chemiczne, ale i na materjalnem zespalaniu się dwóch różnych substancyj (chromatycznych), należących do dwóch odmiennych osobników. Zapłodnienie jest więc objawem morfologicznym, polegającym na łączeniu się dwóch materyj organizowanych, i nie może być przeto objaśnione na drodze chemicznej. Jeżeli nawet skutek działania środka chemicznego oraz plemnika jest pozornie taki sam, wywołując w obu razach rozwój jaja, to identyfikować przyczyn wobec pozornie jednakowych skutków — nie mamy prawa. Rozumowanie takie przypominałoby logikę dzikiego, przypisującego życie wszelkiemu poruszającemu się przedmiotowi n. p. machinie; jednakowy skutek, w danym razie ruch, ma dowodzić tożsamości przyczyny! Podobnie rozumieją ci, co na podstawie faktu, iż jaje dzieli się po wkroczeniu plemnika, a niekiedy także pod wpływem jakiegoś ciała chemicznego, uważają działanie plemnika za równoznaczne z wpływem chemicznym!

Oto wiązanka faktów odnośnych. Loeb wykazał, że jaja jeżowców morskich, będąc niezapłodnione, zaczynają rozwijać się pod wpływem chlorku magnu ($Mg\ Cl_2$) dodanego do wody morskiej; jaja takie produkują normalne larwy, t. zw. prętowce (Pluteus). Loeb sądzi na tej podstawie, że konstytucja wody morskiej przeszkadza dzieworodnemu rozwojowi jaj jeżowców, ponieważ wodzie tej brak jakoby jonów chemicznych, które potrzebne są przy podziale komórki, albo też, że woda ta zawiera zbyt wiele takich jonów, jakie tamują proces dzielenia się, albo wreszcie, że zachodzi jedno i drugie. Otóż przenikający do jaja plemnik wywiera działanie chemiczne i albo zastępuje brakujące jony, albo znosi działanie jonów hamujących, albo wreszcie działa jednocześnie w obu kierunkach.

Podobnie jak chlorek magnu, działają i inne sole mineralne, elektrolityczne (t. j. rozkładające się pod wpływem prądu galwanicznego na swoje składniki). Nadto okazało się, że i niektóre inne ciała, nie elektrolityczne, n. p. cukier trzcinowy lub mocznik, działając na niezapłodnione jaja jeżowców, pobudzają je do rozwoju dzieworodnego. Winkler zaś otrzymał z nasienia szkarłupni pewne ciała wyciągowe (ekstrakty), które działając na jaja tego samego gatunku, pobudzały je do rozwoju dzieworodnego. Różni autorowie wyprowadzili stąd wniosek, że owe ciała chemiczne działają jako specyficzny bodziec na jaje, bodziec, który w przypadkach normalnych zastąpiony zostaje przez przenikający do jaja plemnik. Niektórzy upatrywali ów bodziec nie w swoistej naturze chemicznej ciał wspomnianych, lecz w różnicach ciśnienia osmotycznego, powstającego pod ich wpływem. Wszelako nie wszystkie te ciała, działając na jaja jeżowców, wywołują rozwój zupełnie normalny. Bardzo często tylko nieznaczny procent jaj rozwija sie pod ich wpływem, a te, które ulegają rozwojowi, okazują rozmaite nieprawidłowości; u wielu zarodków bruzdkowanie (dzielenie się) jaja zatrzymuje się we wczesnem dosyć stadjum, tak, iż nie tworzy się nawet zarodek zwany blastulą (zarodek taki, wcześnie występujący w rozwoju wszystkich niemal zwierząt, przedstawia pęcherzyk, którego ściana składa się z jednej warstwy komórek). Te zaś zarodki, które osiągnęły stadjum pęcherzykowate blastuli, przedstawiają częstokroć postaci mniejsze, aniżeli w przypadkach normalnych, o ściankach grubszych, niż zwykle, o powierzchni nie gładkiej, lecz pomarszczonej, przyczem są słabe i niezdolne do pływania. A więc nie wszystkie te środki, wywołujące rozwój dzieworodny jaj szkarłupni, mogą w zupełności zastąpić działania plemnika.

Daleko donioślejsze rezultaty otrzymał w r. 1903 w tym względzie prof. Yves Delage, działając bezwodnikiem kwasu węglanego CO_2 na jaja rozgwiazdy Asterias glacialis. Delage nasycał wodę morską bezwodnikiem kwasu węglanego, postępując podobnie jak przy fabrykacji wody sodowej. Pozostawiając w płynie takim jaja rozgwiazdy w ciągu krótkiego czasu, od 5 minut do 1 godziny lub dłużej, osiągał on rozwój dzieworodny jaj tych.

Przy zachowywaniu pewnych warunków Delage otrzymał 100 odsetek dzieworodnie rozwijających się jaj pod wpływem działania bezwodnika kwasu węglanego, rezultat, jakiego nie osiągnął żaden z poprzedników jego; nadto rozwój postępował tu zupełnie prawidłowo, tak, że badacz francuski doczekał się larw zupełnie normalnych podobnych do tych, jakie powstają z jaj zapłodnionych! Tu więc istotnie można powiedzieć, że bodziec chemiczny zastępuje działanie plemnika. Delage wszelako bardzo słusznie nie identyfikuje tego działania obu czynników, nie upatruje w zapładniającej czynności plemnika działania chemicznego. Według niego, obecność

bezwodnika kwasu węglanego działa dusząco (asfiktycznie) na jaje i dlatego pobudza je do rozwoju. Tok rozumowania uczonego francuskiego jest w tym względzie następujący. Wiadomo, że powierzchnia ciała wzrasta w stosunku do kwadratów, a objętość w stosunku do sześcianów, gdy więc n. p. powierzchnia komórki organicznej powiększy się $2 \times 2 = 4$, to objętość jej wzrośnie wówczas $2 \times 2 \times 2 = 8$ razy, jeżeli następnie powierzchnia powiększy się $4 \times 4 = 16$ razy, to objętość wzrośnie $4 \times 4 \times 4$ czyli 64 razy, w pierwszym więc razie stosunek powierzchni do objętości wyniesie 4 : 8 czyli $^1/_2$, w drugim $^{16}/_{64}$ czyli $^1/_4$, ponieważ zaś odżywianie się i przemiana materji w komórce są proporcjonalne do objętości jej, zdolność zaś absorbcyjna tlenu (przy oddychaniu) oraz pobierania pokarmu z zewnątrz proporcjonalna jest do powierzchni, przeto im stosunek powierzchni do objętości jest mniejszy, tem komórka znajduje się w gorszych warunkach odżywiania się i przemiany materji, towarzyszącej wszelkiemu procesowi życiowemu. I to jest przyczyną, według Herberta Spencera, że komórka, doszedłszy do pewnych rozmiarów, musi się podzielić, aby ów stosunek znów wyrównać. Bodźcem do tego podziału jest brak dostatecznej ilości tlenu, słowem zjawisko duszenia się, czyli asfixji. Otóż asfixję może spowodować nie tylko brak tlenu, ale i nadmiar bezwodnika kwasu węglanego i on to powoduje podział niezapłodnionej komórki jajowej. Rozumowanie to jest bardzo interesujące, ale, zdaniem naszem, nie zupełnie wytrzymuje krytyki, albowiem dlaczego półgodzinne działanie wspomnianego bodźca na jaje miałoby powodować dzielenie się l i c z n y c h p o k o l e ń komórek, prowadzących do wytworzenia się larwy, oraz dlaczego brak tlenu w wodzie (n. p. przegotowanej) nie działa, jak poucza doświadczenie, pobudzająco na rozwój jaj niezapłodnionych? Zresztą i inne środki wywołują dzieworodność, czego teorja asfiksji nie wytłumaczy.

W ostatnich latach kwestją sztucznego dzieworództwa zajmowało się wielu uczonych; badał ją n. p. u pewnych pierścienic L i l l i e (1904, 1906), S c o t t (1906), u mięczaka Mactra K o s t a n e c k i z Krakowa (1904), u niektórych ryb B a t a i l l o n (1904) i inni, przedewszystkiem zaś L o e b zajmował się bardzo wiele tą sprawą, a rezultaty różnorodnych swych dociekań doświadczalnych i teoretycznych ujął w interesującem dziele, wydanem po niemiecku przy współudziale E. Schwalbe'go p. t. „Untersuchungen über künstliche Parthenogenese und das Wesen des Befruchtungsprocesses". Lipsk 1906.

L o e b jest bardzo dzielnym eksperymentatorem, nader pomysłowym badaczem, cechuje go niezwykła śmiałość w dociekaniach. Jako skrajny mechanista, widzi on w momentach chemiczno-fizycznych jedyne niemal czynniki wszelkich wogóle procesów życiowych, a więc i zapłodnienia. Ale jest on przytem mechanistą-fanatykiem,

a ten fanatyzm prowadzi go często do rażąco jednostronnych a nawet, do fantastycznych wprost poglądów. Widzieliśmy wyżej, że Loeb początkowo przypisywał sztuczną partenogenezę czynnikom wyłącznie chemicznym. „Jaje jeżowca – mówi on — zawiera wszystkie istotne elementy, potrzebne do wytworzenia zupełnej larwy prętowca (pluteus), a jedyną przyczyną, która przeszkadza temu jaju do rozwoju dzieworodnego w warunkach normalnych, jest skład chemiczny wody morskiej". „Woda ta albo nie posiada dostatecznej ilości jonów [1]), które niezbędne są dla mechanizmu podziału komórki (magn, potas, grupa HO), lub też zawiera za wielką ilość jonów, które nie sprzyjają temu procesowi (wapień, sól kuchenna). Wszystko więc, co plemnik dostarcza jaju podczas procesu zapłodnienia, to są jony, które służą do tego, by brak jednych zastąpić, lub działaniu innego rodzaju jonów w wodzie morskiej przeszkodzić, lub też jedno i drugie". A więc tylko swoisty skład chemiczny środowiska, w którem jaje się znajduje, warunkuje dzieworodny rozwój jaja, zastępując w zupełności plemnik. A pogląd ten prowadził Loeba do wypowiedzenia śmiałej myśli, iż z czasem uda się z pewnością i jaje ssaków a więc i kobiece, zmusić do dzieworodnego rozwoju wewnątrz ustroju matki, gdy uda się w odpowiedni sposób zmienić skład chemiczny środowiska, a przedewszystkiem krwi, jeśli uda się wprowadzić do krwi matki pewne jony chemiczne, aby usunąć inne, słowem zmienić pod względem chemicznym naturę krwi. Pogląd śmiały!

Ale oto tenże Loeb oraz inni badacze przekonali się wkrótce, że zmiana składu chemicznego środowiska wcale nie jest przyczyną dzieworodnego rozwoju jaj; Loeb przyznał się do błędu, zauważył, że nietylko domieszka chlorku magnu, ale i chlorku sodu lub chlorku potasu oraz innych jeszcze soli do wody morskiej powoduje dzieworodny rozwój jaj; natura jonów nic tu więc nie znaczy. I oto, zamiast chemicznej Loeb dał z kolei fizyczną teorję zapłodnienia. „Samo tylko powiększenie ciśnienia osmotycznego wody morskiej zupełnie wystarcza do wywołania partenogenezy" (ciśnienie osmotyczne wzrasta proporcjonalnie do stężenia roztworu). Ponieważ zaś przez wzrost ciśnienia osmotycznego w cieczy otaczającej (n. p. wodzie morskiej) jaje traci część wody, Loeb wnosi stąd, że czynnikiem powodującym rozwój dzieworodny jaja — to odciągnienie od

---

[1]) Nie każdy z czytelników wie może, co chemicy nazywają jonami. Otóż każde ciało chemiczne, przewodzące prąd elektryczny i rozkładające się pod jego wpływem, nosi nazwę elektrolitu, a samo zjawisko rozkładu zowie się elektrolizą. Podczas elektrolizy jakiejś soli, zasady lub kwasu każde z ciał rozkłada się przedewszystkiem tak, że część drobiny dąży ku biegunowi ujemnemu (katodzie), pozostała zaś część ku dodatniemu (anodzie); otóż te części noszą nazwę jonów (odróżniamy przeto t. zw. kationy i aniony). N. p. przy rozkładzie zasady będącej związkiem jakiegoś metalu z grupą wodoro-tlenową (OH), na katodzie wydzieli się metal, a na anodzie grupa OH.

tegoż części wody. Niektórzy wielbiciele Loeba przypuszczają, że i zadanie przenikającego do jaja plemnika, polega na częściowem obezwodnieniu substancji jajowej i że dlatego właśnie plemnik pobudza jaje do rozwoju. Jest to do przesady posunięty pogląd mechanistyczny, pragnący sprowadzić każdy, choćby najbardziej złożony proces życiowy do czynnika chemicznego lub fizycznego. Przy zapłodnieniu bowiem wchodzą niewątpliwie w grę, obok innych, czynniki czysto biologiczne, uwarunkowane przez złożoną strukturę, organizację elementów rozrodczych, co Loeb w przesadnej swej jednostronności całkowicie pomija.

Pomijając dalsze rozpatrywanie tych interesujących dociekań nad sztucznie wywoływanem dzieworództwem, raz jeszcze zaznaczamy, że mogą one wprawdzie rzucić wiele światła na proces zapłodnienia, ale wyjaśnić jego istotnego znaczenia nie zdołają, ponieważ proces ten jest nie tyle fizjologicznem pobudzeniem jaja do rozwoju, ile przedewszystkiem jednoczeniem się dwóch materyj organizowanych, a więc zjawiskiem morfologicznem. Ze stanowiska ogólno-biologicznego znaczenie tego procesu tłumaczy nam w znacznej mierze teorja „amfimiksji“ Augusta Weismanna, o której słów kilka powiemy.

Przedewszystkiem zwróćmy uwagę na fakt, że zapłodnienie stanowi bardzo ogólne zjawisko w świecie organicznym. Badania lat ostatnich wykazały, że już u istot jednokomórkowych, czyli pierwotniaków występują procesy, które najzupełniej odpowiadają zapłodnieniu u ustrojów wielokomórkowych. A mianowicie, oddawna znane już było u wymoczków (Infusoria) zjawisko t. zw. sprzęgania się, czyli konjugacji, polegające na tem, że dwa osobniki wymoczków zbliżają się do siebie, łączą się za pośrednictwem mostka plazmatycznego i tak „sprzęgnięte“ pływają czas niejaki, poczem znów się rozbiegają, a każdy zaczyna się wówczas dzielić, wytwarzając liczne pokolenia osobników potomnych. Otóż badania Balbianiego, Bütschliego, R. Hertwiga, a zwłaszcza zoologa francuskiego Maupas'a wykazały, iż w czasie owego sprzęgania zachodzą u osobników procesy, zupełnie analogiczne do zjawiska zapłodnienia. Każdy z dwóch sprzęgniętych z sobą osobników, które możemy oznaczyć *A* i *B*, zawiera po jednem wielkiem jądrze (macronucleus), oraz jednem małem (micronucleus), które odgrywa główną rolę we wzmiankowanym procesie, podczas gdy jądro wielkie ulega zanikowi. Otóż najczęściej bywa tak, że owo małe jądro dzieli się w każdym osobniku na dwa potomne, każde z tych znów na dwa, a tak powstają w każdym osobniku po 4 małe jądra. Z tych ostatnich trzy ulegają zanikowi, a przeto w każdym ze sprzęgniętych wymoczków zachowuje się jedno małe jądro, które rozpada się na dwa, zwane męskiem i żeńskiem. Z kolei jądro męskie osobnika *A* przechodzi przez wspomniany

mostek plazmatyczny do osobnika *B* i tam zlewa się w jedną całość z żeńskiem, podczas gdy jądro męskie osobnika *B* przenika znów do osobnika *A* i również zlewa się z jego jądrem żeńskiem. Odtąd oba osobniki zaczynają się już rozchodzić i wkrótce całkiem się oddzielają od siebie, ale każdy zawiera jądro powstałe ze zlania się dwóch innych jąder, pochodzących od dwóch różnych osobników, podobnie jak w jaju zapłodnionem. Jądra osobników, podległych sprzężeniu, dzielą się kilkakrotnie, tworząc zawiązki pewnej ilości jąder wielkich (macronuclei) i małych (micronuclei) dla wymoczków potomnych, powstających z kolei przez samopodział osobników, które rozeszły się po dokonanej konjugacji.

A więc, podobnie jak podczas zapłodnienia u tkankowców (Metazoa) łączą się dwie komórki: jajowa i plemnikowa po to, aby jądro jednego z nich zlało się z jądrem drugiego, tak też i u pierwotniaków (Protozoa) łączą się dwie komórki, w tym przypadku dwa osobniki jednokomórkowe po to, aby ostatecznie w każdym z nich jądro własne zlało się z jądrem osobnika drugiego. U wymoczków nie można po większej części mówić o dwóch różnych płciach; oba sprzęgające się osobniki są jednakowe, nie ma więc tu tej różnokształtności, jaka istnieje pomiędzy komórkami żeńskiemi i męskiemi u tkankowców. Ale nawet i tutaj u pewnych postaci, n. p. u wirczyka (Vorticella), występują dwojakie osobniki, większe i mniejsze, i wówczas owe większe zachowują się biernie, a mniejsze czynnie, pierwsze mogą być przytwierdzone podczas sprzęgania się, ostatnie zaś przypływają do nich i zlewają się z nimi, analogicznie do czynnego zachowywania się plemnika wobec biernego jaja; procesy wewnętrzne są tu podobne do tych, jakie opisaliśmy wyżej.

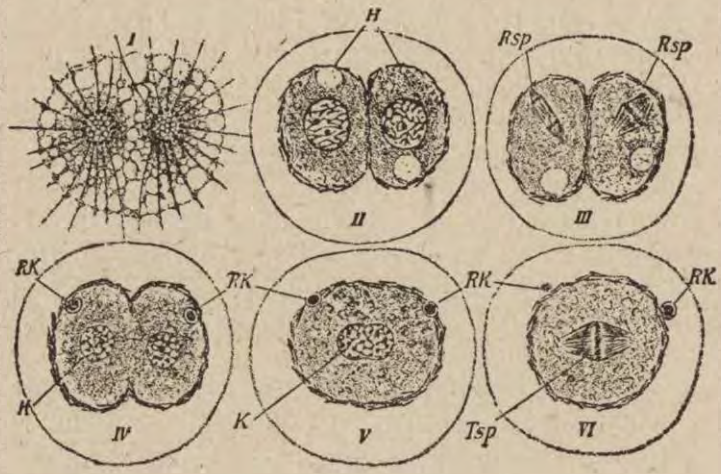
Analogja pomiędzy procesem sprzęgania się u pierwotniaków, a zapłodnieniem u tkankowców występuje jeszcze dobitniej wobec faktu, że w wielu przypadkach zauważono u pierwotniaków zlewanie się dwóch osobników, zachowujących się zupełnie jak jaje i plemnik, oraz podlegających procesowi dojrzewania, który polega na tem, że jądra obu osobników pozbywają się znacznej ilości, zapewne połowy chromatyny swej, a proces ten odbywa się za pośrednictwem wyrzucania ciałek kierunkowych, podobnie jak przy dojrzewaniu jaj u tkankowców. Na Ryc. 63. przedstawiony jest proces sprzęgania się czyli zapłodnienia u jednokomórkowego ustroju pospolitego w wodach naszych t. zw. Actinophrys sol, należącego do grupy słonecznic (Heliozoa). Ustrój ten składa się z kulistej komórki, obfitującej w wodniczki (vacuolae); opatrzony jest pośrodku jądrem oraz uzbrojony w wypustki promieniste plazmy. Na Ryc. 63, I. widzimy dwa osobniki słonecznic w części zlane z sobą; na następnych z kolei rysunkach widać, jak u obu osobników powstają ciałka kierunkowe *(R. sp.)*, wydalane na zewnątrz *(RK)*

i zmniejszające w każdym z nich do połowy ilość chromatyny jądrowej, a nadto widać, jak jądra obu osobników zbliżają się ku sobie (IV, V, VI) i zlewają w jedną całość. Organizm, powstały ze zlania się dwóch innych, odpowiada jaju zapłodnionemu i podobnie jak to ostatnie, otrzymuje zdolność wytwarzania przez podział (Ryc. 63, VI) licznych pokoleń osobników jednokomórkowych, przyczem w skład jąder tych osobników (dzielących się tu również drogą mitozy) wchodzi chromatyna, pochodząca od obu indywiduów, które wzięły udział w akcie zapłodnienia.

U innych pierwotniaków zjawisko zapłodnienia występuje jeszcze bardziej typowo, przypominając w zupełności niemal stosunki zapłodnienia u tkankowców. U dwóch nisko bardzo stojących grup pierwotniaków pasorzytnych: kokcydjów i hurmaczków czyli gregaryn, występuje dojrzewanie, polegające na redukcji chromatyny jądrowej oraz zespalanie się dwóch osobników, które różnią się pomiędzy sobą wybitnie, tak, że jeden ma charakter elementu męskiego, drugi żeńskiego. Tak n. p. u gregaryny, pasorzytującej w jelitach niektórych robaków wazonkowców (Enchytraeidae), a nazwanego przez autora niniejszego szkicu Schaudinnella henleae zachodzą stosunki następujące. Jednokomórkowy ten ustrój, wydłużony (jak wszystkie gregaryny) i opatrzony jądrem, nie przedstawia z początku wybitnych różnic indywidualnych. Ale w miarę jak osobniki rosną, można pomiędzy niemi odróżnić dwie różne postacie: 1) jedne ciemniejsze, w których znaczna część jądra zanika (redukcja tegoż), a pozostała część dzieli się na liczne, drobne jądra, dokoła których różnicuje się plazma; w ten sposób osobniki te rozpadają się na drobniutkie, wąskie komóreczki potomne, zachowujące się w przyszłości, jak elementy męskie; 2) inne jaśniejsze, których jądro dzieli się kilkakrotnie i które rozpadają się na kilka kulistych komóreczek potomnych, zachowujących się w przyszłości, jak elementy żeńskie (jaja), przyczem w każdym z tych ostatnich część jądra ulega też zanikowi (redukcja tegoż). W jamie przewodu pokarmowego robaka, w którym pasorzytuje Schaudinnella, można tedy napotkać elementy męskie i żeńskie i oto osobniki drobne (męskie) łączą się parami z większemi (żeńskiemi), przenikając do ich wnętrza, jak plemniki do jaj, przyczem jądra obu zlanych z sobą osobników łączą się w jedną całość (podobnie jak w procesie zapłodnienia u tkankowców). Pomijamy tu inne jeszcze procesy, towarzyszące opisanym zjawiskom, te zaś, o których wspomnieliśmy, dowodzą wymownie, że już u tak nisko uorganizowanych jestestw jednokomórkowych, jakiemi są gregaryny (pasorzytujące w przewodzie pokarmowym, jamie ciała lub innych organach owadów, robaków, wijów i innych zwierząt), występują procesy zapłodnienia, nie różniące się w zasadzie od tych, jakie zachodzą u zwierząt wyższych, a nawet u człowieka! Wszędzie widzimy zlewanie się dwóch

komórek, męskiej i żeńskiej, a istotą tego procesu jest zespalanie się jąder, lub właściwiej mówiąc, chromatyny jądrowej obu tych komórek, przyczem zespolenie to poprzedzają zjawiska redukcji chromatyny w obu elementach płciowych!

Skoro tedy zapłodnienie jest zjawiskiem tak powszechnem, z natury rzeczy nasuwa się pytanie, jakie znaczenie biologiczne posiada ono, jaką jest doniosłość tego procesu dla spraw życiowych? Niektórzy zoologowie przypuszczali, że sprzęganie się (konjugacja) wymoczków polega na t. zw. odmładnianiu się osobników, które się zużyły, zmęczyły, że tak powiemy, życiem. Wiadomo, że osobniki, rozchodzące się po akcie konjugacji, mają zdolność energicznego dzielenia się i wytwarzania tą drogą wielkiej liczby pokoleń potom-



Ryc. 63. — Sprzęganie się (kopulacja) dwóch osobników słonecznic Actinophrys sol. *I.* początek sprzęgania się; *II.* oba osobniki otoczyły się wspólną cystą gelaretowatą; *III.* jądra dzielą się w celu wytworzenia ciałka kierunkowego; *IV.* ciałka kierunkowe (*RK*) utworzone, jądra (*K*) obu osobników, jeszcze nie zlane; *V.* jądra zlały się już wzajemnie (*K*) w jedno, które w *VI.* przygotowuje się do podziału.

nych. Otóż, po pewnym czasie osobniki dalszych generacyj, jak gdyby wyczerpane tem ciągłem rozmnażaniem się przez samopodział, łączą się znów, sprzęgają, a przez wzajemną wymianę materji ulegają jakoby odmłodnieniu nabierając znów energji do rozmnażania się. Ale objaśnienie takie nie ma dostatecznych podstaw, bo jakże możemy sobie wogóle wyobrazić, aby czasowe połączenie się dwóch osobników, z których każdy jest wyczerpany i zniedołężniały, mogło uczynić je dzielnymi i odmłodzonymi? Dwa zmęczone rumaki, nie mogące pociągnąć swoich wozów, mogłyby jeszcze coś zdziałać gdyby zostały wprzągnięte do jednego wozu, ale na jedno wyjdzie, czy każdy będzie ciągnął osobno swój własny wóz, czy oba razem dwa wozy. Wogóle idea owego odmładzającego wpływu procesu sprzęgania się lub zapłodnienia jest zupełnie poroniona i zawiera

bardzo wiele elementu antropomorficznego, podobnie jak i niektóre inne nasze poglądy przyrodnicze.

Jakież więc może być istotne znaczenie owego tajemniczego procesu biologicznego?

Powiedzieliśmy, że materja komórek rozrodczych, a mianowicie według wszelkiego prawdopodobieństwa istota chromatyczna jąder, stanowi podścielisko dla wszelkich cech dziedzicznych, a więc nie tylko gatunkowych, ale i indywidualnych. Co do pierwszych, to mamy uderzające tego dowody w tych przypadkach, gdzie krzyżują się z sobą dwa różne gatunki. Tak n. p. ze skrzyżowania klaczy i osła powstaje mieszaniec, zwany mułem. Jaje klaczy zostaje zapłodnione przez plemnik osła, jądro plemnikowe tego ostatniego zlewa się z jajowem. Z chwilą, gdy zostało uskutecznione zapłodnienie, wpływ ojca zupełnie ustaje, płód rozwija się w macicy klaczy, odżywia się jej sokami. Pomimo to atoli, ponieważ w jaju zapłodnionem są zawarte materjalne podścieliska cech dziedzicznych ze strony obojga rodziców, należących w tym razie do dwóch różnych gatunków — z jaja powstaje osobnik, odziedziczający rozmaite cechy gatunkowe po obojgu rodzicach, wykazujący mieszaninę cech, przedstawiający przedziwną kombinację dwóch, że tak powiemy, różnych gatunkowo dążeń, czyli tendencyj dziedzicznych. Muł posiada głowę bardziej końską, ogon krótki, opatrzony od nasady długą kitą włosów, jak u konia, narząd zaś jego głosowy zbudowany jest według typu oślego i przeto ryczy, jak osieł; liczne inne cechy są mieszaniną właściwości konia i osła z większą przewagą ku jednemu lub drugiemu. Słowem, widzimy tu kombinację cech dziedzicznych gatunkowych ze strony ojca i matki.

Że przez zapłodnienie, czyli zlewanie się dwóch odmiennych podścielisk cech dziedzicznych, następuje mieszanie się zawiązków cech tych, czyli kombinowanie się dwóch różnych tendencyj dziedzicznych, wynika to również z faktów krzyżowania się różnych odmian, z których każda posiada pewne swoiste cechy swojej rasy. Potomstwo otrzymuje wtedy mieszane cechy obu ras. Tak n. p. znane są między innemi dwie odmiany myszy domowej; biała z czerwonemi oczami, czyli rasa albinosów, oraz — japońska, odznaczająca się plamami czarno-białemi oraz zdolnością „tańczenia“, t. j. szczególnego wznoszenia się na dwóch łapkach. Po skrzyżowaniu osobników obu tych odmian rodzi się potomstwo szarej myszy domowej, podobnej do zwykłej szarej myszy domowej, a więc wykazujące powrót (atawizm) ku szczepowi pierwotnemu. Tu musimy zauważyć, że fakta podobne są oddawna znane; zostały one po raz pierwszy zauważone przez Darwina i sformułowane w ten sposób, że potomstwo, pochodzące ze skrzyżowania się osobników dwóch różnych ras, wykazuje bardzo często powrót ku

szczepowi pierwotnemu, od którego obie rasy pochodzą. Istnieją różne teoretyczne próby objaśnienia tego zjawiska, ale za daleko by nas to odwiodło od przedmiotu, gdybyśmy w tem miejscu zechcieli w to wchodzić. Otóż owe myszy szare, będące produktem albinosów i japońskich, powstały dzięki temu, że podczas zapłodnienia zmieszały się dwa różne materjalne podścieliska cech dziedzicznych, czyli używając terminu Weismanna, dwie różne „plazmy zarodkowe". Wynika więc z tego, że w plaźmie zarodkowej (najprawdopodobniej, jak wiemy, w chromatynie jądrowej komórek płciowych) tych myszy mieszczą się zawiązki dziedzicznie różnych cech tak odmiany albinosów, jak i japońskiej. Że tak jest istotnie, dowodzi tego fakt nader interesujący, a mianowicie: jeżeli będziemy teraz łączyli z sobą samców z samicami owych myszy szarych, powstałych ze skrzyżowania wymienionych odmian, to owe zawiązki cech dziedzicznych będą się przytem w najrozmaitszy sposób kombinowały, przez co powstawać będzie potomstwo, podobne to do babek, to więcej do dziadków, to znów do rodziców, to wreszcie przedstawiające kombinację różnych znamion przodków dalszych. I tak, przekonano się, że śród potomstwa takich szarych myszy występuje dziewięć rodzajów osobników: 1) zupełnie szare nietańczące, 2) szare z pojedynczemi plamkami białemi, nie tańczące, 3) zupełnie czarne, nie tańczące, 4) białe z czerwonemi oczami, nie tańczące, 5) białe tańczące, 6) szare z białemi plamkami, tańczące, 7) szare tańczące, 8) czarne z plamkami białemi, tańczące, 9) czarne tańczące. W późniejszych pokoleniach, pochodzących z różnych tych osobników, następuje jeszcze bardziej złożone kombinowanie się znamion dziedzicznych.

Otóż zupełnie tak samo, jak przy krzyżowaniu się dwóch różnych gatunków mieszają się z sobą i kombinują dwie różne gatunkowo tendencje dziedziczne, jak przy krzyżowaniu się osobników dwóch różnych odmian mieszają się z sobą i kombinują dwie rasowo różne tendencje dziedziczne, tak też i przy łączeniu się z sobą dwóch wogóle różnych osobników tego samego gatunku i tej samej odmiany, następuje mieszanie się dwóch indywidualnie różnych dążeń dziedzicznych. Nie ma, jak wiadomo, dwóch osobników całkiem jednakowych. Jeżeli weźmiemy pod uwagę wszystkie, tysiączne właściwości różnych osobników, czy to u człowieka, czy to u jakiegobądź gatunku zwierzęcia lub rośliny, to znajdziemy tak wybitne różnice indywidualne co do poszczególnych właściwości tych oraz co do wzajemnego ustosunkowania tych ostatnich, że śmiało powiedzieć można, iż zmienność indywidualna nie ma granic. Czyż pośród miljonów ludzi znajdziemy choćby dwóch absolutnie jednakowych, a pośród miljardów dębów dwa bezwzględnie takie same?

Otóż, podobnie jak przy krzyżowaniu się dwóch różnych ga-

tunków zachodzi kombinowanie się cech dziedzicznych gatunkowych, jak przy łączeniu się dwu odmian odbywa się mieszanie cech dziedzicznych, warunkujących owe rasy, tak też i przy każdem łączeniu się dwóch osobników płci odmiennej, następuje kombinowanie się dwóch różnych osobnikowo dążeń dziedzicznych. „Od ojca mam postawę — mówi Goethe — i powagę życia, od matki humor i chęć bajania". („Vom Vater hab' ich die Statur — des Lebens ernstes Führen, vom Mütterchen die Frohnatur und Lust zu fabulieren").

Dzieci wykazują wszakże tysiączne kombinacje cech dziedzicznych po rodzicach lub dalszych przodkach; częstokroć w samej twarzy widzimy n. p. oczy ojca, nos matki, włosy dziadka, usta babki, oraz, jeszcze inne znamiona odziedziczone po dalszych przodkach lub krewnych bliskich! Stąd też dzieci nie mogą być nigdy bezwzględnie podobne do rodziców swoich, bo odziedziczone po nich i po dalszych przodkach znamiona kojarzą się i kombinują w sposób najrozmaitszy, najróżnorodniejszy. Dzięki więc łączeniu się dwóch płci, dzięki procesowi zapłodnienia, odbywa się bezustannie kombinowanie się dążeń dziedzicznych, jedne cechy przez to się potęgują, inne osłabiają lub niwelują, jeszcze inne modyfikują się w sposób najrozmaitszy, podobnie jak przy zjawiskach t. zw. interferencji, kiedy spotykają się z sobą dwie fale i zależnie od tego, czy schodzą się zagłębieniami, wklęsłościami, lub czy wypukłości spotykają się z zagłębieniami, następuje wzmacnianie, osłabienie lub znoszenie się fal tych. Jednem słowem, zapłodnienie jest źródłem zmienności, a zmienność indywidualna to potężny czynnik rozwojowy albowiem daje ona szerokie pole działania doborowi naturalnemu, który zachowuje osobniki o zboczeniach korzystnych w walce o byt, usuwa zaś indywidua, posiadające znamiona niekorzystne lub zgoła szkodliwe przy wzajemnem ich współzawodnictwie życiowem. Pośrednim dowodem tego, że zapłodnienie ma przedewszystkiem na celu zmienność indywidualną jest fakt, że w przyrodzie rozwinęły się tysiączne urządzenia, przeszkadzające t. zw. wsobnemu lub krewniaczemu rozmnażaniu się. Liczne zwierzęta odznaczają się obupłciowością czyli hermafrodytyzmem, to znaczy, że każdy osobnik posiada i męskie i żeńskie organa płciowe, będąc zdolnym do wytwarzania jaj i plemników. Otóż u znacznej większości zwierząt tych istnieją urządzenia, przeszkadzające zapładnianiu się jaj przez plemniki tego samego osobnika, występują natomiast najrozmaitsze stosunki tak w anatomicznej budowie narządów płciowych, jak i w fizjologicznej ich czynności, które przeszkadzają takiemu wsobnemu rozmnażaniu się, a czynią koniecznem krzyżowanie, czyli zapłodnienie jaj osobnika, dajmy na to, *A* przez plemniki *B*, a jaj tego ostatniego przez plemniki *A*.

Dlatego też u znacznej większości zwierząt obupłciowych, n. p.

u naszych ślimaków lub robaków skąposzczetów (Oligochaeta), jak dżdżowników albo wazonkowców, pomimo, iż każdy osobnik posiada męskie i żeńskie narządy płciowe, a często zewnętrzne organa spółkowania, nie zachodzi samozapładnianie się, lecz dwa osobniki spółkują z sobą i na krzyż się zapładniają, tak iż jaja jednego indywiduum łączą się zawsze z plemnikami drugiego i na odwrót.

Zupełnie to samo, a mianowicie unikanie zlewania się zbyt bliskich „plazm zarodkowych“, czyli substancyj (chromatycznych) stanowiących podścielisko znamion dziedzicznych, mają na celu najrozmaitsze urządzenia w świecie roślinnym. I tutaj, jak wiemy, proces zapłodnienia odbywa się w zasadzie zupełnie tak samo, jak u zwierząt; niewątpliwie więc i tutaj odgrywa wielką rolę zasada „mieszania się“ (amphimixis) dwóch odmiennych nieco plazm zarodkowych, kombinowania się dwóch różnych osobnikowo dążeń (tendencyj) dziedzicznych i potęgowania się zmienności indywidualnej. To też i u roślin, a przedewszystkiem u wyższych, jawnokwiatowych, znajdujemy najrozmaitsze urządzenia, przeciwdziałające samozapłodnieniu. U wielu roślin kwiaty pręcikowe znajdują się na jednych osobnikach, słupkowe na drugich (rośliny dwupienne); u tych zaś, u których i jedne i drugie mieszczą się na tymsamym osobniku, lub u których w jednych i tych samych kwiatkach istnieją i pręciki i słupki, napotykamy najrozmaitsze urządzenia, sprzyjające krzyżowaniu, a przedewszystkiem przenoszeniu się pyłka z jednych osobników na drugie za pośrednictwem owadów. Piękne barwy koron kwiatowych, plamki i prążki na płatkach, wonie aromatyczne, wytwarzane przez kwiaty, obecność miodników, produkujących słodki nektar, niejednoczesne dojrzewanie pręcików i słupków w tych samych kwiatach, szczególne ruchy, wykonywane przez pręciki w celu obsypania owada pyłkiem kwiatowym i liczne inne urządzenia mają przedewszystkiem na celu liczne odwiedzanie kwiatów przez owady, przenoszenie pyłka za ich pośrednictwem i zapładnianie krzyżowane. Rzecz szczególna, że u niektórych roślin, n. p. u pewnych storczyków, własny pyłek, padając na znamię słupkowe tego samego kwiatka, działa nań jak trucizna, wywołując zmiany patologiczne, natomiast pyłek obcy nie powoduje nigdy takich skutków.

Do tejże kategorji objawów należy zaliczyć urządzenia, tamujące łączenie się bliskich krewnych. A mianowicie, długotrwałe połączenia krewniacze prowadzą bardzo często do zwyrodnienia potomstwa, przedewszystkiem zaś do zmniejszenia się płodności lub do zupełnej bezpłodności. Tak n. p. Weismann i G. Guaita przekonali się, że myszy białe, łącząc się krewniaczo w ciągu 29 pokoleń wykazywały coraz mniejszą stopniowo płodność. Nietylko u zwierząt, ale i ludzi, jak wykazuje statystyka, częste związki krewniacze w obrębie danych rodów prowadzą do niepłodności,

zwyrodnienia, chorób i wogóle do wygaśnięcia tych rodzin. Przyroda tedy przeciwdziała sama związkom krewniaczym. A czem się odznacza plazma zarodkowa w komórkach płciowych bliskich krewnych, jak nie wspólnością wielu zawiązków dziedzicznych i brakiem wybitnych różnic indywidualnych pomiędzy owemi zawiązkami? Jeśli zaś tak to przy związkach krewniaczych mieszanie się plazm zarodkowych nie może prowadzić w tym stopniu do zmienności indywidualnej, jak przy związkach osobników, należących do różnych rodów i mających przeto wiele odmiennych znamion w budowie i konstytucji swego ciała.

Wszystkie te fakta przemawiają, zdaniem naszem, w wysokim stopniu za tem, że znaczenie biologiczne procesu zapłodnienia i doniosłość jego ewolucyjna polega istotnie na tem, iż stanowi on źródło zmienności indywidualnej, odgrywającej tak wybitną rolę w rozwoju świata organicznego.

Wypowiadano wprawdzie i inne przypuszczenia, a nawet wprost odwrotne, niż ostatnio przytoczone, albowiem niektórzy upatrywali w procesie zapłodnienia środek do utrzymania pewnej stałości cech u osobników, pewnej niejako średniej, przeciętnej znamion budowy u poszczególnych indywiduów, pogląd ten wszakże nie wytrzymuje ścisłej krytyki i nie może się ostać wobec poprzednio przedstawionego.

GRANICA POMIĘDZY ŚWIATEM ROŚLINNYM I ZWIERZĘCYM W ŚWIETLE NOWSZYCH BADAŃ

Podobieństwa i różnice pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym zastanawiały po wsze czasv biologów i myślicieli. Dwa wielkie królestwa jestestw organicznych przeciwstawiano sobie zawsze i upatrywano pomiędzy niemi mniejszą lub większą przepaść. Z postępem nauki poglądy się zmieniły; w miarę jak odsłaniano coraz to nowe objawy biologiczne, przekonywano się, iż przepaść ta nie jest tak wielką, że tu i owdzie dwa państwa jestestw żyjących stykają się z sobą, a dziś poglądy nasze na tę kwestję na zupełnie innym stanęły gruncie. Dziś coraz bardziej utwierdzamy się w przekonaniu, że w zasadniczych objawach życia różnice pomiędzy ustrojami roślinnymi i zwierzęcymi są raczej tylko natury ilościowej, a nie jakościowej.

Gdy niedawno jeszcze zadawalnialiśmy się badaniem organizmu roślinnego lub zwierzęcego, jako jednostki żyjącej, jako całości fizjologicznej, dziś wiemy, że ustrój jest kompleksem olbrzymiej ilości jednostek elementarnych, komórek organicznych, które połączone są z sobą w jedną całość, i że życie ustroju jest tylko rezultatem życia składających go elementów komórkowych, które bądź zachowują indywidualność swoją w organiźmie, bądź też w mniejszym albo większym stopniu tracą ją i tworzą wskutek wzajemnego połączenia t. zw. tkanki, z których zbudowane są narządy ustroju. Dziś wiemy, że elementarne, mikroskopowe składniki ciała zwierzęcego i roślinnego, t. j. komórki, są same organizmami, że mają złożoną bardzo budowę, że odżywiają się, poruszają, wydzielają, rozmnażają, że właściwe im są wszelkie czynności fizjologiczne i że życie ustroju jest tak samo wynikiem życia komórek i ich produktów, jak byt społeczeństwa rezultatem życia i działalności składających je jednostek. Zobaczymy też z dalszego ciągu niniejszego szkicu, że dzisiejsze nasze poglądy na granice pomiędzy ustrojami roślinnymi i zwierzęcymi sprowadzają się w rzeczywistości do życia komórki roślinnej i zwierzęcej.

Wielki naturalista szwedzki, Karol Linneusz [1]), w wiekopomnem swem dziele *Philosophia botanica* (1751), w następujący sposób określa rośliny i zwierzęta: „Rośliny rosną i żyją, zwierzęta rosną, żyją i czują“ *(Vegetabilia crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt)*. Linneusz zatem upatrywał różnicę pomiędzy roślinami i zwierzętami w tem, że tylko ostatnim jest właściwą zdolność czucia. Badacz ten sądził, że obecność systemu nerwowego jest nieodzownym warunkiem czucia, i przypuszczał, że wszelkie istoty, pozbawione w jego mniemaniu narządów nerwowych, jak n. p. polipy, korale lub meduzy (Linneusz nie znajdował w nich nerwów, ponieważ nieznane mu były te metody badania, za pomocą których dziś udało się wykryć obecność układu nerwowego u tych istot) już przez to samo nie są zwierzętami, lecz przedstawiają ustroje, stojące na granicy świata zwierzęcego i roślinnego; nazwał je też dlatego zwierzokrzewami *(Zoophyta)*. Istoty te, zaliczone w dzisiejszej systematyce zoologicznej do typu zwierząt jamochłonnych *(Coelenterata)*, odznaczają się jednak znacznym stopniem wrażliwości. Dosyć jest dotknąć polipa, aby natychmiast wywołać skurcz jego ciała i wciągnięcie czułków, otaczających otwór ust tego zwierzęcia.

Wszelako i Linneuszowi [2]) znanym już był fakt, że niektóre rośliny odznaczają się pewnym stopniem wrażliwości, którą oznaczył on nazwą *iritabilitas*. Wiedział on o tem mianowicie, że pewne t. zw. rośliny czułkowate, a zwłaszcza gatunek czułka wstydliwego (*Mimosa pudica)*, nagle opuszczają ku dołowi swe liście za najlżejszem dotknięciem, a nawet za silniejszym podmuchem wiatru, przyczem pojedyncze listki liścia pierzasto złożonego nachylają się parami ku sobie i składają się, a dopiero po pewnym przeciągu czasu, gdy wpływ bodźca przeminie, znów się rozkładają,. a liść cały podnosi się. Podobną wrażliwość wykryto później i u innych roślin, n. p. *Smithia sensitiva, Biophytum sensitivum*. Lecz także pojedyncze liście wielu roślin wykonywują szybkie lub powolne ruchy pod wpływem bodźców mechanicznych, chemicznych lub elektrycznych a zarówno też i pewne inne części i organa różnych roślin. Tak n. p. listki wielu roślin owadożernych zamykają się w szczególny sposób pod wpływem drażnienia mechanicznego, jakie wywiera na nie ciało owada, i chwytają je jakby w pułapkę, pręciki berberysu za dotknięciem wykonywają szczególne ruchy energiczne i t. p. Dzisiejsza fizjologja poznała bardzo dokładnie mechanikę owych nagłych ruchów roślinnych, odpowiadających na pewne bodźce ze-

---

[1]) *Caroli Linnei*, „Philosophia botanica, in qua explicantur fundamenta botanica“. Stockholmiae, 1751. 8. 362 p.

[2]) P. „Über die Grenzen des Pflanzen- und Thierreichs, und den Ursprung de organischen Lebens auf der Erde. Von Prof. Dr. Moritz Willkom“. Prag, 1888.

wnętrzne. Wiemy, że wyżej wspomniane ruchy części roślinnych zależą przedewszystkiem od zmian, jakim podlega t. zw. jędrność *(turgor)* tkanek u roślin; mianowicie: w komórkach roślinnych znajduje się mniejsza lub większa ilość wody, która utrzymuje tkanki w naprężeniu. Pod wpływem różnych bodźców zewnętrznych z pewnych miejsc ciała roślinnego woda może uchodzić do innych, sąsiednich, wskutek czego prężność tkanki roślinnej w danych miejscach się zmniejsza i część rośliny wykonywa pewien ruch określony. Czy to mechaniczne objaśnienie ruchów roślinnych, odbywających się pod wpływem bodźca zewnętrznego, tłómaczy nam jednak istotę wrażliwości rośliny? Bynajmniej; istota wrażliwości pozostaje dla nas tak samo niewytłómaczoną, jak istota czucia u zwierząt; w obu wypadkach widzimy tylko, że ustrój żyjący, czy to polip, czy to czułek, odpowiada ruchem na bodziec zewnętrzny, czyli, że jest wrażliwy na bodziec ten, odczuwa go.

Są rośliny, które odznaczają się nawet większą wrażliwością, aniżeli zwierzęta wyższe. Do takich należy n. p. rosiczka *(Drosera rotundifolia)*, roślina pospolita u nas na torfowiskach i łąkach bagnistych. Delikatna ta roślinka posiada u nasady łodygi piękną rozetę liści długo-ogonkonkowych, których bladozielona, kolista prawie blaszka opatrzona jest na krawędzi oraz na powierzchni nitkowatymi wyrostkami różnej długości, ułożonymi współśrodkowo i niosącymi na wierzchołkach kuliste gruczołki purpurowe. W promieniach słońca rozeta liści rosiczki przedstawia wspaniały widok, albowiem blaszki liściowe wyglądają wtedy jakby usiane błyszczącemi purpurowo kroplami rosy, skąd właśnie powstała trafna nazwa ludowa: rosiczka. Wyrostki gruczołowe liści rosiczki służą do chwytania i przytrzymywania małych owadów, spełniają więc podobne czynności jak czułki, otaczające usta polipa. Wyrostki te, pod wpływem podrażnienia, sprawionego przez owada, zaginają się w kierunku ku wnętrzu blaszki liściowej i chwytają go tym sposobem. Lecz nietylko małe ciśnienie, wywarte na liść przez siadającego nań owada, przez położony kawałek białka, mięsa i t. p. wywołuje odruch odpowiedni, ale najdelikatniejszę nawet dotknięcie nitkowatego wyrostka rosiczki wystarcza, by spowodować zagięcie się tego wyrostka do wnętrza. Spostrzeżono n. p., że drobniutki kawałeczek cieńkiego końca włosa kobiecego, ważący tylko $^1/_{78740}$ gr., położony na główce nitkowatego wyrostka liścia rosiczki, wywołuje zagięcie się tegoż, a bodziec ten, t. j. ciśnienie to, nie mogłoby być odczutem przez najwrażliwszą na dotyk część ciała ludzkiego, t. j. wierzchołek języka. Karol Darwin w znakomitem swem dziele o roślinach owadożernych wykazał nawet, że zanurzenie żywego liścia rosiczki w tak słabym roztworze fosforanu amoniaku, iż każdy gruczołek mógłby pochłonąć tylko około $^1/_{2000000}$ gr. tej soli, wystarcza do wywołania odruchu!

Fakta powyższe oraz liczne inne, analogiczne, przekonywają nas, że pewne części ciała rośliny mogą się odznaczać znacznym bardzo stopniem wrażliwości, a tym sposobem zaciera się jedna z najważniejszych różnic, zachodzących pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym.

Wiadomo, że oprócz ruchów dowolnych, ze świadomością wykonywanych, ciało zwierzęce podlegać może ruchom zupełnie bezwiednym, odbywającym się pod wpływem bezpośredniego działania pewnych bodźców zewnętrznych. Ruchy tego rodzaju zowią się w fizjologji zwierzęcej odruchami czyli refleksami, a że są one bezwiedne, widzimy stąd, że odbywać się mogą podczas snu, kiedy mózg, organ świadomości, jest nieczynny, lub też, występować mogą u zwierząt pozbawionych głowy. Fakta te znane są powszechnie. Wiadomo, że owad, stający na twarzy śpiącego, wywołuje zupełnie nieświadomy ruch ręki; wiadomo, że każde ukłucie lub mocniejsze dotknięcie śpiącego wywołuje pewien, silniejszy lub słabszy odruch. Otóż te ruchy nieświadome u zwierząt przedstawiają zjawisko wielce analogiczne do wzmiankowanych ruchów u roślin, a analogja ta okaże się tem większą, gdy weźmiemy pod uwagę odruchy u tych zwierząt, u których układ nerwowy przedstawia bardzo niski, zaledwie zaczątkowy stopień rozwoju, lub u których wcale nie istnieje, a przynajmniej dotąd wykrytym nie został, n. p. u niektórych robaków płaskich, albo też u pewnych zwierząt jamochłonnych (u gąbek). Analogiczne zaś skutki przypisać możemy przyczynom analogicznym, które tak u wzmiankowanych roślin, jako też u zwierząt, polegają na wrażliwości materji żywej na różne bodźce zewnętrzne: dotykowe, chemiczne, termiczne i t. p.

Bliższe atoli rozpatrzenie objawów tej wrażliwości, oparte na nowszych, wielce doniosłych poszukiwaniach w tym zakresie, do których niebawem przystąpimy, pokazuje, że nie mamy tu do czynienia z szeregami zjawisk analogicznych, lecz z objawami w gruncie rzeczy identycznymi, a przynajmniej w wysokim stopniu zbliżonymi, albowiem wszystkie wzmiankowane grupy zjawisk, tak w świecie roślinnym, jak i zwierzęcym, sprowadzić się dają do jednego i tego samego objawu zasadniczego, do pobudliwości czyli wrażliwości protoplazmy.

Otóż, jak już wspomnieliśmy wyżej, biologja dzisiejsza zdołała w znacznej mierze sprowadzić wszelkie funkcje ustrojów do czynności składających je komórek. W skład pojedyńczej komórki wchodzi, jak wiadomo, istota na pół płynna, będąca mieszaniną kilku ciał białkowatych, a zwana protoplazmą albo zarodzią, oraz zawarte w niej ciałko, bardziej gęste, zwane jądrem komórkowem, które ma nader złożoną budowę; prócz tego komórka może także posiadać błonę zewnętrzną, otaczającą protoplazmę, lecz błona nie

jest nieodzowną częścią składową komórki, a znamy liczne bardzo komórki nieobłonione, t. j. utworzone z nagiej bryłki protoplazmy z jądrem. Przekonano się, że zasadnicze procesy życiowe odbywają się identycznie lub przynajmniej w sposób bardzo zbliżony w komórkach roślinnych i zwierzęcych, czyli, innemi słowy, wykazano zgodność zasadniczych objawów życiowych w elementarnych składnikach ustroju zwierzęcego i roślinnego, a ważna ta zdobycz dzisiejszej biologji odsłania nam tym sposobem właściwy stosunek pomiędzy organizmem rośliny i zwierzęcia. Postaramy się przedewszystkiem wykazać, na podstawie niektórych badań z lat ostatnich, że wrażliwość na bodźce zewnętrzne, ten najpierwszy zawiązek czynności zmysłowo-nerwowych u zwierząt, właściwą jest protoplazmie tak komórek roślinnych, jako też zwierzęcych [1]).

Jedną z najdziwniejszych i najciekawszych własności żywej protoplazmy jest pobudliwość *(irritabilitas)*, t. j. zdolność reagowania w ten lub ów sposób na najrozmaitsze wpływy świata zewnętrznego. Zdolność ta jest tak znamienna dla żywej substancji, że można ją uważać za jedno z najważniejszych kryterjów, gdy chodzi o odróżnienie ciała żywego od martwego, a dawniejsi biologowie upatrywali w tej pobudliwości ustrojów przejawy specjalnej siły, którą nazywali życiową *(vis vitalis)*. Dziś pogląd ten upadł, a jakkolwiek nieznaną nam jest dotąd istota pobudliwości protoplazmy, wiemy jednak, że towarzyszą jej pewne określone, fizyko-chemiczne przemiany.

Możemy najlepiej wyrazić mechaniczną stronę pobudliwości protoplazmy, gdy powiemy, iż cząstki tej ostatniej znajdują się w stanie równowagi niestałej, z tem jednak zastrzeżeniem, iż wszelkie naruszenie tej równowagi, wywołane przez pewien bodziec zewnętrzny, wyrównywa się po niejakim czasie, czyli że równowaga powraca do pierwotnego stanu i pobudliwość znów się pojawia. Zastrzeżenie to jest bardzo ważne, gdyż pod tym względem pobudliwość żywej materji różni się od analogicznych objawów w świecie nieorganicznym. „Właściwość organów pobudliwych — powiada znakomity fizjolog-botanik Sachs [2]) — mniej polega na tem, że dzięki niestałej równowadze swych części, zostają one w ruch wprowadzane, ile raczej na tem, iż następnie znów stają się pobudliwymi i same powracają do równowagi niestałej“. Sachs ilustruje tę ideę na znakomicie pomyślanym przykładzie, a mianowicie domku z kart, tak, jak go dzieci budują; domek taki znajduje się w stanie równowagi bardzo niestałej, wystarcza często najlżejszy bodziec zewnętrzny, lekki dotyk włosa lub dmuchnięcie, a cała budowa w jednej

---

[1]) Porównaj: *Claude Bernard*: „Leçons sur les phénoménes de la vie commune aux animaux et aux vegétaux“. *Engelmann*: „Beiträge zur Physiologie des Protoplasmas“. Pflüger's Archiv. 1869. *M. Verworn*: „Psycho-physiologische Protisten-Studien“. Jena 1889. *O. Hertwig*: „Die Zelle und Gewebe“ 1893.

[2]) *Julius Sachs*: „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“. Leipzig, 1882. str. 722.

chwili się zawala; widzimy tu wielki skutek, wywołany przez bardzo małą przyczynę, zupełnie tak samo, jak lekki podmuch lub dotyk wywołuje potężne odruchy w ciele czułka, rosiczki lub polipa. Jednakże domek z kart, który raz runął, nie jest zdolen odbudować się napowrót o własnej sile, czyli powrócić znowu do stanu równowagi niestałej, pobudliwość zaś żywej protoplazmy ma zdolność „odrabiania się“ czyli powracania do stanu pierwotnego [1]).

Zaródź może reagować na jeden i ten sam bodziec w rozmaity sposób, zależnie od swej budowy i natury w danym wypadku. Tak np. widzimy, że protoplazma jednych ustrojów jednokomórkowych wykonywa pod wpływem bodźca świetlnego ruch ku źródłu światła, innych natomiast — w stronę przeciwną; nie spostrzeżono przytem, aby odmiennie zachowywały się zawsze ustroje roślinne i zwierzęce, lecz przeciwnie, przekonano się, że tak pośród roślin, jakoteż i zwierząt, znajdujemy przykłady różnego zachowywania się zarodzi wobec jednych i tych samych czynników zewnętrznych. Z drugiej strony atoli, różnego rodzaju bodźce wywołują często taką samą zupełnie reakcję, a mianowicie wtedy, jeżeli działają na protoplazmę o pewnej specyficznej, swoistej budowie. Tak np. protoplazma włóknista i kurczliwa kurczy się zawsze, czy to pod wpływem mechanicznego bodźca, czy to cieplnego lub elektrycznego; protoplazma komórek gruczołowych pod wpływem tychże bodźców zostaje pobudzona do czynności wydzielniczych. To też słusznie powiada Oskar Hertwig: „Działanie bodźca otrzymuje zawsze pewne specyficzne piętno wskutek swoistej budowy istoty pobudliwej, albo innemi słowy: pobudliwość jest zasadniczą własnością żywej protoplazmy, lecz pod wpływem danego bodźca uzewnętrznia się ona w sposób rozmaity, w zależności od swoistej budowy tej ostatniej“. Tę samą ideę wyraża Claude Bernard w następujących słowach: „Wrażliwość *(sensibilité)*, uważana jako własność systemu nerwowego, nie zawiera nic zasadniczego lub specyficznie różnego; jest to tylko swoista pobudliwość *(irritabilité)* nerwu, podobnie jak kurczliwość jest specjalną pobudliwością mięśnia, i jak wydzielanie jest specjalną pobudliwością elementu gruczołowego. A więc te własności, na których opiera się odróżnianie zwierząt i roślin, nie tyczą się samego życia ich, lecz jedynie tylko mechanizmów, przez które życie się odbywa. W gruncie atoli wszystkie te mechanizmy podlegają jednemu ogólnemu i wspólnemu warunkowi pobudliwości“.

*
* *

Rozpatrzymy pokrótce niektóre z najciekawszych objawów tej pobudliwości, wspólnej protoplazmie komórek roślinnych i zwierzęcych.

---

[1]) Porównaj: *J. Nusbaum*: „Zmysły i wrażenia zmysłowe u zwierząt niższych“. „Ateneum“ za r. 1892.

Światło jest jednym z czynników, pobudzających w wysokim stopniu protoplazmę, jak tego dowiodły liczne poszukiwania w tym przedmiocie wielu bardzo zoologów i botaników. Tak n. p. t. zw. grzyby śluzowe *(Myxomycetes)* przedstawiają w pewnem stadjum rozwoju masy protoplazmatyczne, galaretowato-śluzowe, o kształtach nieregularnych, t. zw. plasmodja; te to masy, które znaleść można n. p. w lasach wilgotnych, na zbutwiałem drzewie, odznaczają się wielką wrażliwością na działanie promieni świetlnych. Doświadczenia nad tymi organizmami są nadzwyczaj interesujące. Gdy plasmodjum rozpostarte jest na jakiemś podłożu, i gdy na część jego puścimy wiązkę światła, wnet ta część protoplazmy się skurczy i przesunie do miejsca zacienionego; gdy plasmodjum znajduje się na kawałku zbutwiałego drzewa i gdy to ostatnie wystawimy na działanie światła, masa protoplazmatyczna natychmiast usunie się z powierzchni i zagłębi w szczeliny drzewa, podąży, słowem, do ciemności; gdy zaś ten kawałek drzewa wniesiemy do ciemości, plasmodjum wypełznie znów ze szczelin i rozpostrze się na powierzchni podłoża. Tym sposobem na ciele protoplazmatycznem grzyba śluzowego w znakomity sposób obserwować można wrażliwość na światło, pobudliwość. Podobną wrażliwość spostrzeżono u wielu niższych organizmów zwierzęcych, n. p. u t. zw. *Pelomyxy,* która przedstawia ustrój jedno-komórkowy, pełzakowaty, t. j. będący nieregularną bryłką protoplazmy, wewnątrz z jądrem. Otóż *Pelomyxa*, znajdując się w ciemności, wykonywa bardzo energiczne ruchy: to wyciąga, to wciąga wypustki swego ciała i tym sposobem pełza, Jeśli jednak wystawimy *Pelomyxę* na działanie światła, wciągnie ona wszystkie wypustki i przeobrazi się w ciało kuliste, nieruchome.

Jeszcze ciekawsze są ruchy komórek roślinnych i zwierzęcych, odbywające się w pewnym określonym kierunku, a mianowicie w kierunku padania promieni światła. Znane są n. p. w tym względzie interesujące doświadczenia Stahla [1]), oraz rodaka naszego, Strassburgera [2]), nad ruchami zarodników różnych wodorostów. Zarodniki te są to komórki, swobodnie w wodzie pływające; są one zwykle owalno-podłużne, a na jednym końcu opatrzone szczególnymi włoskami, t. zw. wiciami, które mają zdolność poruszania się i przez to działają jak wiosła, wprowadzając w ruch całą komórkę. Otoż, te swobodnie w wodzie pływające zarodniki roślinne ulegają w wysokim stopniu wpływowi światła. Stahl wyraża w następujących słowach odnośne swoje spostrzeżenia: „Światło wywiera wpływ kierujący na ciało zarodników w ten sposób, że ich oś podłużna staje

---

[1]) *E. Stahl*: „Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche“. „Botanische Zeitung“. 1880. Rocznik 38.

[2]) *E. Strassburger*: „Einfluss des Lichtes und der Wärme auf die Schwärmsporen“. 1878.

mniej więcej w kierunku promienia świetlnego, przyczem koniec, noszący wicie, albo się zwraca do źródła światła, albo też odwraca się od niego. Przy pozostałych warunkach niezmienionych zarodniki układają się to w tym, to w tamtym kierunku. Największy wpływ na układ ich wywiera natężenie światła. Przy bardziej natężonem świetle zarodniki odwracają swój biegun opatrzony wiciami od źródła światła i oddalają się od niego: przy słabszem zaś świetle zwracają się w kierunku źródła światła". Słynny botanik Naegeli wykonał następujące, proste, a ciekawe doświadczenie. Rurkę szklaną, mającą kilka stóp długości, napełnił wodą, w której pływały liczne zarodniki pewnego gatunku wodorostu. Następnie rurkę owinął czarnym papierem, wyjąwszy dolny koniec, na który padało swiatło; otóż po kilku godzinach wszystkie zarodniki zebrały się w tej dolnej, niezasłoniętej części rurki, gdy zaś później zasłoniono całą rurkę, z wyjątkiem górnej części, wszystkie zarodniki popłynęły ku górze i zajęły znów niezasłonięty, górny oddział rurki — oczywisty dowód wrażliwości na światło.

Nader ciekawe są także ruchy pewnych tworów, zawartych wewnątrz protoplazmy komórek roślinnych, pod wpływem światła, n. p. ruchy ziarenek zieleni czyli chlorofilu. Zielona barwa roślin pochodzi, jak wiadomo, stąd, że w protoplazmie komórek roślinnych znajdują się gałeczki zieleni (chlorofilu), drobne ziarenka lub płytki barwy zielonej. Otóż przekonano się (Sachs, Stahl, Frank), że te gałeczki chlorofilowe wykonywają pewne określone ruchy pod wpływem bodźca świetlnego. A mianowicie, każdy może z łatwością wykonać następujące doświadczenie. Jeśli na liściu, wystawionym na bezpośrednie działanie promieni słońca, umieścimy w pewnem miejscu pasek papieru, spostrzeżemy po krótkim czasie, że w miejscu zacienionem (t. j. pokrytem przez papier) liść będzie miał barwę znacznie ciemniejszą, a mianowicie ciemno-zieloną, na ogólnem tle liścia jasno-zielonem. Otóż, badania mikroskopowe wykazują, że ta zmiana ubarwienia wywoływana jest przez szczególny ruch, jaki odbywa protoplazma wraz z zawartemi w niej gałeczkami zieleni pod wpływem promieni słonecznych; gdy promienie te padają na powierzchnię liścia, gałeczki układają się przy bocznych ściankach komórek, w cieniu zaś zajmują one położenie wprost przeciwne, układają się równolegle do powierzchni liścia i dlatego też liść ma wtedy silniejszą, ciemniejszą barwę zieloną.

Bardzo analogiczny wpływ światła znajdujemy w ruchach t. zw. komórek barwikowych u zwierząt. Barwa skóry zwierząt n. p. żaby lub kameleona, zależy od obecności w skórze szczególnych komórek, zawierających w protoplazmie swojej rozmaicie zabarwione ziarenka. Te to komórki barwikowe są bardzo wrażliwe na światło, i pod jego wpływem wciągają wszystkie swoje wyrostki (których zazwyczaj mają wiele) i kurczą się silnie. Otóż wiadomo, że liczne

zwierzęta, jak n. p. pospolita, zielona żabka drzewna, czyli t. zw. rzekotka, mają zdolność do zmiany ubarwienia: na słońcu przybierają barwę jaśniejszą, w cieniu stają się ciemniejsze. Dzieje się to mianowicie dlatego, że pod wpływem światła, komórki, zawierające barwik zielony w swej zarodzi, kurczą się bardzo, wskutek czego pomiędzy jedną komórką a drugą pozostaje znaczna przestrzeń, niezajęta przez zielone, zabarwione komórki, słowem, ilość zabarwionych punktów na skórze zmniejsza się i dlatego barwa skóry staje się jaśniejszą, przeciwnie zaś, w cieniu komórki barwikowe rozszerzają się, wyciągają liczne wyrostki i wypustki, przerwy pomiędzy niemi zmniejszają się, na skórze występuje zatem znaczniejsza ilość punktów zabarwionych, a przeto barwa skóry musi się wydać ciemniejszą.

Z przytoczonych tu przykładów widzimy, że tak protoplazma roślinna, jak i zwierzęca, jest wrażliwą na działanie światła i wykonywa pod wpływem bodźców świetlnych pewne ruchy określone. Zobaczymy, że i ze względu na inne bodźce istnieje wielkie podobieństwo w zachowaniu się protoplazmy, czyli tego najważniejszego podścieliska życia, u roślin i zwierząt. Bardzo ciekawe jest działanie bodźców chemicznych.

Nadzwyczaj wyraźny i znaczny wpływ wywierają na protoplazmę różne t. zw. środki znieczulające, czyli *anästhetica*, jak n. p. chloroform, morfina, chloral-hydrat i inne. Środki wyżej wspomniane nietylko działają na układ nerwowy czyli na zaródź komórek nerwowych i ich włókien, ale wywierają również działanie na wszelką wogóle protoplazmę zwierzęcą i roślinną. Komórki nerwowe podlegają najłatwiej wpływowi tych środków znieczulających; gdy chloroformuje się n. p. człowieka, chodzi tylko o znieczulenie komórek nerwowych, będących podścieliskiem świadomości; przy zbyt silnem zaś działaniu chloroformu, może nastąpić znieczulenie protoplazmy komórkowej innych także tkanek ciała i zawieszenie czynności życiowych. Kilka przykładów, które przytoczymy, przekonają nas o tem, że i protoplazmę roślinną można „chloroformować“, t. j. znieczulać pod wpływem chloroformu. Najbardziej uderzający przykład pod tym względem przedstawia wspomniany już wyżej czułek (*Mimosa*). Wiadomo, że pod wpływem różnych bodźców mechanicznych czułek wykonywa swoiste ruchy liści. Otóż, jak to po raz pierwszy pokazał Claude Bernard, jeśli czułek znajdujący się w pełni pobudliwości, umieścimy pod kloszem szklanym, pod który podłożymy także kawałek gąbki, nasycony chloroformem, to już po przeciągu pół godziny pary chloroformu znieczulą tak dalece protoplazmę komórek czułka, że po odjęciu klosza będziemy mogli dotykać i nawet silnie uciskać liście czułka, a nie odpowiedzą one na to żadnym ruchem, zupełnie tak samo, jak znieczulone chloroformem zwierzę można drażnić i krajać bez wywołania żadnego odruchu. Że jednak

protoplazma czułka nie została zabitą przez pary chloroformu, lecz tylko znieczuloną, dowodzi tego fakt, że po pewnym czasie, gdy czułek znajduje się na wolnem powietrzu i gdy wpływ chloroformu przemija, pobudliwość rośliny powraca znów do pierwotnego stanu.

Inny, ciekawy przykład znieczulenia komórek roślinnych pod wpływem chloroformu tyczy się grzybków fermentacyjnych: *Saccharomyces cerevisiae*, jak to pokazał Claude Bernard. Wiadomo mianowicie, że grzybek ten (tworzący drożdże piwne), umieszczony w roztworze cukru, wywołuje fermentację alkoholową. Otóż Claude Bernard dodawał nieco chloroformu do roztworu cukru, w którym odbywała się fermentacja, a natychmiast ta ostatnia ustawała, co można było odrazu spostrzedz po tem, iż pęcherzyki dwutlenku węgla, wytwarzającego się między innemi przy tym procesie, przestawały się wydzielać. Gdy następnie grzybki zostały z płynu przefiltrowane, opłókane czystą wodą i znów w świeżym roztworze cukru umieszczone, fermentacja rozpoczynała się na nowo. Widzimy więc, że w tym wypadku znieczulenie grzybków fermentacyjnych przez chloroform objawia się przez utratę zdolności wywoływania pewnych określonych procesów chemicznych.

Bardzo ciekawy szereg doświadczeń tyczy się wpływu chemicznego różnych ciał na kierunek ruchu komórek, co znane jest w nauce pod nazwą chemotropizmu lub chemotaxyi. Nadzwyczajną czułość okazują pod tym względem plasmodja grzybów śluzowych, o których wyżej była już mowa. Masa protoplazmatyczna takiego śluzowatego plasmodjum, pełzającego po podłożu, odczuwa jakby doskonale obecność substancji, które mogą jej służyć za pokarm, oraz obecność ciał szkodliwych, które umie ona doskonale omijać. Stahl [1]) przekonał się, że jeśli n. p. plasmodjum spoczywa na wilgotnej bibule i jeśli na krawędzi tej masy protoplazmatycznej umieścimy kryształek soli kuchennej lub saletry, albo też kropelkę gliceryny, to można wtedy widzieć, jak w miarę rozchodzenia się cieczy po bibule i stykania się jej z coraz większą powierzchnią plasmodjum, to ostatnie kurczy się we wszystkich punktach, w których styka się z ową cieczą, jako bodziec chemiczny działającą, i przesuwa się w te okolice bibuły, króre wolne są jeszcze od drażniącej substancji.

Znany fizjolog-botanik niemiecki, Pfeffer [2]) wykonał znów inny szereg doświadczeń, wielce interesujących. Wykazał on mianowicie, że rozmaite niższe, swobodnie poruszające się organizmy jednokomórkowe tak roślinne jak też zwierzęce, wykonywają ruchy w pewnym ściśle określonym kierunku pod wpływem bodźców che-

---

[1]) *E. Stahl*: „Zur Biologie der Myxomyceten". „Botanische Zeitung" 1884.

[2]) *W. Pfeffer*: „Ueber chemotactische Bewegung von Bakterien, Flagellaten, Volvocineen". Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. Bd. II.

micznych; wykazał to mianowicie na plemnikach, czyli ciałkach nasiennych pewnych roślin (paproci, mchów), na bakterjach, wiciowcach *(Flagellata)*, oraz wymoczkach *(Infusoria)*.

Pfeffer wykonał w następujący sposób słynne swe doświadczenia, które w swoim czasie w wysokim stopniu zainteresowały świat naukowy. Brał on cienkie, włoskowate rurki szklane, na dolnym końcu opatrzone bardzo wąskim otworkiem, wypełnione do jednej trzeciej lub do połowy cieczą, która miała działać jako bodziec chemiczny. Jeśli n. p. taką rurkę, napełnioną słabym roztworem kwasu jabłkowego, prowadził dolnym końcem do wody, w której pływały liczne plemniki paproci, spostrzegł, że z chwilą zetknięcia się kwasu z wodą plemniki zaczęły płynąć w kierunku ku otworowi rurki szklanej i stopniowo przenikać do wnętrza tej ostatniej, słowem, dążyły do kwasu o coraz większem stężeniu. Po kilku lub kilkunastu minutach można już było przy słabem powiększeniu mikroskopowem spostrzec wiele set plemników wnątrz rurki, a po pewnym czasie wszystkie prawie znajdowały się już wewnątrz tej ostatniej. Pfeffer przekonał się przy tem, że im bardziej roztwór kwasu jest stężony, tem silniej działa jako bodziec przyciągający, ale tylko do pewnego stopnia, do pewnej granicy; jeśli bowiem koncentracja przekracza tę granicę, przyciąganie zaczyna się zmniejszać, a wreszcie następuje chwila, w której zjawia się już t. zw. ujemny chemotropizm, t. j. roztwór zaczyna działać odpychająco na ustroje, które też oddalają się od niego. Pfeffer przekonał się, że różne ciała chemiczne zachowują się odmiennie względem rozmaitych ustrojów; tak n. p. wyżej wzmiankowany kwas jabłkowy, który wywiera przyciągający wpływ na plemniki paproci, nie działa wcale na ciałka nasienne mchów — na te ostatnie zaś działa, jako pobudzający środek chemotropijny, cukier trzcinowy 0·1% roztworu. Dalej znów 1% roztwór ekstraktu mięsnego lub asparaginy działa w wysokim stopniu przyciągająco na pewne bakterje i inne ustroje jednokomórkowe. Zupełnie analogiczne zjawiska wykryto w ostatnich czasach co do bezbarwnych ciałek krwi t. zw. komórek wędrujących (leukocytów) u człowieka i zwierząt. Przekonano się, że protoplazma tych komórek odznacza się w wysokim stopniu hemotaksją, że pewne substancje chemiczne wywierają na nie wpływ przyciągający, inne znów działają wprost przeciwnie, co dla patologji i terapji może mieć ogromne znaczenie, gdy procesy te zostaną bliżej poznane i zbadane.

Zbytecznem by było, sądzę gdybym pomnażał jeszcze przykłady, dowodzące, iż protoplazma roślinna i zwierzęca jest pobudliwa, wrażliwa na różnego rodzaju bodźce świata zewnętrznego i że w rozmaity sposób na nie odpowiada, czyli reaguje.

Rozpatrzyliśmy wprawdzie dla przykładu tylko wpływ bodźców świetlnych i chemicznych, ale podobne, liczne bardzo i równie uderzające przykłady moglibyśmy przytoczyć także i co do bodź-

ców cieplnych (termicznych), elektrycznych, mechanicznych i t. p. Słowem, okazuje się, że tak protoplazmie roślinnej, jak i zwierzęcej właściwym jest wogóle znaczny bardzo stopień pobudliwości *(irritabilitas)*, będącej najpierwszym zawiązkiem i najprostszym przejawem czucia, właściwego wyższym ustrojom zwierzęcym, obdarzonym już układem nerwowym. Że zaś protoplazma jest najważniejszem podścieliskiem życia, gdyż czynności, w niej się odbywające, warunkują funkcje fizjologiczne całego ustroju, z wielu komórek złożonego, rzecz oczywista, że stwierdzenie owej pobudliwości w protoplazmie komórek, tak roślinnych, jakoteż zwierzęcych, rzuca niezmiernie ważne światło na stosunek wzajemny obu państw jestestw żyjących i pokazuje, że ta najważniejsza granica, jaką upatrywał jeszcze Linneusz. w zasadzie nie istnieje i że występują tylko pod tym względem różnice natury ilościowej, które u ustrojów najprostszych zupełnie się zresztą zacierają. To też słusznie i trafnie wyraził się znakomity botanik Juljusz Sachs: „Niejednokrotnie wskazywałem podobieństwo objawów pobudliwości w państwie roślinnem do tychże objawów w ciele zwierzęcem, a dotykałem przeto dziedziny badań, która dotychczas za mało jest jeszcze uprawiana. Możnaby powiedzieć, że w ostatniej instancji we wszystkich punktach zasadniczych, do których należą także zjawiska pobudliwości, ciała roślin i zwierząt okazują z konieczności zgodność, ponieważ faktem jest, iż organizm zwierzęcy buduje się całkowicie z substancji organicznych, będących produktami roślin, a we własnościach substancji tych szukać przecież należy wyjaśnienia wszelkich czynności życiowych tak roślin, jakoteż zwierząt. Jeśli nietylko zwierzę, ale nawet człowiek jest zdolen odżywiać się ziarnami i bulwami roślin, a substancja ciała ludzkiego, przez to pożywienie wytworzona, może odbierać wszelkie wrażenia zmysłowe, wykonywać ruchy perjodyczne (serce) i spełniać wreszcie czynności układu nerwowego, a nawet mózgu, to musimy to wszystko sprowadzić do własności tych substancyj, które powstają w roślinie z ciał mineralnych, wody i kwasu węglanego pod wpływem promieni słońca“ [1]),

Niezmiernie jest interesującem, że w ostatnich latach niektórzy botanicy, dopatrując się podobieństwa w objawach wrażliwości u roślin i zwierząt, opisali nawet pewne narządy roślinne, które nazwali organami zmysłowymi. G. Haberlandt[2]), Fr. Noll, B. Nemec i inni opisali narządy służące do apercepcyj światła (jak gdyby narządy wzrokowe), do apercepcji podniet mechanicznych i niektóre inne.

Co do narządów „wzrokowych“ u roślin, najlepiej stosunkowo zbadanych dotychczas, to uznano za takie pewne utwory w naskórku liścia, szczególniej wrażliwe na podniety świetlne. Tak n. p.

---

[1]) *Sachs*: „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“, 1882.

[2]) *G. Haberlandt*: „Die Lichtsginnesorgane d. Laubblätter“, Lipsk 1905.

u rośliny peruwiańskiej *Fittonia Verschaffeltii* występują w wielu punktach naskórka liściowego wielkie komórki zaokrąglone, a na szczycie każdej z nich spoczywa w zagłębieniu drobna komóreczka w postaci soczewki z dwóch stron wypukłej i silnie światło łamiącej. Są to jakby oczka rozproszone na blaszce liściowej pośród zwykłych, drobniejszych komórek naskórka, a Haberlandt przyjmuje, że wierzchołkowa komóreczka pełni podobną rolę, jak soczewka w oku, podstawowa zaś — czynność komórki zmysłowej. Rzecz ciekawa, że te przypuszczalne narządy „wzrokowo-zmysłowe" u roślin mają budowę bardzo podobną do budowy najprostszych organów wzrokowych u zwierząt niższych.

Prawdopodobnie już Linneusz, określając rośliny: *crescunt et vivunt,* a zwierzęta: *crescunt, vivunt et sentiunt,* pojmował, że określenie *sentiunt* — „czują", nie wystarcza, gdy chodzi o ściślejsze odróżnienie rośliny od zwierzęcia. Na tej samej bowiem stronicy swojej *Philosophia botanica* wyjaśnia on bliżej różnice pomiędzy światem zwierząt i roślin następującemi słowami, które powtarza za współczesnym mu botanikiem prof. Ludwigiem z Lipska: „Ciała naturalne tej samej zawsze postaci i obdarzone zdolnością ruchu *(locomotivitate)* zwą się zwierzętami, ciała zaś tej samej zawsze postaci, lecz pozbawione zdolności ruchu, zwą się roślinami". Czy zdolność do ruchu lub brak jej stanowi jednak ściśle naukowe kryterjum, gdy chodzi o odróżnienie ustroju roślinnego i zwierzęcego? Bynajmniej[1]).

Już wyżej, mówiąc o pobudliwości protoplazmy roślinnej, widzieliśmy, że najczęściej objawia się ona pewnym odruchem; widzieliśmy dalej, że plasmodjum grzybów śluzowych pełza po podłożu, że plemniki i zarodniki różnych niższych roślin pływają swobodnie w wodzie i t. p. Wogóle ruchy niższych, jednokomórkowych organizmów roślinnych i zwierzęcych odbywają się w nader podobny sposób i za pomocą bardzo podobnych mechanizmów.

Ustroje roślinne i zwierzęce, które mają t. zw. pełzakowatą postać, t. j. składają się z bryłki protoplazmy o nieregularnych zarysach (n. p. ze zwierząt: pełzaki czyli ameby lub korzenionogi, z roślin: plasmodja śluzowców), poruszają się w taki sposób, iż wyciągają szczególne wyrostki, wypustki, zlewające się miejscami w sieci protoplazmatyczne; wypustki te przytwierdzają się do podłoża, poczem kurczą się, a całe ciało przelewa się jakby w kierunku tych wyrostków. Inne ustroje (n. p. ze zwierząt: wymoczki i wiciowce, z roślin: niektóre wodorosty, zwłaszcza zaś zarodniki ich, oraz plemniki) poruszają się za pomocą cienkich bardzo, ale już stałych wyrostków protoplazmatycznych, mających postać włosków, czyli t. zw. rzęs lub też wici; owe nitkowate wyrostki są mniej

[1]) Por. ciekawe studjum *Maxa Verworna*: „Die Bewegung der lebendigen Substanz". Jena, 1892. Str. 103. W wielu miejscach tej pracy autor wykazuje wielką zgodność objawów ruchowych w protoplazmie roślinnej i zwierzęcej.

lub więcej sztywne, albo też wiotkie wykonywają pewne ruchy i działają przeto jak wiosełka, poruszające w wodzie całą komórkę. Słowem, pod względem zdolności do ruchu samodzielnego niepodobna przeprowadzić granicy pomiędzy niższymi ustrojami roślinnymi a zwierzęcymi, i to jest właśnie powodem, dla którego o wielu niższych organizmach przyrodnicy nie mogą orzec, czy one są roślinami, czy zwierzętami, i przerzucają je to do jednego, to do drugiego królestwa jestestw żyjących[1]).

Zdolność do ruchu właściwa jest nietylko niższym roślinom. Nawet u wyższych, jawno-kwiatowych, tu i ówdzie spotykamy się z jej objawami. Wspomnieliśmy już wyżej o ruchach, wykonywanych przez liście czułka, o ruchach pręcików niektórych roślin, o ruchach, które wykonywają włoski gruczołowe na liściach rosiczki, gdy zostają podrażnione przez owady i t. p. Wszelako wszystkie te ruchy wykonywają rośliny pod wpływem jakiegobądź bodźca zewnętrznego; możnaby je więc przez analogję do pewnych ruchów zwierzęcych podniet, oznaczyć nazwą odruchów czyli refleksów.

Daleko jednak ciekawsze są te ruchy wyższych roślin, które nie powstają pod wpływem widocznego jakiegoś pobudzenia, ale zupełnie jakby samoistnie. Mam tu na myśli interesujące i w podziw wprowadzające botaników ruchy wahadlika *(Hedysarum gyrans)*, rośliny krajów zwrotnikowych, należącej do rodziny motylkowych. Liście wahadlika są długo-ogonkowe i składają się z jednego większego liścia na końcu ogonka i z dwóch mniejszych, osadzonych niżej i naprzeciwko siebie. Otóż w ciągu dnia ogonek wraz z liściem większym wykonywa bezustannie powolne ruchy wahadłowe, to się opuszcza, to znów się podnosi, to nieco szybciej, to znów nieco wolniej. Natomiast listki boczne w dzień i w nocy wykonywają ruchy kołowe z przestankami, w ten sposób, iż wierzchołek każdego listka opisuje koło. Podobne ruchy z przestankami wykonywa warga miodowa niektórych storczyków zwrotnikowych (n. p. *Megaclinium falcatum)*. Liście szczawika, koniczyny, akacji i innych roślin wykonywają w ciemności (stałej) pewne ruchy bez-

---

[1]) Niektórzy biologowie, jak słynny zoolog niemiecki, prof. Haeckel, nie mogąc rozstrzygnąć, czy liczne grupy niższych organizmów są roślinami, czy też zwierzętami, proponowali utworzenie królestwa trzeciego, t. zw. królestwa protistów (Protistenreich), do którego miałyby należeć wszystkie te niższe ustroje, które łączą cechy roślin i zwierząt. Nie dało to atoli żadnego rezultatu; pod względem naukowym podział taki, jako bardzo sztuczny, nie wytrzymał krytyki, pod względem zaś praktycznym okazał się również nieodpowiednim i jeszcze bardziej utrudnił systematykę jestestw żyjących. Gdy bowiem przedtem trudność polegała tylko na tem, czy dane istoty są zwierzętami, czy roślinami, to później zjawiły się kwestje, czy dane grupy zaliczyć do zwierząt, czy do roślin, czy wreszcie do protistów. Podział Haeckla nie został też przyjęty przez innych uczonych. Wskazuje to w każdym razie dobitnie, jak trudnem jest odgraniczenie roślin od zwierząt i jak nieznacznie i stopniowo różnice pomiędzy niemi niwelują się, gdy od wyższych ku coraz niższym przechodzimy ustrojom.

ustanne, a mianowicie, ich organa ruchowe zginają się powoli to do góry, to na dół. Ruchy podobne są nadzwyczajnie interesujące. Sachs[1]) słusznie bardzo powiada, że jakkolwiek pozornie odbywają się one bez żadnej przyczyny, t. j. niezależnie od jakiegokolwiekbądź bodźca, to jednak musimy je uważać za wynik pobudliwości protoplazmy, za skutek pewnych bodźców wewnętrznych, podobnie jak n. p. pulsacje serca u zwierząt nie odbywają się pod wpływem podniet zewnętrznych, a jednak w zależności od pewnych pobudzeń wewnętrznych, mających swe siedlisko w komórkach ośrodków nerwowych. Wreszcie należy jeszcze uwzględnić i tę ważną okoliczność, że jak z jednej strony wielu roślinom właściwa jest zdolność do ruchu, tak znów z drugiej liczne zwierzęta są jej pozbawione; za przykład takich zwierząt służyć mogą gąbki, które z powodu, iż przytwierdzone są nieruchomo do skał i innych przedmiotów podwodnych, uważane były przez długi czas za rośliny, jakkolwiek wszystkie inne cechy pokazują najwyraźniej, że są to ustroje zwierzęce (obecność jamy pokarmowej, otworów, któremi pokarm przenika do jamy trawiącej i otworów, któremi wyrzucane są resztki niestrawione i t. d.).

* * *

Trzecia grupa objawów, wyróżniających rośliny i zwierzęta, tyczy się sposobu odżywiania. W ogólności istnieje pod tym względem uderzająca różnica pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym, ale i ta różnica, jak to niżej zobaczymy, nie jest bezwzględną, a obustronne, liczne wyjątki niwelują ją tak dalece, że nie mamy prawa uważać jej za zasadniczą.

Rośliny przyjmują pokarm mineralny; z ziemi pobierają one wodę i różne sole mineralne, z powietrza — węgiel. Zielone części roślin, a więc te, które zawierają chlorofil, przy działaniu promieni słońca mają własność pobierania z powietrza kwasu węglanego, czyli dwutlenku węgla, i rozkładania go na tlen i węgiel. Tlen uchodzi w powietrze, a węgiel pozostaje we wnętrzu komórek, zieleń zawierających, łączy się w ciele rośliny z wodorem i tlenem i daje różne związki organiczne, jak skrobię czyli krochmal, cukier, błonnik, a w szeregu dalszych, złożonych przemian chemicznych wchodzi też w skład białek roślinnych, azot zawierających. Ta własność pobierania z powietrza węgla nosi nazwę przyswajania lub assymilacji. Tak tedy rośliny mają zdolność wytwarzania w swem ciele substancyj organicznych. Zwierzę natomiast nie może się odżywiać w podobny sposób; ono musi otrzymywać pokarm w postaci gotowych już związków organicznych, które wytwarzają rośliny, karmi się skrobią, cukrem, białkami, tłuszczami i t. d., które pobiera w ostatniej instancji w postaci pokarmów roślinnych (albowiem zwierzęta, które dostarczają innym pokarmu mięsnego, są

[1]) L. c. str. 735.

same roślinożercami). Różnica ta sięga nawet jeszczej głębie. Aby rozłożyć dwutlenek węgla na węgiel i tlen, i aby następnie związać węgiel z innymi pierwiastkami i wytworzyć cały szereg złożonych połączeń organicznych, które znajdujemy w roślinie, potrzeba na to zużyć wielkiej ilości energji (w znaczeniu fizycznem); otóż tej energji dostarczają roślinom promienie słońca w postaci ciepła i światła. To też w połączeniach organicznych, wytworzonych w roślinie, związany jest czyli utajony wielki zapas energji, który, gdy się uwalnia, może znacznej dokonać pracy.

Zwierzę pobiera, jako pokarm, gotowe związki organicznej, w których tedy utajone są owe zapasy energji; ale związki to ulegają w ciele zwierzęcia spaleniu, wskutek procesu oddychania, a przy spalaniu się ich, podobnie jak przy spalaniu się drzewa lub węgla kamiennego, uwalnia się zasób utajonej energji i przeobraża w inne, jawne postaci energji: ciepło zwierzęce, energję mechaniczną (ruch mięśni), i tu jest właśnie źródło sił zwierzęcych.

Widzimy tedy, że w roślinie z ciał prostych powstają złożone związki organiczne, odbywają się w niej wtedy procesy syntetyczne, przyczem energja, dostarczana przez promienie słońca, wiąże się w ciele roślin w energję utajoną. U zwierząt na odwrót: gotowe związki organiczne, które zwierzę pobiera w postaci pokarmu, spalają się i rozkładają, przyczem energja utajona przechodzi w energję jawną, jako ciepło, energja mechaniczna, i t. p. Różnica ta nie jest atoli bezwzględną; u roślin bowiem, obok procesów syntetycznych, odbywają się również pewne procesy analityczne, w ciele zaś zwierzęcem obok analitycznych — syntetyczne. U wielu zaś niższych roślin znajdujemy stosunki zupełnie takie same, jak u zwierząt.

A mianowicie: powiedzieliśmy, że asymilacja, czyli przyswajanie węgla z powietrza, odbywać się może tylko w zielonych częściach roślin; obecność zieleni, czyli chlorofilu, jest tedy nieodzownym warunkiem assymilacji. Tylko zatem rośliny zielone mają zdolność wytwarzania substancji organicznych w warsztatach swych komórek. Wiemy atoli, że istnieją liczne rośiiny, jak n. p. pleśnie lub grzyby, które nie zawieralą wcale chlorofilu; otóż rośliny te nie mogą przyswajać sobie węgla, nie są w stanie drogą syntezy wytwarzać złożonych związków organicznych, lecz odżywiają się podobnie jak ustroje zwierzęce, t. j. karmią się substancjami organicznemi i żyją przeto, jako saprofity, na trupach roślinnych i zwierzęcych, lub też, jako pasorzyty, na żywych roślinach lub zwierzętach. To też grzyby i pleśnie osiedlają się zawsze na gnijących roślinach, na różnych butwiejących substancjach zwierzęcych, lub też czerpią soki z żywych organizmów.

W ogólności bezchlorofilowe rośliny niższe wykazują wiele podobieństwa do zwierząt pod względem sposobu odżywiania się, który może się u nich odbywać najrozmaiciej. Niektóre z tych ro-

ślin czerpią węgiel oraz azot z pewnych tylko specjalnych związków organicznych, n. p. *Mycoderma aceti* pobiera węgiel tylko z kwasu octowego i alkoholu, *Eurotiopsis Gayoni* — tylko z kwasu mlekowego. T. zw. bakterje nitratowe pobierają azot tylko ze związków kwasu azotowego, nitrytowe zaś tylko ze związków kwasu azowego, aminowe tylko z asparaginy, peptonowe — tylko z białek i t. d. T. zw. niktrobakterje, chociaż chlorofilu nie posiadają, mogą znów pobierać węgiel z dwutlenku węgla powietrza, gdy mają podostatkiem n. p. amoniaku, a bakterja siarkowa Beggiatoa, występująca n. p. w takiej obfitości w źródłach siarkowych w Lubieniu pod Lwowem, pobiera siarkę z siarkowodoru i utleniając ją, przerabia w swem ciele na kwas siarkowy. Jakżeż więc rozmaite są sposoby odżywiania się roślin niższych; nie dają się one przeto sprowadzić do prostego schematu, jak to niedawno jeszcze sądzono. A więc pod tym względem nie podobna przeprowadzić ścisłej granicy pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym.

Są dalej śród roślin wyższych pasorzyty, które pomimo, iż żyją na innych roślinach, posiadają chlorofil, jak n. p. jemioła, w tych wypadkach pasorzyt czerpie z rośliny, na której żyje. wodę i sole mineralne, ale bardzo być może, że czerpie też do pewnego stopnia i substancje organiczne.

Najciekawszy atoli przykład roślin, które, posiadając zieleń, odżywiać się także mogą gotowym pokarmem organicznym i, co ważniejsze, pokarmem mięsnym, przedstawiają t. zw. rośliny owadożerne, jak n. p. rosiczka, o której wyżej była mowa, muchołówka i inne. Uderzające i różnorodne urządzenia, służące u tych roślin do pobierania pokarmu organicznego, oddawna zwracały już na siebie uwagę wielu przyrodników. Rośliny owadożerne, jako posiające chlorofil, mogą się wprawdzie obejść bez pokarmu organicznego, ale przekonano się, że pokarm ten korzystnie wpływa na wzrost ich, że pobieranie pokarmu organicznego, jakkolwiek nie jest niezbędne, przynosi im jednak widoczną korzyść. A dziwić się należy rzeczywiście, jak to słusznie zaznacza prof. Sachs w swojej fizjologii roślin, że tak liczne i doniosłe istnieją przystosowania w świecie roślinnym, mające na celu procesy, które nie stanowią koniecznego warunku bytu dla roślin. Przytoczymy kilka przykładów, które wyjaśnią nam czynności roślin owadożernych. Tak n. p. muchołówka *(Dionaea muscipula)* jest małą, roślinką, zamieszkującą bagniste okolice północnej i południowej Karoliny; liście tej rośliny ułożone są w rozetkę. Każdy liść posiada długi ogonek. a blaszka składa się z dwu połówek, które wzdłuż środkowej, podłużnej żyłki (t. zw. nerwu głównego) mogą się ku sobie nachylać i składać, jak dwie połowy księgi. Na wewnętrznej powierzchni każdej z połów blaszki liściowej znajdują się delikatne szczecinki, odznaczające się wielką drażliwością. Gdy owad jaki staje na powierzchni blaszki liścio-

wej i dotyka jednego z włosków, wnet się obie połówki składają i chwytają ofiarę; prócz tego na zewnętrznej krawędzi każdej z połówek znajdują się długie wyrostki, na kształt szczeciastych ząbków; gdy się obie połowy blaszki składają, ząbki jednej połowy wchodzą pomiędzy ząbki drugiej i w ten sposób dopomagają do szczelnego zamknięcia. Gdy owad został schwytany, wtedy liczne gruczołki, pokrywające wewnętrzną powierzchnię blaszki, zaczynają wydzielać ciecz, sok trawiący, który rozpuszcza i trawi ciało owada, sok ten zawiera kwas organiczny oraz ferment, mający własność przeobrażania białek (najważniejszych składników mięśni i innych organów zwierzęcych) w t. zw. peptony, t. j. w rozpuszczalne białka, które mogą być łatwo wessane; pod tym względem działanie tego trawiącego soku muchołówki podobne jest bardzo do działania soku żołądkowego u zwierząt, również zawierającego kwas (solny), oraz pepsynę — ferment, mający własność przeobrażania białek w peptony. Już w cztery lub sześć dni po schwytaniu kilku wielkich owadów, zostają one strawione, wszystkie części miękkie, soczyste ulegają wessaniu, a pozostają tylko niestrawne, twarde części chitynowe, które po rozwarciu się liścia zostają przez wiatr zdmuchnięte. Darwin i Sachs spostrzegli, że rośliny, którym dostarcza się od czasu do czasu takiego pokarmu mięsnego, bardzo zdrowo i dobrze rosną i dosięgają znaczniejszych wymiarów, aniżeli te, którym przeszkadza się przyjmować pokarm taki. Osobniki, pokryte siateczką metalową, a do których tem samem owady nie miały dostępu, pozostawały małe i po większej części nie wydawały kwiatów.

Inne rośliny owadożerne mają znów innego rodzaju urządzenia, służące do chwytania i trawienia owadów. N. p. powszechnie znany dzbanecznik *(Nephentes)*, roślina dziko rosnąca na Madagaskarze, Cejlonie i wogóle w Azji południowo-wschodniej, ma liście opatrzone długimi bardzo ogonkami, a blaszkę liściową przeobrażoną w rodzaj dzbanka głębokiego, w którego dolnej części wydziela się sok trawiący. Owady zwabione miodem wydzielającym się na krawędzi dzbanka, przylatują w wielkiej ilości, zsuwają się po gładkich jak szkło ścianach dzbanka na dół i tam wpadają do zebranej cieczy, w której zamierają, zostają strawione i wessane przez ściany dzbankowatego liścia.

Kilka przytoczonych wyżej przykładów pokazuje nam, że zdolność trawienia pokarmu mięsnego i wogóle odżywiania się pokarmem organicznym nie jest wyłącznie własnością zwierząt, lecz że i rośliny w znacznej mierze ją posiadają.

* * *

Tak więc ani własność czucia — to najważniejsze, zdawałoby się, kryterjum, wyróżniające zwierzęta od roślin, ani własność ruchu, ani wreszcie sposób odżywiania się, nie mogą służyć za cechy, bezwzględnie odgraniczające świat roślinny od zwierzęcego.

Wskazywano inne jeszcze właściwości, które miały jakoby odróżniać dwa wielkie państwa istot żyjących, ale wszystkie, w miarę postępu nauki, okazywały się niepewnemi i niezupełnemi. Sądzono n. p. przez długi czas, że t. zw. błonnik (*celluloza*), który wchodzi w skład błon komórek roślinnych, jest ciałem, wyłącznie tylko roślinom właściwem; później atoli wykryto obecność tej substancji w kilku wypadkach i w ciele zwierzęcem; n. p. t. zw. osłonice (*Tunicata*), ustroje zwierzęce wysokiej stosunkowo organizacji, okryte są z zewnątrz t. zw. płaszczem, który jest wytworem ich skóry i zawiera znaczną bardzo ilość błonnika.

W ostatnich kilku latach zwrócono uwagę na kilka faktów biologicznych, jeszcze bardziej utwierdzających nas w przekonaniu, że zasadnicze granice pomiędzy obydwoma państwami organizmów nie istnieją. Mam na myśli ciekawe spostrzeżenia Loeba nad heliotropizmem i geotropizmem zwierząt, badania Geddesa, Entza i Brandta nad ciałkami chlorofilowemi u zwierząt i wreszcie wyniki badań zoologów i botaników co do identyczności procesów rozmnażania się komórek roślinnych i zwierzęcych.

Loeb [1]) w szeregu wielce interesujących prac wykazał doświadczalnie, że pewne zjawiska, które uważano dotychczas za właściwe wyłącznie roślinom, odbywają się także u zwierząt. Tyczy się to mianowicie t. zw. heliotropizmu i geotropizmu. Heliotropizmem nazywamy własność roślin wyginania pędów swoich w stronę słońca lub odwrotnie (heliotropizm dodatni i ujemny); każdy zapewne, kto kwiaty w mieszkaniu hodował, zauważył, iż rośliny doniczkowe, stojące na oknie lub w pobliżu jego, wyginają się w szczególny sposób, pędy ich zwracają się zwykle wklęsłością ku światłu, wypukłością w stronę pokoju. Heliotropizm polega bezwątpienia na szczególnej wrażliwości protoplazmy komórek roślinnych na bodziec świetlny i należy dlatego do kategorji zjawisk, któreśmy już właściwie rozpatrzyli. Otóż Loeb spostrzegł i doświadczalnie wykazał, że liczne ruchy zwierzęce, uważane dotąd za wynik woli, odbywają się mechanicznie, pod wpływem światła, słowem tak, jak ruchy heliotropijne roślin, pozbawionych także woli; wykazał on również, że zwierzęta, przytwierdzone do gruntu, n. p. niektóre jamochłonne, wyginają jedne części ciała w kierunku do światła, inne w przeciwnym kierunku, podobnie jak to widzimy u roślin. Geotropizm roślin polega znów na tem, że jedne organa rośliny, a mianowicie pędy (łodyga i jej gałęzie) dążą w swym wzroście ku górze, w kierunku przeciwnym działaniu siły ciążenia, inne zaś, a mianowicie korzenie, dążą ku dołowi, t. j. w kierunku działania

[1]) *J. Loeb.* „Der Heliotropismus der Thiere und seine Uebereinstimmung mit dem Heliotropismus der Pflanzen". Würzburg 1890 — Idem. „Weitere Untersuchungen über den Heliotropismus der Thiere". „Pflügers Archiv." Bd. XLVIII. 1890 — Porównaj też *J. Nusbaum:* „O heliotropiźmie u zwierząt" we „Wszechświecie", r. 1891.

siły tej. Wiadomo bowiem, że w jakikolwiekbądź sposób ziarno na ziemię rzucimy, zawiązek korzonka zawsze skieruje się na dół, zawiązek pędu — ku górze, a nawet, gdy doniczkę z rośliną umieścimy dnem do góry, spostrzeżemy po pewnym czasie, że łodyga, sztucznie na dół zwrócona, zagnie się pod kątem i do góry się skieruje, korzeń zaś, zwrócony sztucznie do góry, zagnie się również i podąży ku dołowi. Otóż zupełnie analogiczne zjawiska znalazł Loeb u zwierząt, spostrzegł mianowicie, że wzrost pewnych części ciała zwierzęcego odbywa się w zależności od siły ciążenia i że pewne zwierzęta odbywają ruchy niczem nieprzeparte w kierunku działania siły przyciągania ziemskiego, lub w odwrotnym. Fakta podobne wskazują wielką zgodność ogólnych objawów życiowych u roślin i zwierząt.

Inny znów szereg ciekawych odkryć lat ostatnich tyczy się obecności ciałek chlorofilowych w ciele wielu niższych zwierząt. A mianowicie: u wielu gąbek, stułbi, oraz u niektórych robaków i promieniowców czyli radiolorji (morskie ustroje, należące do pierwotniaków) znaleziono kulki i ziarna zielone, zawierające chlorofil, zupełnie identyczny z chlorofilem roślinnym. Z początku sądzono, że te kulki i ziarna chlorofilu są wytworem samych zwierząt, w których się napotykają; później atoli przekonano się (Brandt, Geza Entz), że w największej liczbie wypadków (a może zawsze) są to samodzielne, jednokomórkowe organizmy roślinne (należący do grupy wodorostów), które osiedlają się w ciele zwierzęcem, i że na tej spółce życiowej zyskują tak zwierzęta, jakoteż rośliny, w nich osiedlone. W zamian bowiem za kwas węglany oraz mineralne części pokarmowe, znajdowane w obfitości w zarodzi zwierzęcia, wodorosty dostarczają ze swej strony temu ostatniemu tlenu, a w części także substancji organicznych, w nich się wytwarzających. Ta spółka zwierząt z roślinami jest dla nas z tego względu wielce ciekawa, iż przypomina spółkę wzajemną niektórych roślin chlorofilowych, a mianowicie pewnych wodorostów z roślinami, pozbawionemi chlorofilu, a należącemi do grzybów; te to w spółce wzajemnej żyjące ustroje roślinne zwą się liszajami, albo porostami (*Lichenes*) i należą do najpospolitszych roślin, które jako tarcze lub też zwieszające się włókna pokrywają pnie drzewne, mury, parkany, skały. Fakta wyżej przytoczone są naturalnie nowym dowodem podobieństwa objawów życiowych u obu wielkich królestw jestestw organicznych.

Widzieliśmy, że pomiędzy życiem komórki roślinnej i zwierzęcej pod względem wielu zasadniczych punktów zachodzi nadzwyczajne podobieństwo; widzieliśmy między innemi, że pobudliwość i zdolność do ruchu jest wspólną protoplazmie zwierzęcej i roślinnej. Ale oto w ostatnich latach przekonano się także, że ważny proces rozmnażania odbywa się również prawie identycznie

w komórkach zwierzęcych i roślinnych. Przy rozmnażaniu się komórek, czyli dzieleniu się ich na komórki potomne odgrywają szczególną rolę t. zw. śródciałka (*centrosomata*) oraz jądra komórkowe, które podlegają podczas podziału pewnym bardzo swoistym przemianom (*karjokineza, mitoza*). Otóż proces ten odbywa się w sposób zupełnie prawie jednakowy u ustrojów roślinnych i zwierzęcych, jak to wykazał szereg ważnych badań lat ostatnich.

Wreszcie u przedstawicieli obu państw wykryto, począwszy od form najniższych, a kończąc na najwyżej uorganizowanych, nader zgodne procesy płciowego rozmnażania się. Tu i tam dwie komórki płciowe, u najniższych jestestw mało się różniące wzajemnie, u wszystkich innych zaś znacznie odmienne pod względem wielkości i postaci: komórka męska (plemnik, czyli ciałko nasienne) i żeńska (jajeczko), łączą się z sobą, przyczem jądra obu komórek zlewają się w jedną całość, a tak powstająca komórka zapłodniona jest zdolna do dzielenia się i wytworzenia nowego ustroju potomnego.

* * *

Jeśli zważymy, że najogólniejsze objawy życiowe, jakiemi są: wzrost, odżywianie się, oddychanie, rozmnażanie, starzenie się i śmierć organiczna — są wspólne jestestwom roślinnym i zwierzęcym, a dalej, że te objawy, które uważane były za wyróżniające jedno królestwo od drugiego, jak czucie, ruch, sposób odżywiania się i t. p., odbywają się również w zasadzie jednakowo, a przynajmniej tak, że nie daje się pomiędzy niemi przeprowadzić ścisła granica, zwłaszcza gdy przechodzić będziemy od ustrojów wyższych do coraz niższych, — zmuszeni będziemy przyznać, że ścisła linja demarkacyjna pomiędzy obydwoma państwami jestestw organicznych nie istnieje, co dowodzi prawdopodobnie wspólności początku najpierwszych ustrojów, jakie pojawiły się niegdyś na ziemi naszej.

PARAZYTYZM I SYMBIOZA W PRZYRODZIE

Pasorzytem nazywamy powszechnie wszelką istotę, która żyje kosztem innej, karmi się jej sokami. Nie zawsze jednak jesteśmy w stanie stwierdzić parazytyzm i odróżnić postaci pasorzytne od wolno żyjących, bo jak nigdzie w przyrodzie nie ma przyskoków, jak wszędzie jedne zjawiska łączą się z innemi za pośrednictwem przejść stopniowych, tak też i w dziedzinie pasorzytnictwa znajdujemy istoty o więcej, albo mniej wybitnych cechach parazytyzmu oraz takie, u których ten ostatni zaledwie daje się wykazać. Pasorzyt wyzyskuje swego żywiciela, ale wyzysk ten bywa bardzo rozmaity; niekiedy jest tak wielki, iż przyprawia o śmierć chlebodawcę, kiedyindziej nie przynosi mu wielkiej szkody; w innych wypadkach pasorzyt, wyzyskując gospodarza, odpłaca się mu za to w mniejszym albo większym stopniu i wówczas parazytyzm przechodzi już w symbiozę, t. j. we wspólne pożycie dwóch lub wielu różnych istot w celu wzajemnego wyzysku, albo wzajemnego wyświadczenia sobie pewnych usług. Gdy liczne zjawiska parazytyzmu znane już były w starożytności, to najważniejsze objawy symbiozy, przeciwnie, poznane zostały dopiero w nowszych czasach. O istocie parazytyzmu miano jednak przez wiele wieków bardzo błędne pojęcia.

Dziś wiemy, że pasorzyt, przebywający wewnątrz lub na powierzchni ciała innego ustroju, dostaje się do swego żywiciela z zewnątrz. Pasorzyty, zamieszkujące wnętrze jelit lub innych trzewi żywiciela, dostają się tam zawsze jako jaja lub zarodki, połykane przypadkowo z pokarmem lub wodą. Wiemy też, jaką drogą odbywa się po największej części ta wędrówka zarodków pasorzytniczych, w jaki sposób zachodzi „zarażanie się“ pasorzytami oraz jak złożonym przemianom podlegają różne jestestwa wskutek przystosowywania się do warunków bytu. Jak każda atoli prawda naukowa, tak i ta nie odrazu i nie prędko została poznana, a przez długie wieki w tej dziedzinie zjawisk biologicznych panowały błędne bardzo poglądy.

Już w pismach Arystotylesa znajdujemy wiadomości o paso-

rzytach, n. p. o kilku gatunkach robaków, zamieszkujących jelita ludzkie. Filozof ten hołdował teorji samorództwa; twierdził, że czerwie legną się z mięsa, móle z rupieci, ikra niektórych ryb z miałkiego piasku przybrzeżnego, tworzącego jakoby wraz z wodą i powietrzem pianę morską! Nie dziw, że wobec tak błędnych poglądów na powstawanie życia wogóle, filozof grecki nie mógł mieć właściwego pojęcia o pochodzeniu pasorzytów i wyobrażał sobie błędnie, że n. p. pasorzyty, zamieszkujące jelita, rozwijają się z resztek pokarmu, jaki się w tychże znajduje, lub że t. zw. „robaki“ białe czyli właściwie gąsienice (much), które pojawiają się niekiedy na otwartych ranach, rozwijają się z samego mięsa.

Myśliciel ten nie wiedział, że we wszystkich tych przypadkach pasorzyty rozwijają się z jaj, lub z zarodków, które się z zewnątrz dostają do żywiciela. Trudno uwierzyć, jak długo i uparcie trzymano się tych nawskroś błędnych i na niczem nie upartych poglądów. Toć przecie w czwartym jeszcze dziesiątku lat naszego stulecia lekarze mówili o „usposobieniu do rozwoju pasorzytów“, twierdzili, że te ostatnie są zawsze wytworem ciała osobników niemi dotkniętych i że powstają na drodze samorództwa!

Wprawdzie już Redi, słynny naturalista włoski XVII stulecia, wykazał, że „robaki“, lęgnące się w mięsie, rozwijają się tam z jaj, składanych przez pewne muchy i że są larwami much tych; wprawdzie Leeuvenhoeck, znakomity badacz holenderski, głosił w końcu siedmnastego wieku, że robaki wnętrzne, pasorzytujące w trzewiach ludzkich, dostają się tam z jaj wraz z wodą używaną do picia albo z mlekiem, „do którego wieśniacy dolewają często wody“ (stary więc to obyczaj!); wprawdzie Pallas, słynny naturalista i podróżnik niemiecki, twierdził również, że pasorzyty dostają się do żywicieli swoich nie inaczej, jak za pośrednictwem jaj, produkowanych w ogromnej ilości przez istoty pasorzytne; — ale wszystkie te, tak słuszne i uzasadnione poglądy długo nie znajdywały należytego uznania i ustąpić musiały na pewien czas miejsca teorji o „odziedziczaniu“ pasorzytów i o samorodnym ich rozwoju u osobników odpowiednio usposobionych[1]).

Teorja o „odziedziczaniu“ pasorzytów głosiła, iż żywiciel, zawierający w swych trzewiach pasorzyty, przekazuje je w spadkobierstwie potomstwu. Vallisnery, Andry, Hartsoecker i inni badacze ośmnastego wieku twierdzili, że ponieważ pasorzyty produkują bardzo wiele jaj, przeto te ostatnie mogą się przedostać do naczyń krwionośnych żywiciela, przeniknąć do różnych jego narządów, unoszone prądem krwi, i że tym sposobem mogą przejść wreszcie do płodu, rozwijającego się w łonie żywiciela, lub wogóle do jego produktów rozrodczych.

---

[1]) p. *Loos*: Parasitismus im Thierreich.

Według tego naiwnego poglądu, dziecko, posiadające robaki, odziedziczyło je po rodzicach, którzy znowu otrzymali je w dziedzictwie po dziadach, pradziadach i t. d. wstecz aż do pierwszych ludzi, którzy na ziemi istnieli. Podobnie też wszelkie zwierzęta odziedziczają jakoby pasorzyty swe od najodleglejszych przodków, niema zaś żadnej infekcji, albo występuje tylko w rzadkich wypadkach. Van Phlessum głosił, że już ze stworzeniem Adama i Ewy istniały w ich trzewiach pasorzyty, których potomstwo trapi do dziś dnia ludzkość. Inni atoli, jak n. p. Rudolphi, oraz słynny helmintolog i lekarz wiedeński Bremser nauczali, że to jest niemożliwe, bo „gdyby rzeczywiście pierwszy pasorzyt, powodujący n. p. kołowaciznę[1]) u owiec, stworzony został jednocześnie z pierwszą owcą — to zarówno ta owca, jak i cały jej gatunek nie mógłby się rozmnażać i wyginąłby, a my — mówi Bremser — nie moglibyśmy dzisiaj zarówno spożywać baraniny, jak i zachowywać tego robaka w alkoholu dla celów naukowych".

Teorja odziedziczania pasorzytów była wynikiem panujących podówczas poglądów preformacyjnych, była ona tylko konsekwencją tych dziwacznych zapatrywań. W miarę zaś, jak poglądy te traciły swe znaczenie, rozmaici uczeni, jak Bremser, Rudolphi i inni, wypowiadać zaczęli wojnę tej teorji.

Na jej miejsce usiłowano postawić inną, ale również błędną teorję, według której robaki wnętrzne mają się jakoby lęgnąć samorodnie w ciele przyszłego swego żywiciela. Odróżniano w medycynie t. zw. chorobę robaczą (*Wurmkrankheit*), podczas której części ciała chorego ustroju mają się jakoby przeistaczać w żywe robaki, albo inne pasorzyty. Przypuszczano n. p., że świerzbowiec powstaje wskutek choroby skóry, której składniki, zmienione patologicznie, przeistaczają się jakoby w owe pajęczaki pasorzytne, lecz nie domyślano się przez długi czas, że przeciwnie, choroba skóry jest w tym razie skutkiem zalęgnięcia się pasorzytów.

Tak więc uczeni błądzili przez długi czas i fałszywie tłómaczyli sobie zjawiska pasorzytnictwa. Trwało to aż do czwartego dziesiątka lat minionego stulecia, kiedy słynne, eksperymentalne badania całego szeregu znakomitych uczonych, jak Siebolda, Eschrichta, Küchenmeistra, a następnie Rudolfa Leuckarta i jego uczniów, zadały cios ostateczny tym błędnym mniemaniom i wykazały, że pasorzyty dostają się do ciała swego przyszłego żywiciela, jako jajeczka lub zarodki z zewnątrz, że zachodzi zarażanie się, czyli infekcja pasorzytami, przyczem drogi i sposoby tej infekcji są nadzwyczaj różnorodne i zależne od wielu warunków.

Objawy pasorzytnictwa w świecie zwierzęcym przedstawiają

---

[1]) Choroba wywołana przez obecność w mózgu owcy pasorzyta *Coenurus cerebralis*.

tak wielką rozmaitość, że nauka o nich mogłaby dziś utworzyć samodzielną, a nader obszerną gałęź biologji. W szkicu niniejszym nie chodzi mi o zapoznanie czytelnika z poszczególnemi wypadkami parazytyzmu, zwłaszcza, iż przytoczenie choćby najważniejszych przykładów zajęłoby niepomiernie wiele miejsca. Zresztą, któż z nas nie wie o tasiemcu, włosieniu, motylicy, o interesujących wędrówkach i przemianach larw tych pasorzytów, oraz o sposobach, jakiemi odbywa się infekcja temi robakami?

Jak wielka istnieje ilość i różnorodność pasorzytów zwierzęcych, wynika to z tego już faktu, iż każda prawie grupa zwierząt zawiera mniej, albo więcej gatunków pasorzytnych. Istnieją pasorzytne pierwotniaki, jamochłony, liczne pasorzytne robaki, skorupiaki, owady, mięczaki, ryby i t. d. Z drugiej zaś strony, nie ma ani jednego gatunku zwierząt, które nie byłoby żywicielem rozmaitych pasorzytów, a po większej części jednocześnie różnych gatunków tychże.

Pod tym względem organizm ludzki przewyższa nieledwie inne istoty żyjące, gdyż ciało pana stworzenia zamieszkiwać może 10 różnych gatunków pierwotniaków, 51 rozmaitych gatunków robaków i do 20 gatunków stawonogów. Zwierzęta domowe, zwłaszcza bydło i świnie, a także żaby i szczególniej ryby są również wielce gościnne dla różnych gatunków pasorzytów. Ilość osobników, zamieszkujących ciało jednego żywiciela, bywa niekiedy olbrzymia, dosięga miljonów! Znany zoolog belgijski, Van Beneden, opisuje, że u pewnego młodego, dwuletniego konia znaleziono w trzewiach kilka miljonów drobnych robaków obłych, do tysiąca większych, 69 tasiemców, 199 czerwi (larw gzów końskich) i sześć wągrów! Miłe towarzystwo i jak na jednego żywiciela, dosyć liczne! Leuckart wspomina o pewnym łabędziu, u którego znaleziono 24 osobników robaka *Filaria labiata* w płucach, 60 osobników robaka *Syngamus trachealis* w tchawicy, przeszło 100 osobników robaka *Spiroptera alata* w żołądku, kilkaset osobników robaka *Holostomum* w jelitach cienkich, około 130 osobników motylic — a pomimo to wszystko, łąbędź miał się zupełnie dobrze, wyżywiając bez szemrania tak liczne i różnorodne towarzystwo.

Ze stanowiska ogólno-biologicznego najważniejszem jest dla nas pytanie, w jaki sposób powstał parazytyzm w ciągu rozwoju rodowego (filogenetycznego), jaką drogą mógł się on wytworzyć? Teorja ewolucji daje na to odpowiedź dosyć zadawalniającą. A mianowicie, rozwój ten odbył się bardzo prawdopodobnie w sposób następujący.

Liczne, małe, nisko uorganizowane zwierzęta, używające pokarmu zwierzęcego, prowadzą życie rozbójnicze, napastują inne, słabsze od nich zwierzęta i żywią się niemi. Wskutek najrozmaitszych warunków może się jednak zdarzyć, że istoty, będące zwykle ofiarą innych w danej okolicy, zmniejszą się bardzo pod względem

ilościowym, lub też zupełnie ulegną zagładzie, tak, iż nie będą już mogły stanowić pożywienia dla owych postaci drapieżnych. Jeżeli wówczas drapieżnicy nie zdołają znaleść sobie innych środków do życia i przystosować się do odmiennych warunków, ulegną również zagładzie.

Biologja zna setki przykładów, dowodzących, że z zagładą pewnych gatunków zwierząt, giną często i inne, które się niemi żywiły. Znamy jednak także liczne bardzo wypadki, pokazujące, że pewne ustroje, w braku dotychczasowego pożywienia, zdolne są do przystosowania się do innego pokarmu. W ostatnich latach wykonywano nawet próby eksperymentalne w tym kierunku, uwieńczone bardzo pomyślnym wynikiem, i przekonano, się że n. p. gąsienice wielu motyli, pozbawione zwykłego pożywienia, powoli i stopniowo przyzwyczajają się do zupełnie innego pokarmu, którego dotychczas nigdy nie używały, i że przystosowawszy się do nowych warunków, uległy nawet pewnej widocznej zmianie w organizacji swojej.

Tak więc owe drobne drapieżniki, o których wyżej była mowa, nie znajdując zdobyczy w drobnych również zwierzętach, któremi przedtem się żywiły, mogą na innej drodze zaspokajać głód swój, a mianowicie: napastować większe gatunki zwierząt.

Nie będąc jednak w stanie uśmiercać ich i całkowicie pożerać, odrywają od nich tylko części ciała, żywią się tylko cząstkami ciała osobników napastowanych, n. p. rzucają się na nie, ranią i wyssawszy nieco krwi, opuszczają. Tym sposobem owe drobne drapieżniki stać się mogą czasowemi pasorzytami. Takiemi są n. p. pijawki, które, znalazłszy ofiarę, sadowią się na niej, przegryzają skórę i wysysają krew, poczem opuszczają żywiciela, znów swobodnie pływają, póki nowa nie znajdzie się ofiara. Takie półpasorzyty, jakiemi są właśnie liczne gatunki pijawek, mogą w braku zwierząt większych, napastować mniejsze, n. p. ślimaki, dżdżownice i t. p. i całkiem je pożerać. Są to więc w części wolno żyjące zwierzęta drapieżne, w części zaś czasowe pasorzyty.

Tak więc przejście od życia rozbójniczego do parazytyzmu połowicznego, czyli czasowego jest zupełnie zrozumiałe i daje się snadnie objaśnić przez zasadę przystosowywania się do warunków. Ustroje, przystosowujące się do owego połowicznego parazytyzmu, otrzymują pewne nowe narządy, w związku z nowemi czynnościami, n. p. otrzymują przyssawki, za pomocą których mogą się czepiać ciała ofiary, ostre, ząbkowane szczęki, któremi mogą przegryzać skórę jej, urządzenia, umożliwiające im ssanie krwi i t. p.

Jeżeli parazytyzm czasowy jest korzystny dla danych ustrojów, jeżeli dzięki niemu mogą się one snadnie odżywiać i co za tem idzie, obficie rozmnażać, łatwo zrozumieć, że przez zasadę doboru naturalnego, dążącego do utrwalenia w ustrojach cech dla nich najkorzystniejszych, parazytyzm będzie się coraz bardziej potęgował.

Dane ustroje, zniewolone do tego warunkami, będą coraz mniej samodzielnie się żywiły, a coraz wyłączniej karmić się będą pasorzytnie, czemu i stopniowa modyfikacja ich budowy coraz lepiej będzie odpowiadała. Tym sposobem ustroje, będące początkowo czasowemi tylko pasorzytami, mogą stać się powoli, w biegu rozwoju rodowego, w ciągu bardzo długiego szeregu pokoleń — pasorzytami stałemi, zupełnemi.

Pasorzyt stały jest z początku zewnętrznym, t. j. przebywa na powierzchni ciała żywiciela, tutaj bowiem warunki otaczające najmniej się jeszcze różnią od tych, pośród których dotychczas przebywali jego najbliżsi przodkowie, wiodący życie pół-pasorzytnicze. Wszelako stałe przebywanie na powierzchni ciała żywiciela nie zawsze jest bezpieczne; liczni bowiem wrogowie czyhają na życie pasorzytów zewnętrznych, nieruchomo przytwierdzonych do skóry żywiciela. O wiele bezpieczniejszemi są różne kryjówki na ciele żywicieli, n. p. szczeliny pomiędzy skrzelami, jama ustna lub nosowa, słowem zagłębienia, do których nieprzyjaciele nie tak łatwy mają dostęp. To też większość pasorzytów zewnętrznych obiera sobie takie kryjówki za miejsce stałego pobytu. Stąd już nie trudne przejście do parazytyzmu zupełnie wewnętrznego; z jamy ustnej przenoszą się n. p. pasorzyty do żołądka i jelit żywiciela. Tym sposobem w biegu rozwoju rodowego powstają przy pewnych warunkach ze zwierząt drapieżnych czasowe pasorzyty zewnętrzne, z tych stałe zewnętrzne, a wreszcie wewnętrzne. Oto etapy filogenetycznego rozwoju pasorzytnictwa w przyrodzie.

Zachodzi jednak pytanie, na jakiej podstawie przyjmujemy taką genezę parazytyzmu w genealogicznym rozwoju świata organicznego?

Tutaj, podobnie jak w wielu innych dociekaniach rodowodowych, opieramy przedewszystkiem swe wywody na porównywaniu różnych stanów u organizmów dziś żyjących. Otóż liczne zwierzęta znajdują się jeszcze w początkowem stadjum pasorzytnictwa, przedstawiają, że tak powiem, jeden z pierwszych etapów, przez które przebiegały postaci pasorzytne w rozwoju rodowym. Tak n. p. pewne gatunki much, gdy nadarza się sposobność, karmią się, jako pasorzyty czasowe, ciepłą krwią zwierząt ssących; gdy jednak nie napotykają ofiar wyzysku, zadowalniają się także padliną. Podobnie też liczne pijawki są jakby rozpoczynającemi się pasorzytami, które przy sprzyjających warunkach karmią się krwią kręgowców, w braku zaś tego pożywienia prowadzą życie rozbójnicze, pożerając mniejsze i słabsze zwierzęta, n. p. ślimaki lub dżdżownice. Dalej, napotykamy w przyrodzie istoty, pozostające, że tak powiem, w stadjum bardziej już posuniętego parazytyzmu; są to pasorzyty stałe, lecz zewnętrzne, n. p. liczne owady pasorzytne, lub pajęczaki z grupy roztoczy, jak świerzbowce, które są stałemi pasorzytami, przebywającemi w skórze ssących i ptaków.

Wreszcie istnieją, jak wiemy, pasorzyty stałe, żyjące w różnych zagłębieniach powierzchni ciała, oraz wnętrzniaki, zamieszkujące już trzewia żywiciela. Ale liczne z tych ostatnich nie są przez całe życie pasorzytami. Motylice n. p. żyją wolno, jako larwy, swobodnie w wodzie pływające, a później dopiero przenikają do ciała żywicieli Różne te stopnie parazytyzmu są, być może, tylko przejściowemi fazami rodowemi; potomkowie pewnych pasorzytów, dziś czasowych, lub zewnętrznych, przeobrażą się może kiedyś w stałe i wewnętrzne. Z drugiej atoli strony liczne, niezupełnie pasorzytne postaci dosięgły już, być może, względnej równowagi w swym rozwoju rodowym, doskonale się przystosowawszy do swego sposobu życia. Należy też mieć na względzie i tę okoliczność, że ze zmianami, zachodzącemi w sposobie odżywiania się i organizacji żywicieli, i ich pasorzyty podlegać muszą pewnym modyfikacjom. Toć dosyć jest porównać faunę helmintologiczną [1]) u dzikich szczepów i u naszych zwierząt domowych, aby się przekonać, że jest ona pod wieloma względami inną u jednych i drugich.

Istnieje jeszcze inna metoda, którą posługuje się biolog w swych dociekaniach filogenetycznych — metoda embrjologiczna. Historja rozwoju osobnika (*ontogenia*) wykazuje, że każde indywiduum zwierzęce przebiega w swym rozwoju kolejne stadja, mniej lub więcej odpowiadające fazom rozwoju rodowego, t. j. tym etapom ewolucji genealogicznej, jakim podlegali rodowi przodkowie danego gatunku w dziejach świata zwierzęcego. Prawo to, które musimy zresztą przyjąć z pewnemi zastrzeżeniami, nosi nazwę prawa rekapitulacji, lub inaczej — biogenetycznego. Jeżeli zatem prawdziwą jest hipoteza, że ustroje pasorzytne pochodzą od swobodnie żyjących, to ślady tych dziejów powinny się były tu i ówdzie zachować w rozwoju osobnikowym pasorzytów. Otóż rzeczywiście liczne fakta stwierdzają to w wielu bardzo wypadkach. Tak n. p. różne skorupiaki pasorzytne, zwłaszcza z grupy wiosłonogów, wąsonogów, równonogów i dziesięcionogów, prowadzą wolne życie jako postaci młodociane i są wówczas larwami, najzupełniej tak samo uorganizowanemi, jak larwy postaci nie pasorzytujących (bardzo rozpowszechnioną jest n. p. larwa, zwana pływikiem — *nauplius*, opatrzona trzema parami odnóży, a właściwa i postaciom pasorzytnym i wolno żyjącym). Dowodzi to więc w wysokim stopniu pokrewieństwa form pasorzytnych i swobodnie żyjących i wspólności ich pochodzenia od jednych i tych samych przodków.

Przejściu ustrojów od stanu wolnego do pasorzytniczego towarzyszy cały szereg zmian morfologicznych i fizjologicznych, będących wyrazem przystosowywania się organizmów do nowych warunków, a zmiany te są wielce interesujące ze stanowiska ogólno-

---

[1]) Helmintologja — nauka o robakach wewnętrznych.

biologicznego. A mianowicie, parazytyzm prowadzi do szeregu uwstecznień czyli przemian regresywnych, powodujących uproszczenie organizacji. Przedewszystkiem stały pasorzyt, nie opuszczając ciała swego żywiciela, nie używa organów ruchu w tym stopniu, jak istota, wiodąca życie samodzielne, czego naturalnem następstwem jest zanik narządów ruchowych, a zwłaszcza kończyn. To też wszystkie pasorzyty wnętrzne nie posiadają organów miejscozmienności, a jest ich również pozbawiona większość stałych pasorzytów zewnętrznych. Ruch dowolny odbywa się, jak wiadomo, w ten sposób, że pobudzenia ruchowe przenoszą się od ośrodków nerwowych po nerwach ku mięśniom, powodując skurcz tychże. Skoro więc u pasorzytów zanikają w znacznej mierze mięśnie, rzecz naturalna, że przez prawo współczynności (korrelacji) ulegać też muszą do pewnego stopnia uwstecznieniu ośrodki nerwowe i nerwy, jest to bowiem ogólną zasadą biologiczną, że z zanikiem lub osłabieniem czynności, dane organa ulegają też degeneracji, a wreszcie i zupełnemu zanikowi.

Ale i pod innym także względem parazytyzm prowadzi do uwstecznienia, uproszczenia organizacji. U pasorzyta, nie mającego potrzeby samodzielnego zdobywania sobie pokarmu, nie ćwiczą się zmysły, nie rozwijają zdolności umysłowe, niezbędne ustrojom swobodnie żyjącym do staczania zaciętych nieraz walk z nieprzyjaciółmi, lub do ścigania zdobyczy — a wszystko to prowadzi również do uproszczenia, lub zaniku organów zmysłowych oraz układu nerwowego.

Wreszcie wnętrzniak, żyjący w trzewiach swego gospodarza i pogrążony, że tak powiemy, całem ciałem w pożywnych sokach, traci po największej części swój przewód pokarmowy i wogóle organa, służące do czynnego pobierania pokarmu i przerabiania go w odpowiedni sposób, albowiem całą powierzchnią ciała, zupełnie biernie, zostają tu wchłaniane soki pożywne ze środowiska otaczającego.

Tym sposobem pasorzyt, przystosowując się do warunków, w jakich się znajduje, traci zwykle w większym lub mniejszym stopniu narządy ruchowe, liczne organa zmysłów, większą część układu nerwowego oraz przewód pokarmowy. Ale jak z jednej strony parazytyzm prowadzi do wielu procesów wstecznych, tak znów z drugiej, odmienne i swoiste warunki jego życia powodują rozwój i doskonalenie się pewnych innych stron organizacji.

Przedewszystkiem tedy pojawiają się pewne specjalne organa, służące pasorzytowi do przytwierdzania się do ciała żywiciela, jakoto: haczyki, przyssawki, smoczki, tak pospolite u rozmaitych pasorzytów. A dalej, obfitość pożywienia i mała potrzeba zużywania energji życiowej sprzyja bardzo rozmnażaniu się; to też pasorzyty odznaczają się zwykle nadzwyczajną płodnością; niektóre wnętrz-

niaki produkują miljony jaj w ciągu swego życia. Są takie, co utraciły niemal wszystkie narządy swego ciała, wyjąwszy organa rozrodcze, a ciało przekształca się w rodzaj worka, który wypełnia się olbrzymią ilością jaj, np. pewne pasorzytne skorupiaki wąsonogie. Samce niektórych robaków tracą wszystkie niemal narządy, wyjąwszy płciowe, i żyją, jako pasorzyty, w ciele samicy, w jej organach rozrodczych.

Nadzwyczajna płodność pasorzytów, uwarunkowana przedewszystkiem obfitością pokarmu, jest ważnem przystosowaniem naturalnem w życiu pasorzytów. W przyrodzie — że tak powiem — chodzi przedewszystkiem o zachowanie gatunku, o utrzymanie łańcucha życia w szeregu pokoleń. Większość zaś pasorzytów, odbywając wędrówki z ciała jednego żywiciela do drugiego, narażona jest przez to na zagładę; potrzeba bowiem bardzo szczęśliwego zbiegu okoliczności i różnych specjalnych warunków, aby młodociane postaci pasorzytów natrafiły na właściwych żywicieli. Jajeczka np. solitera, wydostawszy się z organizmu ludzkiego na zewnątrz, muszą być koniecznie przypadkowo pochłonięte przez świnię lub wołu, aby się mogły rozwijać, a mięso wołowe lub wieprzowe, zawierające zarodki soliterów, (t. zw. wągry) musi być znów spożyte w stanie napół surowym przez człowieka, aby te zarodki mogły się wykształcić w postaci dorosłe. Niektóre pasorzyty muszą dla odbycia całego cyklu przemian przechodzić aż przez trzech różnych, a określonych żywicieli. Ileż to potrzeba szczęśliwych okoliczności, sprzyjających warunków! To też przyroda, dbała przedewszystkiem — *sit venia verbo* — o zachowanie gatunku, produkuje w ciele pasorzytów olbrzymie ilości jaj; miljardy z nich giną, ale wśród tej olbrzymiej masy niektóre przecież natrafić muszą na warunki odpowiednie, zachowując w ten sposób ciągłość gatunku. „Wielu zostaje tu powołanych — ale mało wybranych“.

* * *

We wszystkich typowych wypadkach parazytyzmu dane istoty wyzyskują inne, będące ich żywicielami. Ale znamy takie przykłady pasorzytnictwa, w których nie zachodzi odżywianie się cudzemi sokami, ale jedna istota jest tylko mieszkańcem, lokatorem innej, nie karmiąc się wcale jej kosztem.

Stosunek taki nosi nazwę parazytyzmu przestrzeniowego *(Raumparasitismus)*. Tak n. p. pewne drobne rybki, pospolite w naszych wodach, zwane różankami *(Rhodeus amarus)*, składają swe jaja pomiędzy skrzela mięczaków dwuskorupowych, czyli małżów. W czasie tarła, samica, napotkawszy małża, unosi się nad nim cierpliwie przez długi czas, a w chwili, gdy mięczak rozchyla obie połówki swej muszli, rybka wsuwa do jego jamy płaszczowej długą, różową ceweczkę, na brzusznej stronie ciała rozwiniętą i za jej pośredniict-

wem wpuszcza pewną ilość ikry. Tak postępuje przez dłuższy czas, powierza małżowi liczne jaja i opuszcza go, nie kłopocząc się już więcej o los potomstwa. Tymczasem samiec czyha w pobliżu i wprowadza również do chwilowo się otwierającej muszli mleczko (nasienie), a tym sposobem już w ciele małża odbywa się zapłodnienie złożonej ikry. Jajeczka przenikają w szczeliny pomiędzy blaszkowate skrzela małża i tu pozostają dopóty, dopóki się z nich nie wylęgną młode rybki, które następnie opuszczają gościnne komnaty swego gospodarza.

Zarodków i rybek nie można nazwać pasorzytami mięczaka, nie eksploatują go bowiem, nie wyzyskują, nie karmią się jego sokami, ale własnem swojem żółtkiem jajowem, słowem nie wyrządzają mu żadnej krzywdy. Mali ci lokatorowie osiągają jednak sami nie mały pożytek ze swego mieszkania; gospodarz ochrania ich bowiem mimowoli swem oskorupionem ciałem od napaści nieprzyjaciół, a nadto dostarcza im bezustannie świeżych zapasów wody (wraz z rozpuszczonem w niej powietrzem), albowiem dla celów oddechowych przepuszcza wciąż świeżą wodę przez swą jamę płaszczową, w której zawarte są skrzela.

Znane są i inne jeszcze przykłady takiego parazytyzmu przestrzeniowego. Są one dla nas szczególniej interesujące z tego względu, że przedstawiają jakby przejście od zwykłego pasorzytnictwa do t. zw. mutualizmu, symbiozy[1]) czyli spółżycia polegającego na wspólnem pożyciu dwóch lub większej liczby osobników i na wzajemnem wyświadczaniu sobie usług. Gdy zatem w wyżej rozpatrzonym przykładzie pożycia małża z zarodkami ryb zachodzi jednostronne wyświadczanie usług, to we właściwem spółżyciu mamy zawsze do czynienia ze wzajemną korzyścią, jaką osiągają uczestnicy ze wspólnego pożycia.

Jednym z najciekawszych przykładów mutualizmu jest pożycie skorupiaka morskiego, pustelnika Bernarda *(Pagurus Bernhardus)* z ukwiałem *Adamsia palliata.* Ktokolwiek bywał nad brzegiem morza, zna niewątpliwie tego osobliwego skorupiaka. Pod pewnym względem pustelnik jest podobny do naszego zwykłego raka rzecznego, albo do małego homara, ale różni się od obydwu szczególnym zwyczajem, iż osiedla się wewnątrz pustej muszli mięczaka. Zwykle chowa on w muszli tylko odwłok, gdy tymczasem głowę wraz z potężnemi kleszczami wychyla z otworu muszlowego, a tylko niekiedy, w razie grożącego mu niebezpieczeństwa, wciąga się całkowicie do swego domku. Zwyczaj ten powstał u pustelnika w związku z pewną właściwością jego budowy, a mianowicie ma on odmienne pokrycie ciała (skórę), niż inne skorupiaki. U większości tych ostatnich czarnawa lub brunatnawa skóra jest wszędzie zgru-

[1]) p. *O. Hertwig.* Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben in Thierreich, 1883.

biała, twarda, jest bowiem z zewnątrz opatrzona pokryciem chitynowem, u pustelnika zaś odwłok ma skórę miękką i bezbronną, a tylko głowa, tułów, odnóża głowowe i tułowiowe łącznie z kleszczami są twarde i grubą warstwą chityny opatrzone. Otóż pustelnik ukrywa swój bezbronny odwłok wewnątrz muszli, którą wciąż z sobą dźwiga.

Muszla jest dla pustelnika pancerzem, bez którego ruszyć się nie może; czy w pokoju, czy w walce, zawsze dźwiga ją z sobą, jakby ciężką zbroję. Gdy jest młody, wyszukuje sobie małej muszelki ślimaczej, w miarę zaś, jak sam rośnie, opuszcza dotychczasowe muszle, zastępując je sobie coraz większemi, odpowiednio do wymiarów swego ciała. A muszla ślimacza stała się tak nieodzownie potrzebnem mu schronieniem, że w warunkach normalnych nigdy nie można napotkać pustelnika bez muszli.

Istnieje bardzo wiele gatunków pustelników, a z jednym z nich, mianowicie z pustelnikiem Bernardem żyje w spółce ukwiał *Adamsia palliata*. Ukwiał [1]) ten, podobnie jak niektóre inne, przedstawia się w żywym stanie w postaci utworu galaretowego, barwy jasno pomarańczowej z plamkami czerwonemi. Rozszerzona podstawa ukwiała, przytwierdzona do powierzchni muszli, obejmuje z góry i z boków otwór muszlowy, przez który wychyla się na zewnątrz głowa wraz z kleszczami pustelnika. Otwór ust ukwiała, otoczony licznemi, chwytnemi czułkami (ramionami), zwrócony jest ku głowie pustelnika. W ten sposób połączeni z sobą wspólnicy nie rozdzielają się przez całe życie i wędrują razem. Ukwiał, który sam nie zdolny jest do pełzania, zostaje w ten sposób przenoszony na dalekie odległości przez pustelnika, a że ten ostatni, poszukując pokarmu, rozrzuca nogami piasek i muł na dnie morskiem i wywołuje wir wody, ukwiał chwyta snadnie czułkami liczne, drobne zwierzątka, które mu się same nasuwają. Korzyść osiągana z tej spółki przez ukwiała, jest więc zupełnie jasna. Ale i pustelnik wyzyskuje swego towarzysza. A mianowicie, ukwiał zawiera w swem ciele liczne bardzo nici (t. zw. *acontia*), które może wysuwać na zewnątrz po przez otworki w skórze; nici zaś te usiane są bardzo licznemi pęcherzykami, które noszą nazwę parzydełek. Parzydełka zawierają ostrą ciecz i opatrzone są włoskiem, a wyrzucone z ciała, padają, jakgdyby zatrute strzały, na nieprzyjaciół; włosek przenika do skóry nieprzyjaciela, a ciecz gryząca wchodzi do ranki, sprawiając bolesne, a dla wielu zwierząt śmiertelne nawet sparzenia. Zwierzęta morskie obawiają się tych bolesnych pocisków ukwiała i unikają go przeto starannie. Na tem zaś zyskuje pustelnik, bo liczni drapieżnicy omijają go, w obawie przed parzydełkami wspólnika. Jak ścisłą jest zawarta spółka i jak dalece obaj towarzysze przystosowani są do siebie wzajemnie, wy-

---

[1]) Ukwiały (*Actiniae*) należą do grupy korali (*Actinozoa*) typu jamochłonów (*Coelenterata*).

nika to z tego, iż jeden bez drugiego istnieć nie może. Ukwiał, jak wykazały doświadczenia, nie może wcale żyć bez swego wspólnika i nigdy też nie jest napotykany w przyrodzie w odosobnieniu, pustelnik zaś, sztucznie pozbawiony ukwiała, stara się za wszelką cenę o nowego towarzysza.

Nadzwyczajnie ciekawe doświadczenia wykonano w tym względzie w akwarjum stacji zoologicznej w Neapolu. Wydobyto pustelnika z jego muszli ślimaczej i wypchano ściśle jamę tej ostatniej kawałeczkami płótna, włożywszy ją napowrót do akwarjum. Teraz rozegrała się niezmiernie interesująca scena. Pustelnik próbował naprzód wydobyć kleszczami kawałki płótna z muszli, na której siedział dotąd ukwiał, i usiłował wejść napowrót do swego domku. Gdy po wielu daremnych próbach odstąpić musiał od swego zamiaru, zaczął szukać innej, pustej muszli i wkrótce natrafił na odpowiednią, umyślnie umieszczoną w akwarjum. Ale na muszli nie było towarzysza. Pustelnik powrócił do opuszczonej muszli, zaczął przy pomocy kleszczy ściągać ukwiała i zdjąwszy bez oporu dawnego wspólnika, przeniósł go na nową siedzibę, by znów wspólnie dzielić dolę i niedolę. Doświadczenia te kilkakrotnie powtarzano, z takim samym wciąż skutkiem.

Ukwiały szczególniej są skłonne do zawierania różnych spółek życiowych. Znamy też kilka rodzajów mutualizmu pomiędzy niemi a innemi istotami. Oprócz wyżej opisanej, interesującą jest też symbioza pomiędzy pewnym gatunkiem dużego ukwiału z okolic Batawji, a kilkoma gatunkami rybki rodzaju *Trachichthys Shaw*. Ukwiał ten (z rodzaju *Bunodes)* posiada liczne czułki, do dwóch centymetrów długości, a pomiędzy niemi można bardzo często widzieć po kilka rybek pięknie ubarwionych, które całkiem bezkarnie pływają pod ich ochroną, gdyż większe ryby drapieżne obawiają się pocisków (parzydełek) ukwiała. Prof. Sluiter[1]) umieścił w jednem akwarjum owe drobne gatunki ryb wraz z większemi, a te ostatnie pożarły je wkrótce; natomiast przez wiele miesięcy hodował w jednem akwarjum drobne i większe ryby wraz z ukwiałem, pomiędzy czułkami którego pierwsze znajdowały schronienie. Korzyść, osiągana przez ryby, jest widoczna. Ale spółka ta polega również na wzajemności, gdy bowiem wrzucimy do akwarjum duży kawałek mięsa, rybki wybiegną szybko z pośród ramion (czułków) ukwiała i rozrywając mięso na drobniejsze cząstki, pociągną je z sobą ku ukwiałowi, lub silnemi uderzeniami ogona postarają się przybliżyć je ku tarczy ustnej ukwiała, który też schwyci je ramionami. Gdy pokarm znajduje się już w bezpiecznem dla rybek miejscu, t. j. pomiędzy czułkami wspólnika, rybki razem z nim rozpoczynają biesiadę. W tej symbiozie rybki osiągają, zdaje się, większą korzyść niż ukwiał,

---

[1]) Biolog. Centralblatt, T. IX.

a jak dalece zależy im na tej spółce, dowodzi fakt, że po większej części przy wyjmowaniu z wody ukwiała, rybki dają się raczej złowić wraz ze swym towarzyszem, aniżeli odważają się opuścić go.

Nader ciekawe przykłady symbiozy znajdujemy pomiędzy roślinami i zwierzętami. Tak n. p. znane są w krajach zwrotnikowych stosunki mutualistyczne pomiędzy pewnemi gatunkami roślin i mrówek, zbadane w ostatnich czasach przez Wettsteina, Treuba, Burcka, Schimpera i innych. We wszystkich tych wypadkach mrówki znajdują na roślinie przytułek, bezpieczne schronienie, a bardzo często i pożywienie, udzielają zaś w zamian za to roślinie obrony przed nieprzyjaciółmi, zjadając i tępiąc owady, które ją napastują i niszczą. Niekiedy cała budowa rośliny jest w znacznej mierze przystosowana do owej spółki z mrówkami.

Tak n. p. u rośliny południowo-amerykańskiej *Cecropia peltata* łodyga jest rozszerzona i dęta, t. j. pusta wewnątrz i podzielona za pomocą szeregu przegród poprzecznych na znaczną ilość komór, ułożonych jedna nad drugą. Jeśli przekroimy taką łodygę wzdłuż, napotkamy po największej części wewnątrz każdej komory gniazdo mrówcze, czyli mrowisko.

Łodyga jest niejako wielkim domem mieszkalnym dla mrówek, jest to jakby wysoki budynek o wielu piętrach, z których każde zamieszkuje jedna liczna rodzina mrówcza. Ściany tej dętej łodygi są dosyć grube i twarde, mimowoli więc nasuwa się pytanie, w jaki sposób mali lokatorowie dostają się do wnętrza swych pomieszkań? I pod tym względem budowa rośliny przystosowana jest do mrówek, ułatwiając im wstęp do apartamentów. A mianowicie, od nasady każdego ogonka liściowego ciągnie się na powierzchni łodygi w kierunku pionowym rowek podłużny, kończący się u dołu niewielkiem zagłębieniem na ścianie łodygi. Zagłębienie to przypada tuż pod przegrodą odpowiedniej komory. Dzięki owemu zagłębieniu, ściana łodygi jest w tem miejscu bardzo cienka. Otóż samica mrówcza dostaje się po rowku, który jej drogę wskazuje, do zagłębienia, gdzie z łatwością przegryza cieniutką ściankę łodygi, przedostając się do wnętrza komory, w której składa liczne jajeczka. Tym sposobem zaludniają się mrowiskami oddzielne komory a przegryzione otworki służą mrówkom za wrota ich pomieszkań. Biegając ustawicznie po łodygach i liściach rośliny, mrówki spełniają rolę straży bezpieczeństwa publicznego, która broni gościnnej rośliny od wszelkich szkodników świata owadziego i wciąż znajduje się na posterunku.

Tym sposobem *Cecropia* daje przytułek i schronienie mrówkom, a w zamian za to bronią jej one od napaści gąsienic, mszyc i innych owadów, które w przeciwnym razie wyrządziłyby niemałą szkodę, karmiąc się jej tkankami. Przedewszystkiem zaś gatunki mrówek osiedlające się w *Cecropii* walczą skutecznie z innemi gatunkami mrówek, zwanemi „liścio-krawcami“, które mają zwyczaj

wycinania z liści wąskich pasków, zanoszonych następnie do mrowisk. Z liści tych tworzą owe mrówki papkę, na której wyrastają pewne pożywne dla mrówek pleśnie. „Liścio-krawcze“ mrówki bardzo są szkodliwe dla roślin, a gatunki, zamieszkujące *Cecropię*, napadają na nie, tępią je lub wypędzają, ochraniając tym sposobem gościnną roślinę przed szczękami nieproszonych gości.

Oprócz wspomnianych korzyści, *Cecropia* dostarcza także swym lokatorom pożywnej i smacznej strawy, albowiem u nasady ogonków liściowych znajdują się szczególne twory eliptyczne, nazwane „ciałkami Müllera“, a zawierające w wielkiej obfitości substancje białkowe i tłuszczowe, które stanowią pożywny pokarm dla mrówek i są przez nie bardzo poszukiwane.

Nie wiadomo, czy ciałka te mają jakąkolwiek bezpośrednią doniosłość fizjologiczną dla rośliny. Zdaje się, że główne, jeżeli nie wyłączne ich znaczenie polega na dostarczaniu pokarmu mrówkom i na zwabianiu ich ku roślinie.

Że ciałka te nie mają bezpośredniego znaczenia fizjologicznego, zdaje się to wynikać z faktu, iż jeśli nie zostają spożyte przez mrówki, opadają na ziemię bez pożytku.

I w naszej florze istnieje niemało roślin, odznaczających się t. zw. myrmekofilją (mrówkolubstwem). Liczne rośliny nasze posiadają miodniki nie w głębi koron kwiatowych, lecz w innych miejscach. Miodniki, t. j. gruczołki wydzielające słodki nektar, sprzyjają krzyżowaniu się roślin, gdy znajdują się w głębi koron kwiatowych, w pobliżu narządów rozrodczych (pręcików i słupków), albowiem przywabiają wówczas do kwiatów różne owady, które ocierając się o pylniki pręcików, przenoszą mimowoli pyłek z jednych kwiatów na drugie i pośredniczą tym sposobem w sprawie zapłodnienia i krzyżowania się roślin.

Gdy jednak miodniki mieszczą się na roślinie poza obrębem jej narządów rozrodczych, wówczas nie pośredniczą w krzyżowaniu, lecz spełniają zupełnie inną rolę. A mianowicie, przekonano się, że miodniki służą wówczas po największej części do zwabiania mrówek, które tłumnie odwiedzają roślinę poszukując słodkiego przysmaku i za jedną drogą tępią też różnego rodzaju pasorzyty i szkodniki, dręczące daną roślinę. Mamy więc tu znowu współżycie, polegające na wzajemnych korzyściach.

Interesującą wymianę usług spotykamy u rośliny naszej flory, zwanej pszeńcem *(Melampyrum)*. A mianowicie, liście tej rośliny uposażone są w małe gruczołki, wydzielające słodki nektar, bardzo poszukiwany przez mrówki. Te ostatnie, odwiedzając roślinę, bronią jej temsamem, jak zwykle, od gąsienic i innych szkodników. Ale na tem się nie kończą przysługi, oddawane przez mrówki. Otóż nasiona pszeńca są łudząco podobne do poczwarek mrówczych, i dlatego też mrówki, wędrując w pobliżu rośliny, biorą je za swoje

poczwarki i zanoszą do mrowisk, a tym sposobem przyczyniają się do rozsiewania rośliny. Mrówki wywdzięczają się zatem podwójnie w zamian za słodkie wydzieliny.

Inny znów rodzaj mutualizmu występuje pomiędzy pewnemi niższemi zwierzętami, a jednokomórkowemi zielonemi roślinkami, należącemi do wodorostów. A mianowicie, u wielu pierwotniaków z grupy promieniowców (*Radiolaria*) i wymoczków, oraz u licznych jamochłonów i robaków płaskich, wreszcie u pewnych szkarłupni i mięczaków znaleziono wewnątrz ciała, lub tuż pod skórą, kuleczki zielone, które, jak wykazano przez kulturę tychże, są jednokomórkowemi, mikroskopowemi wodorostami, czyli glonami (*Algae*), zawierającemi gałeczki zieleni czyli chlorofilu.

Zieleń odgrywa, jak wiadomo, ważną bardzo rolę w życiu roślin, albowiem tylko przy jej obecności rośliny przyswajają sobie węgiel z powietrza (asymilują). Pod wpływem promieni słońca, komórki zielonych części rośliny, czyli komórki zawierające zieleń, pobierają z powietrza dwutlenek węgla, czyli bezwodnik kwasu węglanego i rozkładają go na tlen i węgiel, przyczem tlen zostaje wydalony z rośliny, a węgiel zatrzymuje się i służy do budowy substancyj organicznych, bogatych w węgiel, a przedewszystkiem skrobi czyli krochmalu.

Zwierzę, jako nie posiadające w swem ciele zieleni, nie może przyswajać węgla, a odżywia się gotowemi substancjami organicznemi, zawierającemi węgiel, podobnie jak bezzieleniowe rośliny w rodzaju grzybów i pleśni.

Otóż w spółce życiowej zwierząt z wodorostami zielonemi, te zastępują w części zwierzętom chlorofil, przynosząc im tem nie małą korzyść fizjologiczną. Badania Gezy Entza[1]), Brandta, Geddesa i wielu innych biologów nowszych czasów stwierdziły dokładnie tę współzależność. Brandt[2]) wykazał między innemi, że wodorosty, przebywające w ciele zwierzęcia, asymilują węgiel z powietrza, albowiem po przez cienkie powłoki ustroju zwierzęcego może się łatwo odbywać wymiana gazów, zwłaszcza, iż wodorosty zamieszkują po większej części najpowierzchowniejsze warstwy ciała swego gospodarza. Produkt asymilacji, skrobia, w nadmiarze nagromadzająca się w wodorostach, zostaje z nich wydalona na zewnątrz i przenika do miąższu ciała ustroju zwierzęcego, gdzie, jako pokarm, zostaje strawiona. Wzmiankowany badacz wykazał za pomocą odczynników mikrochemicznych, że w ciałach promieniowców, zamieszkanych przez wodorosty, występują w bezpośredniem z niemi sąsiedztwie ziarenka skrobi, a natomiast nie ma ich u promieniowców, pozbawionych roślinek. Spostrzeżenia te, oraz liczne inne dowodzą, że wodorosty, żyjące w spółce ze zwierzę-

[1]) Biolog. Centrallblatt. Bd. I und II.

[2]) Mittheilung aus ber Zoolog. Station zu Neapol, Band IV.

tami, dostarczają im pokarmu organicznego. Z drugiej znów strony zwierzę, wskutek procesu oddychania, wydziela dwutlenek węgla, który służy glonowi jako materjał do asymilacji. Nadto, gdy wodorosty zamierają, ciała ich pozostają w ustroju zwierzęcym i służą mu za pokarm bezpośredni.

Wreszcie wodorosty nadają zieloną barwę licznym zwierzętom, przebywającym pomiędzy roślinami wodnemi, a barwa ta jest ochronną dla zwierząt, trudno je bowiem zauważyć na tle zieleni wodnej; do takich zielonych zwierząt należy np. robak *Vortex viridis*. Tym sposobem zwierzęta i glony przez te spółki wzajemne wyświadczają sobie różnorodne, a doniosłe przysługi.

Symbioza zwierząt z glonami przypomina pod każdym względem spółkę życiową pomiędzy pewnemi grzybami i glonami. A mianowicie, znane są powszechnie porosty (*Lichenes*), rosnące na skałach, głazach, na dzikich turniach, którym charakterystyczny nieraz nadają koloryt, na pniach suchych i gałęziach drzewnych, z których zwieszają się często jakby szaro-zielonawe kępki włosów, na starych płotach lub parkanach, gdzie tworzą znane tarcze białawe, żółtawe lub pomarańczowe, na suchych piaskach pustyni, lub pośród mchów, paproci i widłaków leśnych.

Te to, tak pospolite wszędzie porosty, przedstawiają spółkę grzybów, należących do workowców (*Ascomycetes*), z jednokomórkowemi glonami zielonemi.

Słynne badania De Baryego, Schwendenera, Stahla, Gastona Bonniera i innych wykazały i stwierdziły tę dwoistość porostów, uważanych dawniej za pojedyncze rośliny. Dziś wiemy, że grzyb stanowi główną masę kolonji i przedstawia bezbarwne (bo niezawierające zieleni), długie, rozgałęzione nici, czyli strzępki, złożone z szeregu komórek i najrozmaiciej się przeplatające wzajemnie. Pomiędzy splotami tych nici grzybnych zawarte są kuliste, drobne ciałka zielone, lub niebieskawo-zielone, t. zw. *gonidia*, przedstawiające jedno-komórkowe wodorosty, które opatrzone są gałeczkami zieleni. Dwoistości porostów, to jest faktu, że są one kolonjami dwóch różnych postaci roślinnych, dowodzi najwymowniej historja ich rozmnażania się. A mianowicie, nici grzybne wytwarzają w pewnych okresach czasu woreczkowate organa rozmnażania, w których występują liczne zarodniki. Uwolnione z porostu, poczynają te zarodniki kiełkować (jeśli tylko znajdują się w dosyć wilgotnem środowisku) i tworzą nici grzybne, wzajemnie się przeplatające.

Ale sploty te nie mogą długo istnieć, jeżeli pomiędzy nie nie przenikną glony; te zaś nie rozwijają się z zarodników grzyba, lecz pochodzą bezpośrednio od zielonych glonów kolonji macierzystej, rozmnażających się przez samopodział. Tym sposobem oba składniki ciała porostu rozmnażają się niezależnie jeden od drugiego.

Udało się sztucznie rozłożyć porosty na ich składniki i każdy z nich oddzielnie hodować, a co ciekawsze, przez połączenie czystych kultur grzybów z czystemi kulturami odpowiednich glonów zdołano niejako drogą syntezy wytworzyć sztucznie porost.

Korzyść, jaką osiągają grzyby i wodorosty ze spółki wzajemnej, jest zupełnie analogiczna do korzyści, osiąganych przez symbiozę zwierząt z glonami. Albowiem grzyby, będąc pozbawione chlorofilu, podobne są z tego względu do zwierząt, że nie są w stanie, jak i one, wytwarzać substancji organicznej drogą asymilacji, lecz muszą się karmić gotowemi ciałami organicznemi.

Mogą więc rosnąć w miejscach, gdzie znajduje się wiele próchnicy, mogą żyć na podłożu, obfitującem w ciała organiczne, ale nie są w stanie rosnąć na nagich skałach i kamieniach. Stąd też jasnem jest, jak wielką korzyść osiągają grzyby z pożycia z glonami. Albowiem te, asymilując węgiel z powietrza, wytwarzają materję organiczną, a nadmiar jej oddają oplatającym je grzybom. Grzyby zaś odpłacają się glonom w ten sposób, że ich strzępki, stykając się bezpośrednio z podłożem, czerpią z niego wodę i sole mineralne na pożytek nietylko swój własny, ale i glonów, które oplatają.

Z połączenia grzyba z wodorostami — ponieważ ustroje te opatrzone są różnemi i w pewnem znaczeniu wprost przeciwnemi siłami żywotnemi — rozwinął się złożony organizm, który prześciga wszystkie inne istoty zdumiewającą wytrzymałością życiową i niewybrednością. „Przez tę właściwość, polegającą właśnie na symbiozie, porost stał się pionierem, którego szle naprzód przyroda organiczna, aby przygotowywał najniegościnniejszy nawet grunt innym, prostym, ale już bardziej wymagającym roślinom. Na lodowej północy i na najwyższych szczytach Alp, gdzie przez większą część roku grunt jest silnie zamarznięty, na nagich, próchnicy pozbawionych i bezwodnych skałach, jakoteż na suchej korze drzewnej, w miejscach, gdzie zresztą nic żyjącego utrzymać się nie może, tu zdolne są jeszcze do życia porosty, ze swojem dobrze urządzonem, a na wzajemności polegającem gospodarstwem. Na podobnych zasadach oparta jest także symbioza zwierząt i glonów. Co jedne produkują, to inne zużywają i na odwrót“.

Wykryto następnie, że z korzonkami pewnych roślin żyją w spółce życiowej strzępki grzybów, a co ciekawsze, że na korzeniach roślin motylkowych występują brodawki szczególne (brodawki korzeniowe), zawierające bakterje, które żyją w spółce z korzeniami (Beyerinck, Prażmowski, Schloessinger i Laurent), i że dzięki obecności tych bakteryj, rośliny motylkowe mają zdolność przyswajania sobie wolnego azotu z powietrza. Dla roślin tych zatem korzyści ze spółki są bardzo znaczne, gdyż dzięki symbiozie z bakterjami, rośliny motylkowe zdobywają sobie nader ważny po-

karm — wolny azot, ze zródła niedostępnego dla innych roślin wyższych.

Bakterje znajdują znów ochronę w brodawkach korzeniowych, potrzebną im do życia wilgoć i soki pożywne.

Pochodzenie wspólnictwa wytłómaczyć sobie możemy w podobny sposób, jak genezę parazytyzmu. Ponieważ oparta jest ona na zasadzie korzyści, wynikających z niej dla ustrojów oraz na zasadzie doskonałego przystosowania się organizmów do warunków, jedynem dziś przeto objaśnieniem powstania symbiozy moze być tylko teorja doboru naturalnego. Podobnie jak parazytyzm, tak i wspólnictwo przechodziło w ciągu rodowego rozwoju organizmów pewne etapy. Pierwszym z nich było niewątpliwie czasowe i przypadkowe, t. j. nie kierowane żadnemi, z góry określić się dającemi prawami, łączenie się dwóch lub kilku różnorodnych osobników. Przenikanie n. p. drobnych, żywych wodorostów do nagiej plazmy wielu pierwotniaków może się we wszelkich warunkach odbywać bardzo łatwo, podobnie też n. p. sadowienie się ukwiału na pustej muszli, która staje się później przypadkowo schronieniem pustelnika.

Spółki te były po większej części krótkotrwałe, a tylko tu i ówdzie trwały przez czas dłuższy. Ponieważ zaś im były stalsze, tem większą korzyść życiową przynosiły wspólnikom, rzecz jasna, że dobór naturalny utrwalał je i potęgował, a tak mogły się one w ciągu wielu pokoleń stać nieodzowną koniecznością biologiczną związanych z sobą organizmów.

Możliwem jest, że wspólnictwo rozwinęło się pierwotnie z symbiozy jednostronnej, w której tylko jeden z zespolonych z sobą osobników, osiągał pewną korzyść, nie szkodząc bynajmniej drugiemu, podobnie jak to widzieliśmy w przykładach t. zw. parazytyzmu przestrzeniowego. Dopiero w kolei czasu, wskutek ściślejszego, wzajemnego przystosowania się obu ustrojów do wspólnego życia, rozwinęły się pewne właściwości, polegające na zobopólnem wyświadczaniu sobie usług.

SPIS RZECZY

JÓZEF NUSBAUM-HILAROWICZ

PAMIĘTNIKI PRZYRODNIKA

CENA 400 MAREK

Każdy, kto raz słyszał wykładającego Nusbauma, albo czytał bodaj najdrobniejszy szkic jego pióra nie mógł pozostać obojętnym dla przeglądającej z pod słów lub czcionek jasnej i pogodnej duszy tego wielkiego miłośnika całej żyjącej przyrody.

Ci wszyscy, których Nusbaum wprowadzał do poznania zagadek naszego istnienia — a jest ich tak wielu — wezmą do ręki PAMIĘTNKI PRZYRODNIKA, aby poznać lepiej i dzieło i twórcę. Jest to lektura dziwnie krzepiąca duszę. Pisze o PAMIĘTNIKACH znakomity nasz krytyk i historyk, Michał Rolle:

„Książka niezwykle sympatyczna. Charakterystyczną jej cechą: prostota, skromność i szczerość. Temi zaletami jedna czytelnika, któremu opowiada w sposób barwny dzieje żywota poważnego polskiego uczonego od lat jego dzieciństwa po ostatni etap w doczesnej przez świat wędrówce... Powtarzamy, że książka to sympatyczna i ciekawa, opowiadająca barwnie i dla każdego czytelnika dostępnie o rzeczach, które i dla fachowców niemały przedstawiać muszą interes".

WYDAWNICTWO H. ALTENBERGA WE LWOWIE

POD NAZWĄ

WIEDZA WSPÓŁCZESNA

ma szerokim sferom polskiej inteligencji zawodowej dostarczyć książek w najlepszem tego słowa znaczeniu popularnych, w którychby każdy czytelnik o wykształceniu średniem mógł bez nadmiernego wysiłku znaleźć wiadomości ścisłe w różnych dziedzinach wiedzy naukowo ustalone, potrzebne i pożyteczne.

Zadanie to spełniały u nas dotychczas niemal wyłącznie wydawnictwa obce. Chcemy je zastąpić oryginalnemi dziełami polskiemi, w którychby obok zagadnień ogólnych z należytym naciskiem uwzględniane były problemy naukowe, w dobie obecnej dla nas szczególnie aktualne.

Doborem tematów, przystępnością ich opracowania i naukową wartością treści spodziewamy się osiągnąć cel zamierzony; pragniemy, by książka naukowa, wychodząca w naszym zbiorze stała się w każdym inteligentnym domu równie nieodzowną, jak dzieło sztuki.

Poszczególne tomy WIEDZY WSPÓŁCZESNEJ, obejmujące nie więcej, niż 10 arkuszy druku, ukazywać się będą serjami co kilka miesięcy.

WYSZŁY NASTĘPUJĄCE TOMY:

1. MARCIN ERNST. Energja słońca.
2. JAN PTAŚNIK. Miasta w Polsce.
3. JULJUSZ MAKAREWICZ. Zbrodnia i kara.

W DRUKU:

4. TADEUSZ BRZESKI. Polska jako jednostka gospodarcza.
5. H. STEINHAUS. Czem jest a czem nie jest matematyka.
6. JÓZEF SIEMIRADZKI. Płody kopalne Polski.

W PRZYGOTOWANIU:

KAZIMIERZ ROUPPERT. Zmienność roślin i warunki dziedziczności.

HENRYK UŁASZYN. Nauka o języku.

KONSTANTY SROKOWSKI. Dziennik i dziennikarstwo.

JERZY SMOLEŃSKI. Geografja, jej cele, metody i zadania.

EDWARD STAMM. Komunikacja radjotelegraficzna.