

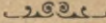
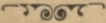
2

Szkice i odczyty z dziedziny biologii.

WIEDZA I ŻYCIE

ZAGADNIENIA I PRĄDY WSPÓŁCZESNE

w dziedzinie wiedzy, sztuki i życia społecznego.


Rok II. — Tom 4.


L W Ó W

NAKŁADEM KSIĘGARNI H. ALTENBERGA

WARSZAWA

KSIĘGARNIA POD FIRMĄ E. WENDE i Spka

1900

Z ZAGADEK ŻYCIA.



Szkice i odczyty z dziedziny biologii

napisał

Prof. Dr. Józef Nusbaum.



LWÓW

NAKŁADEM KSIĘGARNI H. ALTENBERGA

WARSZAWA

KSIĘGARNIA POD FIRMĄ E. WENDE i Spka

1900

57175

550



10 117 / 1

Z drukarni „DZIENNIKA POLSKIEGO” Dr. Feliksa Woynarowskiego
pod zarządem Fr. Kattnera.

Zamiast przedmowy.

„Owoce naszego badania są nietylko wiedzą, ale i istotnem poznaniem, które nosi w sobie zarodki nieskończonego prawie rozrostu, nie zbliżając się wszakże ani na krok jeden ku wszechpoznaniu. Jeżeli poddamy się jednak rozumnej rezygnacyi, jeżeli, jako docześni i znikomi ludzie, którymi jesteśmy, zadowolnimy się ludzkim światopoglądem, zamiast mieć pretensyę do boskiego poznawania, to możemy z największą pewnością powiedzieć: wiemy i będziemy wiedzieli.“

C. v. Naegeli (1884).

„Najważniejsze prawdy w naukach przyrodniczych nie zostały zdobyte ani jedynie przez analizę pojęć filozoficznych, ani też przez samo badanie empiryczne, lecz — przez myślący empiryzm, który w badaniach oddziela istotne od przypadkowego i wynajduje przeto zasady, z których biorą początek liczne dziedziny dociekań. Jest to więcej niż sama empirya, a jeśli chcemy, jest to empiryzm filozoficzny“.

Johannes Müller (1840).

Granica pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym w świetle nowszych badań.*)

Podobieństwa i różnice pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym zastanawiały po wsze czasy biologów i myślicieli. Dwa wielkie królestwa jestestw organicznych przeciwstawiano sobie zawsze i upatrywano pomiędzy nimi 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 nawet z sobą, a dziś poglądy nasze na tę kwestyę 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.

*) „Bibl. Warszawska“ 1897.

Gdy niedawno jeszcze zadawaliśmy się badaniem organizmu roślinnego lub zwierzęcego, jako jednostki żyjącej, jako całości fizyologicznej, dziś wiemy, że ustroj 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 organizmie, 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 fizyologiczne i że życie ustroju jest tak samo wynikiem życia komórek i ich produktów, jak byt społeczeństwa wynikiem 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 poglądu na życie komórki roślinnej i zwierzęcej.

Wielki naturalista szwedzki, Karol Linneusz*)

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

w wiekopomnem swem dziele „Philosophia botanika“ (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 np. polipy, korale lub meduzy (Linneusz nie znajdował w nich nerwów, ponieważ nieznanemu 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 (Zoo-phyta). Istoty te, zaliczone w dzisiejszej systematyce zoologicznej do typu zwierząt jamochłonnych (Coelenterata), odznaczają się jednak znacznym stopniem wrażliwości. Dostyc jest dotknąć polipa, aby natychmiast wywołać skurcz jego ciała i wciągnięcie czułków, czyli szczególnych wyrostków, otaczających otwór ust tego zwierzęcia.

Wszelako i Linneuszowi*) znanym już był

*) „Über die Grenzen des Pflanzen-und-Thierreichs,

fakt, że niektóre rośliny odznaczają się pewnym stopniem wrażliwości, którą oznaczył on nazwą „irritabilitas.“ 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 przemija, znów się rozkładają, a liść cały podnosi się. Podobną wrażliwość wykryto później i u innych roślin, np. *Smithia sensitiva*, *Biophytum sensitivum*. Lecz także pojedyncze liście wielu roślin wykonywają 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 ciało owada, i chwytają je jakby w pułapkę; pręciki berberysu za dotknięciem wykonywają szczególne ruchy energiczne itp. Dzisiejsza fizyologia poznała bardzo dokładnie mechanikę owych nagłych ruchów roślinnych, odpowiadających na pewne bodźce zewnętrzne. Wiemy, że wyżej wspomniane ruchy części ro-

und den Ursprung des organischen Lebens auf der Erde.
Von Prof. Dr. Moritz Willkomm“. Prag, 1888.

ślinnych zależą przede wszystkim 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, tłumaczy 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 np. rosiczka (*Drosera rotundifolia*), roślina pospolita u nas na torfowiskach i łąkach bagnistych. Delikatna ta roślinka — posiada piękną rozetę liści długoogonkowych, 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 błyszczącymi 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 nie tylko małe ciśnienie, wywołane na liść przez siadającego nań owada, przez położony kawałek białka, mięsa itp. wywołuje odruch odpowiedni, ale najdelikatniejsze nawet dotknięcie nitkowatego wyrostka rosiczki wystarcza, by spowodować zagięcie się tego wyrostka do wnętrza. Spostrzeżono np., że drobniutki kawałeczek cienkiego końca włosa kobiecego, ważący tylko $\frac{1}{78740}$ gr., położony na główce nitkowatego wyrostka liścia rosiczki, wywołuje zagięcie się tegoż, a bodziec ten, t. j. ciśnienie to, nie mogłoby być odczuciem przez najwrażliwszą na dotyk część ciała ludzkiego, t. j. wierzchołek języka. Darwin w znakomitem swem dziele o roślinach owadożernych („Insectivorous plants“) wykazał nawet, że zanurzenie żywego liścia rosiczki w tak słabym roztworze fosforanu amoniaku, iż każdy gruczołek mógłby pochłonąć tylko około $\frac{1}{2000000}$ 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 fizjologii 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, że 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 analogia 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, np. 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 ustroju 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, biologia dzisiejsza zdołała w znacznej mierze sprowadzić wszelkie czynności ustrojów do czynności składających je komórek. W skład pojedynczej komórki wchodzi, jak wiadomo, istota na pół płynna, będąca mieszaniną kilku ciał białkowatych, a zwana protoplazmą albo zarodnią, oraz zawarte w niej ciało, bardziej gęste, zwane jądrem komórkowym, które ma nader złożoną budowę; prócz tego komórka może także posiadać błonę zewnętrzną, otacza-

jącą 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, innymi słowy, wykazano zgodność zasadniczych objawów życiowych w elementarnych składnikach ustroju zwierzęcego i roślinnego, a ważna ta zdobycz dzisiejszej biologii odślania 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 związek czynności zmysłowo nerwowych u zwierząt, właściwą jest protoplazmie tak komórek roślinnych, jako też zwierzęcych.*)

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“ (Sachs, Hertwig). Zdolność ta

*) Porównaj: *Claude Bernard*. „Leçons sur les phénomènes de la vie commune aux animaux et aux végétaux“. *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.

jest tak znamienna dla żywej substancji, że można ją uważać za jedno z najważniejszych kryteriów, gdy chodzi o odróżnienie ciała żywego od martwego, a dawniejsi biologowie upatrywali w tej pobudliwości ustrojów przejawy specjalnej siły, którą nazywali siłą życiową (*vis vitalis*). Dziś naturalnie pogląd ten upadł, a jakkolwiek nieznaną nam jest dotąd istota pobudliwości protoplazmy, wiemy jednak, że towarzyszą jej pewne określone, fizyko-chemiczne przemiany w zarodku.

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 jakimś czasie, czyli że równowaga powraca do pierwotnego stanu i pobudliwość znów się pojawia. Zastrzeżenie to jest bardzo ważne, gdyż pod tym względem pobudliwość żywej materii różni się od analogicznych objawów w świecie nieorganicznym. „Właściwość organów pobudliwych — powiada znakomity fizyolog-botanik, Sachs ¹⁾ — mniej polega na tem, że dzięki niestałej równowadze swych części, zostają one w ruch wprowadzane, ile raczej na tem, iż następnie znów stają się

¹⁾ *Julius Sachs*. „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“. Leipzig, 1882. Str. 722.



pobudliwymi i same powracają do równowagi niestałej“. Sachs ilustruje tę ideę znakomicie pomyslanym przykładem, a mianowicie przypomina domek 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 chwili się zawala; widzimy tu wielki skutek, wywołany bardzo małą przyczyną, zupełnie tak samo, jak lekki podmuch lub dotyk wywołuje wielkie odruchy w ciele czułka, rosiczki lub polipa. Jednakże domek z kart, który raz runął, nie jest zdolny 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

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

roślin, jakoteż i zwierząt, znajdujemy przykłady różnego zachowywania się zarodki wobec jednych i tych samych czynników zewnętrznych. Z drugiej strony atoli, różnego rodzaju bodźce wywołują często taką samą zupełnie reakcją, 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 innymi 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“.

* * *

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

Światło jest jednym z czynników, pobudzających w wysokim stopniu protoplazmę, jak tego dowiodły liczne poszukiwania w tym przedmiocie wielu bardzo zoologów i botaników. Tak np. t. zw. grzyby śluzowe (*Myxomycetes*) przedstawiają w pewnym stadyum rozwoju masy protoplazmatyczne, galaretowato-śluzowe, o kształtach nieregularnych, t. zw. plasmodya; te to masy, które znaleźć można np. w lasach wilgotnych, na zbutwiałym drzewie, odznaczają się wielką wrażliwością na działanie promieni świetlnych. Doświadczenia nad temi organizmami są nadzwyczaj interesujące. Gdy plasmodyum rozpostarte jest na jakimś podłożu, i gdy na część jego puścimy wiązkę światła, wnet ta część protoplazmy się skurczy i przesunie do miejsca zacienionego; gdy plasmodyum znajduje się na kawałku zbutwiałego drzewa i gdy ostatnie wystawimy na działanie światła, masa protoplazmatyczna natychmiast usunie się z powierzchni i zagłębi się w szczeliny drzewa, podąży, słowem, do cie-

mności; gdy zaś ten kawałek drzewa wniesiemy do ciemności, plasmodyum wypełźnie znów ze szczelin i rozpostrze się na powierzchni podłoża. Tym sposobem na tem ciełe protoplazmatycznym grzyba śluzowego w znakomity sposób obserwować można wrażliwość na światło, pobudliwość. Podobną wrażliwość spostrzeżono u wielu niższych organizmów zwierzęcych, np. u t. zw. Pelomyxy, która przedstawia ustrój jednokomórkowy, 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 np. w tym względzie interesujące doświadczenia Stahla ¹⁾, oraz rodaka naszego, Strassburgera ²⁾, nad ruchami zarodników różnych

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.

wodorostów. Zarodniki te są to komórki, swobodnie w wodzie pływające; są one zwykle owalno-podłużne, a na jednym końcu opatrzone szczególnymi włoskami, t. zw. rzęsami, które mają zdolność energicznego poruszania się i przez to działają jak wiosła, wprowadzając w ruch całą komórkę. Otóż, te swobodnie w wodzie pływające zarodniki roślinne ulegają w wysokim stopniu wpływowi światła. Stahl wyraża w następujących słowach odnośnie swoje spostrzeżenia: „Światło wywiera wpływ kierujący na ciało zarodników w ten sposób, że ich oś podłużna staje mniej więcej w kierunku promienia świetlnego, przyczem koniec, noszący rzęsy, 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 opatrzone rzęsami 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 światło; otóż po kilku godzinach wszystkie zarodniki,

zebrały się w tej dolnej, niezasłoniętej części rurki; gdy zaś później zasłonięto całą rurkę, z wyjątkiem górnej części, wszystkie zarodniki wypłynęły 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, np. ruchy ziarenek zieleni czyli chlorofilu. Zielona barwa roślin pochodzi, jak wiadomo, stąd, że w protoplazmie komórek roślinnych znajdują się gałeczki t. zw. zieleni, 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 pewnym 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 powierzch-

nię liścia, gałeczki układają się przy bocznych ściankach komórek, w cieniu zaś zajmują one położenie wprost przeciwne, układają się równoległe 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, np. 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 np. 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 zachowywaniu się protoplazmy, czyli tego najważniejszego podścieliska życia, 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 np. 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 np. 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. znieczulić 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 liśćmi. 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 znieczulią 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 krajać i drażnić bez wywołania żadnego odruchu. Że jednak protoplazma czułka nie została zabita 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 znieczulania 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 usta-
 wała, co można było odrazu spostrzedz po tem, iż pęcherzyki dwutlenku węgla, wytwarzającego się między innymi przy tym procesie, przesta-
 wały się wydzielać. Gdy następnie grzybki zostały z płynu przefiltrowane, opłótkane czysto wodą i znów w czystym roztworze cukru umieszco-
 ne, fermentacja rozpoczynała się na nowo. Widzimy więc, że w tym wypadku znieczule-
 nie grzybków fermentacyjnych przez chloroform objawia się przez utratę zdolności wywoływa-
 nia pewnych określonych procesów chemi-
 cznych.

Bardzo ciekawy szereg doświadczeń tyczy się wpływu chemicznego różnych ciał na *kie-
 runek* ruchu komórek, co znane jest w nauce pod nazwą chemotropizmu lub chemotaxii. Nadzwyczajną czułość okazują pod tym wzglę-
 dem plasmodya grzybów śluzowych, o których wyżej była już mowa. Masa protoplazmatyczna takiego śluzowatego plasmodyum, pełzającego po podłożu, odczuwa jakby doskonale obe-
 cność substancji, które mogą jej służyć za pokarm, oraz obecność ciał szkodliwych, które umie ona doskonale omijać. Stahl ¹⁾ przekonał

¹⁾ E. Stahl. „Zur Biologie der Myxomyceten“. „Botanische Zeitung“ 1884.

się, że jeśli np. plasmodyum 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 plasmodyum, 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, które wolne są jeszcze od drażniącej substancji.

Znany fizyolog-botanik niemiecki, Pfeffer ²⁾ wykonał znów inny szereg doświadczeń, wielce interesujących. Wykazał on mianowicie, że rozmaite niższe, swobodnie poruszające się organizmy, tak roślinne, jak też zwierzęce, złożone z jednej komórki (jednokomórkowe), wykonywają ruchy w pewnym ściśle określonym kierunku pod wpływem bodźców chemicznych; 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

²⁾ *W. Pfeffer*. „Ueber chemotactische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten, Volvocineen“. Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. Bd. II.

szklane, na górnym końcu zalutowane, na dolnym otwarte i opatrzone bardzo wązkim otworkiem, wypełnione do jednej trzeciej lub do połowy cieczą, która miała działać jako bodziec chemiczny. Jeśli np. taką rurkę, napełnioną słabym roztworem kwasu jabłkowego, wprowadził dolnym końcem do kropli 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 większym stężeniu. Po kilku lub kilkunastu minutach można już było przy słabem powiększeniu mikroskopowem spostrzec wiele set plemników wewnątrz rurki, a po pewnym czasie wszystkie prawie znajdowały się już wewnątrz tej ostatniej. Pfeffer przekonał się przytem, 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 np. wyżej wzmiankowany kwas jabłkowy, który wywiera przyciągający wpływ na plemniki paproci, nie

działa wcale na ciała 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 bakterye i inne ustroje jednokomórkowe. Zupełnie analogiczne zjawiska wykryto w ostatnich czasach co do bezbarwnych ciałek krwi oraz t. zw. komórek wędrujących (leukocytów) u człowieka i zwierząt. Przekonano się, że protoplazma tych komórek odznacza się w wysokim stopniu hemotaksją, że pewne substancye chemiczne wywierają na nie wpływ przyciągający, inne znów działają wprost przeciwnie, co dla patologii i terapii może mieć ogromne znaczenie, gdy procesy te zostaną bliżej poznane i zbadane.

Zbytecznym-by było, sądzę, gdybym pomnażał jeszcze przykłady, dowodzące, iż protoplazma roślinna i zwierzęca jest pobudliwa, jest wrażliwa na różnego rodzaju bodźce światła 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 bodźców cieplnych (termicznych), elektrycznych, mechanicznych i t. p. Słowem, okazuje się, że tak protoplazmie roślinnej, jak i zwierzęcej właściwym jest wogóle znaczny bardzo stopień pobu-

dliwości (irritabilitas), będącej najpierwszym związkiem 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 funkcye fizyologiczne całego ustroju, z wielu komórek złożonego, rzecz oczywista, że stwierdzenie owej pobudliwości w protoplazmie komórek, tak roślinnych, jako też 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 wyraża się znakomity botanik współczesny, prof. Sachs: „Niejednokrotnie wskazywałem podobieństwo objawów pobudliwości (Reizerscheinungen) w państwie roślinnem do tychże objawów w ciele zwierzęcem, a dotykałem przeto dziedziny badań, która dotychczas za mało jeszcze jest uprawiana. Można-by powiedzieć, że w ostatniej instancyi 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 substancyi organicznych, będących produktami roślin, a we własnościach substan-

cyi tych szukać przecież należy wyjaśnienia wszelkich czynności życiowych tak roślin, jako też zwierząt. Jeśli nietylko zwierzę, ale nawet człowiek jest zdolny odżywiać się ziarnami i bulwami roślin, a substancya ciała ludzkiego, przez to pożywienie wytworzona, może odbierać wszelkie wrażenia zmysłowe, wykonywać ruchy peryodyczne (serce) i spełniać wreszcie czynności układu nerwowego, a nawet mózgu, to musimy to wszystko sprowadzić do własności tych substancji, które powstają w roślinie z ciał mineralnych, wody i kwasu węglanego pod wpływem promieni słońca“ ¹⁾).

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 następującymi 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

¹⁾ Sachs. „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ 1882.

kryterium, 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, że plasmodyum grzybów śluzowych pełza po podłożu, że plemniki i zarodniki różnych niższych roślin pływają swobodnie w wodzie i t. p. W ogóle 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 (np. ze zwierząt: pełzaki czyli ameby lub korzenionogi, z roślin—plasmodya 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 (np. ze zwierząt: wymoczki i wiciowce, z roślin: niektóre wodorosty, zwłaszcza zaś zarodniki ich, oraz plemniki) poruszają się za pomocą cienkich bar-

¹⁾ Por. ciekawe studyum *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.

dzo, ale już stałych wyrostków protoplazmatycznych, mających postać włosków, czyli t. zw. rzęs lub też wici; owe nitkowate wyrostki są mniej lub więcej sztywne, albo też wiotkie, wykonywają pewne ruchy i działają przeto jak wioselka, 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⁾.

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 pretistów (Protistenreich), do którego miały-by należeć wszystkie te niższe ustroje, które łączą w sobie 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 kwestye, 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 nimi niwelują się, gdy od wyższych ku coraz niższym przechodzimy ustrojom.

Zdolność do ruchu właściwa jest nie tylko niższym roślinom. Nawet u wyższych, jawnokwiatowych, 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 gruczułowe włoski 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 analogię do pewnych ruchów zwierzęcych, odbywających się również pod wpływem zewnętrznych bodźców, 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 długoogonkowe 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 wargę miodowa niektórych storczyków zwrotnikowych (np. *Megaclinium falcatum*) i t. p. Liście szczawika, koniczyny, akacyi i innych roślin wykonywają w ciemności (stałej) pewne ruchy bezustanne, 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 jakiegokolwiek bodźca, to jednak musimy je uważać za wynik pobudliwości protoplazmy, za skutek pewnych bodźców wewnętrznych, podobnie jak np. pulsacye serca u zwierząt nie odbywają się pod wpływem bodźców 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 przytwierdzają się nieruchomo do skał i innych przedmiotów podwodnych, uważane były przez długi czas za rośliny, jakkolwiek wszystkie inne cechy pokazują najwyra

¹⁾ l. c. str. 735.

źniej, że są to ustroje zwierzęce (obecność jamy pokarmowej, otworów, którymi pokarm przenika do jamy trawiącej i otworów, którymi wyrzucane są resztki niestrawione, i t. d., 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 bezwzględna, 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, zieleni 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 assimilacji.

Tak tedy rośliny mają zdolność wytwarzania w swem ciele substancji 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 instancyi w postaci pokarmów roślinnych (albowiem zwierzęta, które dostarczają innym pokarmu mięsnego, są same roślinożercami). Różnica ta sięga nawet jeszcze głębiej. 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 energii (w znaczeniu fizycznym); otóż tej energii dostarczają roślinom promienie słońca w postaci ciepła i światła. To też w połączeniach organicznych, wytworzonych w roślinie, związany jest czyli utajony wielki zapas energii, który, gdy się uwalnia, może znacznej dokonać pracy.

Gdy jeden z pierwszych pociągów kolei żelaznej przebiegał równinę w okolicach Paryża, u pewnego słynnego botanika francuskiego zebrane było towarzystwo osób, które wybiegło na balkon, by podziwiać tryumf umysłu ludzkiego. Wtedy gospodarz zapytał: a czy wiecie, jaką siłą posuwa się ten rydwan pary? Odpowiedź brzmiała rozmaicie; siłą ognia, pary, wody, geniusza Stefensona i t. p.; po wszystkich nieu-

dałych próbach uczony botanik oświadczył wreszcie ku wielkiemu zdziwieniu zebranych, że siłą promieni słońca! Bo też rzeczywiście węgiel kamienny, nagromadzony w łonie ziemi, jest produktem roślinności, jaka niegdyś pokrywała ziemię naszą, a nagromadził się on w ciele ówczesnych roślin z kwasu węglanego powietrza pod wpływem promieni słońca; energia tych promieni związaną została w tych masach węglowych; przy spalaniu się zaś węgla, uwalnia się ona i przeobraża się w ciepło, to ostatnie zaś z kolei w pracę mechaniczną, wprowadzającą w ruch nasze maszyny parowe!

Zwierzę przyjmuje za pokarm gotowe związki organiczne, w których utajone są zapasy energii: ale związki te ulegają w ciele zwierzęcia spalaniu, wskutek procesu oddychania, a przy spalaniu się ich, podobnie jak przy spalaniu się drzewa lub węgla kamiennego, uwalnia się zasób utajonej energii i przeobraża się w inne postaci energii: w ciepło zwierzęce, w pracę mechaniczną (pracę mięśni) i t. d., i to 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 energia, dostarczana przez promienie słońca, wiąże się w ciele roślin w energię utajoną. U zwierząt naodwrot: gotowe związki organiczne, które zwierzę pobiera w postaci pokarmu, spalają się i rozkładają, przyczem energia utajona prze-

chodzi w energię jawną, jako ciepło, praca mechaniczna, i t. p. Różnica ta nie jest atoli bezwzględna; 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 asymilacji. Tylko zatem rośliny zielone mają zdolność wytwarzania substancji organicznych w warsztatach swych komórek. Wiemy atoli, że istnieją liczne rośliny, jak np. pleśnie lub grzyby, które nie zawierają 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 organicznymi 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 chlebie, na różnych butwiejących substancjach, lub też czerpią soki z żywych organizmów. Są jednak takie pasorzyty, które pomimo, iż żyją na innych roślinach, posiadają chlorofil, jak np. jemiola; w tych

wypadkach pasorzyt może czerpać z rośliny, na której żyje, tylko wodę i sole mineralne, ale bardzo być może, że czerpie też do pewnego stopnia i substancje organiczne. Najciekawszy atoli przykład roślin, które, posiadając zielen, odżywiać się także mogą gotowym pokarmem organicznym i, co ciekawsze, pokarmem mięsnym, przedstawiają t. zw. rośliny owadożerne, jak np. 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 posiadające 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 np. 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 po-

łówek, 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 liściowej 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, nakształt 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 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 osiągają znacznie większych 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. Np. powszechnie znany dzbanecznik (*Nepenthes*), 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, kryterium, 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 niepewnymi i niezupełnymi. Sądono n. p. przez długi czas, że t. zw. błonnik (celluloza), który wchodzi w skład błon komórek roślinnych, jest ciałem, wyłącznie tylko roślinom właściwym; później atoli wykryto obecność tej substancji w kilku wypadkach i w ciele zwierzęcem; np. t. zw. osłonice (Tunicata), ustroje zwierzęce wysokiej stosunkowo organizacyi, 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 kategorii zjawisk, któreśmy już właściwie rozpatrzyli. Otóż Loeb spostrzegł i doświadczalnie wykazał, że liczne ruchy zwierzęce, uważane dotąd za wynik woli, odbywają się mechanicznie, pod wpły-

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. Nussbaum*. „O heliotropizmie u zwierząt“ we „Wszechświecie“, r. 1891.

wem światła, słowem tak, jak ruchy heliotropijne roślin, pozbawionych także woli; pokazał on również, że zwierzęta, przytwierdzone do gruntu, np. 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 ciężenia, inne zaś, a mianowicie korzenie, dążą ku dołowi, t. j. w kierunku działania siły tej. Wiadomo bowiem, że w jakikolwiekby 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 ciężenia 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 pomieniowców czyli radioloryi (morskie ustroje, należące do pierwotniaków) znaleziono kulki i ziarna zielone, zawierające chlorofil, zupełnie identyczny z chlorofilem roślinnym; przekonano się dalej, (Brandt, G. Entz), że dzięki obecności tego chlorofilu ustroje zwierzęce mogą przyswajać sobie z powietrza węgiel, zupełnie tak samo, jak chlorofilowe rośliny zielone. Z początku sądzono, że te kulki i ziarna chlorofilu są wytworem samych zwierząt, w których się napotykają; później atoli przekonano się, że w największej liczbie wypadków (a może zawsze) ciała chlorofilowe w ciele zwierząt są samodzielnymi, jednokomórkowymi organizmami roślinnymi (należącymi do grupy wodorostów), które osiedlają się w ciele zwierzęcem, i że na tej spółce życiowej zyskują tak zwierzęta, jakoteż roślinki, w nich osiedlone. W zamian bowiem za kwas węglany oraz mineralne części pokarmowe, znajduwane w obfitości w zarodki 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, parkany, skały i t. p. 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 innymi, 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 najważniejszą rolę t. z. śródciałka (centrosomata) oraz jądra komórkowe, które podlegają podczas podziału pewnym bardzo swoistym przemianom (karyokineza, 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 budowy: 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, jakimi 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 nimi przeprowadzić ścisła granica, zwłaszcza gdy przechodzić będziemy od ustrojów wyższych do coraz niższych, — zmuszeni będziemy przyznać, że ścisła linia de-

markacyjna pomiędzy obydwoma państwami jestestw organicznych nie istnieje, co dowodzi prawdopodobnie wspólności początku najpierwszych ustrojów, jakie pojawiły się niegdyś na ziemi naszej.

Dawniejsze i nowsze poglądy na rozwój osobnika zwierzęcego.¹⁾

Z chwilą, gdy Harvey w drugiej połowie siedemnastego wieku wypowiedział słynny swój aforyzm: „omne vivum ex ovo“, t. j. każda istota rozwija się z jaja, coraz bardziej utrwałać się zaczęła w nauce idea, że wszelki ustrój rozwinąć się może tylko z organizmu rodzicielskiego, i że jajo jest źródłem życia zarodka. Udział męskiego elementu rozrodczego był jeszcze przez długi czas nieznan, Harvey bowiem wyobrażał sobie, jak i liczni inni współcześni mu uczeni, że nasienie pobudza tylko jajo do rozwoju, działając na nie z odległości, za pośrednictwem t. z. tchnienia nasiennego „aura seminalis“. Wykrycie prawdy, że ustrój rozwija się z jaja, pociągnęło za sobą dalsze dociekania, a mianowicie zapytywano, w jaki sposób z jajeczka, niejednokrotnie nadzwyczaj małego, powstawać może skomplikowany ustrój zwierzęcy ze wszystkimi właściwymi mu orga-

¹⁾ Odczyt wygłoszony na 22. Walnem Zgromadzeniu Tow. Przyr. im. Kopernika we Lwowie, 20. Lutego 1893 r. Rozszerzony i uzupełniony.

nami i częściami tychże, tworzącemi iście cudowną całość harmonijną? Umysły ówczesnych uczonych nie mogły pogodzić się z ideą, aby jajeczko nie posiadało złożonej budowy i aby skomplikowany ustrój zwierzęcy powstawał z zawiązka prostego, nie zawierającego żadnych gotowych już części przyszłego organizmu. Wszyscy więc myśliciele-biologowie siedemnastego i osiemnastego wieku, jak Svammerdam, Malpighi, Haller, Bonnet i inni wyobrażali sobie w następujący sposób rozwój ustroju.

W jaju zwierzęcem znajdują się już, sądzono, gotowe i zupełnie wykształcone wszystkie organa i części ciała danego zwierzęcia, słowem, jajo jest małym ustrojem, najzupełniej podobnym do dorosłego, jest jego miniaturą. Miniatura ta różni się od organizmu dorosłego nie tylko swymi nadzwyczaj drobnymi wymiarami, ale i tem także, że wszystkie części ciała i narządy są w niej mocno zwinięte, skurczone, podobnie jak płatki, pręciki, słupki i inne części kwiatu są zwinięte i stulone wewnątrz pąka kwiatowego. Gdy jednak zapomocą ówczesnych środków optycznych nie umiano dostrzedz w jaju tych wszystkich części, nie widziano w miniaturowym ustroju jaja ani mózgu, ani kości i t. d., tłómaczono sobie to po pierwsze tem, iż owe części są zbyt drobne, aby je można było odróżnić, po drugie zaś tem, że są one jak szkło przezroczyste. Czego więc badanie zmysłowe nie mogło dowieść bezpo-

średnio, to starano się wytłumaczyć zapomocą zręcznie pomyślanej hipotezy. Rozwój jaja, rozumowano dalej, polega tylko na rozwijaniu się (evolutio) zwiniętych dotąd części i na rozroście tychże. Według tego poglądu nic więc na nowo nie powstaje, nie ma żadnego nowotworzenia się, „nulla est epigenesis“, a tylko ma miejsce rozrost i rozwijanie się (w dosłownem znaczeniu tego wyrazu) istniejących już części. Dlatego też teorya ta nosiła nazwę teoryi ewolucyi lub przedistnienia, czyli preformacyi. Pierwsi szermierze teoryi przedistnienia stosowali ją tylko do żeńskich elementów rozrodczych, t. j. do jaj. Gdy atoli w drugiej połowie siedemnastego wieku wykryte zostały (Hamm, Leeuwenchoeck) w nasieniu zwierzęcem ciała nasienne, czyli, jak je dawniej nazywano, „animalcula“, zjawiło się pytanie, w którym z elementów rozrodczych, męzkim, czy żeńskim, t. j. w jaju, czy ciałku nasiennem, przedistnieje przyszły organizm? Od tej chwili ewolucyoniści podzielili się na dwa obozy, na t. z. owulistów i animalkulistów; pierwsi, na czele których stanął słynny anatom Haller, twierdzili, że ustrój przedistnieje w jaju, i że nasienie służy tylko za niezbędny pokarm dla tego ostatniego, drudzy zaś, t. j. animalkuliści, twierdzili, że ciało nasienne t. j. animalculum, jest właśnie miniaturowym ustrojem, że ono zawiera wszystkie części ciała i organa przyszłego zwierzęcia, które są w niem skurczone i zwinięte.

Hartsoecker, Dalepadius, Gautier i inni animalkuliści, do których należał także słynny Spallanzani, badali pod mikroskopem ciątka nasienne, a w t.z. główkach tychże dostrzegali części ciała przyszłego organizmu. Hartsoecker w swojej „Essay de Dioptrique“ (1694) wyrysował nawet w męzkim ciątku nasiennem siedzącego w kuczki człowieczka z wyraźnymi rękami i nogami! Leeuwenhoeck twierdził, że nawet i płęć potomstwa zależy tylko od płci „animalkulów“, że te ostatnie bywają już od samego początku osobnikami męzkimi lub żeńskimi. Jajo uważano tylko za pokarm, niezbędny dla animulkulów.

Teoria ewolucyi, przeprowadzona z wielką konsekwencyą, doprowadzić musiała do dalszych, dziwniejszych jeszcze i nieprawdopodobniejszych wniosków. Jeśli w jaju lub ciątku nasiennem, rozumowano, znajdują się gotowe wszystkie organa i części ciała przyszłego zwierzęcia, i jeśli nic się na nowo nie tworzy, a wszystko już przedistnieje, to muszą też znajdować się w elementach rozrodczych narządy płciowe zwierzęcia wraz z rozwiniętymi już, a tylko małemi jajami, względnie ciątkami nasiennymi, a te znów z kolei zawierają przedistniejące całe przyszłe pokolenie i t. d. W ten sposób wiercono, że w jaju lub ciątku nasiennem znajduje się nietylko jeden, zupełnie rozwinięty, miniaturowy osobnik zwierzęcy, lecz że za-

wartą jest w niem nieskończona ilość coraz to późniejszych potomków.

Z wielkim zapałem starano się nawet w przybliżeniu obliczyć, ile zarodków wszystkich przyszłych pokoleń ludzkich mogło być zawartych w jajniku matki Ewy i ilość tę obliczono wtedy w przybliżeniu na 200.000 milionów, jak to znajdujemy w słynnym dziele Hallera: *Elementa physiologiae* (1758).

Interesujący jest poniższy ustęp ¹⁾, który przytaczam w przekładzie dosłownym z dzieła Hallera, bo wykazuje on dosadnie, na jak niedorzecznych rozumowaniach opierali odnośne poglądy najwybitniejsi uczeni przeszłego stulecia, a do takich należał bezsprzecznie Haller:

„...robiono zarzut, że to niemożliwe, aby w jajnikach Ewy lub w jądrach Adama tyle było miejsca, iżby zarodki wszystkich ludzi, którzy dotychczas żyli i którzy żyć będą do końca świata, znaleźć mogły pomieszczenie w tak małej przestrzeni. Jeżeli jednocześnie żyje na powierzchni ziemi tysiąc milionów ludzi i jeżeli jedno pokolenie obliczymy na lat trzydzieści, a wiek ziemi na sześć tysięcy lat, to znajdziemy, że było dwieście pokoleń i że żyło dwakroć sto tysięcy milionów ludzi; liczba zaś ta nie jest taką straszną... Nastręcza się wprawdzie przytem ta trudność, że musimy przy-

¹⁾ „Anfangsgründe der Physiologie“, Hallera. Przekład z łaciny J. S. Hallego 1776. Tom 8. str. 257.

jąc koniecznie w jajniku najstarszej córki prarodzicielki Ewy istnienie wszystkich dzieci oprócz jednego, a u wnuczki — również wszystkich oprócz dwojga. Ale pomiędzy temi przyszlęmi matkami a ich płodami nie koniecznie musiał istnieć taki sam stosunek, jak pomiędzy dorosłemi. Nic nam nie przeszkadza, abyśmy nie uznali płodów za mniejsze, niż tego wymaga stosunek; możemy uważać całą matkę za delikatną osłonę płodu, a do milionów dodać jeszcze miliony takich osłon, a sumę tę powiększyć może jeszcze dwieście razy“.

Takie nawskróś błędne teorye, obecnie wydające się nam wprost niedorzecznymi, a ugruntowane na wierze w nieskończoną podzielność materii organizowanej, panowały w biologii przez cały wiek osiemnasty oraz w początkach bieżącego stulecia, bo gdy w r. 1759 znakomity badacz niemiecki, Fryderyk Kasper Wolff wystąpił z śmiałą krytyką teorii ewolucyi i dowodził, że części ciała i organa przyszłego zwierzęcia w jaju zapłodnionem nie przedistnieją, lecz że w miarę rozwoju występują kolejno jedno po drugim, to oburzył przeciwko sobie wszystkich współczesnych mu biologów, a dopiero począwszy od r. 1812, zapatrywania Wolffa zaczęły zyskiwać sobie zwolenników, których zastęp wzrastał z każdym rokiem. Dla nas ważnym jest fakt, że już w r. 1804, kiedy teorya ewolucyi powszechnie prawie jeszcze panowała, Jędrzej Śniadecki

w swojej „Teoryi Jestestw Organicznych“ wystąpił jako jawny jej przeciwnik, twierdząc że „w upłodnionem jaj... żadne nie jest uformowane narzędzie“ i że „wyrobienie różnych soków, części i narzędzi idzie kolejno“ i, odbywa się w pewnym stałym, określonym porządku.

Nie będziemy w tem miejscu szczegółowo rozpatrywali, jak dzięki pracom całego zastępu genialnych badaczy, z których w pierwszej linii wymienić należy Wolffa, Pandera i Ernesta v. Baera, ostatecznie ugruntowaną została teoria wprost przeciwna ewolucyi, a mianowicie t. z. teoria epigenezy, polegająca na tem, że w zapłodnionem jaj powstają stopniowo różne części ciała i organa zarodka. Nie będziemy też rozpatrywali dziejowego przebiegu postępów embriologii nowoczesnej, a zaznaczymy, że prace v. Baera, Remaka, Haeckla, Kowalewskiego i wielu innych, ugruntowały teorię t. z. pierwotnych organów ciała zarodka, t. j. organów, z których tylko drogą dalszego i stopniowego różnicowania się powstają kolejno wszystkie ostateczne narządy ciała. Pomijając tedy część historyczną przedmiotu, postaramy się w krótkich słowach, o ile tylko pozwolą na to ramy niniejszego wykładu, przedstawić ogólny pogląd dzisiejszy na przebieg rozwoju ciała zwierzęcego, pogląd oparty już nie na domysłach i hipotezach, lecz na setkach i tysiącach obser-

wacyj, z nadzwyczajną ścisłością przeprowadzonych.

Każdy organizm bierze początek z jednej komórki: z jaja, które zostaje uprzednio w największej liczbie przypadków zapłodnione. Z rozpoczęciem rozwoju jajo dzieli się na dwie części t. j. na dwie komórki, z których każda znów się z kolei dzieli i t. d. W rezultacie tworzy się mniej lub więcej znaczna ilość skupionych komórek zarodkowych, jak gdyby cegiełek, z których ma powstać ciało płodu. Tak więc pierwszym etapem rozwojowym jest nagromadzenie się większej lub mniejszej ilości jednakowych jednostek elementarnych. Komórki te tworzą albo skupienie pełne, albo też układają się na obwodzie kuli, ograniczając jamę środkową. W tym agregacie jednakowych dotąd i jednorodnych elementów występuje wkrótce zróżnicowanie, t. j. zjawiają się dwie grupy elementów, z których każda stanowi zawiązek odmiennych grup przyszłych narządów. Te dwie najpierwotniejsze grupy elementów zarodkowych noszą nazwę dwóch pierwotnych listków zarodkowych. Jeśli zarodek przedstawia spoisty agregat komórek, to dwa pierwotne listki powstają przez proste wyróżnienie się obwodowej warstwy komórek i środkowej, przyczem komórki obwodowe, przyjmujące odmienną postać, tworzą t. z. listek zewnętrzny, środkowe zaś wewnętrzny. Jeśli zaś pierwotny agregat jednakowych elementów jest jamisty, t. j. komórki jego

ułożone są na obwodzie i ograniczają jamę środkową, wówczas najczęściej, t. j. u większości zwierząt, zarodek różnicuje się na dwie półkule o odmiennym charakterze, a jedna z półkul czyli połów pęcherza wpukła się coraz bardziej do wnętrza drugiej, tak że wreszcie zostaje zupełnie otoczona przez tę ostatnią i zarodek przedstawia pęcherz o podwójnej ścianie: zewnętrznej i wewnętrznej, czyli o dwóch, jak mówimy, pierwotnych listkach zarodkowych. Zarodek, którego elementy komórkowe różnicowały się na dwie grupy, na dwa różne „listki zarodkowe“, zowie się gastrulą. U wszystkich zwierząt wielkomórkowych, a więc u jamochłonnych, szkarłupni, robaków, mięczaków, stawonogów, osłonnic i u kręgowców, począwszy od ryb, a kończąc na ssących, wszędzie i stale znajdujemy w rozwoju stadyum złożone z dwu pierwotnych warstw czyli listków zarodkowych, słowem stadyum gastruli, i to właśnie stanowi zasadniczą myśl słynnej idei Haekla, ochrzczonej nazwą „gestraeateoryi“.

W wielu wypadkach (np. u wypławek, mięczaków) obie wspomniane grupy komórek, stanowiące dwa pierwotne listki zarodkowe, złożone są, każda, z nieznacznej bardzo ilości komórek, n. p. odróżniamy tylko w zarodku cztery komórki w listku zewnętrznym i cztery w wewnętrznym. Otóż w każdej z tych grup komórek odbywa się znów agregacja czyli nagromadzanie elementów, wskutek podziału ist-

niejących już, składających je komórek, a tym sposobem w każdym z listków zarodkowych wzrasta ilość elementarnych jednostek.

W miarę tej wzrastającej agregacji, występuje nowe różnicowanie się; a mianowicie, pierwotny listek wewnętrzny różnicuje się znów z kolei na nowe dwie grupy komórek, na t. z. wtórny listek wewnętrzny i na listek środkowy, który układa się pomiędzy zewnętrznym i wtórnym wewnętrznym. Tym sposobem zamiast dwóch pierwotnych listków zarodkowych, znajdziemy obecnie trzy listki, z których zewnętrzny nosi nazwę ektodermy, środkowy — mezodermy, wewnętrzny — entodermy. Nie będziemy w tym miejscu wchodzić w sposób tworzenia się listka środkowego, ale zaznaczymy tylko, że w ostateczności zarodek zwierzęcy składa się w pewnym stadium rozwoju z trzech różnych grup komórek, ułożonych w postaci warstw, blaszek czyli listków, z których zewnętrzny zajmuje powierzchnię zewnętrzną zarodka, wewnętrzny ogranicza jamę pokarmową zarodka, środkowy zaś znajduje się pomiędzy zewnętrznym i wewnętrznym. W większości wypadków listek środkowy rozpada się znów z kolei na dwie warstwy, z których jedna przylega do ektodermy, druga do entodermy, a tym sposobem zarodek składa się z czterech warstw: zewnętrznej, wewnętrznej oraz dwóch warstw środkowych. Tu już mamy wyraźnie zasadnicze części ciała

przyszłego zwierzęcia, bo listek zewnętrzny jest zawiązkiem skóry i systemu nerwowego, wewnętrzny zawiązkiem t. z. struny grzbietowej oraz nabłonkowej ściany przewodu pokarmowego i gruczołów tegoż, z obu zaś warstw środkowych powstają mięśnie, otaczające szkielet oraz mięśnie przewodu pokarmowego, a także organa wydzielania i płciowe. Wszystkie te narządy i ich części powstają wskutek rozrastania się listków zarodkowych i coraz dalszego różnicowania się każdego z nich. Oprócz tych czterech zasadniczych warstw komórkowych, które nierównomiernie się rozrastając, tworzą najrozmaitsze zagięcia, fałdy, wpuklenia i wypuklenia, ale zachowują przytem charakter warstw, blaszek, listków, zjawiają się jeszcze pomiędzy niemi tu i ówdzie luźne grupy komórek, z sobą niepołączonych, nie tworzących warstw, a oddzielających się głównie od listka środkowego oraz od wewnętrznego w różnych stadyach rozwoju. Te luźne, nie uwarstwione grupy komórek tworzą elementy krwi oraz tkankę łączną, a więc kości, chrząstki i t. p. przyszłego ustroju.

Z powyższego, w najogólniejszych tylko zarysach przedstawionego przebiegu rozwoju, wynika zatem, że dawniejszy pogląd, jakoby w jaju spoczywały już gotowe części przyszłego ustroju, najzupełniej jest błędny, z jaja bowiem tylko przez szereg bardzo licznych

i powolnych, jedne za drugimi następujących zmian kształtuje się ustrój zwierzęcy.

Zdawałoby się zatem, że spór pomiędzy zwolennikami ewolucyi i epigenezy zakończyć by się powinien bezpowrotnie na korzyść tej ostatniej. Przyglądając się atoli dziejom nauki, znajdujemy, że bardzo często pewne teorye upadały pod wpływem nowych zdobyczy faktycznych, by potem znów zmartwychwstać w odmiennej szacie, przykrojonej do nowych wymagań nauki. A to samo stosuje się także do teoryi ewolucyi, która jakkolwiek w grubej, dawnej swej postaci na zawsze ustąpić musiała przed światłem nowych badań w dziedzinie morfologii zwierzęcej, nie mniej jednak zmartwychwstaje dziś w świeżej szacie i staje znów do walki z teoryą epigenezy, również w odmienną przybraną postać.

Już z tego jedynie faktu, że komórka organiczna spełnia tak spomplikowane czynności życiowe, że odżywia się, wydziela, odznacza się wrażliwością na rozliczne wpływy zewnętrzne, jak mechaniczne, termiczne, świetlne itd., że ma zdolność do ruchu, rośnie i rozmnaża się — wynika oczywiście, iż musi ona posiadać złożoną bardzo organizację, iż jest skomplikowanym ustrojem elementarnym, a nowsze, ważne odkrycia nad budową protoplazmy, nad organizacją i dzieleniem się jądra komórkowego stwierdzają w wysokim stopniu to przypuszczenie. Ale w jeszcze wyższym stopniu koniecznym

wyda nam się ten wynik, gdy weźmiemy pod uwagę komórki rozrodcze: jajo i ciałko nasienne, które nietylko są podścieliskiem różnych czynności indywidualnego życia komórki, ale zawierają w sobie także zawiązki, czyli zaczyny wszelkich własności przyszłego ustroju. Jajeczko i ciałko nasienne zawierają przecież in potentia wszystkie cechy przyszłego organizmu, a jakkolwiek badania mikroskopowe nie pozwalają nam często dostrzedz żadnej różnicy strukturalnej nie tylko pomiędzy jajami lub ciałkami nasiennymi pokrewnych gatunków, ale nawet pomiędzy jajami lub ciałkami nasiennymi form, zajmujących bardzo odległe stanowiska w szeregu zwierząt, niemniej przeto *à priori* przyjąć musimy, że w budowie elementów rozrodczych zachodzą nadzwyczaj wielkie różnice — różnice stosunkowo nie mniejsze, aniżeli pomiędzy odpowiednimi gatunkami zwierząt. Albowiem żywioty rozrodcze różnych postaci zwierzęcych zawierają w utajeniu odmienne cechy morfologiczne, które w miarę rozwoju zarodka uzewnętrzniają się pod postacią odmiennych własności strukturalnych organizmu. I dlatego też trafnie powiada Naegeli: „Komórki jajowe zawierają wszystkie istotne cechy tak dobrze, jak organizm rozwinięty, a jako jaja, ustroje różnią się pomiędzy sobą nie mniej, jak postaci dorosłe. W jaju kurzem gatunek jest tak samo doskonale zawarty, jak i w jaju żabim, tak samo się różni, jak kura od żaby“. Otóż, czytelnik oceni odrazu,

że w tej idei kryje się w nowej postaci dawna teoria ewolucji. Dziś nie przyjmujemy wprawdzie, że w jaju lub ciałku nasiennym mieści się mała miniatura organizmu dorosłego, że znajdują się w nich wszystkie organa i części ciała przyszłego ustroju w stanie zupełnie wykształconym, lecz nie mniej przeto musimy przyjąć, że żywioły rozrodcze zawierają materialne czynniki wszelkich cech przyszłego organizmu, że są one podścieliskiem wszelkich znamion dziedzicznych, które przenoszą się z rodziców na dzieci. Ale oto biolog dzisiejszy zadaje sobie pytanie, jaki jest stosunek tych związków, zawartych w jaju, do ustroju rozwiniętego? Chcąc odpowiedzieć na to pytanie, stajemy przed najtrudniejszym problemem dzisiejszej morfologii, przed zagadnieniem, o rozwiązanie którego kuśli się najwięksi biologowie-myśliciele naszych czasów.

Ze współczesnych nam badaczy, His wygłosił w r. 1874 w pracy pt. „Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung“ teorię t. z. „organotwórczych okolic zarodka“ („organbildende Keimbezirke“), która przypomina w znacznym stopniu dawną teorię ewolucji. Wyobrażał on sobie, że w tarczy zarodkowej jaja kurzego oddzielne okolice tej ostatniej ściśle odpowiadają pewnym częściom i organom ciała kurczęcia. His przypuszczał, że gdybyśmy pojedyncze organa ciała kurczęcia rozcięli od

strony brzusznej i rozplaszczyli, otrzymalibyśmy wtedy blaszki, których układ odpowiadałby jak najdokładniej układowi pewnych grup materialnych cząstek w tarczy zarodkowej; w ten sposób, według Hisa, każdy punkt tarczy zarodkowej odpowiada pewnym późniejszym organom lub częściom tychże, a z drugiej strony, każdy organ, pochodzący z tarczy zarodkowej, posiada swój przedistniejący związek w lokalnie określić się dającej okolicy płaskiej tarczy zarodkowej“. His twierdzi, że musimy przypuścić taką przestrzeniową preformację związków nawet już w jajach niepłodzonych. Według niego zatem, w jajach zarodek jest już lokalnie, przestrzeniowo preformowany, podobnie jak to przyjmowali ewolucyoniści. Różnica atoli pomiędzy poglądami ewolucjonistów i zapatrywaniem Hisa polega na tem, że ten ostatni przyjmuje w jajach cząsteczki materialne w miejscach, w których ewolucyoniści upatrywali zupełnie wykształcone miniatury organów.

W ostatnich latach przez wprowadzenie metody eksperymentalnej oraz przez bliższe poznanie procesu zapłodnienia udało się przelać więcej światła na interesującą kwestję stosunku związków, zawartych w jajach, do ustroju, mającego się z jaja rozwijać.

Znakomity badacz i dzielny eksperymentator, prof. Roux w swoich „Przyczynkach do mechaniki rozwoju (1888) opisuje następujący szereg spostrzeżeń. Wiadomo, że jajo żabie,

gdy zaczyna się rozwijać, dzieli się w kierunku płaszczyzny południkowej na dwie połowy, później zaś w kierunku drugiej południkowej, prostopadłej do pierwszej, tak, że powstają cztery kule przewężne, które w dalszym ciągu dzielą się znów w kierunku płaszczyzn równikowych i południkowych, na przemian występujących. Otóż Roux na stadyum dwóch kul przewężnych niszczył za pomocą rozpalonej igły jedną połowę jaja, czyli jedną z kul przewężnych. Po takiej operacji, nienadwerżona połowa jaja dzieli się normalnie i w rezultacie tworzy się z niej półgastrula; jeśli Roux niszczył prawą kulę przewężną, otrzymał lewą półgastrulę, jeśli lewą — otrzymał prawą półgastrulę. Niszcząc podobnie inne, odpowiednie kule przewężne, Roux otrzymywał to przednią półgastrulę, to tylną. W wielu wypadkach taki zarodek połowiczny rozwijał się dalej, t. j. dopełniała się w nim brakująca połowa, ale proces ten odbywał się tylko stopniowo, jako zjawisko wtórne, a mianowicie jako proces regeneracyjny, jako odradzanie się połowy brakującej z materiału komórkowego połowy normalnej, zupełnie tak samo, jak u wielu zwierząt niższych po usunięciu części ciała ma miejsce regeneracja tejże części kosztem tkanek pozostałych. Po zniszczeniu jednej z czterech kul przewężnych jaja żabiego, Roux otrzymywał $\frac{3}{4}$ zarodka normalnego.

Z obserwacji tych Roux wysnuwa wniosek, że z chwilą, gdy w jaju żabiem pojawiają się dwie płaszczyzny podziału, czyli występują cztery kule przewężne, każda z tych ostatnich jest jakby przeznaczona, predystynowana dla ćwierci ustroju i że dalszy bieg rozwoju przedstawia pracę jakby mozaikową w każdej z tych ćwierci. Tym sposobem, według badań Roux, różne części jaja żabiego są predystynowane dla różnych części ciała, przynajmniej dla głównych oddziałów tegoż. Pogląd ten zawiera znów w zasadzie jądro, zbliżone do idei ewolucjonistów.

Roux pozostaje więc na stanowisku neoewolucjonizmu i pod tym względem teoria jego podobną jest w ogólnych zarysach do teorii Weismanna, który upatruje w plazmie zarodkowej jaja zapłodnionego i w ogólności zdolnego do rozwoju obecność t. zw. determinantów, czyli zawiązków dla pewnych określonych grup komórek ciała przyszłego ustroju. Teorię Weismanna miałem sposobność w innych miejscach ¹⁾ szczegółowiej przedstawić naszemu ogółowi, tu przeto pozostawię ją zupełnie na uboczu, zadowolniając się tylko zaznaczeniem podobieństwa poglądów obu wspomnianych badaczy.

¹⁾ *J. Nusbaum*. Dziedziczność w świetle badań dzisiejszych. Bibl. Warszawska. Praca ta znacznie rozszerzona i uzupełniona wyszła w oddzielnej broszurze w roku 1897 (w Warszawie).

Natomiast inni nowsi badacze, jak Pflüger, Born, Chabry, Driesch, Hertwig i inni dochodzą do odmiennego wniosku.

Pflüger przekonał się, że jeśli jajo żabie umieścimy sztucznie w innem położeniu, aniżeli normalnie pływa ono w wodzie, a mianowicie osią główną nie w kierunku pionowym, lecz w poziomym (oś główna łączy t. zw. biegun ciemny jaja z biegunem jasnym), to pierwsza płaszczyna podziału przejdzie pomimo to, jak w jajach normalnie położonych, w kierunku pionowym, a tym sposobem płaszczyna ta oddzieli zupełnie inne części protoplazmy jajowej, aniżeli w przypadkach, w których jaja mają zwykłe położenie. Pomimo to atoli embryon rozwinie się dalej normalnie. Wynika z tego, że części istoty jajowej nie są predystynowane dla pewnych określonych okolic ciała.

Szereg innych badań, dokonanych niedawno przez wielu biologów, również przemawia przeciwko zapatrywaniu Roux. Tak n. p. L. Chabry w pracy swej p. t. „L'Embryologie normale et tératologique des Ascides“ (Paryż) opisuje rezultaty następujących doświadczeń. Za pomocą specjalnego przyrządu niszczył on jedną z dwóch kul przewężnych jaja żachwy; okazało się, że w wielu wypadkach druga, pozostała kula rozwijała się dalej normalnie i wytwarzała nie, jak w doświadczeniach Roux, pół zarodka, ale całkowity zarodek, lecz

o połowę mniejszy od normalnego. Wszelako zarodek taki nie zawsze był zupełnie doskonały, brakowało mu niekiedy pewnych organów podrzędniejszego znaczenia, jak np. kamyków słuchowych, lub brodawki przyssawkowej.

Oskar i Ryszard Hertwig (1887) znaleźli dalej, że jaja jeżowców, wskutek silnego wstrząsania, rozpadają się na mniejsze części, które kulisto się zaokrąglają i mogą być przez nasienie zapłodnione; otóż z takich małych, zapłodnionych części jaja Boveri'emu udało się wyhodować karłowate, lecz zresztą normalne larwy jeżowców. Wreszcie ważne są dla nas doświadczenia Hansa Driescha (1892). Driesch wstrząsał normalnie rozwinięte, na dwa odcinki podzielone jaja jeżowca, wskutek czego rozpadały się one na dwie odosobnione komórki. Otóż z każdej z tych ostatnich rozwijała się normalnie ukształtowana, lecz tylko nieco mniejsza gastrula, a w niektórych przypadkach nawet zupełnie ukształtowana larwa (pluteus), właściwa jeżowcom. W nowszej swej pracy Driesch dochodzi do jeszcze ważniejszych rezultatów, przemawiających przeciwko teorii predystynacyi. Oto jak brzmią te rezultaty. Jeżeli na stadyum czterokomórkowym jaja jeżowca usuniemy ćwiartkę, to pozostałe trzy czwarte dzielą się dalej normalnie i dają normalną larwę „pluteus“, która jest tylko nieco mniejsza niż zwykle. Nawet po zniszczeniu połowy lub trzech

czwartych jaja w stadium czterokomórkowym, pozostała połowa lub jedna czwarta dzieli się dalej i daje normalną, lecz bardzo małą larwę. Driesch twierdzi, że brakujące części larwy nie wytwarzają się nigdy wtórnie, drogą regeneracyi, lecz że materyał, jaki istnieje (a więc $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{4}$ jaja), wytwarza bezpośrednio larwę. Driesch wnosi z tego, że komórki przewężne są w zasadzie jednakowe, że mają one, jak powiada Driesch, „einen omnipotenten Charakter“ i dalej twierdzi, że rozwój nie jest pracą mozaikową, jak przypuszczał Roux, lecz że rządzi nim zasada wzajemnej współczynności wszystkich elementów komórkowych.

Do zupełnie podobnych wyników doszli niektórzy inni badacze, na podstawie analogicznych doświadczeń nad jajami innych zwierząt. Wilson¹⁾ np. stwierdził wyniki badań Driescha, robiąc doświadczenia na jajach lancetnika, Morgan na jajach ryb kościstych, Zoja²⁾ na jajach meduz. Również przeciwko teorii mozaikowej wystąpili Oskar Schultze³⁾,

1) *Wilson*. Amphioxus and the mosaik theory. Journal of Morphology. 1893.

2) *Raffaello Zoja*. Sullo sviluppo dei blastomeri isolati delle uova di alcune meduse e di altri organismi. Archiv für Entwicklungsmech. d. Org. T. II.

3) *O. Schultze*. Die künstliche Erzeugung von Doppelbildungen bei Froscheiern i t. d. Archiv f. Entwicklungsmech. d. Organismen. T. I.

a zwłaszcza G. Wetzel¹⁾ i Herlitzka²⁾. Wetzel przekonał się, że jeżeli w jaju żabiem, w którym wystąpiła pierwsza płaszczyzna podziału, oddzielimy od siebie obie kule przewężne, to z każdej z nich rozwinie się zupełny, a nie połowiczny zarodek. Herlitzka stwierdził to samo dla jaj trytonów. Jajo trytona, w którym wystąpiła pierwsza płaszczyzna podziału, przewiązywał on bardzo delikatną nitką z surowego jedwabiu i ściągając nitkę 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.

Widzimy więc, że liczne spostrzeżenia badaczy, pracujących w kierunku eksperymentalnym, przeczą teorii mozaikowej, czyli neoewolucyjnej.

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. Hert-

¹⁾ G. Wetzel. Ueber die Bedeutung der circulären Furche in der Entw. der Schultze'schen Doppelbildungen v. *Rana fusca*. Archiv. f. mikros. Anat. 1895.

²⁾ A. Herlitzka. Contributo allo studio della capacità evolutiva di due primi blastomeri dell' uovo di tritone. Archiv für Entwicklungsmech. d. Org. T. II.

wig ¹⁾ uciekł się do pewnej hipotezy, która ma, jego zdaniem, tłumaczyć te fakta bez pomocy teorii mozaikowej, przez niego nie przyjmowanej.

Zdawałoby się zatem, że teoria mozaikowego rozwoju utraciła podstawy. Ale oto znalazła znów gorących obrońców w osobie Barfurth'a, Born'a ²⁾ i wielu innych. Prof. Born wzbogacił naukę wieloma nader cennymi przyczynkami, w ostatniej zaś pracy swojej przed-

¹⁾ Hertwig zauważył mianowicie w jajach żabich, zwłaszcza ku końcowi okresu składania skrzeku, dość wspólne zboczenie, które polega na tem, iż w stadium 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 i t. d.), takie usta pierwotne na obwodzie pola żółtkowego nie mogły się zamknąć w pierścień, a wówczas będzie musiał powstać półzarodek boczny [hemiembryo lateralis]“ przy dalszym rozwoju. Wypadki więc, w których Roux otrzymywał półzarodki boczne po zranieniu jednej z dwóch kul przewężnych, Hertwig tłumaczy tem, że były to właśnie jaja nienormalne, a mianowicie z dążeniem do „spina bifida“. (O. Hertwig. Urmund und Spina bifida. Archiv f. Mikroskop. Anat. 1893.

²⁾ Dr. G. Born Ueber Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven. Mit 11 Tafeln. 1897. (Odbitka z „Archiv. f. Entwicklungsmech. d. Organ.“).

stawił wyniki wielce interesujących doświadczeń, które tu w krótkości wyłożę, ponieważ przemawiają one na korzyść teorii mozaikowego rozwoju, jak to wspomnieliśmy wyżej.

Doświadczenia wykonane przez Borna mają wielką doniosłość ogólnobologiczną i wzbudziły wysokie zajęcie w świecie naukowym.

Prof. Born użył do swych 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 utraczone części mogą się odrodzić, a co najważniejsza, o ile dwie kijanki, zbliżone do siebie otwartymi, gładko ściętymi ranami, mogą się zrosnąć w jedną całość. Wyniki tych doświadczeń wypadły nadspodziewanie świetnie, a otrzymane sztucznie potwory, złożone z kijanek najrozmaiciej ze sobą zrosniętych, potwory, które żyły i rozwijały się, były przedmiotem podziwu ze strony wielu badaczy.

Zdolność odradzania odciętych części i szybkość gojenia się ran gładko ciętych okazuje się 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, obejmu-

jąc 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.

Oddzielone od ustroju części mogą być pozbawione serca, krwi i naczyń krwionośnych, a pomimo to rozwijają się dalej i rosną kosztem materiału żółtkowego, jak to jeszcze w r. 1858 był wykazał Vulpian. Zasługuje przytem na szczególną uwagę, że bez względu na to, jak zostało przeprowadzone przecięcie przez larwę, t. j. w jakim przeszło miejscu 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 samoróżnicowania (Selbstdifferenzierung) części ciała larwy w tem znaczeniu, jak to przyjmuje Roux, czyli — za mozaikowym sposobem rozwoju. Musimy to nieco bliżej wyjaśnić. Według Roux, jak wiemy, różne części materiału zarodkowego w jaju i zarodku predystynowane 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 materiał

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) pomiędzy komórkami zarodka. Gdyby tak było istotnie, to młodziotka larwa żaby, przecięta, a więc pozbawiona wielu związków organów, powinna podlegać odmiennym stosunkom owej współczynności (korrelacji) części, a jednak, pomimo to, czy głowa pozbawiona tułowia, czy kawałek ogona, czy też wszelka inna część ciała larwy, oddzielona od reszty, rozwija się i rośnie (dopóki starczy materiału odżywczego i żółtkowego), tak, jak w larwie całkowitej i normalnej, aż do płaszczyzny przecięcia, gdzie odbywa się zarośnięcie rany (narządy cewkowate, np. rurka nerwowa lub przewód pokarmowy, zamykają się tu ślepo). Tak tedy dowiadczenia Prof. Borna stanowią znów ważne poparcie dla mozaikowej teorii rozwoju, która skrytykowaną została bardzo niekorzystnie przez kilku badaczy.

Doświadczenia Borna są bardzo interesujące z innego także względu. Wykazują one mianowicie wielką zdolność wzajemnego zrostania się różnych części tego samego osobnika lub rozmaitych osobników — gładko ciętymi powierzchniami ran. Najlepiej nadają się do tego rodzaju doświadczeń młodziotkie larwy żabie około 3 mm. długości, należące do gatunków

żaby zielonej (*Rana esculenta*) i kumki (*Bombinator igneus*). Jeżeli np. dwie larwy przetniemy w ten sposób, że jednej usuwiemy część tylną ciała, drugiej — przednią i przyłożymy je do siebie gładko ściętymi 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 odpowiadającymi im zawiązkami w drugim, ma tu niejako miejsce wyszukiwanie się zawiązków jednorodnych (tz. cytochorismus Roux'a).

Na szczególną zasługuje uwagę, że Bornowi udało się otrzymać zrosty kijanek nie tylko tego samego gatunku żab, ale nawet dwóch różnych gatunków (np. *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 (np. *Rana esculenta* i *Bombinator igneus*), ale ginęły one bardzo prędko. Natomiast trudno bardzo otrzymać zrosty kijanek, należących do różnych rodzin, (np. żab i traszek czyli trytonów), a istoty, tak połączone, żyją zaledwie jeden lub dwa dni. W ogólności, połączone z sobą w jedną całość kijanki żyły, rosły i rozwijały

się przez kilka tygodni, liczne z nich jednak ginęły znacznie wcześniej.

Wychodowanie zrosniętych 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, powstałe ze zrosniętych z sobą części 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 dorosłe żaby podwójnego pochodzenia. Ponieważ nie wykluczoną jest możliwość, że przy uwzględnieniu szczególnych warunków uda się utrzymać dłużej przy życiu zrosnięte z sobą części kijanek dwóch różnych gatunków lub rodzajów, jest więc nadzieja, że tą drogą będzie można z czasem wychodować dorosłe istoty podwójne, przedstawiające kompleks różnych gatunków lub rodzajów. Byłaby to niezwykle zdobycz biologiczna, a badanie potomstwa takich potworów mogłoby ze względu na prawa dziedziczności doprowadzić uczonych do nadspodziewanie doniosłych wyników. W tej dziedzinie dociekań biologia ma więc jeszcze otwarte i niezwykle wdzięczne pole do dalszych badań.

Formułując w krótkości wyniki eksperymentalnych badań wszystkich wymienionych

wyżej autorów, widzimy, że dochodzą oni do dwóch wprost przeciwnych sobie zapatrywań. Jedni (Roux Born) upatrują już w jaju samem, oraz w najpierwszych produktach podziału tegoż predystancyę dla przyszłych części ciała ustroju. Inni, a mianowicie większość, jest zdania, że predystynacya taka nie istnieje, że nawet na stadyum czterech kul przewężnych, każda z komórek może uformować przez dalszy podział całkowity ustrój; obrońcy tego drugiego poglądu są więc zwolennikami teoryi t. z. „izotropii“ jaja, jak ją nazywa Pflüger, albo, jakby ściślej można ją nazwać za Hertwigiem, „izotropii protoplazmy jajowej“. Przez wyraz izotropia jaja Pflüger pojmuje zjawisko, iż zawartość jajowa nie jest w ten sposób podług pewnych praw rozmieszczona, aby z tej lub z innej jej części rozwijać się miały pewne określone organa.

Spytajmy teraz po czyjej stronie jest słuszność? Ilość doświadczeń, w tym kierunku wykonanych, nie jest jeszcze dostateczną, aby z bezpośrednich badań ocenić, jaka szala przeważa. Ale nawet gdybyśmy przyjęli, że spostrzeżenia Roux były nieściśłe, że np. zwykle połowa jaja żabiego nie była w tych doświadczeniach całkowicie usuwana (jak w doświadczeniach Driescha lub Hertwiga), lecz częściowo niszczone przez rozpaloną igłę, przez co mogła wywołać pewne patologiczne objawy, gdybyśmy dalej przypuścili, że inne doświadczenia stwierdziłyby

najzupełniej izotropię jaja, to czyż kwestya byłaby już rozwiązana i czy odwieczny spór pomiędzy ewolucjonistami i epigenetykami, w nową, ściślej naukową przybrany szatę, zakończyłby się? Bynajmniej.

Ażeby przedstawić Szanownym czytelnikom nową trudność, jaką napotyka ten wielki problemat biologiczny, zwrócę naprzód uwagę w najogólniejszych chociażby zarysach na proces zapłodnienia, który dzięki świetnym odkryciom takich potęg naukowych, jak: Fol, Oskar Hertwig, V. Beneden, Boveri i inni został, jeśli nie zupełnie, to w każdym razie znakomicie wyjaśniony w ostatnich czasach.

Niedawno jeszcze, bo do r. 1875, sądzono, że zapłodnienie polega na zlewaniu się dwóch komórek płciowych: elementu żeńskiego, t. j. jajeczka, z męzkim, t. j. całkiem nasiennem. Oskar Hertwig atoli, używszy do badania przezroczystych jaj szkarłupni, w których doskonale obserwować można pod mikroskopem odnośne procesy, pierwszy skonstatował, że zapłodnienie polega tylko na zlewaniu się jądra komórki jajowej z jądrem ciała nasiennego. Jeżeli umieścimy w wodzie na szkiełku zegarkowem świeżo z jajnika wyjęte jajeczka szkarłupni i również świeże, tylko co z gruczołów wydobyte nasienie, zauważymy, że ciała nasienne rozpoczynają wkrótce formalny szturm przeciw jaju; w kierunku promieni uderzają ze wszystkich stron na nie, dotykając galaretowatej, zewnę-

trzonej błony jaja i usiłując przedostać się przez nią do wnętrza tegoż; ale (jak to pierwszy wykazał Fol) z licznych ciałek nasiennych jedno tylko zostaje zwycięzcą, a jajo wysyła mu na przeciw, jakby na spotkanie gościa, stożkowatą wypustkę protoplazmatyczną, która też styka się z główką ciała nasiennego, t. j. z częścią, odpowiadającą jądro komórki.¹⁾ Z chwilą, gdy jedno ciało nasienne przenikać zaczyna do jaja, na całej powierzchni tego ostatniego tworzy się w warunkach normalnych błona szczególna, która nie pozwala już pozostałym ciałkom nasiennym do jaja się przedrzeć. Gdy główka ciała czyli jądro tegoż, t. z. jądro męskie, weszło do jaja, zaczyna ono wędrować w prostej linii ku jądro jajowemu, czyli żeńskiemu, które ze swej strony zaczyna się posuwać do jądra męskiego, aż wreszcie oba jądra spotykają się i zlewają z sobą w jedną całość.

Herman Fol zauważył także, że wraz z jądrem ciała nasiennego przenika do jaja szczególne ciało drobne, t. z. śródciało (centrosoma), i że zlewa się ono jakoby z śródciałkiem żeńskim. Nie zostało to jednak stwierdzone, a przeciwko temu oświadczają się Boveri (1892), Vejdowski (1891) i inni. Badania Boveri'ego, stwierdzone przez cały szereg innych biologów, wykazują, że śródciało żeńskie zanika, a męskie zostaje wprowadzone do

¹⁾ W skład główki wchodzi głównie chromatyna jądra komórki nasieniotwórczej.

zapłodnionego jaja wraz z jądrem ciała nasiennego. To jest atoli faktem niezbitym, że zapłodnienie polega na zlewaniu się jądra komórki żeńskiej z jądrem męskiej, czyli jądra jaja z jądrem ciała nasiennego, stwierdzono to bowiem we wszystkich wypadkach, w których badano proces zapłodnienia.

Szczegółowe badania rozjaśniły jeszcze dokładniej, na czym polega to t. z. zlewanie się jąder komórek płciowych. W skład jądra komórkowego wchodzi dwa rodzaje substancji: jedna główna, zasadnicza, t. z. chromatynowa, która tworzy w jądrze mniejszą albo większą ilość pętlic nitkowatych, druga zaś podrzędna, bardziej płynna, jednorodna, wypełniająca przestrzeń pomiędzy pętlicami chromatyny. Otóż pokazało się, że zapłodnienie polega właściwie na przyłączaniu się pętlic chromatynowych jądra męskiego do pętlic chromatynowych żeńskiego, przyczem jądro jaja zapłodnionego otrzymuje ściśle matematycznie taką samą ilość pętlic chromatynowych męskich i żeńskich, a jeszcze ciekawsze jest to, że następnie, gdy jajo zapłodnione dzieli się na kule przewężne, z których ma się formować ciało zarodka, do każdego z jąder potomnych wchodzi ściśle jednakowa ilość substancji chromatynowej pochodzenia ojcowskiego i macierzystego.

Ten wynik badania mikroskopowego pozostaje w największej zgodzie z dociekaniem

czysto teoretycznymi. Jajo i ciałko nasienne są materyalnemi przemocicielami wszelkich cech, jakie dzieci odziedziczają po rodzicach. Jajo bowiem zapłodnione może być zupełnie odcięte od obu ustrojów rodzicielskich, a rozwija się w istotę, odziedziczającą liczne cechy po ojcu i matce. Ojciec i matka przynieść mogą w zupełnie równym i jednakowym stopniu cechy swoje na potomstwo. Cechy tego ostatniego są przeciętnie średnią arytmetyczną znamion ojca i matki, ale jakże to pojąć, skoro jajo jest bez porównania większe od ciałka nasiennego, przewyższa bowiem jego masę setki, a nawet tysiące razy? To też genialny botanik Naegeli *à priori* przypuszczał, że nie podobna, aby cała masa jaja i ciałka nasiennego była siedliskiem cech dziedzicznych, bo w takim razie przewaga matki byłaby nieskończenie większa. Otóż ważne i niezmiernie ciekawe odkrycie, iż tylko jądra elementów płciowych zlewają się z sobą przy zapłodnieniu, i że dokładnie jednakowa ilość chromatyny jądrowej jaja i ciałka nasiennego wchodzi w skład jaja zapłodnionego, pozwoliły nam zrozumieć, dlaczego przecięciowo w jednakowej mierze cechy obojga rodziców przenoszą się na potomstwo. Dzieje się to więc dlatego, że zupełnie jednakowa ilość substancji, będącej materyalnem podścieliskiem cech dziedzicznych, przenosi się na potomstwo za pośrednictwem zapłodnienia.

Z tego, co powiedzieliśmy o zapłodnieniu, wynika najoczywściej, że wszelkie zawiązki czyli zaczyny (Anlagen) cech przyszłego organizmu zlokalizowane być muszą nie w protoplazmie, a tylko w jądrze jaja zapłodnionego, specjalnie zaś w substancji chromatynowej tego ostatniego. Dowiódł tego zresztą eksperymentalnie Boveri, który pokazał, że jeśli jajko gatunku n. p. A. szkarłupnia zapłodnimy ciałkiem nasiennem innego gatunku n. p. B. — to potomstwo będzie miało cechy mieszane; jeśli zaś jajo A. sztucznie pozbawimy jądra i wtedy je zapłodnimy — potomstwo będzie wyłącznie podobne do B. Substancja jądra, zawierająca in potentia, w utajeniu, dziedziczne cechy przyszłego ustroju, została nazwana przez Naegelego idyoplazmą, przez Weismanna — plazmą zarodkową (Keimplasma), przez Hertwiga masą dziedziczącą (Erbmasse). Spytajmy teraz, jak mamy pojmować wyniki powyższych doświadczeń różnych badaczy, wobec tej okoliczności, że, jak tego dowiodły bezpośrednie badania, substancja, zawierająca in potentia całą sumę cech dziedzicznych, zlokalizowana jest w idyoplazmie jądra?

Jeśli z kilku kul przewężnych, będących produktem podziału jądra jajowego, każda, jak to miało miejsce w doświadczeniach Chabry i Driescha, zdolna jest do wyprodukowania całkowitego organizmu, znaczy to, że w plazmie zarodkowej jąder każdej z tych komórek znaj-

dują się wszelkie zawiązki, wszelkie zaczyny cech danego ustroju, podobnie jak w pierwotnej komórce płciowej. Gdyby zaś się okazało, podobnie jak to miało miejsce w doświadczeniach Roux, że rozmaite odosobnione kule przewężne zarodka mogą przez dalszy podział wyprodukować tylko określone części ustroju, znaczyłoby to, że w plazmie zarodkowej tych kul przewężnych nie mieszczą się już wszystkie zawiązki cech przyszłego ustroju, ale tylko pewne ich grupy. A zresztą, jeśli nawet w stadium kilku kul przewężnych, jak to widzieliśmy w doświadczeniach Driescha, każda komórka zarodka może odtworzyć całkowity ustrój, to stanowczo już przy dalszym podziale pracy pomiędzy komórkami ustroju, przy dalszym ich różnicowaniu się na elementy listka zarodkowego zewnętrznego, wewnętrznego i środkowego, a dalej na komórki nerwowe, mięśniowe, zmysłowe i t. d., zdolność ta zupełnie ustaje, wiadomo bowiem, że komórka zarodka, która już tak dalece się zróżnicowała i otrzymała swoiste i wybitnie określone cechy histologiczne, nie ma zdolności wytwarzania całego ustroju, będąc oddzieloną od reszty i traci wogóle zupełnie samodzielność swoją.

Pomiędzy więc wynikami doświadczeń Roux z jednej strony, a Chabry, Driescha i Hertwiga z drugiej, istnieje niezgodność nie natury jakościowej, ale powiedziałbym raczej, ilościowej. W jednym wypadku wcześniej następuje

zróżnicowanie się plazmy zarodkowej w produktach podziału jaja, w drugim później, ale ostatecznie we wszystkich wypadkach przy coraz dalszym podziale jaja, t. j. w coraz późniejszych pokoleniach komórek zarodkowych zdolność ich do odtwarzania całego ustroju wraz z e wszystkimi jego cechami morfologicznymi słabnie i wreszcie zupełnie zanika. Niektóre atoli komórki ciała aż do chwili zupełnego rozwinięcia się ustroju zachowują pierwotną zdolność jaja, t. j. zdolność odtwarzania nowego organizmu wraz z e wszystkimi jego cechami; są to właśnie komórki płciowe, które, oddzielone od ustroju macierzystego, mogą wyprodukować nowy organizm.

Dla zakończenia rozpatrywanej kwestyi, musimy jeszcze odpowiedzieć na pytanie, jak dzisiejsi biologowie tłumaczą sobie zjawisko, iż komórki płciowe organizmu zachowują pierwotną zdolność jaja, z którego dany organizm się rozwinał, a mianowicie zdolność, polegającą, jak powiedzieliśmy, na tem, iż same mogą produkować ustroje, podobne do macierzystego.

Pod tym względem istnieją w dzisiejszej embryologii dwa różne poglądy. Obrońcą jednego jest znakomity zoolog freiburgski, August Weismann, obrońcą drugiego również znakomity anatom berliński, Oskar Hertwig, oraz dwaj słynni fizycylogowie-botanicy: Naegeli i Hugo de Vries.

Wszyscy wzmiankowani uczeni godzą się z sobą na jedno, a mianowicie na to, że odziedziczone cechy, właściwe ustrojowi dojrzałemu, znajdują się jako zawiązki (Anlagen) w plazmie zarodkowej, wyrażając się słowami Weismanna, lub w idyoplazmie, posługując się terminem Naegelego. Jeśli organizm rozwinięty oznaczymy jako „Makrokosmos“ — powiada Hertwig — to plazmę zarodkową nazwać musimy „Mikrokosmos“. Dalej, wszyscy powyżsi badacze zgadzają się z sobą co do tego, że plazma zarodkowa, jako materyalne podścielisko zawiązków wszystkich cech organizmu, ma budowę bardzo złożoną. Wszyscy jednozgodnie przyjmują, że plazma zarodkowa składa się z wielkiej ilości jednostek elementarnych, które Naegeli nazywa grupami micellarnemi, Vries — pangenami, Weismann — idami, Hertwig — idyoblastami. Oskar Hertwig w pięknym swem dziele, p. t. „Zelle und Gewebe“ w następujący sposób charakteryzuje owe elementarne składniki idyoplazmy: „Hypotetyczne idyoblasty są najmniejszymi częściami materyi, na które idyoplazma daje się rozłożyć i które zawarte są w niej w wielkiej ilości i jakości. Zależnie od rozmaitej, materyalnej ich natury, są one podścieliskiem różnych własności i wywołują przez działanie bezpośrednie oraz przez rozmaicie skombinowane współdziałanie niezliczone, morfologiczne i fizyologiczne cechy, które widzimy w świecie organizmów. Jeśli mi wolno wyrazić się obrazowo

— mówi Hertwig za Naegelim — można je porównać do liter alfabetu, które, nieliczne pod względem ilościowym, mogą jednak przez różne kombinacje wytwarzać wyrazy, a przez kombinacją wyrazów zdania różnego znaczenia. Albo też można je porównać do tonów, przez kolejne następstwo i kombinacje których powstają nieskończone harmonie“. Liczne i bardzo poważne dowody doświadczalne, oraz teoretyczne, w które tu wchodzić nie mogę, pozwalają nam twierdzić, że owe idyoblasty przedstawiają złożone grupy cząsteczek fizycznych, że mogą się powiększać, t. j. rozrastać, w skutek przyłączenia się do nich nowych cząstek i że mogą się dzielić, t. j. rozpadać na części, podobnie jak to widzimy w wielu ziarnach organizowanych, dostrzegalnych za pomocą mikroskopu w protoplazmie komórek, np. w ziarnach chlorofilu, krochmalu, lub w ziarnach barwikotwórczych.

Liczne badania eksperymentalne, dokonane w ostatnich czasach przez cały szereg uczonych, zoologów i botaników, jak: Haberlandta, Korschelta, Grubera, Bruno Hofera, Maxa Verworna i t. d. wykazały, że czynności komórki pozostają w bezpośredniej zależności od jądra komórkowego, a nie ulega wątpliwości, że w pierwszej linii zależą one właśnie od owej najważniejszej części jądra, jaką jest chromatyna jądrowa, czyli siedlisko idyoplazmy. Właściwość zatem idyoplazmy, w danych komórkach uzewnętrznia się w budowie oraz czynnościach

tych komórek, które znów ze swej strony warunkują znamiona całego organizmu. Łatwo więc zrozumieć, dlaczego od natury idyoplazmy, zawartej w jaju, a przekazywanej komórkom potomnym, zależy całe morfologiczne i fizjologiczne piętno przyszłego ustroju.

A teraz powróćmy znów do dzielącego się jaja.

Wyobraźmy sobie, że w idyoplazmie komórki jajowej, zawiązki cech, przywiązane do grup idyoblastów, oznaczymy szeregiem liter: *A, B, C, D, E, F* itd. Gdy komórka jajowa się dzieli i gdy komórki potomne otrzymują od niej idyoplazmę, mogą być wtedy dwie ewentualności, a mianowicie: według Naegelego i Hertwiga, każda z komórek ustroju otrzymuje od komórki pierwotnej idyoblasty wszelkiego rodzaju, a więc zawiązki wszystkich cech *A, B, C, D, E, F* itd. i wtedy naturalnie każda z komórek ustroju powinna mieć zdolność odtwarzania nowego organizmu. Na korzyść tego przypuszczenia przemawiają rzeczywiście liczne fakta. I tak, liczne niższe zwierzęta i rośliny można pociąć na drobne kawałki, a każdy kawałek może odtworzyć cały ustrój, podobny do pierwotnego i mający wszystkie jego cechy. Fakt ten dowodzi, że w każdej części ciała podobnego ustroju znajdują się zawiązki wszystkich cech organizmu, innymi słowy, że idyoplazma równomiernie się rozmieściła w komórkach, będących

potomkami jajowej. Tak np. mech, *Funaria hygrometrica*, można posiekać na bardzo drobniutkie cząstki, a każda z nich, położona na wilgotnej ziemi, odtworzy całą roślinę. Hydrę czyli stułbę można pociąć również na setki małych części, z których każda wytworzy wkrótce całkowity organizm; u wielu jamochłonnych, robaków i osłonnic (*Tunicata*) prawie na każdej części ciała mogą powstać pączki, z których tworzą się całkowite osobniki potomne. Wiadomo dalej, że maleńkie gałązki drzew, np. wierzby, zasadzone do ziemi, mogą wytworzyć całe drzewo, podobne do tego, jakie powstaje z nasionka, czyli ściślej mówiąc, z jajowej komórki wierzby. Jeśli natomiast w organizmie zwierząt wyższych nie wszystkie grupy komórek mają zdolność wytwarzania potomnego ustroju, jeśli np. komórki nerwowe, mięśniowe, lub nabłonkowe nie posiadają tej zdolności, a zachowują ją w ustroju jedynie tylko komórki płciowe, to dzieje się to według Hertwiga jedynie dlatego, że w komórkach płciowych wszystkie idyoblasty zachowują w jednakowym stopniu swoją działalność, gdy tymczasem w komórkach specjalizowanych, np. nerwowych, mięśniowych itd., czynność pewnych grup idyoblastów bierze górę nad innymi, wskutek czego pewne cechy komórek rozwijają się silniej, inne

zaś pozostają w stanie utajonym i niezdolne są do uzewnętrznienia się. Jest to, powtarzam, jedna ewentualność. Druga natomiast, którą przyjmuje Weismann, polega na tem, że w miarę, jak komórka jajowa się dzieli, jedna część idyoplazmy, zawierająca zawiązki wszystkich cech ustroju: *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, i t. d. przenosi się z jednego pokolenia komórek do drugiego, niezmieniona i niezróżnicowana i te to komórki, zawierające zawiązki wszystkich cech, a więc wszelkiego rodzaju grupy idyoblastów, są płciowemi, natomiast inna część idyoplazmy różnicuje się, tak, że np. do jednych komórek ustroju przenoszą się idyoblasty *A*, *B*, *C*, *D*, do innych *E*, *F* i t. d. W miarę dalszego znów różnicowania się tych komórek, jedne otrzymują zawiązki cech *A*, *B*, inne *C*, *D*, jeszcze inne *E*, *F* i t. d. i t. d., aż wreszcie występują komórki, zawierające już tylko zawiązki jednego rodzaju cech w idyoplazmie swojej i dlatego też mające tylko pewne określone cechy, jedne np. są nerwowe, inne mięśniowe, jeszcze inne kostne itd. itd. Słowem, według Weismanna, idyoplazma komórki jajowej oddziela od siebie część niezmienionej idyoplazmy dla komórek płciowych przyszłego pokolenia, zanim zaczyna w całej swej reszcie różnicować się, t. j. rozpadać na poszczególne grupy idyoblastów ko-

mórek cielesnych i to stanowi właśnie zasadę t. z. ciągłości idyoplazmy.

Znakomite potwierdzenie teoryi Weismanna znajdujemy w fakcie, który, zdaniem naszym, uważać należy za jedno z najciekawszych odkryś w embryologii lat ostatnich, a mianowicie w fakcie, wykazanym przez badacza niemieckiego, Teodora Boveri (Zellenstudien, 1890). Uczony ten badał rozwój pewnej odmiany glisty *Ascaris megalocephala*, i wykazał drogą bezpośredniej obserwacji, że rzeczywiście komórki płciowe zachowują cechy swe niezmienione, bezpośrednio w prostej linii od komórki jajowej. Ciągłość więc idyoplazmy od jaja aż do komórek płciowych ustroju została w tym wypadku stwierdzona. Nieco podobne są spostrzeżenia Häekera nad rozwojem komórek płciowych u cyklopa (Arch. f. Mikr. An. 1892).

Według mego zdania, teorya Hertwiga, według której wszystkie komórki ciała ustroju odziedziczają po jajowej zawiązki wszystkich cech — stosować się może do najniższych organizmów, a także do roślin i do niższych zwierząt, dla wyższych atoli przyjąć musimy ideę Weismanna, według której idyoplazma w swym stanie pierwotnym, niezmienionym, przenosi się tylko na komórki płciowe, różnicuje się zaś, t. j. rozpada się na różnorodne grupy idyoplastów w komórkach cielesnych, które dla tego też specjalizują się i tracą zdolność reprodukcji ustroju. Ten drugi sposób odziedzi-

czania przez komórki rozrodcze dorosłego organizmu cech, zawartych w jajach, rozwinął się niewątpliwie bardzo stopniowo z pierwszego, prostszego, jako przystosowanie, umożliwiające dokładniejszy podział pracy pomiędzy cielesnymi elementami ustroju.

Na tem zakończę przegląd niektórych dzisiejszych ogólnych zapatrywań na rozwój osobnika zwierzęcego. Przedmiot, który starałem się w tak krótkich i zwięzłych przedstawić ramach, należy do najtrudniejszych problemów biologii. Bądź jak bądź, zdaje mi się, że uważny czytelnik wyniesie przekonanie, iż morfologija dzisiejsza z niezwykłą śmiałością, opierając się na danych faktycznych i na studyach szczegółowych, podąża ku objaśnieniu najskrytszych tajemnic życia. A jeśli dziwimy się śmiałości ducha ludzkiego, iż sięga on ku odległym mi-ryadom światów, podpatruje i bada prawa ich ruchu, to niemniej zastanawiać nas winna odwaga i wytrwałość, z jaką rąbek za rąbkiem odsłania on szaty największej tajemnicy przyrody — zagadki powstawania życia.

Z nowszej psychobiologii porównawczej. ¹⁾

I.

Natura non agit saltatim, natura non facit saltum — przyroda nie działa skokami, nie wykonywa skoków, — oto aforyzmy, głoszone przez wszystkich współczesnych badaczy przyrody, a uznane za wielką i niewzruszoną tezę naukową. „Prawda, iż twórczym siłom przyrody nie można określić granicy, mówi prof. Krause ²⁾, iż drogą przejść zaledwie dostrzegalnych natura kroczy od jednej postaci do drugiej i wiąże w ten sposób łańcuchem nieprzerwanym istoty najwyższe z najniższemi; prawda ta objawia się w tylu przykładach, że już od najdawniejszych czasów oprzeć się jej nie mógł żaden badacz, który rozpatrywał przyrodę okiem filozofa“. Powyższe aforyzmy przypisujemy zwykle Linneuszowi, gdyż przytacza on je często w swojej

¹⁾ Bibliot. Warszawska. 1899 i 1900.

²⁾ Die Allgemeine Weltanschauung in ihrer histor. Entwicklung, von Carus Sterne. Stuttgart, 1889.

„Philosophia botanica“, wykazując, jak znamiona jednych gatunków roślin przechodzą w cechy innych; ale prawdę tę głosili jeszcze przed nim liczni filozofowie, a nawet już Arystoteles wcale niedwuznacznie wyraził się pod tym względem w 8-ej księdze swojej „Historii naturalnej zwierząt“. Bo oto jak mówi ten filozof: „Od przedmiotów nieuduchowionych ¹⁾ przyroda przechodzi do zwierząt tak stopniowo, że trudno orzec, do czego należy zaliczyć to, co je dzieli i stoi pośrodku, albowiem po przedmiotach nieuduchowionych następuje przedewszystkiem świat roślin, a pomiędzy nimi jedne różnią się od drugich coraz to większym udziałem w czynnościach życiowych... Przejście od roślin do zwierząt jest stopniowe i nieprzerwane; co do niektórych bowiem jestestw morskich wątpliwem jest, czy należą do zwierząt, czy też do roślin, ponieważ przyrośnięte są do dna, a liczne z nich giną, po oderwaniu.“

Uczeni arabscy w X-tym wieku po nar. Chr. głosili również, jak to stwierdził prof. *Dieterici*²⁾, poglądy ewolucyjne, wykazując stopniowe przejścia od jestestw niższych do coraz wyższych. Z początku istniał — według nich — tylko świat mineralny, później dopiero rozwinęły się

¹⁾ Arystoteles nazywa zwierzęta przedmiotami uduchowionymi.

²⁾ *F. Dieterici*. Darwinismus im 10. und 19. Jahrhundert. Lipsk, 1878.

rośliny, zwierzęta i ludzie. Pleśnie, rosące w ziemi, trufle, oraz zielone porosty, pokrywające skały i mury, uważali za przejścia od minerałów do roślin, pewne szkarłupnie, przytwierdzone do dna morskiego — za przejściowe postaci pomiędzy roślinami i zwierzętami. Rośliny i roślino-zwierzęta posiadają — według tych uczonych — wrażliwość dotykową, lecz nie mają wrażliwości na ból, albowiem Stwórca nie chciał dać im tej wrażliwości, skoro nie udzielił im zdolności bronienia się, ani uciekania. Pośród zwierząt, najniższemi są pewne robaki, a najwyższemi małpy, najbardziej zbliżone do człowieka.

Liczni inni myśliciele i badacze ubiegłych wieków głosili także podobne poglądy, jak na przykład *Cardanus* († 1576), *Bonnet*, autor słynnej „Echelle des êtres naturelles“ (1745), *Klemens*, autor dzieła: „Grosse Schöpfungsleiter vom Staube bis zum Thronengel“ (1774) i wielu innych. *Emanuel Kant* wypowiedział w kilku miejscach dzieł swoich myśl o stopniowej ewolucyi organizmów. „Podobieństwo form — powiada on — które, pomimo wielkiej ich różnorodności, wskazują, że zostały stworzone na wzór jednego, wspólnego im pierwowzoru, popiera domysł, iż są one z sobą rzeczywiście spokrewnione i że pochodzą od wspólnej postaci rodowej“.

W końcu przeszłego i w początku bieżącego stulecia poglądy ewolucyjne wypowiedane były przez wielu najwybitniejszych myślicieli

i naturalistów: Maillet, Robinet, a zwłaszcza Geoffroy de St. Hilaitre i Lamark („Philosophie zoolique“, 1809) we Francji, Oken, Treviranus, Wolfgang Goethe w Niemczech, Erazm Darwin, Wells, Patrick Matthew, Herbert Spencer i inni w Anglii — oto długi poczet mężów, którzy pracowali nad uzasadnieniem i utrwaleniem poglądów ewolucyjnych jeszcze przed drugą połową naszego stulecia. Dopiero jednak w drugiej połowie tego wieku, po genialnych pracach Karola Darwina („O powstawaniu gatunków“, 1859), po szeregu znakomitych odkryć w dziedzinie paleontologii, anatomii porównawczej i embryologii, myśl o stopniowym rozwoju świata organicznego, odbywającym się w ciągu olbrzymich okresów czasu drogą przemian powolnych, słowem, o dziejowej ewolucji ustrojów znalazła ściśle naukowe uzasadnienie i dała pochop do empirycznych badań umiejętności. Na biologii, jako nauce, bezpośrednio związanej z teorią ewolucji, najwcześniej i najwyraźniej teoria ta wycisnęła swoje piętno. Dzięki jej, rozwinęły się wspaniale te wszystkie umiejętności biologiczne, których metoda polega na porównywaniu organizacyi, wyszukiwaniu zgodności, podobieństw i różnic. To też dopiero po ugruntowaniu się teorii ewolucji w drugiej połowie naszego wieku dokonano najznakomitszych odkryć w anatomii porównawczej, embryologii, paleontologii, anatomii roślin, fizy-

ologii porównawczej i wielu innych umiejętnościach biologicznych.

Ogromną doniosłość miały też poglądy ewolucyjne dla rozwoju umiejętności socjologicznych. Poczęto szukać genezy wszelkich urządzeń społecznych, zapytywano o początek rodziny, o pierwsze brzaski życia gromadzkiego, o przyczyny społecznego podziału pracy, o czynniki rozwoju socjologicznego. W myśl teorii ewolucji zaczęto porównywać najwyższe stany kultury ludzkiej ze stopniowo coraz to niższymi, a na tej podstawie wysnuwano wnioski co do prawdopodobnej drogi dziejowego rozwoju tych stanów, przyczem antropologia i etnologia porównawcza, a wznaczej mierze i językoznawstwo porównawcze, współdziałały tu także, dążąc do wyjaśnienia wielkich zagadnień socjologii.

Stosunkowo najmniejszy wpływ wywarła dotychczas teoria ewolucji na kierunek badań psychologicznych. Wprawdzie Herbert Spencer, jeszcze przed Darwinem, w słynnych swoich „Zasadach psychologii“ stanął na gruncie ewolucjonizmu i starał się wykazać związek genetyczny między najwyższymi a najniższymi władzami psychicznymi; nie mniej jednak teoria ewolucji po czasach Darwina mniej bez porównania wpływała na psychologię, aniżeli na liczne inne umiejętności, mające za przedmiot istoty żyjące. Przyczyną tego była niewątpliwie, według mego zdania, ta okoliczność, iż psychologia niemogła przez długi czas wyzwolić

się z więzów transcendentalnej filozofii, i wznieść się na stanowisko ścisłej nauki przyrodniczej. Metodę czystego „samospostrzegania“ (Selbstbeobachtung), którą posiłkowała się ona jedynie przez bardzo długi czas, uważają i obecnie jeszcze liczni psychologowie za mającą wyłączenie rację bytu. Przeciwno wyłącznemu, zwykłemu samospostrzeganiu w psychologii zaczęto przeciwdziałać stosunkowo bardzo niedawno. Wilhelm Wundt i liczni jego uczniowie, Prof. Forel, Romanes i inni reprezentują ten nowy, a bardzo wiele obiecujący kierunek, którego podstawą jest *eksperyment psychologiczny*. Doniosłość tego ostatniego polega nie tyle na tem, że pozwala nam on na osobniku, podlegającym doświadczeniu, obiektywnie obserwować różne objawy psychiczne, ile raczej na tem, iż dopiero *eksperymentalna metoda umożliwia prawdziwie ściśle samospostrzeganie*; albowiem tutaj, podobnie jak w dziedzinie fizyki, nie możemy nigdy ściśle obserwować, jeżeli polegamy tylko na wrażeniach przypadkowych. Dlatego też nic niema błędniejszego, — mówi Wundt ¹⁾ — nad rozpowszechnionie jeszcze dotąd mniemanie, iż eksperymentalna psychologia zajmuje się tylko zjawiskami fizyologicznymi, które biegną równolegle do duchowych. Zjawiska czysto fizyologiczne bierze ona pod uwagę dopiero później,

¹⁾ „Vorlesungen über die Menschen und Thierseele“, trzecie wydanie. 1897.

jako środek pomocniczy i kontrolujący samospostrzeżanie; właściwym zaś jej celem jest ścisła analiza indywidualnej świadomości drogą dokładnie i ściśle uregulowanego samospotrzeżania, dla którego doświadczenie jest środkiem pierwszorzędnej doniosłości.

Niedostateczność i pewna jednostronność samej autoobserwacji wynika między innymi i stąd, że psychologia, tak traktowana, nie była-by nauką o duszy ludzkiej w pełnym znaczeniu tego wyrazu, lecz tylko umiejętnością o duszy człowieka, znajdującego się na wyższym szczeblu kultury.

Antropologia porównawcza wykazała znaczne różnice morfologiczne pomiędzy przedstawicielami poszczególnych ras ludzkich. Odporność przeciwko licznym drobnoustrojom i truciznom, a co za tem idzie, pewne właściwości natury fizyologicznej są też różne do pewnego stopnia u ras rozmaitych; wrażliwość i władze intelektualne są również bardzo odmienne, a więc nie ulega wątpliwości, że pomiędzy czynnościami psychicznymi ras rozmaitych zachodzą różnice niemałe. Istnieje zatem potrzeba psychologii porównawczej ludów, a psychologia taka może się oprzeć jedynie na metodzie doświadczalnej, przy której nie tylko jakościowe, ale i *ilościowe* różnice objawów duchowych mogą być ściśle i dokładnie oznaczane.

W wyższym jeszcze stopniu stosuje się to do psychologii porównawczej, która ma

obejmować zjawiska duchowe nie tylko człowieka, ale i całego szeregu przedstawicieli świata zwierzęcego aż do najniższych jego szczebli. Psychologia porównawcza jest obecnie zaledwie w stanie niemowlęctwa, a jednak niewątpliwie ściśle i gruntowne badania w tym kierunku rzucają tyleż światła na czynności duszy ludzkiej, ile badania porównawczo-anatomiczne, lub porównawczo-fizyologiczne, rzuciły na budowę i funkcje ciała ludzkiego, wiadomo zaś, że z chwilą zastosowania porównawczej metody w biologii, znajomość nasza budowy i czynności ustroju ludzkiego postąpiła olbrzymim krokiem naprzód. Psycho-biologia jest nauką przyszłości.

Jednym z najciekawszych i najbardziej pociągających objawów życia duchowego zwierząt jest popęd społeczny, dzięki któremu liczne istoty żyją towarzysko, gromadnie. Psychologia jestestw, należących do takich gromad, jest niezmiernie interesująca, a w ostatnich latach była przedmiotem ożywionych dyskusji między uczonymi. Jako jedną z najciekawszych kartek współczesnej psycho-biologii porównawczej, a mianowicie, tyczącą się życia społecznego mrówek, bliżej nieco przedstawię, wykazując zarazem na tym przykładzie konkretnym, jak wielką jest dotąd sprzeczność zdań co do najważniejszych pytań psycho-biologicznych.

II.

Życie umysłowe mrówek zastanawiało od najdawniejszych czasów przyrodników. Dopiero jednak w drugiej połowie naszego stulecia zdołano wyrobić sobie właściwe pojęcie o niezwykłym bogactwie objawów psychicznych u tych istot. Niektórzy uczeni, odznaczający się wielkim zmysłem spostrzegawczym, poświęcili całe niemal życie badaniu obyczajów mrówek, n. p. Piotr Huber. W ostatnich kilkunastu latach przedmiotowi temu poświęcono szczególną uwagę Lubbock, Wasmann, A. Forel, Karol Janet, Emery, Möller, Masthall i liczni inni uczeni przyczynili się ogromnie do rozszerzenia naszych znajomości w tym kierunku.

W ostatnich trzech latach Bethe, Wasmann i inni zajęli się nadto pytaniem, czy niezmiernie złożone „instynkta“ mrówcze, mające wszelkie pozory czynności rozumnie wykonywanych, są rzeczywiście funkcjami umysłowymi, zależnymi od najwyższych ośrodków nerwowych, odpowiadających mózgowi kręgowców, czy też są to tylko funkcje, wykonywane bezwiednie, automatycznie, innemi słowami, czy są to tylko skomplikowane odruchy, podobne do licznych innych refleksów, mających ważne znaczenie fizyologiczne, a najzupełniej od sfery wyobrażeń niezależnych (np. pewne odruchy

przewodu pokarmowego, związane z czynnością trawienia).

Przedstawimy naprzód szereg ciekawych faktów, świadczących o tem, jak skomplikowane są stosunki wzajemne u osobników kolonii mrówczych, a następnie dopiero przystąpimy do teoretycznej strony tej kwestyi, t. j. do objaśnienia owych działań psychicznych.

„Wszystkie ¹⁾ prawie strony życia psychicznego mrówek sprowadzają się do tego, że działalność każdego osobnika jest wyłącznie społeczna, że interes osobisty jednostek stoi na ostatnim planie, na pierwszym zaś — sprawa ogółu, czyli kolonii, do której należy dane indywiduum. Ten komunistyczny ustrój społeczeństw mrówczych uwarunkowany jest przez następujące trzy właściwości anatomo-fizjologiczne mrówek. Po pierwsze: oprócz osobników męskich i żeńskich, istniejących u znacznej większości innych ustrojów, napotykamy u mrówek (oraz u innych owadów błonkoskrzydłych, towarzysko żyjących) osobniki bezpłciowe, czyli robocze, a właściwiej samice z niezupełnie wykształconymi, i dlatego niesfunkcyjnymi narządami rozrodczymi. W niektórych przypadkach napotykamy dwa, lub trzy rodzaje osobników roboczych w kolonii, przy-

¹⁾ Ustęp ten przytaczam prawie dosłownie z krótkiej notatki mojej pod tytułem: „Z nowszych badań nad umysłowością mrówek“. „Przegląd filozoficzny“, rok II zeszyt I, 1898.

stosowanych do rozmaitych czynności społecznych. Po wtóre: mrówki posiadają tak zwane przez prof. Forela „wola społeczne“ (sociale Vormagen). A mianowicie: poza przełykiem znajduje się obszerne wole, czyli miejscowe nabrzmienie workowate, opatrzone w tyle silnym, mięsistym zwieraczem, na granicy z żołądkiem. Mrówka napełnia to wole zapasem pokarmu, którym dzieli się z innymi, dorosłymi osobnikami kolonii, lub z gąsienicami; przytykając mianowicie swój otwór ustny do ust towarzysza, wyrzuca z wola część pokarmu i żywi nim napotkanego osobnika. Gdy zaś otwiera zwieracz, może przepuścić nieco pokarmu z wola do dalszych oddziałów swego przewodu pokarmowego, a pokarm ten zostaje już wówczas strawiony na jej własną korzyść. Po trzecie wreszcie: mrówki posiadają doskonale rozwinięte pewne narządy zmysłowe, umożliwiające im pracę społeczną. Zrakomicie rozwinięty węch, czuły dotyk i dość dobrze wykształcony zmysł wzroku, ułatwiają oryentowanie się w przestrzeni. Mrówki odróżniają naprzykład dobrze barwy i widzą nawet ultrafioletowe promienie widma, na które oko ludzkie jest zupełnie niewrażliwe“. Fakt ten, bardzo interesujący, wykazano doświadczalnie. A mianowicie: wiadomo, że mrówki robocze uciekają ze swemi poczwarkami do najciemniejszych zakątków mrowiska; gdy rozkopujemy gniazdo, możemy łatwo zauważyć, iż robotnice, unikając światła, chwy-

tają szczękami białawe swe poczwarki i zanoszą je do głębszych, ciemnych zakątków gniazda. Otóż sztucznie założone gniazdo, mające ściany szklane, podzielono na części, z których każda wystawiona była wyłącznie na działanie promieni jednej z siedmiu barw widma słonecznego. Poza barwą fioletową następował oddział, na który przypadały ultrafioletowe promienie widma; oddział ten był naturalnie dla oka ludzkiego zupełnie ciemny; ale, pomimo to, mrówki stale go omijały, podobnie jak siedem różnobarwnie oświetlonych oddziałów, a natomiast uciekały z poczwarkami na ten koniec widma, na który przypadały promienie ultraczerwone, oczywiście dla nich niewidzialne (podobnie jak i dla oka ludzkiego). Doświadczenie to, kilkakrotnie wykonane przez Lubbocka i innych, wymownie dowodzi, iż oprócz siedmiu zwykłych barw widma, które i my dostrzegamy, oko mrówcze widzi także promienie ultrafioletowe, dla których dostrzeżenia brak naszym oczom odpowiednich elementów fizjologicznych.

Mrówki posiadają niewątpliwie ze wszystkich organów zmysłowych najsilniej rozwinięty narząd węchowy; przekonano się bowiem doświadczalnie, że odróżniają one znakomicie, nawet ze znacznej stosunkowo odległości, najdrobniejsze różnice woni.

Mrówki żyją towarzysko, tworzą gromady, czyli kolonie, inaczej tak zwane mrowiska. Gro-

mady te są urządzone na sposób republikański i przytem socyalno-kommunistyczny, demokracyczny, składają się bowiem z samych „robotnic“, pracujących wyłącznie na korzyść całego ogółu i nie mających na względzie żadnych interesów osobistych. Te osobniki robocze, tak zwane robotnice, są bezpłciowe, to jest przedstawiają samice z zanikłymi, i dlatego nie funkcjonującymi, narządami rozrodczymi. Samce zaś i właściwe samice trzymane są w gnieździe tylko niejako przymusowo, i bywają karmione przez robotnice wyłącznie w tym celu, aby za ich pośrednictwem kolonia mogła się rozmnażać. Samce i samice ustępują bardzo robotnicom pod względem intelligencji, trzymane są w gnieździe, jak gdyby w niewoli, a role swe spełniają za przyzwoleniem robotnic i pod ich kontrolą. W czasie ciepłych dni słonecznych pozwala się im opuszczać gniazdo i spacerować sobie po powierzchni ziemi, ale przytem bywają strzeżone przez robotnice, które nie pozwalają im uciec. Samce stoją o wiele niżej od samic pod względem intelligencji, i różnią się przeto w tym kierunku znacznie więcej od robotnic, aniżeli samice. Wskutek bardzo słabego rozwoju żuwaczek, samce niezdolne są do żadnej pracy, ani też nie są w stanie obronić się przed nieprzyjacielem. Forel przypuszcza, że nie umieją nawet odróżnić robotnic własnej kolonii od należących do innego, wrogiego gniazda. Gdy gniazdo zostaje zniszczone, samce

kryją się po różnych zakątkach, i nie umieją znaleźć drogi do swych galeryi, gdy tymczasem samice orientują się pod tym względem bardzo dobrze. Nadto samice mogą w pewnych przypadkach pomagać roboczym; Forel widział na przykład, że dźwigają one niekiedy razem z robotnicami larwy i poczwarki. Podczas ucieczki idą za robotnicami, samce natomiast biegną w w różnych kierunkach bez ładu, i tylko przy pomocy robotnic powracają do kolonii. Samice odróżniają też dobrze przyjaciół od wrogów, do czego samce nie są zdolne ¹⁾).

Skoro samice odbyły pewną ilość przechadzek poza obrębem gniazda w towarzystwie przyszłych swoich małżonków, wówczas zaczynają się przygotowania do godów weselnych, które odbywają się zazwyczaj w piękny dzień lipcowy lub sierpniowy, w godzinach popołudniowych. Gody te odbywają się za pozwoleniem i zgodą robotnic. Te ostatnie powiększają i pomnażają otwory gniazda, dla ułatwienia wylotu młodym parom. Jedna z samic zaczyna poruszać skrzydłami i unosić się w powietrze, za nią druga, trzecia i t. d., a samce czynią to samo. Pilnujące robotnice, które, jako pozbawione skrzydeł, nie mogą towarzyszyć wznoszącym się ku górze, stają się coraz to niespokojniejsze. „Tymczasem rozgorączkowanie wzrasta w mrowisku stopniowo i dochodzi do pe-

¹⁾ I. Büchner. Geistesleben der Thiere, 1880.

wnego rodzaju szaleństwa, o którym trudno powiedzieć, czy to jest miłość, czy wściekłość. Z mrowiska wysypują się chmury, kręcą się i tumaniają, wiją się i gryzą, a pomiędzy nimi rozsiane robotnice bezskrzydłe napróżno usiłują zaprowadzić porządek. Nakoniec w szalonym wirze wznoszą się w powietrze naprzód samce, a z nimi wzlatują samice, i w tym, jakby na Łysej Górze, sabacie, weselne obchodzą się gody. Tuman skrzydlaty owadów podnosi się stopniowo coraz to wyżej i wyżej do góry, ku jakiemuś sterczącemu przedmiotowi, np. topoli lub wieży, i stanowi nieraz rozległy obłok, nie tylko zadziwiający, ale nawet przerażający, z którego wkrótce padają deszczem mrówki, wycieńczone lotem¹⁾.

Na gody weselne obierany bywa, jak powiedzieliśmy, piękny, wesoły, spokojny dzień letni, najczęściej następujący po dniu, w którym była burza. Ponieważ zaś w dniu takim nie jedna, lecz liczne kolonie mrówcze tej samej okolicy wzlatują w powietrze, powstają często wskutek tego roje tak olbrzymie, że zaciemniają powietrze, i mogą być wzięte za kłęby dymu ze srożącego się w pobliżu pożaru.

Gdy po kilku godzinach uczestnicy lotu weselnego powracają na ziemię, naówczas samce

¹⁾ W. Szokalski. „Początek i rozwój umysłowości w przyrodzie“, 1885. Przytaczam dosłownie ten malowniczo i pięknie skreślony ustęp, zgodny z opisami Forela, Taschenberga i innych.

giną, albowiem, nie umiejąc własnymi siłami karmić się, mrą z głodu, a wiele z nich staje się łupem prześladujących je ptaków, pajaków, nietoperzy i innych nieprzyjaciół owadziego świata. Robotnice nie mają już teraz żadnej nad nimi litości, uważają je za zbyteczne dla kolonii, niejako za darmozjadów, którzy nie powinni być tolerowani w społeczeństwie pracowitem, opartem na zasadach socjalno-demokratycznych. Pszczoły robocze postępują względem samców (trutniów) jeszcze o wiele bezwzględniej i okrutniej. Ale i nie wszystkie samice znajdują obecnie, po powrocie z hulanki napowietrznej, opiekę i gościnność u robotnic swego gniazda. Wiele z nich ginie również. Pewna część samic wynajduje sobie bezpieczne kryjówki w wilgotnej ziemi, i te stają się założycielkami nowych kolonii, a mianowicie: składają jaja, a wylęgające się z nich robotnice biorą się do budowy gniazda. Matronom, rozpoczynającym osiadłe, spokojne życie rodzinne, są już teraz niepotrzebne skrzydła, któremi zalotnie unosiły się podczas wzlotu weselnego, a rzecz ciekawa, że instyktownie pozbywają się też owych zbytecznych, a nawet szkodliwych im obecnie, narządów. Chwytają więc własne skrzydła, jedno za drugim, w pazurkowato zakrzywione końce nóg swoich, i kręcą, i wywijają niemi, to w tę, to w ową stronę, dopóki skrzydła nie odpadną. Czynią to tem łatwiej,

iż stawowate połączenie skrzydeł z ciałem jest bardzo luźne.

Część zatem samic staje się założycielkami nowych kolonii. Wreszcie pewna ilość samic, a mianowicie te, które spadły na ziemię w pobliżu dawnej, rodzimej siedziby, zostają schwytane przez robotnice i zmuszone do powrotu do rodzinnego gniazda, aby tutaj złożyć jaja i przyczynić się tym sposobem do pomnożenia liczby mieszkańców mrowiska. Samice, powracające do starej swej siedziby, lub będące założycielkami nowych kolonii, nazywają niekiedy królowemi ¹⁾.

Znakomity badacz życia i obyczajów mrówek, prof. A. Forel ²⁾, twierdzi jednak, że rzecz ma się nieco inaczej, a mianowicie, że tylko te samice stają się przyszłemi królowemi gniazda, które nie wzięły udziału we wzlocie weselnym, lecz zostały zapłodnione albo wewnątrz gniazda, albo na powierzchni jego, samice zaś, spadające na ziemię ze wzlotu weselnego, nie powracają nigdy do gniazd rodzinnych. Robotnice pilnują i obserwują samice, i gdy tylko która z nich zostaje zapłodnioną w gnieździe, lub w bezpośrednim jego sąsiedztwie, nie puszczają już jej, lecz przemocą zatrzymują w domu; wtedy staje się ona jedną z królowych, czyli matek. Tym sposobem zostaje zachowana —

¹⁾ L. Büchner, l. c.

²⁾ Les fourmis de la Suisse.

twierdzi Forel — czystość krwi danej kolonii, albowiem samice, wlatując wraz z całym rojem w powietrze, spotykają się tam z samcami nie tylko swego gniazda, ale i obcych kolonii, co przeszkadza zachowaniu „czystości krwi“ danego mrowiska, podczas gdy do wnętrza gniazda, lub na jego powierzchnię nie ośmieli się przyjsć bezkarnie żaden obcy samiec. Zatrzymane w gnieździe samice przyzwyczajają się wkrótce do więzienia i nie próbują już uciec. Niekiedy zostaje zatrzymaną jedna tylko, kiedy indziej kilka, dwadzieścia, trzydzieści, lub je, szcze więcej. Robotnice oszczędzają im trudu odrywania sobie skrzydeł, wyręczają je w tym względzie, i same dokonywają operacji nad swymi więźniami.

Robotnice opiekują się zwykle królowemi i otaczają je pieczołowitością wielką. Karmią je za pośrednictwem wola społecznego, liżą, czyszczą, a gdy matki składają jaja, robotnice biorą na siebie rolę nianie i wychowawczyń, królowe zaś wcale się nie zajmują potomstwem swoim. Na jedną królowę przypada zwykle kilka, do dziesięciu, robotnic, które stanowią niejako jej świtę przyboczną. Forel zauważył jednak, że u niektórych gatunków mrówek królowa żyje zupełnie tak samo, jak osobniki robocze, nie ma żadnych szczególnych przywilejów, a tylko, będąc mniej zdolną do pracy społecznej, mniej też oddaje się pracy tej (np. w rodzaju *Leptothorax*). Największej opieki do-

znają królowe w mrowiskach rodzaju *Lasius*, gdzie często bywają otaczane całym rojem robotnic, które karmią je, zbierają ich jaja itp.

Z chwilą, gdy z jaj wylęgają się gąsienice, dla robotnic zaczyna się ciężka praca. Zadziwiającą iście jest pieczołowitość wychowawczyń. Gdy słońce grzeje, zanoszą one gąsienice (a później poczwarki) do wyżej położonych pięter i galeryi gniazda, gdzie wyższa panuje temperatura; gdy słońce operuje bardzo silnie, zanoszą one gąsienice do miejsc zacienionych. Tego samego lata, lub też następnego roku na wiosnę, gdy gąsienice się oprzędzają i przechodzą w stan poczwarek, robotnice zajmują się w dalszym ciągu temi ostatnimi. A gdy z poczwarek wylęgają się młode mrówki, robotnice wychowują je literalnie, uczą je odróżniać wrogów od sprzymierzeńców, oraz brać udział w budowie gniazda. Forel umieścił razem w jednym naczyniu młode mrówki, należące do trzech różnych gatunków, które w zwykłych warunkach zachowują się względem siebie bardzo wrogo. Młode nie były jednak w stanie odróżnić obcych mrówek od osobników swego własnego gatunku, i wszystkie razem rozpoczęły zgodne życie; wszystkie zajmowały się z równą pieczołowitością poczwarkami swojego gatunku, oraz obcych gatunków, gdy tymczasem mrówki dorosłe zachowują się zawsze bardzo wrogo względem obcych poczwarek. Wychowanie młodych mrówek przez dorosłe

odbywa się jednak bardzo szybko, a Forel zauważył, że u niektórych gatunków już na trzeci lub czwarty dzień po wylęgu młode umieją odróżniać nieprzyjaciół od osobników własnego gniazda. Wskutek tego, iż wychowanie w tym kierunku odbywa się tak szybko, wielu badaczy sądziło, że młode mrówki przychodzą na świat już ze wszystkimi, gotowymi, „wrodzonymi instynktami“, i że niczego się w młodości nie uczą. Jak niżej zobaczymy, pogląd ten zyskał w nowszych czasach wielu zwolenników, jakkolwiek liczni znawcy życia i obyczajów mrówek utrzymują stanowczo, iż młode podlegają do pewnego stopnia wychowaniu.

Bardzo ciekawa strona umysłowości mrówek tyce się budowy gniazd, które owady te sporządzają sobie nader kunsztownie i w sposób bardzo różnorodny. Można odróżnić sześć, lub siedem odmiennych typów budowy gniazd, zależnie od tego, czy są budowane w ziemi (wygrzebywane w niej), czy też wznoszone na jej powierzchni, lub też od tego, czy są zakładane pod płaskimi kamieniami, w pniach drzewnych, pod korą, w murach, lub skałach, albo w domach mieszkalnych i t. d. Gniazda bywają nieraz bardzo wielkie. W naszych lasach można często widzieć dość duże pagórki, usypywane przez mrówki z igieł drzew iglastych, drobnych ździebeł, gałązek i t. p. W gniazdach odróżniamy zazwyczaj kilka pięter, korytarze, galerye, oddzielne komnaty, częstokroć różnej

wielkości, obszerniejsze i szczuplejsze, łączące się z sobą w najrozmaitszy sposób. Zasługuje na szczególną uwagę, że nie tylko różne gatunki budują gniazda odmienne, ale że nawet różne kolonie tego samego gatunku wykazują w dość obszernych granicach wahania pod względem sposobu budowania mieszkań swoich. Wahania te, czyli różnice w metodzie budowania gniazda, zależne są u jednego i tego samego gatunku od następujących okoliczności. Stosownie do ilości osobników danej kolonii bywają wznoszone gniazda mniejszych lub większych wymiarów, co wpływa też do pewnego stopnia na różnicę w jakości materiału budowlanego i sposobu łączenia z sobą, lub spajania tego materiału. Tak na przykład wielkie i bardzo licznie zamieszkane gniazda mrówki płowej (*F. rufa*) posiadają mnóstwo otworów ze wszystkich stron, drobne zaś gniazda mrówki krwistej (*Formica sanguinea*) bywają zupełnie zamknięte; naodwrot zaś, w mniej licznie zamieszkałych gniazdach gatunku *F. rufa* otwory bywają zwykle zamknięte, a w ludniejszych koloniach *F. sanguinea* bywają zakładane gniazda o licznych otworach. Widzimy więc, że tu u dwóch gatunków mrówek występują pewne modyfikacje w budowie gniazd w związku z tem, czy kolonia liczy więcej, czy mniej mieszkańców. Powtóre, modyfikacje w budowie gniazda u jednego i tego samego gatunku zależą od rodzaju materiału budowlanego, jaki

w danych warunkach dostępny jest dla robotnic. Tak naprzykład zauważono, że mrówka drzewna (*Formica fuliginosa*), która buduje zwykle gniazda w pniach drzewnych, w braku tych ostatnich używa liści, które przerabia na materiał budowlany. Gatunek ten potrafi nie tylko drążyć galerye i korytarze w drzewie, ale nadto, przy pomocy lepkiej wydzieliny gruczołów sporządza sobie niekiedy ze sproszkowanego drzewa (próchna) rodzaj masy papkowej, z której buduje ściany, filarki i inne części swego gniazda.

„Najcharakterystyczniejszy rys w sztuce budownictwa mrówek — mówi Forel — polega na zupełnym prawie braku jakiegoś niezmiennego, a każdemu gatunkowi właściwego schematu, jaki posiadają naprzykład osy, lub pszczoły. Mrówki umieją swoje, w każdym razie mniej doskonałe budowle, urządzać stosownie do warunków i ciągnąć korzyść z każdego przedmiotu. Nadto, każda robotnica buduje o własnej sile i według własnego planu, i tylko niekiedy korzysta z pomocy towarzyszek, które zrozumiały plan jej. Powstają stąd naturalnie częste kolizye, a jedna niszczy to, co druga zrobiła. Daje to klucz do zrozumienia budowli w kształcie labiryntu. Zresztą, ta robotnica, która wynalazła sposób najkorzystniejszy, lub okazała największą wytrwałość, nakłania większość towarzyszek, a w końcu całą kolonię do swego planu, jakkolwiek nie odbywa się to

bez licznych walk. Skoro jednak raz udało jej się doprowadzić do tego, że druga idzie za jej przykładem, a ta ostatnia znów zyskuje inne zwolenniczki, wówczas pierwsza gubi się znowu pośród całej rzeszy. Tym sposobem, jakkolwiek może istnieć pewna przewaga intelektualna u niektórych osobników kolonii, nie prowadzi ona jednak żadną miarą do jednowładztwa, lub do oligarchii, a kolonia pozostaje zawsze i niezmiennie społeczeństwem republikańsko-demokratycznym, w którym zupełna panuje równość.

Otwory (jeden, dwa, lub więcej), wiodące do gniazda, bywają zwykle starannie zamykane na noc, odchylane zaś napowrót wczesnym rankiem. Szczelnie i szybko zostają one również zamykane, gdy zrywa się nawałnica, lub wprost gdy rześisty deszcz zaczyna zraszać ziemię. Forel podaje, że wrota gniazd bywają też zamykane przezornie, gdy się robi zimno. Do zamykania otworów służą różne przedmioty, co tylko znajdzie się pod ręką, a więc ziemia, kamyki, listki, kawałki drzewa, ziarna i t. p. Niekiedy wrota gniazda są strzeżone przez straż, która w osobliwy sposób może spełniać swoje zadanie. W gnieździe gatunku *Colobopsis truncata* Forel zauważył dwa lub trzy bardzo małe otwory okrągłe, które były w ten sposób strzeżone przez „żołnierzy“, iż ich grube, walcowate głowy zatykały te otwory, podobnie jak korki zatykają szyjki butelek. U niektórych innych gatunków strażnicy zasłaniają otwory

głowami, lub odwłokami, strzegąc wrót swego domu przed najściem wrogich sobie gatunków mrówek.

Podobnie jak działania, mające na celu budowę i ochronę gniazd, lub rozmnażanie się i wychowanie potomstwa, tak też i czynności umysłowe, związane ze sprawą odżywiania się, są nadzwyczaj interesujące u różnych gatunków mrówek. Niektóre z nich przytoczymy na dowód tego, jak złożonymi i zadziwiającymi mogą być „instynkta“ mrówek w tym kierunku.

U wielu gatunków, zwłaszcza w krajach podzwrotnikowych, robotnice przedsiębiorą gromadnie bardzo dalekie wyprawy w celu poszukiwania pokarmu i dostarczania go całej kolonii. W czasie tych wypraw robotnice są nieubłagane i okrutne dla wszelkich drobniejszych istot, napotykanych na drodze, szerząc wszędzie śmierć i spustoszenie, które bardzo często nawet ludziom daje się w wysokim stopniu we znaki.

Gatunki, należące do rodziny *Pycnogomyrmicidae*, zamieszkujące stepowe okolice Texasu, zajmują się jakby uprawą roli. Robotnice wygładzają ziemię na znacznej przestrzeni w sąsiedztwie mrowiska, pieląc starannie wszelkie zioła, z wyjątkiem trawy *Aristida oligantha*; gdy tylko na przygotowanym w ten sposób polu wyrośnie jaka inna roślina, robotnice usuwają ją starannie, zostawiając miejsce dla nasion *Aristidy*, która też po pewnym czasie wyłącznie już rozrasta się na owem polu, dostar-

czając mrówkom pokarmu ulubionego. Tym sposobem, przez zastosowanie niejako zasady doboru sztucznego, stosowanej często przez ogrodników, lub hodowców, mrówki otrzymują nareszcie pola uprawne, na których rosną wybrane przez nie rośliny.

Jeszcze ciekawsze „instynkta“ napotykamy u przedstawicieli rodziny *Attini*, zbadane przez prof. Möllera, a następnie stwierdzone przez spostrzeżenia prof. Forela. U tych mrówek południowo-amerykańskich znajdujemy w każdej kolonii trzy rodzaje robotnic, a mianowicie: 1-o tak zwane wielko-głowe olbrzymki, odznaczające się dużymi stosunkowo wymiarami ciała i szczególnie wielką głową, opatrzoną nader silnymi żuwaczkami i szczękami; 2-o tak zwane drobne karlice, najmniejszych wymiarów, i wreszcie 3-o, robotnice średniej wielkości. Otóż robotnice średniej wielkości wycinają z liści pewnych roślin długie, cienkie paseczki, które starannie znoszą do gniazda. Tutaj rozpoczynają swą pracę wielkogłowe olbrzymki, które przeżuwają silnie te listki za pomocą potężnych narządów szczękowych, i tym sposobem przerabiają je na rodzaj płynnej papki, którą gładko układają w mrowisku, tworząc jakby małe pola, zajęte przez papkę.

Papka ta stanowi dobry grunt dla rozwoju pleśni *Rozites gorgylophora*, której włókna pokrywają też wkrótce, niby las bujny, całą powierzchnię papki, tworząc na niej biały, gęsty

kożuszek. Nici pleśniowe rosną tak szybko i bujnie, że w bardzo krótkim czasie wypełniłyby całe wnętrze gniazda, ale przeszkadzają temu drobne karlice, obcinając ustawicznie szczękami zanadto wybujałe nitki grzybne. Na wierzchołkach obcinanych w ten sposób nitek pleśniowych zjawiają się niebawem bardzo liczne, drobnutkie ciątka bulwiaste (tak zwane „Ameisen-Kohlrabi“ Möllera), które stanowią ulubiony i najważniejszy pokarm dla mrówek. Gdy po pewnym czasie grunt, na którym pleśń się rozrasta, zostaje wyjąłowany i papka przybiera barwę brudno-brunatną, robotnice usuwają ją starannie z gniazda, i na miejscu dawnej sporządzają nową, świeżą papkę, na której znowu pleśń się rozrasta.

Jeszcze ciekawsze „instynkta“ napotykaemy u mrówek z rodzaju *Myrmecocystus*, żyjących w Meksyku i Australii. Mrówki te budują gniazda z piasku, wysokie na kilka cali, a opatrzone otworami na wierzchołku, które wiodą do galeryi podziemnych i komór, oraz do spiżarni, na których sklepieniu wiszą liczne, żywe mrówki robocze, przekształcone w rodzaj garnków, napełnionych zapasami miodu. A mianowicie, robotnice karmią niektóre osobniki robocze tak obficie, że wola ich nabrzmiwiają w niezwykle sposób, wypełniając się miodem, i dosięgając wymiarów winnego grona. Tak uwieszone za pomocą przedniej pary nóg, owe garnki żywe służą jako zapasy pokarmowe na czas krytyczny, zwłaszcza na zimę. Chcąc wy-

dobyć nieco miodu dla siebie, lub dla gąsienic, robotnice głaszczą owe garnki wiszące, zmuszając je do wydalenia pewnej ilości miodu z wola na zewnątrz (przez otwór ust). Rzecz szczególna, że osobniki, będące żywymi zbiornikami miodu, znajdują się w wielkiej pogardzie u innych robotnic. Jeżeli który się odzepi i spadnie na ziemię, lub skaleczy, nikt się o niego nie troszczy, a co najwyżej, robotnice przybiegają doń tylko w tym celu, by wydobyć z niego jeszcze zapasy miodu.

Oddawna jest znany ciekawy stosunek pomiędzy mrówkami a mszycami, to jest wszędzie pospolitymi, drobnymi owadami, pasożytującymi na roślinach. Owadki te wydzielają w tyle odwłoka słodkie krople, bardzo lubiane przez mrówki. Drażniąc odwłok mszyc różkami, mrówki pobudzają je do wydzielania owych kropel, jak gdyby dojąc je. Stosunki pomiędzy mrówkami a mszycami są niezmiernie ciekawe, tak, że już dawniejsi badacze porównywali mszyce do zwierząt domowych, nazywając je bydłem mrówek. Te ostatnie pilnują mszyc, budują im niekiedy szczególne zagrody z ziemi; pewne gatunki mrówek, według twierdzenia niektórych badaczy (naprzykład Schmardy) umieją hodować mszyce wewnątrz gniazd swoich, i pozwalają rozwijać się ich jajeczkom w mrowiskach swoich. Niektóre mrówki amerykańskie, znalazłszy na gałęzi towarzystwo mszyc, otaczają ową gałąź futerałem pewnego rodzaju, który nie pozwala mszycom uciekać;

tak uwięzione mszyce bywają swobodnie dojone przez mrówki.

Nie będziemy już bliżej się zatrzymywać nad innymi objawami życia umysłowego mrówek; wyliczymy tylko w krótkości pewne kategorie tych zjawisk, o których dotąd jeszcze nie wspomnieliśmy. Otóż mrówki mogą się porozumiewać z sobą, jak mniema wielu badaczy. Niejednokrotnie bowiem obserwowano, że gdy mrówka napotka w pewnej odległości od mrowiska jakiś przedmiot, mogący służyć za pokarm dla niej i jej towarzyszek (naprzykład słodką jaką wydzielinę, owada martwego, lub coś podobnego), albo też, gdy napotka przedmiot, nadający się do budowy gniazda, lecz dla niej za ciężki, powraca do mrowiska, uderza po kolei różkami napotkane towarzyski, a wkrótce wielka ilość robotnic kieruje swe kroki ku owemu przedmiotowi i wszystkie razem, wspólną pracą, zanoszą przedmiot do gniazda, lub napełniają swe wola znalezionym pokarmem. Z podobnych spostrzeżeń wywnioskowano, że robotnice udzielać mogą swym towarzyszkom pewnych wiadomości, czyli, że mogą się porozumiewać.

Mrówki odznaczają się dalej popędami wojowniczymi. Pewne gatunki wiodą z sobą walki zacięte, przedsiębiorą wyprawy wojenne, przyczem, jako łup, zabierają często wrogom gąsienice i poczwarki, i przynoszą je do gniazd swoich. Tu mogą być dwa przypadki. A mianowicie: wylęgające się ze złupionych poczwa-

rek osobniki stają się albo sprzymierzeńcami zwycięzców, i zgodnie, na równych prawach, pracują wraz z nimi dla dobra całego społeczeństwa; albo też porwane przemocą, czyli złupione osobniki stają się niewolnikami zwycięzców, pracują na nich i wszystko za nich robią. Tak na przykład leśna, bura mrówka, *Formica rufa*, porywa w walce poczwarki mrówki płowej, znacznie mniejszej, *Formica fusca*, by żyć następnie na równych prawach z roboczymi, które z tych poczwarek się wylęgają. Natomiast na przykład gatunek *Polyergus rufescens* chwytą w niewolę podczas wojen robotnice innego gatunku, *Formica fusca*, a niewolnice te karmią panów swoich, wychowują ich potomstwo, przyczem zdobywcy, wskutek owego „dolce far niente“, niedołączają w mniejszym, lub większym stopniu, tracą zwykle zupełnie zdolność samodzielnego odżywiania się bez pomocy niewolników, i usunięte od nich, a pozostawione samym sobie, zamierają z głodu, nawet gdy obfity pokarm znajduje się dokoła nich.

O wojnach i walkach wzajemnych pomiędzy różnymi gatunkami mrówek dałoby się powiedzieć bardzo wiele. Istnieje niezliczona ilość obserwacji w tym kierunku. Niektórzy badacze prowadzili nader szczegółową statystykę owych wypraw wojennych i walk i nagromadzili cenny materiał psycho-zoologiczny. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że pewne gatunki, wrogo względem siebie usposobione, zawierają przyjaźń wobec szczególnych okoli-

czności. A mianowicie, prof. Forel umieszczał w jednym wspólnym worku mrówki dwóch wrogich sobie gatunków. Znalazłszy się razem, zaczęły one toczyć bój zacięty, a mnóstwo osobników stało się ofiarą tej walki. Stopniowo jednak stosunki pomiędzy obu nieprzyjaźnemi stronami stawały się lepsze, a po kilku dniach wrogowie zawarli przymierze. Gdy po pewnym czasie wypuszczono je na wolność, obie strony wzięły się zgodnie, pospołu do budowy nowego wspólnego gniazda, które odtąd pokojowo razem zamieszkiwały.

Wreszcie dla nakreślenia ogólnego obrazu życia umysłowego mrówek, musimy jeszcze zaznaczyć, że owady te pozostają w najrozmaitszych stosunkach względem licznych innych istot, stale lub czasowo zamieszkujących ich gniazda. Zjawiska te oznaczone zostały nazwami: „xenobiozy“, „myrmekofilii“, „forezyi“, „myrmekolepcy“ itd. W badaniu tych nadzwyczaj interesujących i różnorodnych stosunków zasłużyli się w ostatnich latach dwaj szczególnie uczeni, E. Wasmann ¹⁾, oraz inżynier francuski, Karol Janet ¹⁾, nagrodzony za te badania przez Akademię nauk w Paryżu.

¹⁾ *E. Wasmann*. Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen, Monaster, 1891. *Tenże* Kurze Verzeichniss der Myrmecophilen Termpolen Ameisen. Berlin, 1894.

²⁾ *Ch. Janet*. Etudes sur les fourmis, les guêpes et abeilles. Kilkanaście broszur, z których najważniejszą dla nas jest Nr. 14, zatytułowana: Rapports des animaux myrmecophiles avec les fourmis. Limoges, 1897.

Tak naprzykład xenobioza, lub parabioza, jest to zjawisko naturalnego, wspólnego pożycia dwóch różnych gatunków mrówek w jednym gnieździe, ale w ten sposób, że każdy gatunek zachowuje swą indywidualność. Mrówki jednego gatunku zamieszkują wyłącznie jedne korytarze i galerye gniazda, mrówki zaś drugiego — inne korytarze i salony, tak, iż zachowują się one, jak gdyby lokatorowie jednego domu, zajmujący oddzielne mieszkania. Oba gatunki przedsięwzięją jednak wspólne wyprawy wojenne przeciw nieprzyjaciołom i wybierają się razem na wędrówki w celu zdobywania pokarmu. Myrmekofilia (w ściślejszem znaczeniu tego wyrazu) jest to zjawisko tolerowania w gnieździe pewnych chrząszczyków, lub innych owadów (niekiedy skorupiaków lądowych, wijów i t. p.), i nader przyjaznego zachowywania się mrówek względem owych gości. Jednym z najbardziej znanych owadów w tym względzie jest chrząszczyk *Claviger testaceus*, którego mrówki pieszcą w gnieździe swoim, karmią i chronią; owad ten tak jest niedołączny, że sam nie jest w stanie zdobywać sobie pokarmu. Niektórzy przypuszczają, że mrówki tolerują i karmią swego gościa dlatego, iż wydziela on woń, w której właściciele gniazda szczególnie się lubują. Forezya polega zaś na tem, że w mrowiskach przebywają pewne istoty, korzystające z robotnic, jako z wierzchowców; skaczą one na mrówki, przyczepiają się do ich ciała, i tak,

tanim kosztem, przenoszone bywają na dalekie przestrzenie, najczęściej ku miejscom, gdzie znajduje się jaki smaczny kąsek pokarmu. Myrmekolepcya jest to obecność w mrowiskach złodziei, którzy zręcznie umieją kraść mrówkom pokarm. Znany jest pod tym względem drobny owad z rodzaju *Lepismina* (podobny do napotykanego w spiżarniach mieszkań naszych — cukrzyka rybika, *Lepisma saccharina*), który czatuje na mrówki w chwili, gdy jedna karmi drugą, lub gdy odżywia gąsienicę. Wówczas *Lepismina* zakrada się ostrożnie i nader zręcznie chwyta kroplę pokarmu w chwili, gdy ta ma przejść do ust osobnika karmionego. Dokonawszy tej kradzieży, *Lepismina* zmyka, jak błyskawica, kryjąc się w jakimś zakątku mrówczego gniazda.

III.

Nie będziemy rozpatrywali innych jeszcze stron życia umysłowego mrówek. Natomiast przystąpimy do drugiej części niniejszego szkicu, mianowicie do pytania, jak ze stanowiska psychologii porównawczej mamy tłómaczyć sobie te wszystkie objawy? Co do istoty życia psychicznego mrówek (oraz innych owadów błonkoskrzydłych, towarzysko żyjących, naprzykład pszczół i os) wygłoszono bardzo rozmaite poglądy.

Niektórzy, naprzykład L. Büchner, G. J. Romanes, zapatrywali się na życie psychiczne tych istot ze stanowiska zanadto antropomorficznego, subiektywistycznego, przypisując im inteligencyę, rozwagę, uczucie miłości i nienawiści, poczucie obowiązku, posunięte do najwyższych granic, brak egoizmu, a nadzwyczajny altruizm względem członków własnego społeczeństwa. Opisy niektórych badaczy zawierają też przesadne uwagi, a tu i owdzie odznaczają się nawet wielką naiwnością. Pewien spostrzegacz pisze naprzykład, że mrówki po ukończonej walce uprzątają ciała poległych braci, zanoszą je do miejsc, znajdujących się w pewnej odległości od gniazda, niby na cmentarzyska, by tutaj je w ziemi pogrzebać, a nadto — dodaje on — po grymasach i ruchach nieszczęśliwych robotnic można poznać, jak wielka o garnia je rozpacz, gdy na zawsze żegnają zwłoki swoich braci! Tego rodzaju spostrzeżenia można nazwać tylko naiwnemi, a kieruje nimi apriorystyczne przekonanie, że mrówki myślą i czują, jak ludzie.

Prof. W. Szokalski, autor znanego dzieła: „Początek i rozwój umysłowości w przyrodzie“ (1885), zapatruje się również ze stanowiska subiektywistycznego na umysłowość owadów. Opisawszy życie psychiczne pszczół i os, woła on: „Niechaj-że teraz, po takich faktach, najdokładniej zbadanych, kto się ośmieli zaprzeczyć pszczołom rozum? Nie przekracza on

wprawdzie formy, jakiej na niższych szczeblach organizacji spodziewać się można, w gruncie jednak przedstawia zupełnie taką samą naturę, jak nasz rozum ludzki. Taż sama trafność spostrzeżeń, logiczność w zamiarach, dokładność w obmyśleniu wszelkich środków w postępowaniu. Pszczoła wie, co robi, i co ma jeszcze zrobić, a jeżeli nie zdaje sobie kategoricznie sprawy z tego wszystkiego, to jedynie tylko dlatego, że umysł jej nie jest w możności sam zapatrywać się na siebie, sam siebie rozbierać i sam siebie poznawać“.

Pragnąc dowieść, że mrówki posiadają rozum, i umieją sobie radzić w różnych niezwykłych okolicznościach, dzięki swej pomysłowości, Szokalski przytacza następujący przypadek: W ogrodzie swoim, w Burgundyi, posiadał on drzewo wiśniowe, którego słodki owoc był powodem bezustannych pielgrzymek robotnic mrówczych. Otóż uczony lekarz nałożył na pień tego drzewa szeroki pas ze smoły. Pośród mrówek można było zauważyć wielkie zaniepokojenie. Tak mrówki schodzące z drzewa ku ziemi, jak i te, które szły dopiero w kierunku łupu do góry, doszedłszy do przeszkody, zaczynały biegać w niepokoju w różne strony. Szokalski musiał w trakcie tego wyjechać na kilka dni z domu. Gdy powrócił, spostrzegł, że pomysłowe mrówki zbudowały po przez pas smoły rodzaj mostu z grudek ziemi i kawałeczków drzewa, a po utworzonej w ten

sposób kładce swobodnie biegały, jedne ku górze, inne w kierunku przeciwnym.

Otóż, gdyby rzeczywiście ów pomost był zbudowany przez mrówki z rozważą i celowo, dowodziło-by to, że istoty te posiadają nietylko wrodzone instynkta, lecz nadto, że są inteligentne, że rozumieją i zdają sobie sprawę z tego, co zamierzają czynić i co czynią. Ale właśnie obserwacja ta, jak i wiele innych, podobnych, jakkolwiek nie jest błędną, tłumaczy jednak błędnie dane zjawisko. Że mrówki zbudowały pomost, o tem wątpić nie można wobec słów wiarogodnego badacza. Ale niewątpliwie zbudowały go one bezwiednie; każda mrówka, powracająca do gniazda i niosąca, dajmy na to, jak zwykle, kawałek drzewa, lub grudkę ziemi, gdy tylko doniosła do smoły, traciła swój ciężar, albowiem ten przylepił się do smoły; następna z kolei mrówka wchodziła już w obręb smoły po owym przedmiocie, upuszczonym przez siostrę, a sama z kolei pozostawiała znów w smole dźwigany przedmiot, i tak oto, bez wiedzy mrówek, powstał most, po którym naturalnie mogły już bezpiecznie chodzić. W roku zeszłym widziałem, jak mrówki, przechodzące obok wielkiego, nagiego ślimaka, tak zwanego pomrówia (*Arion*), przyklejały się do jego lepkiego ciała, wraz z kawałkami drzewa, lub igłami sosnowemi, które dźwigały; mrówki uwalniały się wkrótce z tej niewoli, ciężarki zaś pozostawały na ciele ślimaka. Przy powierzch-

wnej obserwacji mógł-by kto sądzić, że mrówki umyślnie oblepiały ślimaka kawałkami drzewa dla jakiegoś celu, na przykład dla tego, by im ciężary z miejsca na miejsce przenosił!

Przeciwno zbyt antropomorficznemu pojmowaniu czynności psychicznych mrówek występowali już w części Forel i Lubbock; autor niniejszego szkicu ¹⁾ miał też sposobność wyrazić na innem miejscu zdanie, iż czynności te mogą być w przeważnej mierze złożonymi odruchami, przy których udział wyższych, psychicznych funkcji jest stosunkowo mały.

Najdobitniej atoli wystąpił przeciwko subiektywistycznemu pojmowaniu czynności mrówek wielce zasłużony fizyolog niemiecki, prof. A. Bethe ²⁾, który uznał mrówki za „machiny odruchowe, wykonywające bez żadnej świadomości, jak automaty, najbardziej złożone czynności“.

Odruchem, czyli refleksem, nazywamy ruch, wykonany bez udziału świadomości i woli, a będący reakcją na jakiś bodziec zewnętrzny. Dotknąwszy się przypadkowo gorącego ciała, cofamy odruchowo rękę, spojrzawszy na przedmiot bardzo błyszczący i drażniący oko nasze, odruchowo zamykamy powieki; jakieś obce ciało, drażniące krtani naszą, wywołuje odru-

¹⁾ „Przegląd filozoficzny“, 1898, l. c.

²⁾ A. Bethe. „Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben“. Arch. f. Psychologie. 1898.

chowo kaszel. Pochodzenie odruchów objaśnia fizjologia w następujący sposób: Bodziec, działający z zewnątrz na zakończenia włókien nerwowych czuciowych, przenosi się po nich do komórek czuciowych (u kręgowców w rdzeniu pacierzowym, lub przedłużonym, u stawowców w zwojach brzuszego łańcucha nerwowego), z tych ostatnich zaś przechodzi na stykające się z nimi (za pomocą wyrostków) komórki ruchowe, z których przenosi się po włóknach nerwowych ruchowych do odpowiedniej grupy mięśni, przez co zostają one w ruch wprowadzone. Jeżeli jednocześnie kilka różnych bodźców działa na ustrój, owe reakcje ruchowe kombinują się wówczas i powstaje odruch mniej lub więcej złożony. Takie skomplikowane odruchy zowiemy ruchami automatycznymi, naprzykład latanie, bieganie. Należy tu wszelako zaznaczyć, że nazwą tą oznaczamy także czynności, które niegdyś wykonywaliśmy ze świadomością i których stopniowo wyuczyliśmy się, ale, wprawiwszy się w nie z czasem, możemy już wykonywać bez skupienia uwagi, mając myśl zupełnie czem innem zajętą (naprzykład wprawna gra na fortepianie). Natomiast czynności automatyczne w pierwszym znaczeniu są to działania, których nie wyuczyliśmy się, a które są tylko kombinacją odruchów, wykonywanych nieświadomie.

Otóż w myśl poglądu Bethego, mrówki należy uważać za maszyny odruchowe, wykonywające większą część czynności automaty-

cznie, nieświadomie, lecz jedynie wskutek reakcyi na pewne bodźce. Tak naprzykład faktu, że mrówka, spotkawszy inną, odżywia ją, nie należy sobie tłumaczyć tem, iż ma ona poczucie obowiązku lub litości, że czyni to ze świadomością celu, lecz wprost tem, że dotknięcie się sąsiadki lub larwy działa jako bodziec, wywołujący odruchowo skurcz wola i wyrzucenie z niego części pokarmu. Za najważniejszą kategorię bodźców, wywołujących złożone u mrówek refleksy, uważać należy bodźce węchowe. Dowiodły tego szczególnie pewne, bardzo pomysłowe doświadczenia, wykonane przez Bethego.

Wiadomo mianowicie, iż jedną z najdziwniejszych właściwości mrówek jest zdolność rozpoznawania osobników, należących do obcych gniazd tego samego, czy też innego gatunku, zdolność odróżniania swoich od obcych i przyjazne zachowywanie się względem pierwszych, a wrogie względem ostatnich. Dawniejsi badacze przypuszczali, że mrówki poznają swoich w ten sposób, jak ludzie, że rozpoznają one indywiduala, z którymi się przez wspólne życie zaznajomiły, lub zaprzyjaźniły, a więc, że posiadają pamięć dobrą i zdolność odróżniania pojedynczych osobników. Późniejsi jednak badacze, zwłaszcza prof. Forel, wykazali, że nie ma tutaj ani śladu rozpoznawania indywidualnego, lecz tylko masowe odróżnianie swoich od obcych; badacze ci przypuszczali, że mró-

wki kierują się pod tym względem węchem. Otóż Bethe dowiódł prawdziwości tego przypuszczenia za pomocą szeregu nader ciekawych eksperymentów. Tak na przykład: brał pewną ilość mrówek z danego gniazda, wykąpał je w 30% alkoholu, oraz w wodzie, i natychmiast po wysuszeniu wpuszczał do gniazda. Mrówki te zostały poczytane za obce, i całe towarzystwo zachowało się względem nich wrogo. Oczywiście, przez kąpiel, mrówki utraciły na pewien czas woń charakterystyczną, właściwą wszystkim osobnikom danego gniazda, wskutek czego wzięte były za wrogów. Gdy jednak Bethe pozostawiał wykąpane mrówki w odosobnieniu przez dwadzieścia cztery godziny, i dopiero po tym przeciągu czasu wpuszczał je do dawnego mrowiska, bywały one rozpoznawane jako swoje, albowiem przez ten czas zdołała się zapewne ponownie wydzielić w większej ilości ciecz (czy też ciało lotne) na powierzchni ciała mrówki, dająca ową woń charakterystyczną, po której owady rozpoznają się wzajemnie. Bethe postępował dalej tak, że rozcierał mrówki z różnych gniazd, i otrzymanym sokiem zwilżał osobniki, uprzednio wykąpane. Okazało się, że mrówki tego samego gniazda, zwilżone obcą cieczą, rozpoznawane były jako wrogie, a mrówki obcych gniazd, zmoczone wyciągiem z mrówek danego gniazda, uznane były przez mieszkańców tegoż gniazda za sprzymierzeńców, czyli za swoich. Można-by wypro-

wadzić stąd wnioszek, że przy rozpoznawaniu nieprzyjaciół i swoich mrówki kierują się pewnymi wrażeniami węchowemi. Bethe wnosi jednak ze swych doświadczeń, że bodźce węchowe działają tu w ten sposób, iż wywołują cały szereg złożonych odruchów, ruchów automatycznych. Jednego rodzaju bodziec węchowy powoduje odruchy wojownicze, nastawianie szczęk, kąsanie i t. p., innego rodzaju bodziec — odruchy, mające pozory czynności przyjaźnych, pokojowych.

Jako jeden z objawów wysokiej inteligencji mrówek, przytaczano często fakt, iż umieją one ze znacznej nieraz odległości powracać do swego gniazda i że odnajdują zawsze drogę ku domowi. Otóż Bethe stwierdził doświadczalnie to, co już przedtem przypuszczali liczni badacze, i co zresztą eksperymentalnie było już dawniej (Lubbock, Forel) wykazane, jakkolwiek nie tak dokładnie i ściśle, jak to był uczynił Bethe. Przekonano się mianowicie, że mrówki i w tym razie kierują się węchem. Bethe umieścił w pewnej odległości od mrowiska cukier miałki, do którego mrówki wkrótce znalazły drogę i w prostej linii doń dążyły, gdy inne, obładowane już znalezionym smakołykiem, powracały znów do gniazda; kiedy jednak Bethe położył w poprzek drogi pas papieru, mrówki, dochodząc do tego miejsca, okazywały wielkie zaniepokojenie, oczywiście traciły ślad dawnej drogi; niektóre starały się dostać pod

papier, inne okrążały w niepokoju przeszkodę, a gdy udawało im się przypadkowo po drugiej stronie zapory wpaść na dawny ślad drogi, szły już znowu spokojnie. Oczywiście więc pozostawiały jakiś ślad, po którym poznawały kierunek drogi, a że ślad ten polega na wydzielaniu jakiejś substancji woniejącej, na to mamy dowód w tem, że dosyć posypać nieco świeżej ziemi na ślad drogi, lub nieco potrzeć palcem ziemię w poprzek drogi, a to już wystarczy, aby wywołać u mrówek zaniepokojenie i utrudnić im oryentowanie się co do kierunku. Bethe doszedł nadto do wniosku, że mrówka wydziela zapewne inaczej spolaryzowane cząstki woniejące, gdy biegnie od gniazda ku obwodowi, a inaczej, gdy powraca do gniazda, słowem, że może ona — jak mówi Bethe — pozostawiać na swojej drodze „spolaryzowany ślad chemiczny“, po którym rozpoznaje kierunek drogi, a mianowicie: od gniazda i do gniazda. Drogi odśrodkowe i dośrodkowe mają mrówki rozpoznawać wskutek owych spolaryzowanych śladów. Bodziec chemiczny jednego rodzaju ma wywoływać — sądzi Bethe — złożony odruch, prowadzący mrówki z gniazda, bodziec chemiczny innego rodzaju — odruch wprost odwrotny, doprowadzający je napowrót do gniazda. Następujące doświadczenie naprowadziło Bethego na myśl, że w wydzielanych przez mrówki śladach chemicznych zaznaczony jest kierunek drogi. Na drodze, po której mrówki szły sze-

regiem, położona była deska, a w niej znajdował się ruchomy krążek, przez który również mrówki (w kierunku średnicy) przechodziły. Gdy Bethe obrócił ow krążek na 180 stopni, mrówki, doszedłszy do krążka, okazywały wielkie zaniepokojenie; zdawało się, że coś je wstrzymywało, jakkolwiek miały wolną drogę, i nawet niezatarty ślad drogi, po której poprzednio szły towarzyszki. Oczywiście więc zauważyły zmianę kierunku (wskutek tego, że krążek został obrócony), i to je zaniepokoiło. Jeżeli natomiast krążek obrócił się wówczas, gdy już mrówki nań wstąpiły, szły one zupełnie swobodnie (pomimo, iż teraz droga w odmiennym, niż poprzednio, prowadziła kierunku), ale, doszedłszy do części deski, która się nie obracała, znów doznawały zaniepokojenia, albowiem teraz mogły poznać zmianę kierunku. Jednym słowem — mówi Bethe — mrówki znajdują drogę swoją wprost przez „chemoreflexy“ (odruchy, wywołane przez bodźce chemiczne), którym podlegają czysto mechanicznie, podobnie, jak blaszana kaczka podlega działaniu magnesu.

Pragnąc na drodze mechanicznej, za pomocą swojej teorii „machin odruchowych“, objaśnić fakt, że mrówka, dopóki czegoś nie znajdzie, biegnie w kierunku odśrodkowym, gdy zaś napotka jakiś odpowiedni przedmiot (naprzykład pokarm), biegnie z nim do gniazda, a więc w kierunku dośrodkowym, Bethe powiada: „To, co w zwykłych warunkach zniewala mrówki

do trzymania się jednego, lub drugiego śladu (spolaryzowanego śladu chemicznego), jest oczywiście obładowanie, lub brak obładowania. Obładowanie wywołuje odruchowy pochod ku gniazdu, brak obładowania—pochód w kierunku od gniazda“.

Wreszcie Bethe oświadcza, że przyjmowanej przez wielu badaczy zdolności wzajemnego porozumiewania się mrówek nie mógł on stwierdzić. W kilku przypadkach mógł się dowodnie przekonać, że nieprawdą jest, jakoby mrówka, znalazłszy pokarm, dawała znać innym towarzyszkom (za pomocą dotykania różkami) o swoim odkryciu i wskazywała im drogę, dokąd mają się udać. Często widział on, że mrówki trafiały na miejsce, gdzie pokarm się znajdował, bez wszelkiego uprzedniego porozumiewania się z innymi osobnikami, powracającymi już z owego miejsca do gniazda. Słowem, ustrój mrówki — według Bethego — to machina, nie odbierająca wrażeń i nie rozumująca, a wszystkie jej działania, które poczytujemy za psychiczne, to szereg skomplikowanych odruchów, wykonywanych bez udziału świadomości i woli, jako konieczna reakcja na bodźce zewnętrzne. Wogóle Bethe zapatruje się na tak zwane życie psychiczne mrówek, pszczół i wszystkich innych zwierząt bezkręgowych bardzo sceptycznie, i widzi pod tym względem wielką różnicę w porównaniu z wyższymi kręgowcami. „Mrówka — powiada on — przynosi z sobą, jako wro-

dzony, wszystko, co robi w życiu, natomiast pies i małpa muszą się wszystkiego naprzód uczyć, zupełnie jak człowiek“.

Wyżej przedstawione badania Bethego pokazują, że niewątpliwie bardzo liczne czynności mrówek, którym dotychczas przypisywaliśmy naturę psychiczną, pozostają na najniższym szczeblu funkcji nerwowych, że są mianowicie odruchami, bez wszelkiej świadomości wykonywanymi. Wszelako uogólnienia Bethego idą, zdaje nam się, za daleko. W pewnych granicach nie można odmówić mrówkom czynności psychicznych. Bo jeżeli, zależnie od obecności rozmaitego materiału budowlanego, mrówki tego samego gatunku budują nieco odmiennie gniazda swoje, jeżeli w sztuce budownictwa mrówek „brak niezmiennego dla każdego gatunku i stale właściwego im schematu“, jeżeli każda robotnica buduje o własnej sile i wlewa nieco indywidualizmu do budowli, „korzystając z pomocy towarzyszek, które zrozumiały plan jej“ (A. Forel) — jeżeli to wszystko jest faktem, który stwierdzony został przez najściślejszych badaczy, wówczas nie możemy uważać mrówek jedynie za „machiny odruchowe“, lecz musimy im przypisać już pewne *zawiazki czynności psychicznych*. Co do wzajemnego porozumiewania się mrówek, to nawet sam Bethe, jakkolwiek tego obserwacją nie stwierdził, przypuszcza jednak „możliwość“ tego u mrówek wojowniczych, podczas wypraw w celu zdoby-

wania niewolników, a Wasmann stanowczo twierdzi, że tak w tym, jak i w innych razach, ma miejsce istotnie wzajemne porozumiewanie się osobników roboczych, wprawdzie w stopniu nadzwyczaj ograniczonym.

Teorya „machin odruchowych“ wyda się nie jednemu znawcy obyczajów mrówczych wysoce nieprawdopodobną, a to z tego powodu, że na czynności natury społecznej (a do tych sprowadzają się „instykta“ mrówek) przywykliśmy się zapatrywać ze stanowiska zanadto antropomorficznego. Ale nie zapomnijmy, że był czas, iż na funkcyje fizyologiczne w obrębie ustroju zapatrywano się również z takiegoż stanowiska. Dawniejsi fizyologowie nie mogli sobie inaczej wytłómaczyć „celowości“ procesów życiowych, zgodności i harmonii funkcyi biologicznych w ustroju, jak tylko za pomocą hipotezy „Archeusza“ — niewidzialnego jakiegoś ducha, siedzącego w ciele i rządzącego czynnościami jego. Z czasem to pojęcie ustąpiło miejsca mechanicznemu pojmowaniu czynności fizyologicznych, ale dziś nie możemy jeszcze pozbyć się przekonania, że czynności, polegające na wzajemnych stosunkach pomiędzy różnymi osobnikami kolonii zwierzęcej, muszą być zawsze powodowane przez myślących archeuszów, przez „dusze“, czujące i rozumujące. Ale pamiętajmy tylko o tem, że, jak zbiór komórek, tkanek i organów stanowi organizm, czyli indywiduum żyjące, tak zbiór osobników tworzy wyższą jednostkę

biologiczną, mianowicie kolonię, naprzykład gromadę mrówek. Jak komórka bez innych komórek ustroju żyć nie może, tak jedna, pojedyncza mrówka nie jest też w stanie spełniać wszystkich czynności, właściwych gatunkowi, a dopiero kolonia, jako całość, stanowi pełny organizm zbiorowy. Jeżeli zaś tak, to jasnym jest, że podobnie, jak procesy fizyologiczne osobnika są wynikiem mechanicznych działań i wpływu warunków na ustrój, tak i życie osobników w kolonii i ich wzajemne czynności społeczne mogą być w znacznej przynajmniej części mechanicznymi, fizyologicznymi czynnościami, mogą być tak samo automatyczne, jak automatyczną jest czynność serca, lub jak odruchowymi są ruchy robaczkowate jelit.

Przypisując zresztą mrówkom pewne zasoby inteligencji, musimy jednak uznać je za bardzo skromne w porównaniu z naszymi, ludzkimi. Uczucia i skłonności, czynne przy instynktowych działaniach tych istot są — mówi Wundt — w najwyższym stopniu pierwotne. Jeżeli przeto jest tu mowa o uczuciach przyjaźni i nienawiści, lub o popędzie naśladowniczym, to nie należy uważać tych uczuć, ani skłonności za indentyczne z analogicznymi stanami naszej własnej świadomości. Może tu być wogóle mowa tylko o najpierwotniejszych, niejasnych świtaniach uczuć i afektów, które w ich jasnej i świadomej postaci występują dopiero u najwyższych zwierząt i u człowieka.

Tak samo też, gdy mówimy o pracy społecznej mrówek, o ich żołnierzach, niewolnikach, o hodowli pożytecznych istot lub uprawie roślin, to należy pamiętać o tem, że wszystkich tych wyrażen używamy raczej w przenośni i że chodzi nam tu zawsze o stany psychiczne, które nie mogą być bezpośrednio zestawione ze świadomymi stanami naszej duszy.

IV.

Przeciwko pogładowi Bethego, jakoby mrówki i pszczoły nie posiadały zdolności zbierania doświadczeń i modyfikowania stosownie do tego swych czynności, jakoby wszystkie odbierane przez nie podniety „znajdowały się poniżej progu zmysłowego odczuwania i spostrzegania“, i jakoby zwierzęta te czysto mechanicznie wykonywały działania, częstokroć wydające się rozumnymi, wystąpiono z licznymi zarzutami. Najciekawsze z nich wygłoszone zostały przez znawcę życia pszczół, H. von Butten-Reepena¹⁾, z Jeny, oraz przez znakomitego znawcę życia i obyczajów mrówek, i wielce zasłużonego na tem polu o. jezuitę, Eryka Wasmanna²⁾.

¹⁾ H. v. Butten-Reepen „Sind die Bienen Reflex-Maschinen? Experimentelle Beiträge zur Biologie der Honigbiene. Biolog. Centralblatt. Nr. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. 1900.

²⁾ Erich Wasmann: „Vergleichende Studien über das Seeleben der Ameisen und der höheren Thiere“ Freiburg i B. 1900.

Nader interesujące są spostrzeżenia v. Butten-Reepena, odnoszące się do zdolności porozumiewania się wzajemnego pszczół.

Według Bethego, nie ulega jakoby wątpliwości, że pszczoły poznają się wzajemnie lub rozpoznają osobniki z obcych gniazd tylko przez węch (chemiczną substancję, na ich organ powonienia odruchowo działającą) i że nie może być mowy o żadnych szczególnych znakach porozumiewania się, np. pewnych tonach lub określonych poruszeniach rożków. Wszelako następujące spostrzeżenia Butten-Reepena zdają się sprzeciwiać temu pogładowi.

Tak naprzykład, jeżeli osierocimy (tj. usuniemy królowę) wielki ul, złożony z 50–60.000 lub więcej osobników, wówczas brak królowej bywa spostrzegany już po upływie godziny, lub po kilku godzinach, gdy pszczoły zajęte są zbieraniem nektaru. Daje się wówczas zauważyć w ulu dziwna zmiana, a wkrótce następuje t. zw. „niepokój sierocy“. Spokojny, zwykły, brzęczący dźwięk, wydobywający się z ula, przechodzi w głębszy, jakby zawodzący. Osobniki, otaczające otwór wylotowy, oraz skutecznie wylatujące, stają się niespokojne i jednocześnie wylatują z ula zaniepokojone pszczoły, szukając jakby czegoś w obawie na przedniej

Tenze. „Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen“. Stuttgart, r. 1899.

Tenze. „Instinct und Intelligenz im Thierreich“. Freiburg i B. 1899 r.

ścianie mieszkania; niektóre bardzo szybko wylatują i powracają; słowem, cały charakter ula zmienia się i to nie tylko pod względem zewnętrznego zachowania się osobników, ale i pod względem wewnętrznego usposobienia, albowiem pszczoły stają się wówczas nader drażliwe, złe i skłonne do kłucia.

Otóż niewątpliwie pszczoły spostrzegają nieobecność królowej. Ale zachodzi pytanie, w jaki sposób mogą to zauważyć i jaką drogą udzielają jedne drugim wiadomości, iż ul został osierocony? Czy nagły brak woni, wydzielanej przez królowę, zawiadamia je o tem? Trudno to przypuścić, albowiem przekonano się, iż woń królowej jest bardzo przenikliwa i udziela się w wysokim stopniu komórkom, jakoteż osobnikom roboczym, królowę otaczającym. Intensywność woni tej zmniejsza się wprawdzie stopniowo, ale i w zwykłych warunkach jest ona bardzo zmienną, tak, że nie podobna przypuścić, aby już po upływie jednej godziny została przez całe towarzystwo zauważona różnica.

Otóż każdy, kto bliżej obserwował zachowanie się ula w takich okolicznościach, dojdzie do następującego wniosku, powiada Reepen: „Młode pszczoły, które zajmują się karmieniem potomstwa oraz królowej, spostrzegają nieobecność królowej po dłuższym lub krótszym przeciągu czasu i zaczynają usilnie szukać; wkrótce niepokój ich udziela się całemu towarzystwu, pszczoły dochodzą do świadomości, iż królowa

znikła, a spokojny brzęk przeobraża się w donośny ton zawodzący“.

Że woń może tu odgrywać bardzo ważną rolę, tego dowodzą pewne fakta, jak np. ten, że pszczoły nie dostrzegają przez bardzo długi czas braku królowej, skoro ta będzie rozgnieciona i zabita, ale ciało jej pozostanie w ulu. Natomiast są inne fakta, dowodzące, że tą drogą nie da się wytłómaczyć spokój lub zaniepokojenie pszczoł, że same bodźce węchowe nie są zdolne wywołać szeregu odruchów, jak twierdzi Bethe, które można-by wziąć za wyraz niepokoju z powodu utraty królowej.

A mianowicie, jeżeli królowę będziemy trzymali na uwięzi w małej klateczce wewnątrz ula, to pomimo, iż woń jej ciała może wówczas zupełnie bez przeszkody działać jako bodziec na inne pszczoły, wystąpi jednak pośród nich po pewnym czasie silne zaniepokojenie, ze wszystkimi charakterystycznymi objawami. Należy więc stąd wnosić, że niewątpliwie tylko najbliższej królowej znajdujące się pszczoły poznają brak jej, a reszta zawiadomiona zostaje o wypadku za pośrednictwem poszczególnych dźwięków, które zaczynają wydawać naprzód bezpośrednio zaniepokojone osobniki, a z kolei całe towarzystwo.

„Nie ulega tedy dla mnie wątpliwości — powiada wzmiankowany autor — że pszczoły porozumiewają się wzajemnie za pomocą dźwięków. Dźwięk „radości“ zwabia towarzyszy lub

uspakaja ich, natomiast żałośny dźwięk zawo-
dzający niepokozi całe towarzystwo“.

Butten-Reepen odróżnia jeszcze rozmaite
inne rodzaje dźwięków u pszczół, służące, jego
zdaniem, do porozumiewania się, np. wabiący
ton rojących się pszczół, kwakanie królowej,
dźwięki bojaźni u królowej itp.

Nader interesujące są też spostrzeżenia,
które dowodzą, że pszczołom jest właściwa
władza pamięci, a mianowicie: posiadają one
pamięć miejsca.

Wiadomo, że pszczoły, rozlatując się z ula,
powracają do niego ze znacznych nawet odle-
głości. Otóż Bethe objaśnia to na swój sposób,
mówiąc: „pszczoły doprowadzane zostają do
ula mechanicznie przez jakąś zupełnie nieznaną
siłę“.

Co to jest owa „nieznana siła“ Bethego?
Czy wprowadzenie tej nowej niewiadomej wy-
jaśnia nam cokolwiekbądź? Czy należy odrzucić
hypotezę dotychczasową, a mianowicie, że
pszczoły kierują się pamięcią przy powracaniu
do swego ula, a natomiast wprowadzić hypo-
tezę nową o „nieznanej sile“? Takie „tłómacze-
nie“ zjawisk biologicznych jest łudzeniem sa-
mego siebie. Pod tym względem głęboką pra-
wdę wypowiedział prof. August Weismann:
„Nie należy wogóle uciekać się do nowej, nie-
znanej siły przy objaśnianiu zjawisk przyrody,
zanim nie zostanie dowiedzione, że siły dotych-
czas znane nie wystarczają do ich objaśnienia“.

Ponieważ pszczoła odbiera wrażenia węchowe, wzrokowe i inne, dlaczegoż więc nie mamy przypuszczać, że do pewnego stopnia zachowuje ona w pamięci owe wrażenia i kieruje się nimi przy odszukiwaniu miejsca, w którym się ul jej znajduje. Dlaczego mamy przypuszczać, że pszczoła powraca do swej siedziby dzięki jakiejś innej sile, niż np. gołąb pocztowy? A właśnie, co do tego ostatniego wykazano w nowszych czasach, że niewątpliwie odgrywa tu najważniejszą rolę pamięć, że dzięki jej gołąb orientuje się w locie. Prof. H. E. Ziegler¹⁾, mówiąc o orientowaniu się gołębi pocztowych, powiada: „na podstawie wszystkiego, co czytałem i słyszałem o gołębiach pocztowych, jestem zdania, że orientowanie się ich zasadza się jedynie na władzy pamięci i że zbytecznem jest przypisywać im jeszcze jakiś zagadkowy zmysł kierowniczy“.

„Jeżeli gołębie wypuszczone zostają daleko od swej siedziby, w miejscowości, w której nie mają żadnych punktów oparcia dla orientacji, wówczas obierają sobie rozmaite kierunki, a część błąka się. Stowarzyszenia nie lubią wypuszczać gołębi w takich nieprzygotowanych miejscach i w znacznej odległości, albowiem wówczas ginie zawsze mniejsza lub większa ilość dobrych gołębi“. „Hodowcy tresują gołębie w określonych dystansach, przenosząc je stopnio-

¹⁾ H. E. Ziegler „Die Geschwindigkeit der Brieftauben“ „Zool. Jahrbücher“. 1897.

wo w jednym i tym samym kierunku na coraz większe odległości". Skoro więc gołębie można tresować i nauczyć czegoś, muszą one posiadać władzę pamięci, która może się u nich potęgować i ćwiczyć w pewnym kierunku.

Otóż, dla czego nie mamy przyjąć, że i pszczoły kierują się pamięcią, powracając do siedzib swoich? Tak gołębie, jak i pszczoły, wypuszczone na wolność, gdzieś zdala od zwykłej siedziby, zataczają w pewnej wysokości koła, szukając jakby kierunku, który mają sobie obrać.

Że i pszczoły obdarzone są zapewne władzą pamięci, dowodzi tego również fakt następujący. Jeżeli mianowicie oszołomimy je przez chloroform, eter, pary saletry lub t. p., wówczas zniknie u nich pamięć miejsca zupełnie i na zawsze. Po otrzeźwieniu, mogą one być przeniesione do każdego ula, a nie latają do tego miejsca w przestrzeni, w którym znajduje się ich zwykła siedziba. Nie znają już więcej rodzinnego gniazda, ani też miejsca, w którym się ul ich znajduje.

Zapomniały one oczywiście wszystkiego, co wiedziały. „Zwierzę zaś — mówi Bitten-Reepen — które może czegoś zapomnieć, musiało coś pamiętać. Wspomnienia zatarły się. Widzimy więc, że „siła nieznana“ jest identyczna z pamięcią miejsca, która składa się z całego szeregu wspomnień (Erinnerungsbilder). Należy wszelako zauważyć, że niegdyś ogłuszone pszczoły przyzwyczajają się z czasem do nowej siedziby, do

której zostały przeniesione, a dzięki całemu szeregowi nowych wspomnień, powracają już stale do tej ostatniej ze swych wypraw po nektar, pyłek itp.“

Przytoczone wyżej fakta przemawiają, według B. Reepena, za tem, że pszczoły nie są rzeczywiście automatami, „machinami odruchowymi“, lecz że obdarzone są pewnymi władzami psychicznymi. Butten-Reepen, doszedłszy do wniosku, że pszczoły tak przy oryentowaniu się, jakoteż przy innych czynnościach, wykazują doskonałą pamięć i że są zdolne do „zbierania doświadczenia, nabywania pewnych wiadomości, kojarzenia wyobrażeń i nawet porozumiewania się“, zadaje sobie naiwne pytanie, czy posiadają one świadomość (Bewusstsein), i dochodzi do przekonania, że albo nie mają wcale świadomości, albo też obdarzone są nią w bardzo pierwotnym stopniu. Popełnia on tu tę samą niekonsekwencyę, co i liczni inni pisarze, nie zdający sobie sprawy z tego, co to jest świadomość. Można bowiem wybrać jedno z dwojga, albo przyjąć, że zwierzę nie odbiera żadnych wrażeń, że jest machiną odruchową, albo, że odbiera wrażenia, ma zdolność kojarzenia wyobrażeń, ergo odznacza się świadomością; gdzie niema bowiem świadomości, tam brak wszelkiego życia psychicznego. Mówić o nieświadomej czynności psychicznej, to jakby przyjmować martwe życie. Reepen, Haeckel i inni, przyjmu-

jący „nieświadome czynności psychiczne“, pojmują zapewne przez wyraz świadomość zdolność osobnika zastanawiania się nad swemi czynnościami psychicznymi, zdolność dokładnego zdawania sobie z nich sprawy, oraz analizowania ich. Tej zdolności nie posiadają zwierzęta, ale wszak nie posiada jej także niemowlę, lub dziecko, które jednak odbiera wrażenia, u którego odbywa się kojarzenie wyobrażeń, i któremu nie możemy odmówić świadomości.

Inny ze wspomnianych wyżej badaczy, Eryk Wasmann S. J., krytykuje „teorię machin odruchowych“ na podstawie spostrzeżeń nad obyczajami mrówek.

Ponieważ Bethe twierdzi, że dopiero u wyższych zwierząt, naprzykład u małp, można zauważyć w życiu zbiorowem czynności rozumne, działania, będące wynikiem rozwagi, doświadczenia i t. p., u zbiorowo zaś żyjących owadów wszelkie czynności społeczne są odruchowe, bez żadnej świadomości wykonywane, Wasmann stara się naprzód wykazać wielkie podobieństwo pomiędzy różnymi objawami życia społecznego u mrówek i u zwierząt wyższych. Podobieństwo to przemawia za tem, że nie można w inny sposób tłumaczyć istoty tych objawów u mrówek, aniżeli u zwierząt wyższych.

Tak naprzykład wiadomo, że u małp napotyamy stowarzyszenia osobników, których

zadaniem jest wspólne ostrzeganie przed niebezpieczeństwem, wspólna obrona, wspólna ochrona stowarzyszonych, wspólne zdobywanie pokarmu, a niekiedy wspólne napadanie zdobyczy. Ten sam cel mają stowarzyszenia mrówcze. „Jakkolwiek u nich — mówi Wasmann — celem głównym jest wspólne wychowywanie potomstwa, to jednak i owe inne cele poboczne nie tylko nie są wyłączone, lecz nawet w jeszcze doskonalszym stopniu bywają spełniane i osiągnane przez mrówki, aniżeli przez zwierzęta wyższe. Na to jednak, że mały z e ś w i a d o m o ś c i ą celu, czyli z inteligencją spełniają owe zadania, mrówki zaś bez świadomości celu, czyli czysto instynktowo czynią to, na to żaden uczony, zajmujący się psychologią zwierząt, żadnego nie ma dowodu“.

Albo na przykład wyższe zwierzęta, żyjące w stowarzyszeniach, wyświadczają sobie wzajem różne drobne przysługi. Krowy na przykład oblizują jedna drugiej miejsca na skórze, gdzie dokucza świerzbiecie, mały wyszukują sobie nawzajem pasorzytów zewnętrznych i t. p. Podobne przysługi wyświadczają sobie mrówki tej samej kolonii. Jeżeli się obserwuje mrówki w wygodnie urządzonej gniazdach sztucznych, to jest takich, w których owady czują się najzupełniej swobodnymi, a obserwator może dobrze przypatrywać się ich działaniom, wówczas łatwo zauważyć tysiączne objawy takich dro-

bnych przysług, wzajemnie sobie przez mrówki wyświadczanych. W słynnych swych obserwacjach nad życiem mieszanych kolonii mrówczych, Wasmann podaje liczne bardzo fakta odnośne. Oto, na przykład, widzi leżącą spokojnie robotnicę z gatunku *Formica sanguinea*, którą „obmywają“ towarzyszki, a mianowicie należące do trzech gatunków mrówek (*Formica sanguinea*, *Formica rufibarbis* i *Formica fusca*); towarzyszki oblizują starannie nieruchomą mrówkę, obracając ją bardzo ostrożnie z jednej strony na drugą. Obmyta i oczyszczona, podnosi się następnie i udaje się w drogę z przyjaciółkami. Bez różnicy wyświadczają sobie podobne przysługi robotnice wszystkich pięciu gatunków mrówek, hodowanych przez Wasmanna we wspólnym gnieździe sztucznym; oblizywane mrówki należą to do gatunku panów, to niewolników, a zarówno też bez żadnej różnicy gatunki pańskie i niewoinicze spełniają rolę czyścicieli względem towarzyszy. Można przytem zauważyć, że sama czynność oblizywania sprawia pewne zadowolenie mrówkom, podobnie jak krowy znajdują przyjemność w oblizywaniu towarzyszek, a małpy z satysfakcją poszukują pasorzytów u swych sąsiadek, i znajdowane owady z wielkim spożywają apetytem. (Wasmann).

Wszystkie te czynności są wynikiem instynktownego popędu do zachowywania czystości ciała, właściwego większości zwierząt.

Wzajemne dopomaganie sobie i wzajemne usuwanie różnych dolegliwości daje się zauważyć u wielu zwierząt towarzysko żyjących, wyższych i niższych. Małpy naprzykład wyciągają jedna drugiej igły i kolce ze skóry, po przebyciu ciernistych gąszczy, w których łatwo się pokłuć. U mrówek wzajemne wspomaganie się w wyższym jeszcze stopniu jest rozwinięte, często bowiem sięga tak daleko, że osobniki okazują pieczołowitość względem zranionych, lub chorych towarzyszy, jak to twierdzi Wasmann na podstawie własnych spostrzeżeń. A podobne fakta zauważył również prof. A. Forel.

„Opiekowanie się choremi u mrówek wydaje mi się czemś tak zadziwiającem, — mówi Wasmann, — że nie chciałem prawie w to uwierzyć, zanim się sam o tem nie przekonałem. Po raz pierwszy miało to miejsce 16. marca 1895 roku. Mrówkę gatunku sanguinea, która przez wytrysk kwasu mrówkowego w wąskiej rurce szklanej była sparaliżowana i zaledwie poruszać się mogła, przenieśliem za pomocą szczypczyków z gniazda obserwacyjnego do głównego. Z początku zdawało się, że przechodzące obok towarzyszki żadnej na nią nie zwrócić uwagi i zostawią ją w spokoju. Wkrótce jednak zaczęły ją badać różkami i przenieśli do innego oddziału gniazda, gdzie zebrana była większa część mrówek. Tutaj chora przeleżała cały dzień, otoczona znaczną ilością panów i

niewolników (gatunku *fusca*), którzy się nią zajmowali po większej części jednocześnie; starannie ją oblizywano, obracano na drugą stronę i znów oblizywano, później badano różkami i ponownie oblizywano. Wynik kuracji był zupełny. Chory osobnik był następnego dnia całkowicie wyleczony, gdy tymczasem bez owej opieki był-by zapewne zginął, jak to zwykle obserwowałem na mrówkach, oszołomionych przez jad“.

Zwierzęta wyższe, towarzysko żyjące, wyświadczają sobie ważniejsze jeszcze przysługi. Tak naprzykład wilki i niektóre inne drapieżniki polują gromadnie i pomagają sobie wzajemnie przy napastowaniu zdobyczy. Pawiany z rodzaju *Hamadryas* odwalają wspólnie ciężkie kamienie, by z pod nich owady wyławiać i t. p. Zwierzęta towarzyskie bronią się też wzajemnie. Otóż to, co powiedziano tu o ssakach, stosuje się w jeszcze wyższym stopniu do mrówek, a nie można przeto twierdzić, jak to przyjmuje Ziegler, aby życie towarzyskie wilków, pawianów lub innych małąp bardziej się zbliżało do gromadzkiego życia ludzi, aniżeli życie zbiorowe mrówek.

Liczne bowiem gatunki mrówek uganiają się również gromadnie za zdobyczą, zwłaszcza *Formica sanguinea* i *Formica rubicunda*, czerwone mrówki amazońskie (*Polyergus rufescens* i inne), jako też wszystkie gatunki rodzaju *Ecton*. Wyprawy wojenne mrówki krwistej (*For-*

mica sanguinea) bywają przedsiębrane zwykle w małych oddziałach, złożonych z dwudziestu do pięćdziesięciu robotnic, i mają na celu rabowanie gniazd innych gatunków, których larwy, poczwarki i osobniki dorosłe bywają porwane i zanoszone do siedzib rabusiów, gdzie służą za pokarm, lub też wychowywane bywają na niewolników (poczwarki robocze gatunków niewolniczych: *Formica fusca* i *rufibarbis*). Podczas tych wypraw można zauważyć u mrówek „inicjatywę indywidualną“ (Wasmann) pojedynczych osobników, podobnie jak u zwierząt wyższych.

Zwłaszcza interesujące jest współdziałanie i podział pracy pośród mrówek, tworzących mieszane kolonie. Tak naprzykład Wasmann podaje, że w jednym gnieździe obserwacyjnym, w którym oprócz mrówki krwistej (*Formica sanguinea*), żyły jeszcze cztery inne gatunki mrówek, osobniki wszystkich pięciu gatunków w ten sposób podzieliły pośród siebie zajęcia, że każdy gatunek wykonywał przeważnie pewne czynności, oczywiście, związane z usposobieniem danego gatunku; wszelako mrówki wszystkich gatunków zajmowały się też w miarę potrzeby i innymi pracami, mającymi na celu dobro całego ogółu, wspólne zamieszkującego gniazdo.

Doskonałość społecznego współdziałania u wyższych ssaków nie może się nawet mierzyć z tem, co widzimy u mrówek. U tych o-

statnich dotyczy ona bowiem nietylko wspólnej ochrony, obrony i wspólnego zdobywania pokarmu, lecz nadto jeszcze wspólnej budowy mieszkania, wspólnego wychowywania młodych, oraz zajmowania się wszystkimi wogóle istotami, należącymi do społeczeństwa. Samo zdobywanie pokarmu przedstawia u mrówek nadzwyczajnie różnorodne objawy, obejmuje bowiem hodowlę istot, odgrywających niejako rolę bydła domowego (mszyce), polowanie (na przykład na owady), rabunek (rabowanie poczwerek mrówczych z innych gniazd), uprawę roli (mrówki, zbierające ziarna z roślin, specjalnie przez nie uprawianych), ogrodnictwo (mrówki, uprawiające pewne pleśnie) i t. d. Wyprawy wojenne niektórych gatunków mrówek służą nie tylko do zdobywania środków pożywienia, lecz i do chwywania niewolników, przyczem zdobyci niewolnicy, należący do określonych, obcych gatunków mrówek, zostają następnie zaliczeni do członków państwa i wspólnie wychowywani. W ten sposób powstają niezmiernie interesujące, tak zwane mieszane kolonie mrówcze, złożone z przedstawicieli kilku gatunków, wspólnie w jednym gnieździe żyjących i i wyświadczających sobie wzajemne przysługi. To złożone życie społeczne komplikuje się jeszcze w wysokim stopniu przez to, iż w gniazdach przebywają zazwyczaj goście, o czem wyżej była już mowa.

Bethe, nie mogąc przypuścić, ażeby owady, zajmujące o tyle niższe stanowisko na drabinie ustrojów od zwierząt kręgowych, a zwłaszcza ssaków, przewyższały je pod względem intelektualnym, doszedł do wniosku, że ich czynności społeczne są zupełnie innej natury, aniżeli towarzyskie działania wyższych zwierząt, że pierwsze są tylko odruchami, ostatnie zaś należą już do sfery czynności psychicznych, intelektualnych. Wasmann natomiast stara się wykazać, że istnieje najzupełniejsza analogia pomiędzy jednymi a drugimi, że instynkta społeczne mrówek przewyższają nawet instynkta towarzyskie najwyższych zwierząt ssących, że nie podobna zatem uważać obu rodzajów objawów za różne zasadniczo, za nienależące do tej samej kategorii zjawisk psychicznych. Ale tu zjawia się dla Wasmanna poważna bardzo trudność. Przez niego samego, jak i przez wielu innych badaczy zdobyte fakta przemawiają za tem, że mrówki, skoro mamy je uważać nie za maszyny odruchowe, odznaczają się władzami intelektualnymi. Lecz na to Wasmann zgodzić się nie może. Rozcina więc węzeł gordyjski w ten sposób, że w ogóle odmawia wszystkim zwierzętom „właściwej inteligencji“ (wahre Intelligenz), przypisując ją wyłącznie człowiekowi. Ale pogląd ten jest na wskrós nienaukowy i nieuzasadniony, bo nowoczesna psychologia porównawcza stwierdziła stanowczo, że zawiązki wszelkich niemal władz

intelektualnych znajdują się już u zwierząt, a nikt ściśle nie określi, gdzie zaczyna się owa „właściwa intelligencya“. Przyroda nie zna nigdzie przeskoków i przerw w rozwoju, nie zna jej również w rozwoju intelektualnym świata zwierzęcego i człowieka.

Parazytyzm i symbioza w przyrodzie.¹⁾

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 niema przeskoków, jak wszędzie jedne zjawiska łączą się z innymi 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 chlebobawcę, 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

¹⁾ Odczyt wygłoszony w wielkiej sali ratuszowej we Lwowie w r. 1897 na cel dobroczynny. Rozszerzony i uzupełniony.

przechodzi już w symbiozę, t. j. we wspólne pożycie dwóch lub wielu różnych istot w celu wzajemnego wycisku, albo wzajemnego wyświadczania 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 ma miejsce „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 Arystotelesa znajdujemy wiadomości o pasorzytach, np. o kilku gatunkach robaków, zamieszkujących jelita ludzkie. Filozof ten hołdował teorii samoródtwa; twierdził, że żaby legną się z iłu, móle z ru-

pieci, ikra niektórych ryb z miążskiego piasku przybrzeżnego, tworzącego jakoby wraz z wodą i powietrzem pianę morską! Nie dziw więc, że wobec tak błędnych poglądów na powstawanie życia wogóle, filozof grecki nie mógł mieć właściwego pojęcia o pochodzeniu pasorzytów i wyobrażał sobie błędnie, że np. 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 na mięsie lub 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 nąwskroś błędnych i na niczem nieopartych 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 samoródtwa!

Wprawdzie już Redi, słynny naturalista włoski 17. stulecia, wykazał, że „robaki“, lęgające się w mięsie, rozwijają się tam z jaj, składanych przez pewne muchy i że są larwami much tych; wprawdzie Leeuwenhoeck, znakomity badacz holenderski, głosił w końcu

siedmnastego wieku, że robaki wewnętrzne, 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 znajdowały należytego uznania i ustąpić musiały na pewien czas miejsca teorii o „odziedziczeniu“ pasorzytów i o samorodnym ich rozwoju u osobników odpowiednio usposobionych¹⁾.

Teoria o „odziedziczeniu“ pasorzytów głosiła, iż żywiciel, zawierający w swych trzewiach pasorzyty, przekazuje je w spadkobierstwie potomstwu. Vallisneri, 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 w ogóle do jego produktów rozrodczych.

Według tego naiwnego poglądu, dziecko, posiadające robaki, odziedziczyło je od rodzi-

¹⁾ p. Loos. Parasitismus im Thierreich.

ców, 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 infekcyi, albo występuje tylko w rzadkich wypadkach. Van Phlëssum głosił, że już ze stworzeniem Adama i Ewy istniały w ich trzewiach pasorzyty, których potomstwo trapi do dziś dnia ludzkość. Inni atoi, jak np. Rudolphi, oraz słynny helmintolog i lekarz wiedeński Bremser nauczali, że to jest niemożliwe, bo „gdyby rzeczywiście pierwszy pasorzyt, powodujący np. kołowaciznę ¹⁾ u owiec, stworzony został jednocześnie z pierwszą owcą — to zarówno ta owca, jak i cały jej gatunek nie mógłby się rozmnażać i wyginałby, a my — mówi Bremser — nie moglibyśmy dzisiaj zarówno spożywać baraniny, jak i zachowywać tego robaka w alkoholu dla celów naukowych“.

Teoria odziedziczania pasorzytów była wynikiem panujących podówczas poglądów preformacyjnych, była ona tylko konsekwencyą tych dziwacznych zapatrywań ²⁾. W miarę zaś, jak poglądy te traciły swe znaczenie, rozmaici

¹⁾ Choroba wywołana przez obecność w mózgu owcy pasorzyta *Coenurus cerebralis*.

²⁾ Patrz szkic w niniejszej książce p. t. „Dawniejsze i nowsze poglądy na rozwój osobnika zwierzęcego“.

uczni, jak Bremser, Rudolphi i inni, wypowiedać zaczęli wojnę tej teorii.

Na jej miejsce usiłowano postawić inną, ale również błędną teorię, według której robaki wewnętrzne mają się jakoby lęgnąć samorodnie w ciele przyszłego swego żywiciela. Odróżniano w medycynie t. zw. chorobę robaczą (Wurmkrankheit), według której części ciała chorego ustroju mają się jakoby przeistaczać w żywe robaki, albo inne pasorzyty. Przypuszczano np., że świerzbowiec powstaje wskutek choroby skóry, której składniki, zmienione patologicznie, przeistaczają się jakoby w owe pajęczaki pasorzyczne, lecz nie domyślano się przez długi czas, że przeciwnie, choroba skóry jest w tym razie skutkiem zalęgnięcia się pasorzytów.

Tak więc uczeni błędzili przez długi czas i fałszywie tłómaczyli sobie zjawiska pasorzynictwa. Trwało to aż do czwartego dziesiątka lat naszego 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 ma miejsce zarażenie się, czyli infekcja pasorzytami, przyczem drogi i sposoby tej infekcyi są nadzwyczaj różnorodne i zależne od wielu warunków.

Objawy pasorzytnictwa w świecie zwierzęcym przedstawiają tak wielką różnorodność, że nauka o nich mogłaby dziś utworzyć samodzielny, a nader obszerny gałąź biologii. W szkicu niniejszym nie chodzi mi o zapoznanie czytelnika z poszczególnymi wypadkami parazytyzmu, zwłaszcza, iż przytoczenie choćby najważniejszych przykładów zajęłoby niepomiarne wiele miejsca. Zresztą, któż z nas nie wie o tasiemcu, włośniku, motylicy, o interesujących wędrówkach i przemianach larw tych pasorzytów, oraz o sposobach, jakimi odbywa się infekcja tymi 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 szczególnie ryby są również wielce gościnne dla różnych gatunków pasorzy-

tów. Ilość osobników zamieszkujących ciało jednego żywiciela bywa niekiedy olbrzymia, dosięga milionów! Znany zoolog belgijski, Van Beneden, opisuje, że u pewnego młodego, dwuletniego konia znaleziono w trzewiach kilka milionów drobnych robaków obłych, do tysiąca większych, 69 tasiemców, 190 czerwi (larw gzów końskich) i sześć wągrows! 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, łabędź miał się zupełnie dobrze, wyżywiając bez szemrania tak liczne i różnorodne towarzystwo.

Ze stanowiska ogólnobiologicznego najważniejszym jest dla nas pytanie, w jaki sposób powstał parazytyzm w ciągu rozwoju rodowego (filogenetycznego), jaką drogą mógł się on wytworzyć? Teoria ewolucji daje na to odpowiedź dosyć zadawalną. 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 nimi. 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 znaleźć sobie innych środków do życia i przystosować się do odmiennych warunków, ulegną również zagładzie.

Biologia zna setki przykładów, dowodzących, że z zagładą pewnych gatunków zwierząt, giną często i inne, które się nimi 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 np. 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, ulegały nawet pewnej widocznej zmianie w organizacyi 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 częstkami ciała osobników napastowanych, np. rzucają się na nie, ranią i wys্সawszy nieco krwi, opuszczają. Tym sposobem owe drobne drapieżniki stać się mogą czasowymi pasorzytami. Takimi są np. pijawki, które, znalazłszy ofiarę, sadowią się na niej, przegryzają skórę i wys্সysają krew, poczem opuszczają żywiciela, znów swobodnie pływają, póki nowa nie znajdzie się ofiara. Takie półpasorzyty, jakimi są właśnie liczne gatunki pijawek, mogą w braku zwierząt większych, napastować mniejsze, np. 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 nowymi czynnościami, np. 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, pasożytyzm będzie się coraz bardziej potęgował. Dane ustroje, zniewolone do tego warunkami, będą coraz mniej samodzielnie się żywiły, a coraz wyłącziej karmić się będą pasorzytnie, czemu i stopniowa modyfikacja ich budowy coraz lepiej będzie odpowiadała. Tym sposobem ustroje, będące początkowo czasowymi tylko pasorzytami, mogą stać się powoli, w biegu rozwoju rodowego, w ciągu bardzo długiego szeregu pokoleń — pasorzytami stałymi, zupełnymi.

Pasorzyt stały jest z początku zewnętrznym, t. j. żyje na powierzchni ciała swego gospodarza, 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, np. 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 np. 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 we wielu innych dociekaniach rodowodowych, opieramy przede wszystkim swe wywody na porównywaniu różnych stanów u organizmów dziś żyjących. Otóż liczne zwierzęta znajdują się jeszcze w początkowym stadyum pasorzytnictwa, przedstawiają, że tak powiem, jeden z pierwszych etapów, przez które przebiegały postaci pasorzytne w rozwoju rodowym. Tak np. pewne gatunki much, gdy nadarza się sposobność, karmią się, jako pasorzyty czasowe, ciepłą krwią zwierząt ssących; gdy jednak nie napotykają ofiar wyzysku, zadowolniają się także padliną. Podobnie też liczne pijawki są jakby rozpoczynającymi się pasorzytami, które przy sprzyjających warunkach karmią się krwią kręgowców, w braku zaś tego pożywienia prowadzą życie rozbójnicze, pozerając mniejsze i słabsze zwie-

rzęta, np. ślimaki lub dżdżownice. Dalej, napotyamy w przyrodzie istoty, pozostające, że tak powiem, w stadyum bardziej już posuniętego pasożytnictwa; są to pasożyty stałe, lecz zewnętrzne, np. liczne owady pasożytne, lub pajęczaki z grupy roztoczy, jak świerzbowce, które są stałymi pasożytami, przebywającymi w skórze ssących i ptaków.

Wreszcie istnieją, jak wiemy, pasożyty stałe, żyjące w różnych zagłębieniach powierzchni ciała, oraz wewnętrzniaki, zamieszkujące już trzewia żywiciela. Ale liczne z tych ostatnich nie są przez całe życie pasożytami. Motylce np. żyją wolno, jako larwy, swobodnie w wodzie pływające, a później dopiero przenikają do ciała gospodarzy. Różne te stopnie pasożytnictwa są, być może, tylko przejściowymi fazami rodowymi; potomkowie pewnych pasożytów, dziś czasowych, lub zewnętrznych, przeobrażą się może kiedyś w stałe i wewnętrzne. Z drugiej atoli strony liczne, niezupełnie pasożytne 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, zachodzącymi w sposobie odżywiania się i organizacyi żywicieli, i ich pasożyty podlegać muszą pewnym modyfikacyom. Toć dosyć jest porównać faunę helmintologi-

czną¹⁾ 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 embryologiczna. Historia rozwoju osobnika (ontogenia) wykazuje, że każde indywiduum zwierzęce przebiega w swym rozwoju kolejne stadya, 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 owdzie zachować w rozwoju osobnikowym pasorzytów. Otóż rzeczywiście liczne fakta stwierdzają to w wielu bardzo wypadkach. Tak np. różne skorupiaki pasorzytne, zwłaszcza z grupy wiośłonogów, wąsonogów, równonogów i dziesięcionogów, prowadzą wolne życie jako postaci młodociane i są wówczas larwami, najzupełniej tak samo uorganizowanemi, jak larwy postaci nie pasorzy-

¹⁾ Helminologia — nauka o robakach wewnętrznych.

tujących (bardzo rozpowszechnioną jest np. 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 fizyologicznych, będących wyrazem przystosowywania się organizmów do nowych warunków, a zmiany te są wielce interesujące ze stanowiska ogólno - biologicznego. A mianowicie, parazytyzm prowadzi do szeregu uwstecznień czyli przemian regresywnych, powodujących uproszczenie organizacyi. 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 w pierwszej linii kończyn. To też wszystkie pasorzyty wewnętrzne nie posiadają organów miejscowości, 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 organizacyi. 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 wewnątrzniak, żyjący w trzewiach swego gospodarza i pogrążony, że tak powiemy, całym ciałem w pożywnych sokach, traci po największej części swój przewód pokarmowy i w ogóle 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 przewod pokarmowy. Ale jak z jednej strony pasożytnictwo prowadzi do wielu procesów wstecznych, tak znów z drugiej, odmienne i swoiste warunki jego życia powodują rozwój i doskonalenie się pewnych innych stron organizacyi.

Przedewszystkiem tedy pojawiają się pewne specjalne organa, służące pasożytowi do przytwierdzenia się do ciała żywiciela, jakoto: haczyki, przyssawki, smoczki, tak pospolite u rozmaitych pasożytów. A dalej, obfitość pożywienia i mała potrzeba zużywania energii życiowej sprzyja bardzo rozmnażaniu się, to też pasożyty odznaczają się zwykle nadzwyczajną płodnością; niektóre wewnątrzniaki produkują miliony 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 pasożytne skorupiaki wąsonogie. Samce niektórych robaków tracą wszystkie niemal narządy, wyjąwszy płciowe, i żyją, jako pasożyty, w ciele samicy, w jej organach rozrodczych.

Nadzwyczajna płodność pasożytów, warunkowana w pierwszej linii obfitością pokarmu, jest ważnem przystosowaniem naturalnem w życiu pasożytów. W przyrodzie — że tak powiem — chodzi przedewszystkiem o zachowanie gatunku, o utrzymanie łańcucha życia w szeregu pokoleń. Większość zaś pasożytów,

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 świnie lub wołu, aby się mogły rozwijać, a mięso wołowe lub wieprzowe, zawierające zarodki soliterów (t. z. 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 przede wszystkim — *sit venia verbo* — o zachowanie gatunku, produkuje w ciele pasorzytów olbrzymie ilości jaj; miliardy 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 ma miejsca odżywianie się cudzymi sokami, ale jedna istota jest tylko mieszkańcem, lokatorem innej, nie karmiąc się wcale jej kosztem.

Stosunek taki nosi nazwę parazytyzmu przestrzeniowego (*Raumparasitismus*). Tak np. 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 rozchyła obie połówki swej muszli, rybka wsuwa do jego jamy płaszczowej długą, różową ceweczkę, na brzusznej stronie ciała rozwiniętą i za jej pośrednictwem wpuszcza pewną ilość ikry. Tak postępuje przez dłuższy czas, powierza małżowi liczne jaja i opuszcza go, nie kłopotując się już więcej o los potomstwa. Tymczasem samiec czycha 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 własnym swoim żółtkiem jajowym, słowem, nie wyrządzają mu żadnej krzywdy. Mali ci lokatorowie osiągają jednak sami nie mały pożytek ze swego mieszkania; gospodarz ochrania ich bowiem mimowoli swym oskorupionem ciałem od napaści nieprzyjaciół, a nadto dostarcza im bezustannie świeżych zapasów wody (wraz z rozpuszczonym w niej powietrzem), albowiem dla celów oddechowych przepuszcza wciąż świeżą wodę po przez swą jamę płaszczową, w której zawarte są skrzela.

Znane są i inne jeszcze przykłady takiego parazytyzmu przestrzeniowego. Są one dla nas szczególnie interesujące z tego względu, że przedstawiają jakby przejście od zwykłego parasorzytnictwa do t. zw. mutualizmu, symbiozy czyli spółżycia, polegającego na wspólnym pożyciu dwóch lub większej liczby osobników i na wzajemnym wyświadczaniu sobie usług. Gdy zatem w wyżej rozpatrzonym przykładzie pożycia małża z zarodkami ryb ma miejsce jednostronne wyświadczanie usług, to we właściwym 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 (*Pagarus Bernhardus*) z ukwiatem *Adamsia palliata*. Ktokolwiek bywał nad brzegiem morza, zna niewątpliwie tego

osobliwego skorupiaka. Pod pewnym względem — mówi O Hertwig ¹⁾ — jest on podobny do naszego zwykłego raka rzecznoego, 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 potężnymi 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 czerwona lub brunatna skóra jest wszędzie zgrubiała, twarda, jest bowiem wszędzie 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 wciąga 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 muszli ślimaczej, w miarę zaś, jak sam

¹⁾ p. O. Hertwig. Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben in Thierreich. 1883.

rośnie, opuszcza dotychczasowe muszle, zastępując je sobie coraz większymi, odpowiednio do wymiarów swego ciała. A muszla ślimacza stała się tak nieodzownie mu potrzebnem 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*. Ukwiał¹⁾ ten, podobnie jak niektóre inne, przedstawia się w żywym stanie w postaci utworu galaretowatego, barwy jasno pomarańczowej z plamkami czerwonymi. Rozszerzona podstawa ukwiała, przytwierdzona do powierzchni muszli, obejmuje z góry i z boków otwór muszlowy, przez który wychyla się na zewnątrz głowa wraz kleszczami pustelnika. Otwór ust ukwiała, otoczony licznymi, chwytными czułkami (ramionami), zwrócony jest ku głowie pustelnika. W ten sposób połączeni z sobą współnicy 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 chwytając czułkami liczne, drobne zwierzątka, któ-

¹⁾ Ukwiały (*Actiniae*) należą do grupy koralu (*Actinozoa*) typu jamochłonów (*Coelenterata*).

re mu się same nasuwają. Korzyść osiągnana z tej spółki przez ukwiała jest więc zupełnie jasna. Ale i pustelnik wyzyskuje swego towarzysza. A mianowicie, ukwiół zawiera w swem ciele liczne bardzo nici (t. z. *acontia*), które może wysuwać na zewnątrz po przez otworki w skórze; nici zaś te usiane są bardzo licznymi pęcherzykami, które noszą nazwę parzydełek. Parzydełka zawierają ostrą ciecz i opatrzone są włoskiem, a wyrzucone z ciała, padają, jak gdyby zatrute strzały, na nieprzyjaciół; włossek przenika do skóry nieprzyjaciela, a ciecz gryząca wchodzi do ranki, sprawiając bolesne, a dla wielu zwierząt śmiertelne nawet spazmy. 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 współnika. Jak ścisłą jest zawarta spółka i jak dalece obaj towarzysze przystosowani są do siebie wzajemnie, wynika to z tego, iż jeden bez drugiego istnieć nie może. Ukwiół, jak wykazały doświadczenia, nie może wcale żyć bez swego współnika i nigdy też nie jest napotykanym 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 akwaryum stacyi zoologicznej w Neapolu. Wydobyto pustelnika z jego muszli ślimaczej i wypchano ściśle

jamę tej ostatniej kawałeczkami płótna, włożywszy ją napowrót do akwaryum. 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 akwaryum. Ale na muszli nie było towarzysza. Pustelnik powrócił do opuszczonej muszli, zaczął przy pomocy kleszczy ściągać ukwiała i zdjawszy bez oporu dawnego współnika, przeniósł go na nową siedzibę, by znów wspólnie dzielić dołę i niedołę. Doświadczenia te kilkakrotnie powtarzano, z takim samym wciąż skutkiem.

Ukwiały szczególnie są skłonne do zawierania różnych spółek życiowych. Znamy też kilka rodzajów mutualizmu pomiędzy niemi a innymi istotami. Oprócz wyżej opisanej, interesującą jest też symbioza pomiędzy pewnym gatunkiem dużego ukwiału z okolic Batawii, 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. Sluiter¹⁾ umieścił w jednym akwaryum owe drobne gatunki ryb wraz z większymi, a te ostatnie pożarły je wkrótce; natomiast przez wiele miesięcy hodował w jednym akwaryum drobne i większe ryby wraz z ukwiałem, pomiędzy czułkami którego pierwsze znajdowały schronienie. Korzyść, osiągnąta przez ryby, jest widoczna. Ale spółka ta polega również na wzajemności, gdy bowiem wrzucimy do akwaryum duży kawałek mięsa, rybki wybiegną szybko z pośród ramion (czułków) ukwiała i rozrywając mięso na drobniejsze cząstki, pociągną je z sobą ku ukwiałowi, lub silnymi uderzeniami ogona postarają się przybliżyć je ku tarczy ustnej ukwiała, który też schwyci je ramionami. Gdy pokarm znajduje się już w bezpiecznym dla rybek miejscu, t. j. pomiędzy czułkami współnika, rybki razem z nim rozpoczynają biesiadę. W tej symbiozie rybki osiągną, zdaje się, większą korzyść niż ukwiał, 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 znajdziemy pomiędzy roślinami i zwierzętami. Tak np. znane są w krajach zwrotnikowych stosunki mutualistyczne pomiędzy pewnymi ga-

¹⁾ Biolog. Centrablatt T. IX.

tunkami 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 np. u rośliny południowo-amerykańskiej *Cecropia peltata* łodyga jest rozszerzona i dęta, tj. 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 łądygi. Zagłębienie to przypada tuż pod przegrodą odpowiedniej komory. Dzięki owemu zagłębieniu, ściana łądygi 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 łądygi, 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 łądygach 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 broni jej one od napaści gąsienic, mszyc i innych owadów, które w przeciwnym razie wyrządziłyby niemałą szkodę, karmiąc się jej tkankami.

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 ciała te mają jakąkolwiek bezpośrednią doniosłość fizyologiczną dla rośliny. Zdaje się, że główne, jeżeli nie wyłącznie ich znaczenie polega na dostarczaniu pokarmu mrówkom i na zwabianiu ich ku roślinie.

Że ciała te nie mają bezpośredniego znaczenia fizyologicznego, 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. z. myrmekofilią (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 współzycie, 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 tem samem, jak zwykle, od gąsienic i innych szkodników. Ale na tem się nie kończą przysługi, oddawane przez mrówki. Otóż, nasiona pszeńca są łudzaco 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 (*Radio-laria*) i wymoczków, oraz u licznych jamo-

chłonów 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 jednokomórkowymi, mikroskopowymi wodorostami, czyli glonami (*Algae*), zawierającymi 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 (assymilują). Pod wpływem promieni słońca, komórki zielonych części rośliny, czyli komórki zawierające zielen, 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 substancji organicznych, bogatych w węgiel, a przedewszystkiem — skrobi czyli króchmalu.

Zwierzę, jako nie posiadające w swem ciele zieleni, nie może przyswajać węgla, a odżywia się gotowemi substancjami organicznemi, zawierającemi węgiel, podobnie jak bezzielenio-we rośliny w rodzaju grzybów i pleśni.

Otóż w spółce życiowej zwierząt z wodorostami zielonymi, te zastępują w części zwierzętom chlorofil, przynosząc im tem nie małą korzyść fizyologiczną. Badania Ge z y E n t z a¹⁾, Brandta, Geddesa i wielu innych biolo-

¹⁾ Biolog Centralblatt. Bd. I. und II.

gów nowszych czasów stwierdziły dokładnie tę współzależność. Brandt¹⁾ wykazał między innymi, że wodorosty, przebywające w ciele zwierzęcia, assymilują węgiel z powietrza, albowiem po przez cienkie powłoki ustroju zwierzęcego może się łatwo odbywać wymiana gazów, zwłaszcza, iż wodorosty zamieszkują po większej części najpowierzchniwsze warstwy ciała swego gospodarza. Produkt assymilacji, skrobia, w nadmiarze nagromadzająca się w wodorostach, zostaje z nich wydalona na zewnątrz i przenika do mięksu ciała ustroju zwierzęcego, gdzie, jako pokarm, zostaje strawiona. Wzmiankowany badacz wykazał za pomocą odczynników mikrochemicznych, że w ciałach promieniowców, zamieszkanym przez wodorosty, występują w bezpośrednim z nimi sąsiedztwie ziarenka skrobi, a natomiast nie ma ich u promieniowców, pozbawionych roślinek. Spostrzeżenia te, oraz liczne inne dowodzą, że wodorosty, żyjące w spółce ze zwierzętami, dostarczają im pokarmu organicznego. Z drugiej znów strony zwierzę, wskutek procesu oddychania, wydziela dwutlenek węgla, który służy glonowi jako materyał do assymilacji. Nadto, gdy wodorosty zamierają, ciała ich pozostają w ustroju zwierzęcym i służą mu za pokarm bezpośredni.

¹⁾ Mittheilung aus der Zoolog. Station zu Neappl. Band IV.

Wreszcie wodorosty nadają zieloną barwę licznym zwierzętom, przebywającym pomiędzy roślinami wodnymi, a barwa ta jest ochronną dla zwierząt, trudno je bowiem zauważyć na tle zieleni wodnej; do takich zielonych zwierząt należy np. stułbia czyli hydra słodkowodna (*Hydra viridis*), albo 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 pewnymi 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 jednokomórkowymi glonami zielonymi.

Słynne badania De Bary'ego, Schwendenera, Stahla, Gastona Bonniera i innych wykazały i stwierdziły tę dwoistość porostów, uważanych dawniej za pojedyncze

rośliny. Dziś wiemy, że grzyb stanowi główną masę kolonii 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 ciała zielone, lub niebieskawo-zielone, t. zw. gonidia, przedstawiające jednokomórkowe wodorosty, które opatrzone są gałeczkami zieleni. Dwoistości porostów, to jest, faktu, że są one koloniami dwóch różnych postaci roślinnych, dowodzi najwymowniej historia 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 przenikają glony; te zaś nie rozwijają się z zarodników grzyba, lecz pochodzą bezpośrednio od zielonych glonów kolonii 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 czystymi

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 assymilacji, lecz muszą się karmić gotowymi ciałami organicznymi.

Mogą więc rosnać w miejscach, gdzie znajduje się wiele próchnicy, mogą żyć na podłożu, obfitującym w ciała organiczne, ale nie są w stanie rosnać na nagich skałach i kamieniach. Stąd też jasnym jest, jak wielką korzyść osiągają grzyby z pożycia z glonami. Albowiem te, assymilując węgiel z powietrza, wytwarzają materię 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 użytek nietylko swój własny, ale i glonów, które oplatają.

Z połączenia grzyba z wodorostami — ponieważ ustroje te opatrzone są różnymi i w pewnym znaczeniu wprost przeciwnymi siłami żywotnymi — rozwinął się złożony organizm, który — jak powiada O. Hertwig — 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 zamrożony, 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 swoim dobrze urządzonym, a na wzajemności polegającym gospodarstwem. Na podobnych zasadach oparta jest także symbioza zwierząt i glonów. Co jedno produkują, to inne zużywają i na odwrót“.



Możnaby jeszcze przytoczyć liczne inne przykłady symbiozy w świecie organicznym, poznane w ostatnich kilku dziesiątkach lat. Wykryto np., 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 bakterie, które żyją w spółce z korzeniami (Beyerinck, Prążmowski, Schloessinger i Laurent) i że dzięki obecności tych bakterii, rośliny

motylkowe mają zdolność przyswajania sobie wolnego azotu gazowego z powietrza. Dla roślin tych zatem korzyści ze spółki są bardzo znaczne, gdyż dzięki symbiozie z bakteriami, rośliny motylkowe zdobywają sobie nader ważny pokarm — wolny azot, ze źródła niedostępnego dla innych roślin wyższych.

Bakterye znajdują znów ochronę w brodawkach korzeniowych, potrzebną im do życia wilgoć i soki pożywne.

Nie będziemy mnożyli przykładów. Z przytoczonych w szkicu niniejszym mogliśmy sobie, sądzę, wyrobić jasne pojęcie o wielkiej różnorodności odnośnych zjawisk i wielkiem ich rozpowszechnieniu w naturze.

Pochodzenie mutualizmu 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 może być tylko teoria doboru naturalnego. Podobnie jak parazytyzm, tak i mutualizm przechodził w ciągu rodowego rozwoju organizmów pewne etapy. Pierwszym z nich było niewątpliwie czasowe i przypadkowe, t. j. nie kierowane żadnemi, z góry określić się dającymi prawami, łączenie się dwóch lub kilku różnorodnych osobników. Przenikanie np. drobnych, żywych wodorostów do nagiej plazmy

wielu pierwotniaków może się we wszelkich warunkach odbywać bardzo łatwo, podobnie też np. 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 utrwałał je i potęgował, a tak mogły się one w ciągu wielu pokoleń stać nieodzowną koniecznością biologiczną związanych z sobą organizmów. Możliwem jest, że mutualizm rozwinął 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 przetrzeniowego. Dopiero w kolei czasu, wskutek ściślejszego, wzajemnego przystosowania się obu ustrojów do wspólnego życia, rozwinęły się pewne właściwości, polegające na zobopólnem wyświadczaniu sobie usług.

Etyczna korzyść studyów biologicznych.

W świecie żyjącym nauka szuka tłumaczenia tej mnogości form, na którą patrzymy w genezie ewolucyjnej. Mało jeszcze w tej mierze skonstatowała, wiele napotkała trudności, przeważnie dotąd jeszcze w hipotezach pływa. Ale ani w tych hipotezach, ani w ich możliwych wynikach nic takiego niema, co by się religijnemu pojęciu świata sprzeciwiało“.

Ks. Marian Morawski T. J. „Wieczory nad Lemanem“ 1897.

W dziełku p. t. „Z zagadnień biologii i filozofii przyrody“ umieściłem końcowy szkic, zatytułowany „Estetyka w biologii“.

Na jednym z posiedzeń „Kółka przyrodników“ we Lwowie, wywiązała się nad tą kwestyą bardzo interesująca i ożywiona dyskusya, tem ciekawsza, że właśnie w kole naturalistów i to ludzi młodych, zazwyczaj wrażliwych na wszystko, co piękne i podniosłe. Panie i panowie, oddający się z zapałem naukom przyrodniczym, zwłaszcza zaś biologicznym, analizowali własne dusze, roztrząsając pytanie, czy ściśle studia naukowe i nabyte wiadomości, przyczyniły się do tego, że przyroda wydaje im się powabniejszą i dostarcza im silniejszych i liczniejszych wrażeń estetycznych?

Okazało się, że jakkolwiek większość oświadczyła się za tem, że przez badania przyrodnicze skala owych wrażeń potęguje się ilościowo i jakościowo, to jednak niektórzy do

innego doszli wniosku, twierdząc, że na nasz uczucia estetyczne bynajmniej nie wpływa znajomość przyrody. Ostateczny rezultat tych wynurzeń osobistych był następujący: osoby wrażliwe na piękno przyrody, umiejące głęboko odczuwać jej uroki, zapoznają się przez badania przyrodnicze z nowymi dziedzinami piękna, dla profana najzupełniej niemal ukrytymi. Stąd natura, jako całość, wydaje im się bez porównania piękniejszą i powabniejszą, niż laikom. Natomiast osoby nawskroś prozaiczne i głuche dla uroki natury, nic absolutnie nie zyskują na skali wrażeń estetycznych, przez najskrupulatniejsze nawet badania przyrodnicze.

Otóż to, co wyżej powiedziałem, stosuje się również najzupełniej do kwestyi etycznych korzyści, osiągniętych przez badania biologiczne. Kto przez czynniki dziedziczne i wychowawcze stoi na pewnym, wysokim dość poziomie etycznym, kto przez wrodzoną łagodność charakteru, delikatność uczuć, poczucie obowiązku oraz przez spotęgowane wychowaniem zasady etyki społecznej, znajduje się już na pewnej wyżynie moralnej, tego, zdaniem mojem, studia naukowe, a zwłaszcza przyrodniczo-biologiczne, jeszcze na znaczniejszą wzniesć muszą wyżynę. Kto natomiast nie nosi w sobie tych zarodków etycznych, kto nie posiadał ich ani przez dziedzictwo, ani przez wychowanie, na tego badania naukowe wogóle, jak i biologiczne w szczególności, umoralniająco nie działają, podo-

bnie jak na wskroś prozaiczną, suchą i oziębłą duszę nie mają też wpływu badania przyrodnicze i pod względem estetycznym.

Jeśli więc w szkicu niniejszym zamierzam zwrócić uwagę na pewne korzyści etyczne, wypływające ze studyów biologicznych, to naturalnie mam tylko na myśli ludzi, obdarzonych już trwałymi podstawami moralnymi, które jednak w pewnych granicach mogą być potęgowane lub osłabiane, zależnie od warunków lub od różnych czynników psychicznych.

Kto nietylko bada przyrodę, ale i kocha ją prawdziwie, ten musi miłować człowieka, chociażby już tylko dlatego, że jest on najwyższym i najdoskonalszym ogniwem w łańcuchu jestestw żyjących. To też istotnie wszyscy niemal wielcy biologowie, miłujący gorąco życie w naturze, odznaczali się również w wysokim stopniu miłością dla życia ludzkiego, współczuciem dla cierpień ludzkich i zawsze przejęci byli najwznioślejszemi zasadami społecznymi oraz ideą altruizmu względem współtót swoich.

Największy biolog naszego stulecia, Karol Darwin — jakież to wzniosły typ człowieka! Najzagorzalsi nawet przeciwnicy jego teorii, czcili niezwykle zalety jego wielkiego serca. Co za niepospolita delikatność uczuć, jaka gorąca miłość względem rodziny i bliźnich, co za potężna zdolność współczuwania ich cierpieniom! A jakąż postać świetlaną pod względem etycznym przedstawiał Tomasz Henryk Huxley

lub Franciszek Balfour! U nas w Polsce największy z biologów, Jędrzej Śniadecki, jakąż gorącą żywił miłość dla ludzi i dla wszystkiego, co wzniosłe i szlachetne! A któż pokochał całym sercem nasz lud górski, któż poświęcił się dla niego i przez wiele lat niemal żył i działał dla jego dobra, jak nie ten, co umiłował też potężnie nasze góry ojczyste, co znajdował największe upodobanie w studyowaniu żywej przyrody naszych regli i turni — wielki miłośnik naszej natury swojskiej, Tytus Chałubiński?

Przyroda wywiera na myślącego człowieka dziwny zaiste i niepojęty czar. Wobec niej czuje się on zawsze wyższym i lepszym. Ludzie, przejęci jakąś wielką ideą szlachetną, lubią się zazwyczaj jej oddawać w całej pełni w samotności, na łonie natury; tu, obcując z urokami puszczy lub gajów, zdala od zgiełku kultury, puszczają wodze swym myślom i uczuciom, tchnącym najgorętszą miłością dla wszystkiego, co dobre i wzniosłe. W życiorysach twórców nowych religij, w biografiach ludzi, uznanych za proroków lub świętych, napotykamy bardzo często ów rys znamieny.

Najważniejszą psychologiczną podstawą owego dodatniego, etycznego wpływu, jaki wywiera na człowieka przyroda, stanowi to, że zawsze kojarzymy w umyśle naszym piękne z dobrem, szlachetnem i podniosłem, a brzydkie ze złem. Że to kojarzenie bezwiednie, lecz stale się odbywa, dowodzi tego nasza mowa codzien-

na. Mówimy o „brzydkim postępowaniu“ o „brzydkim charakterze“, o „czarnej niewdzięczności“, o „pięknych rysach charakteru“, o „charakterze czystym jak kryształ“. Piękne kwiaty są symbolami najpiękniejszych cnót niewieścich, a wstrętne dla nas cechy duchowe porównujemy często ze wzgardzonymi lub znienawidzonymi przez nas zwierzętami. Artysta, pragnący uwydatnić na płótnie postać wzniosłą i szlachetną, namaluje przedewszystkiem postać piękną. Mistrze pędzla przedstawiają twarz Madonny, lub Ś-tej Magdaleny, Ś-tej Cecylii i innych niewiast świętych zawsze o rysach pięknych, regularnych, a twarz podobna do Chrystusowej zawsze nas zachwyca.

Otóż badania biologiczne, jak to starałem się wykazać w wyżej wspomnianym szkicu, odsłaniają przed nami nieskończone dziedziny piękna, które w znacznej części byłyby dla nas stracone, gdybyśmy okiem laików, powierzchownie przyglądali się naturze. Małe akwaryum pokojowe, lupa i mikroskop... iluż wrażeń estetycznych mogą nam dostarczyć. Jedna kropla wody, w której roi się od prześlicznych desmidyów, misternie rzeźbionych okrzemek, od majestatycznie kołujących toczków, od wiotkich wirczyków i licznych innych drobnych istot, jakże silnie może przykuć do siebie uwagę naszą i ileż pięknych kształtów może odsłonić przed naszym wzrokiem? Słynny zoolog jenajski, prof. Ernest Haeckel, wydaje obecnie wspaniały atlas, zatytułowany „Die Kunstformen der Na-

tur“, w którym jak najwierniej stara się oddać kształty i barwy tysiącznych istot, nieznanych szerszemu ogółowi, ażeby wykazać, jak niezgłębione i niewyczerpane źródło piękna tkwi w naturze. Ale tego piękna należy szukać, należy je podpatrywać, odsłaniać, bo ono jest nietylko na kłębach kwiatów, nietylko w szkarłatach zachodzącego lub wschodzącego słońca, nietylko w rozległych panoramach, roztaczających się ze szczytów górskich, ale wszędzie dokoła nas, w naturze: na dnie strumyka, pod kamieniami, pod korą drzew, w małych bajurkach łąkowych. Dla badacza niema nic brzydkiego w życiu przyrody. Laik, zachwycający się kwiecistą łąką, uczuje wstręt na widok gąsienicy włochatej, pająka, snującego sieć nad jego głową lub żaby, spłoszonej jego stopami. Ileż to takich przykrych wrażeń doznają ludzie, nie przejęci prawdziwym zamiłowaniem dla przyrody. Dla biologa zaś niema istoty żywej — brzydkiej, bo każda machina żyjąca, każde jestestwo, obdarzone cudowną własnością życia, jest dlań już czemś godnym podziwu, a wszędzie dostrzega on tysiączne formy piękna i nieskończoną rozmaitość kunsztownych kształtów.

Ponieważ tedy, badając bliżej przyrodę, napotykamy w niej na każdym kroku piękno, obcujemy z niem ustawicznie i przyzwyczajamy się do niego, a z pięknem kojarzy się zawsze w naszej duszy szlachetne i podniosłe, stąd obcując z urokami natury i odczuwając je głę-

boko, jako niezbędną potrzebę ducha, kierujemy też myśli ku wszystkiemu, co szlachetne i wzniosłe.

* * *

Studia biologiczne, a zwłaszcza fizyograficzno-biologiczne, potęgują między innymi przywiązanie do rodzinnego kraju. Człowiek przywiązuje się silnie do otaczającej go przyrody. Mieszkaniec gór, przeniesiony na równiny, zatęskni za swemi mgłami, za zielenią połonin, za błękitem turni, za szumem smereków. Mieszkaniec Włoch, przewieziony w chłodne kraje Europy północnej, z utęsknieniem będzie szukał precudnego kolorytu swego nieba i morza, szarej, a smętnej barwy skał swoich, lub błyszczącej zieleni mirtów. A mieszkaniec naszych równin, przesiedlony w bezleśne kraje Europy południowej, zatęskni za gąszczami rodzinnego boru, za szumem naszych gajów, za złocistymi łanami pól ojczystych, lub za sinemi falami Wisły.

Nietylko kraj każdy, ale i każdy prawie zakątek kraju ma swoją przyrodę swoistą. Wprawdzie wszędzie niemal są pola, łąki, pagórki lub góry, lasy i gąszcze, ale w każdym miejscu inny jest ich charakter i inna kombinacja elementów, składających się na panoramę krajobrazu, wszędzie przeto daje się zauważyć pewna swoistość przyrody, a swoistość

tę może poznać dokładnie tylko ten, kto bliżej oddaje się na łonie natury studyom geologicznym, florystycznym i faunistycznym, kto stara się zgłębić i zrozumieć ducha przyrody, poznać jej działania, ocenić bogactwo i różnorodność życia w rodzinnych lasach, kniejach i gajach ojczystych, kto wie, jakim życiem tętnią stawy i jeziora kraju rodzinnego, kto poznał, jakim zmianom podlega ojczysty zakątek ziemi od zmieniającej się co miesiąca szaty roślinnej.

To też służące do tego celu wycieczki przyrodnicze, przedsiębrane po różnych okolicach rodzinnego kraju, mogą wzbudzić ogromne zamiłowanie do przyrody ziemi ojczystej, spotęgować miłość dla ziemi tej, a szczerą pokochanie jej, to jedna z największych dźwigni społeczno-etycznych.



Wysoce etycznym jest wynik dociekań biologicznych, tyżący się stosunku osobnika do gatunku.

Na każdym kroku widzimy w przyrodzie, że osobniki są tylko znikomymi ogniwami w życiu gatunku. Plazma zarodkowa, będąca materyalnem podścieliskiem wszelkich znamion dziedzicznych, ciągnie się długim, nieprzerwanym łańcuchem życia gatunkowego, a poje-

dyńcze osobniki to tylko jakby poboczne produktu życia tej wiecznej fali, mające być do-
czesny, podczas gdy fala sama nieprzerwanem
tętni życiem.

Cały świat organiczny bezustannej podle-
ga ewolucyi, tysiączne postaci wyginęły i za-
marły w łonie ziemi, jak o tem świadczą ich
szczątki kopalne, ale wymierając, dały początek
nowym życia postaciom, bo w przyrodzie or-
ganicznej śmierć nie jest abnegacją życia, lecz
tylko sposobem przejścia jednej jego formy
w inną, tylko jednym ze sposobów bezustan-
nego rozwoju i ciągłej przemiany materii ustro-
jowej.

To głębokie nasze przeświadczenie o tem,
że byt gatunkowy jest czemś nieskończenie
donioślejszem w ekonomice przyrody, aniżeli
byt osobnika, przeświadczenie wypływające
z badań biologicznych, na każdym kroku o tem
nas przekonywających, ma doniosłe znaczenie
etyczne. W zastosowaniu do człowieka, wyka-
zuje nam ono bowiem, że wszelkie nasze in-
teresa osobnikowe muszą być podporządkowa-
ne interesom gatunku ludzkiego, że my, oso-
bniki, to tylko krótkotrwałe, przelotne, drobne
ogniwa w nieprzerwanem życiu ludzkości, a byt
nasz indywidualny jest przeto tem pełniejszy,
im więcej może zaważyć na szali życia całych
pokoleń ludzkich. Pragnienie poświęcenia tym
ostatnim naszych interesów osobistych staje się

wobec tego jedną z najdonioślejszych dźwigni naszej działalności dla dobra publicznego.



Biologię oskarża się często o to, że prawa, przez nią wykryte, są jakoby w zasadzie nie etyczne: walka o byt, prawo mocniejszego, utrzymywanie się przy życiu jednostek najlepiej od natury uposażonych. Ale czyż zarzut taki ma chociażby cień słuszności?

Przypuśćmy, że ktoś od dłuższego czasu kaszle i chudnie, a on sam, ani otoczenie nie podejrzewa złośliwej choroby, toczącej organizm. Przychodzi lekarz i stwierdza u chorego gruźlicę. Czyż mamy prawo powiedzieć, że lekarz wywołał gruźlicę, że ją stworzył u chorego? Przeszedł by on i bez lekarza wszystkie konsekwencje postępującej choroby, przeszedł by je, gdyby ani on sam, ani otoczenie jego nie wiedziało nic o istotnym stanie rzeczy. Ale bez stwierdzenia groźnego stanu, a tem samem i możliwości walczenia z nim, chory byłby z pewnością pokonanym przez cierpienie; przez skonstatowanie zaś właściwego stanu rzeczy, i przez poznanie wroga, staje się możliwem przeciwdziałanie chorobie i walka z nią.

Otóż zupełnie to samo stosuje się i do naszego wypadku. I bez badań biologicznych, i bez odsłaniania tajników życia przyrody, wrzała by na każdym kroku walka o byt w naturze,

silniejszy zwyciężałby słabszego, niezliczone je-
stestwa szłyby na zagładę, służąc za pokarm
silniejszym. Biologia nie stworzyła walki o byt
w przyrodzie, lecz ją tylko podpatrzyła, wy-
kryła i zbadała. Wykazała ona przytem, że bru-
talna walka pomiędzy jednostkami społeczeństw
ludzkich, dyktowana popędem samozachowaw-
czym, to tylko jeden ze szczątków zwierzęcych
instynktów, odziedziczonych po przodkach przez
ród ludzki.

Ale stwierdziwszy owo złe, wykazawszy,
że niskie, egoistyczne popędy u ludzi sprowa-
dzają się do instynktów zwierzęcych, biolog,
jak ów lekarz, otwiera nam oczy i daje mo-
żność walczenia z wrogiem prawdziwej kultu-
ry. Albowiem praca tej ostatniej dąży właśnie
między innymi do wyzwolenia się człowieka
z wielu więzów przyrody. Człowiek, poznając
naturę, uczy się walczyć z nią, pokonywać jej
siły i potęgi nietylko w znaczeniu fizycznym;
uczy się on nietylko poskramiać brutalne siły
natury, walczyć z tysiącnymi wrogami, czyha-
jącymi na jego życie, ale uczy się też walczyć
ze złymi, atawistycznymi instynktami, których
większa część ludzi, pomimo pozornie wyso-
kiego stanu kultury współczesnej, bynajmniej
się jeszcze nie pozbyła!

Czy wykazawszy najzupełniejsze podo-
bieństwo w planie budowy ciała ludzkiego i
zwierzęcego, najdokładniejszą zgodność budowy
mikroskopowej jednego i drugiego i najściślej-

szą niemal identyczność praw rozwoju osobnikowego, biolog będzie kiedykolwiek twierdził, że człowiek powinien chodzić na czworakach, lub używać zębów do walki, albo czy usprawiedliwi on kanibalizm na tej podstawie, że domniemani, na pół dzicy przodkowie człowieka odznaczałi się bardzo krwiożerczymi instynktami? Otóż, czy biolog usprawiedliwi też brutalną walkę o byt względem bliźnich i egoistyczne dążenia osobników ludzkich na tej podstawie, że na łonie przyrody wre walka niczem nieokiełznana?

Przeciwnie, człowiek, czerpiący ze źródła wiecznej mądrości i podnoszący się intelektualnie przez poznawanie praw przyrody, uczy się walczyć z egoistycznymi instynktami swego rodu, pokonywać je i hamować, bo one są tak samo wrogami kultury ludzkiej, jak nieokiełznane siły przyrody, niszczące jej wytwory.

Z drugiej zaś strony, badając życie społeczne jestestw organicznych, biolog przekonywa się na każdym kroku, że rozwój tego życia uwarunkowany jest przez to, iż pojedyncze jednostki poświęcają wszystkie swe siły dla dobra ogółu i tą drogą osiągają największe dobro indywidualne.

W zbiorze (kolonii) polipów każdy osobnik pobiera pokarm, idący na dobro całego zbioru, a każdy osobnik buduje też wapienny polipnik, stanowiący wspólny pień całej kolonii.

W koloniach pszczół i mrówek każdy osobnik czyni wszystko dla dobra całego społeczeństwa; mrówki robocze np. skrzętnie budują wspólne gniazda, pilnie i pracowicie znoszą pokarm dla wszystkich jego mieszkańców, wychowują wspólnie potomstwo, mające stanowić przyszłe pokolenie i t. d. Ale oto i człowiek jest istotą społeczną, cała jego natura wskazuje, że życie gromadzkie jest jego przyrodzoną właściwością, jeśli więc ma on naśladować to, co widzi w przyrodzie, to nie walkę bratnią, lecz raczej poświęcanie interesów osobistych dla dobra ogółu aż do ostatnich niemal granic, albowiem na tem opiera się życie gromadzkie w całej przyrodzie organicznej. Tylko więc ci, co nie zmagają nauk biologicznych, mogą sądzić, że prawo walki o byt, wykryte przez biologów, może być przeniesione, jako zasada, do życia ludzkiego. Kto usprawiedliwia niskie współzawodnictwo, lub instynkta egoistyczne tem, że walka o byt jest powszechnem prawem natury, ten nie tylko wnioskuje nielogicznie, ale i zdradza nieświadomość praw natury, bo walka człowieka z człowiekiem w społeczeństwie byłaby walką osobników gromadnie żyjących, w przyrodzie zaś widzimy walkę o byt pomiędzy osobnikami, na własną rękę żyjącymi, napotykamy natomiast do ostatnich niemal granic posunięty al-

truizm u indywidualów, tworzących społeczeństwa.

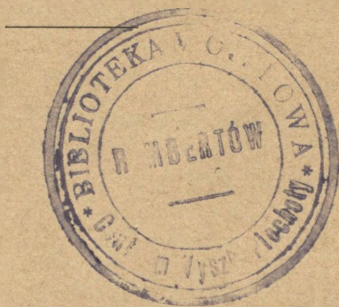
* * *

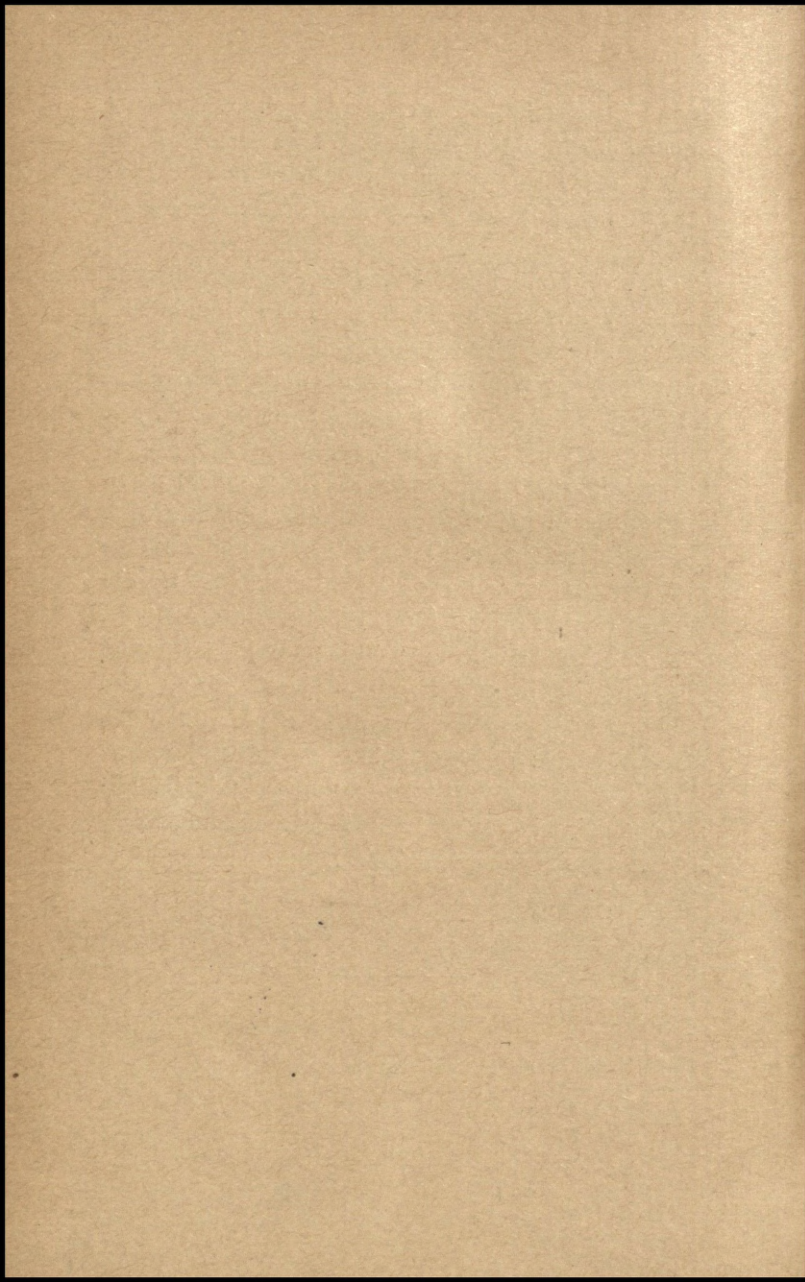
Doniosły wpływ dociekań biologicznych na etykę naszą polega między innymi na tem, że badania takie dostarczają nam ogromnej rozkoszy duchowej, odrywając nas od małości powszedniego życia. Przykuwając nas do siebie, przenoszą nas one w świat wielkich, a niewzruszonych prawd, pozwalających rąbek za rąbkiem odsłaniać największą tajemnicę przyrody, jaką jest zjawisko życia. Samo wstępowanie ku tym wielkim wyżynom zagadnień, podnosi naszego ducha i kieruje bieg myśli i uczuć ku wszystkiemu, co podniosłe. Ale wstępując ku tym niedościgłym wyżynom, biolog widzi ogrom zagadnień i czuje, że czerpie ze źródła niepojętej dlań Nieskończoności. A wobec odwiecznych zagadek bytu wyrabia się w nim owa szlachetna pokora ducha, jaka właściwa jest wielu myślącym badaczom przyrody.

Wreszcie, przez głębsze badania biologiczne, przez poznawanie niezłomnych praw życia, uczymy się krytycznie osądzać życie ludzkie we wszelkich jego przejawach, dopatrywać się wszędzie przyczyn i skutków, rozumieć, że każdy czyn bliźniego naszego uwarunkowany jest przez nieskończony łańcuch przyczyn dziezicznych lub czynników, zależnych od bezpo-

średniego działania najrozmaitszych warunków otoczenia na daną jednostkę, i że czyny człowieka to tylko wypadkowa tych wpływów rozlicznych, podobnie jak sprawność funkcji jego ciała.

A nikt nie może być równie pobłażliwym na błędy i wady bliźnich swoich i równie dalekim od bezkrytycznego obwiniania jednostek za złe przez nie wykonywane, a co najważniejsza, od pragnienia pomsty i uczucia nienawiści, jak ten, kto wszędzie dopatruje się owego prawa przyczynowości i odczuwa głęboko, od ilu czynników, niezawisłych często od jednostki ludzkiej, zależą jej działania. To też wielcy badacze życia rzadko posiadają jakiegokolwiek bądź uprzedzenia rasowe, plemienne, religijne lub stanowe, dla nich każda jednostka ludzka w jednakowym stopniu współczucia i miłości jest godną. Oni znają tylko jedno kryterium w ocenianiu ludzi, a mianowicie: pożytek, jaki dana jednostka przynosi społeczeństwu, dobro, jakiego udziela bliźnim swoim i ciepło, jakiem rozgrzewa biedną, a zawsze cierpiącą ludzkość!





SPIS RZECZY.

	Str.
Zamiast przedmowy	5
Granica pomiędzy światem roślinnym i zwierzęcym w świetle nowszych badań	6
Dawniejsze i nowsze poglądy na rozwój osobnika zwierzęcego	49
Z nowszej psychobiologii porównawczej	91
Parazytyzm i symbioza w przyrodzie	154
Etyczna korzyść studyów biologicznych	191





10117 /
7