

Żabiński Jan

PODOBNY DO OJCA CZY DO DZIADKA

CORAZ WIĘCEJ

Dla nikogo nie jest żadną rewelacją, iż istoty żywe się mnożą. Na każdym kroku widzimy ten proces w otaczającym środowisku i dlatego mało mu poświęcamy uwagi, poza tymi przypadkami, kiedy czerpiemy z niego bezpośrednio korzyści dla naszego bytowania na Ziemi lub gdy szkodzi on naszym planom gospodarczym. Ot na przykład jako przyczyna mnogości chwastów pniących się na grzędach bądź masowej inwazji szkodników obniżających plony z naszych pól.

Wówczas to pada owo stereotypowe powiedzenie:

— Skąd się tyle tego wzięło?

Ano właśnie — skąd tyle tego?

Skąd jak skąd to jest tylko zwrot retoryczny, natomiast owo „tyle”, owa liczba, która nas tak zadziwia, może i powinna być poddana „obróbce” rozumowej, bo rozważania na ten temat mogą dać dość ciekawe wyniki. Oczywiście nie w ramach praktycznie osiągalnych ilości potomstwa, ale teoretycznych granic, do jakich progenitura określonej pary czy sztuki danego gatunku zwierząt mogłaby dojść w określonej jednostce czasu, no, i oczywiście w idealnych warunkach. To znaczy, iż żaden egzemplarz urodzony nie byłby bezpłodny, że żaden przed wydaniem potomstwa nie zginąłby w paszczy wroga czy z racji jakichś innych nieszczęśliwych wypadków, a wreszcie, że rozwojowi i wzrostowi żadnego osobnika potomnego nie byłyby stawiane jakiegokolwiek przeszkody, a więc że każdy z nich miałby w bród pokarmu, tlenu, wody... jednym

słowem, wszelkich składników materialnych, potrzebnych do normalnego życia danej istoty.

Po przyjęciu takiego założenia reszta już polega na prostym rachunku.

Z doświadczenia przekonać się możemy, jaki jest przeciętny okres czasu, którego dany gatunek wymaga od początku rozwoju jajka czy zarodka aż do osiągnięcia dojrzałości płciowej, to jest do momentu, kiedy to nowe pokolenie jest już zdolne do wydania następnego potomstwa, a więc wnuków. Również z doświadczenia możemy się zorientować w przeciętnej długości życia, charakterystycznej dla badanego gatunku. No, właściwie, nie o samą długość życia w ścisłym tego słowa znaczeniu chodzi, a raczej o czas wydolności rozrodczej. U wielu zwierząt czy roślin okresy te się pokrywają, u niektórych jednak osobnik przeżywa jeszcze kilka

dni, miesiące czy lat, choć już nie funkcjonuje pod względem rozrodczym; oczywiście ten starczy okres w naszych obliczeniach nie gra żadnej roli.

Gdy już mamy długość trwania, jeśli można tak powiedzieć, owych „pauz w rozrodzie” jednego pokolenia, czyli czas, kiedy ono samo dąży dopiero do dojrzałości płciowej oraz starości, a następnie okres trwania aktywności rozrodczej, potrzebna nam jeszcze będzie przeciętna liczba potomstwa, jaką przedstawiciele danego gatunku mogą wydać w ciągu swego życia. Wtedy zaś już wszystkie elementy do przeprowadzenia obliczeń znajdują się w naszym posiadaniu.

Spróbujemy, tak dla ciekawości, zapoznać się z wynikami podobnych rachunków dla tego czy tamtego gatunku.

Oczywiście nie będziemy tu przeprowadzać działań arytmetycznych. Zainteresujemy 6ię tylko jako ciekawostką osta-

tecznym wynikiem, który — jeszcze raz powtarzam — nie wskazuje rezultatów praktycznie osiągalnych, a raczej można by go nazwać potencją, czyli możliwością rozwojową gatunku.

Zacznijmy od zwierzątka mikroskopijnej wielkości, jednokomórkowca, u którego wobec niewystępowania odrębności płci, a mnożenia się każdego osobnika przez zwykły podział na dwie części wszelkie komplikacje w rachunku odpadają. W dodatku „pocziwe” zwierzę, zwane pantofelkiem, w normalnych warunkach te swoje podziały odbywa dość rytmicznie, mniej więcej w dobowych odstępach czasu, gdyż ten okres wystarcza mu na odbudowanie takiej wielkości, jaką miał osobnik macierzysty przed przepołowieniem się.

A więc po upływie jednej doby zamiast jednego osobnika będziemy mieli dwa, nazajutrz cztery, a po trzech dobach osiem. Jak dotąd są to liczby zupełnie niewinne. Tydzień będziemy musieli czekać na stadko złożone ze stu dwudziestu ośmiu pantofelków, stadko zresztą nikłe, gdyż jeślibyśmy wszystkie te zwierzątka ustawili jedno za drugim — linijka uzyskana w ten sposób miałaby zaledwie nieco ponad trzy centymetry długości.

Bądźmy jednak cierpliwi i kontynuujmy nasz rachunek. Można by oczywiście podwajać tę ilość dzień po dniu, byłoby to jednak zbyt żmudne. Matematycy szczęśliwie wypracowali wzory, na podstawie których od razu uzyskuje się właściwą liczbę dla dowolnej ilości podwojeń. A wówczas stwierdzilibyśmy, że po miesiącu ilość naszych pantofelków wyniosłaby ponad miliard.

No, to już coś jest, ale obawiam się, że i tak nie będziecie mieli dokładnego wyobrażenia, jak to wygląda, a jedynie mgliste wrażenie, że „dużo”. Pozwólcie zatem, że użyjemy tej samej metody zorientowania się w owej wielkości, jaką stosowaliśmy do naszego przychówka tygodniowego, ustawiając ów wychowany przez nas miliard pantofelków w niteczkę, jeden za drugim, i naciągając je w linię prostą.

Otóż ta pełna ilość miesięcznego przypłodu od jednego pantofelka, ustawiona osobnik za osobnikiem, pozwoliłaby na połączenie wieży klasztoru Jasnogórskiego w Częstochowie z iglicą warszawskiego Pałacu Kultury i Nauki, czyli miałyby około 250 kilometrów.

— Ale byłyby to w każdym razie bardzo cienka nitka, nieprawdaż? — pomyśli ten i ów.

Tak, rzeczywiście, byłyby cienka, po prostu grubości zwierzątka, a więc mniej więcej $\frac{1}{20}$ min. Z tej uwagi jednak wnioskuję, że interesuje was masa substancji żywej, która się w ten sposób wytworzyła. Ale przecież macie długość,

macie średnicę nici, każdy więc bez najmniejszego trudu i kłopotu może sobie jej objętość sam wyrachować.

Dlatego nie tracąc na to czasu wolę teraz podać inny przykład rozrodczości, już dotyczący innego zwierzęcia, tym razem nie jednokomórkowego, lecz tankowca, a mianowicie owada. Wybieram w tym celu malutką mszycę, zwierzątko mniej

\

więcej milimetrowej długości, też bardzo wygodne dla naszych obliczeń, gdyż rozmnażające się zasadniczo dziewo-rodnie, czyli bez udziału samca. Otóż jeśli zachowując wszystkie przed chwilą wymienione reguły uwzględnimy całe potomstwo jednej sztuki w ciągu jednego sezonu, to jest mniej więcej od kwietnia do października, to ilość mszyc wyniesie liczbę, której nie umiem nazwać, gdyż napisana wygląda jak 25 z dwudziestu zerami.

2 500 000 000 000 000 000 000

No cóż, ani mnie, ani wam nic to nie mówi. Spróbujmy więc przełożyć ją na jakiś język, który pozwoli rzeczywiście uzmysłowić sobie powstałą w ten sposób masę. A zatem ta ilość mszyc pokryłaby równą parometrowej grubości warstwą... nie, nie Warszawę, nie Polskę nawet, lecz całą Europę od Gór Uralgkich aż po Lizbonę. Jeśli zaś, chcąc oczyścić naszą część świata z tej nawały, wywozilibyśmy dziennie po milion ton tej masy organicznej, to praca trwałaby dziesiątki tysięcy lat.

Z tego rozdziału, który oczywiście trzeba traktować jako wstępny i jeszcze nie wkraczający w istotę zagadnień, jakim poświęcona jest ta książka, chciałbym, abyście wyciągnęli tylko jeden skromny, ale oczywisty wniosek, a mianowicie, że owe potencje rozmnożeńiowe istot żywych obracają się naprawdę w granicach liczb astronomicznych.

DO CZEGO TO PROWADZI

Myśląc o tych miliardach miliardów, nie zapominajcie jednak ani na chwilę, że są to tylko obliczenia teoretyczne, których wyniki praktycznie w ogóle nie mogą być nigdy zrealizowane, gdyż konkretna ilość tych czy innych zwierząt na Ziemi zależy od wielu najrozmaitszych czynników, a już przede wszystkim od zapasu rozporządzalnych do budowy ich ciał pierwiastków chemicznych. I to nie tylko tych najważniejszych: węgla, wodoru, tlenu... ale także mikroelementów: miedzi, manganu, kobaltu, jodu, które nawet w tak wielkich organizmach, jak na przykład ludzki — występują zaledwie w ułamkach miligramów. A jednak wystarczy, by któregoś z nich zabrakło, i już cała produkcja nowych osobników się urywa. Po prostu moglibyśmy lapidarnie powiedzieć: „fabryka staje dla braku tego lub tamtego surowca”.

Rozwiódłem się trochę nad tym, gdyż chciałbym, abyście sami wpadli na dość ciekawy wniosek, a mianowicie, że rozmnażanie, wzięte w oderwaniu, jest właściwie absurdem, co najwyżej spekulacją matematyczną, jako biologiczne zjawisko zaś występować może tylko w ścisłym związku ze wzrostem.

Jedynie matematyk może się zadowolić wiadomością o istnieniu jakiejś bryły... no, dajmy na to, naszej nowej aluminiowej złotówki, i następnie przeprowadzać sobie w myśli nieskończoną liczbę jej podziałów, „rozmnażając” ją w ten sposób na liczne grosikowe lub jeszcze mniejsze fragmenty. Dla biologa, który obecnie, zwłaszcza kiedy w orbitę jego

badan włączły się wirusy, zaczął interesować się nawet bardzo małymi utworami, mimo wszystko po jakiejś tam ilości podziałów, już te kawałki owego „złotówkowego organizmu” byłyby tak małe, że nie dorównywałyby rozmiarem najmniejszej cząsteczce białkowej, a co za tym idzie, znalazłyby się poniżej granicy życia. Ponadto zresztą zgodzicie się pewno, iż my w biologii (zajętej rozmnażaniem) uważamy tylko takie zjawisko, kiedy bezpośrednio, a więc już w następnym pokoleniu lub przynajmniej po odbyciu całego cyklu rozwojowego uzyska się w efekcie osobniki takie same pod względem wyglądu i rozmiarów, jakimi byli rodzice. W przeciwnym przypadku nie byłoby to rozmnażanie, ale jakaś ciągła przemiana postaci z pokolenia na pokolenie, czego zasadniczo nie spotykamy w świecie żywym, jeśli oczywiście nie uwzględniać powolnych przekształceń ewolucyjnych, powstających wskutek zdolności przystosowania się każdej substancji żywej do zmian zachodzących w środowisku.

Jeśli zatem dla każdego z czytelników jest już jasne, że rozmnażanie w świecie żywym musi być jak najściślej związane ze wzrostem, doprowadzającym zawiązek każdego, świeżo powstającego osobnika do przeciętnych rozmiarów charakterystycznych dla danego gatunku, to jako trzeci, nieodzowny czynnik, bez którego z kolei nie można sobie nawet wyobrazić wzrostu, zjawia się tu odżywianie, oddychanie — a więc ogólnie — dopływ materiałów ze środowiska i przetwarzanie ich na białka, i inne substancje charakterystyczne dla ciała osobników danego gatunku.

Zdaje mi się, iż tak mimochodem, na marginesie zagadnień rozmnażania, naświetliliśmy sobie ciekawe współzależności najważniejszych przejawów życia. A mianowicie, jeśli ktoś zakłada myślowo — mnożenie się jakiegoś obiektu żywego, nieodzownie, jako konieczność, przyjąć musi: wzrost, przemianę materii i obecność środowiska, z którego czerpałoby się pokarm. Ale snujmy dalej, nasze rozważania. Wiadomo każdemu, że podstawowym elementem struktury-

ralnym istoty żywej, zdolnym do przejawiania wszystkich funkcji życia jest komórka. Jej podział zatem musi być najistotniejszą podstawą rozmnażania w ogóle i oczywiście co najmniej jeden rozdział poświęćmy specjalnie opisowi przebiegu tego podziału. Teraz jednak nie chodzi nam o szczegóły, jak się to odbywa, lecz o sam fakt i dalsze jego konsekwencje.

Już w poprzednim rozdziale, omawiając mnożenie się pierwotniaka — jednokomórkowca, nazwanego pantofelkiem, spotkaliśmy się z tym zjawiskiem, że jedna jedyna komórka stanowiąca jego ciało przepoławiała się, dając w ten sposób dwa potomne osobniki. Tylko że tutaj dołącza się jeszcze nowy charakterystyczny czynnik substancji żywej, a mianowicie zdolność ruchu. Pantofelek ma całą powierzchnię pokrytą wiosłującymi rzęskami, tak że bezpośrednio po podziale obie połówki mogą się bez trudności „rozejść”, choćby nawet na przeciwległe krańce świata i nikt nie będzie miał żadnych wątpliwości, że pojedynczy dotychczas pierwotniak rozmnożył się na dwa niezależne osobniki.

Rozważmy jednak możliwą przecież sytuację, w której komórka nie miałaby zdolności dowolnej zmiany położenia w przestrzeni, a jednak stale realizowała swoje potencje mnożenia. Wówczas na tym samym miejscu zaczęłyby powstawać dwie, cztery, osiem... i tak dalej komórek, w czasie" wzrostu jedynie rozpychając się o tyle, aby każda z nich mogła osiągnąć tę normalną dla nich wielkość. W ten sposób w poszczególnych miejscach kuli ziemskiej nastąpiłoby coraz większe nagromadzenie się komórek określonego typu. Czy znacie tego rodzaju utwory? No cóż, ci, co pamiętają szkolne lekcje zoologii, powiedzieliby, iż w ten sposób przecie powstają kolonie pierwotniaków. Koloniami bowiem nazywamy takie właśnie skupiska osobników danego gatunku zwierząt czy roślin. Ale teraz, czy nie przychodzi wam czasem do głowy, że poszczególne komórki takiej masy osobników wkrótce wcale nie znajdą się w jednakowych warunkach życiowych? Chociażby, jeśli chodzi o kontakty ze środowiskiem,

to te powierzchniowe będą je miały zupełnie odmienne aniżeli komórki znajdujące się w środku. A te kontakty, jak mówiliśmy dopiero co — to kwestia oddychania, odżywiania, czyli zdobywania surowców do wzrostu i dalszego mnożenia się. Wspominaliśmy już również, że odmienne czy zmieniające się warunki otoczenia wyzwalają w każdej istocie żywej jej zdolności dopasowywania się do nowej sytuacji. Jest to bodaj jedna z najciekawszych i najcharakterystyczniejszych własności substancji żywej. W każdym razie, jeżeli to uwzględnimy, będziemy mogli wyrazić prawdopodobne przypuszczenie, że komórki znajdujące się w różnym położeniu w obrębie kolonii z czasem przybierać zaczęły inny wygląd, albowiem po innych drogach będą kroczyły ich zmiany przystosowawcze.

Czy pomyśleliście dalej, że tylko dla zewnętrznych komórek środowiskiem będzie woda, powietrze czy gleba? Środowiskiem zaś tych wewnętrznych będą właściwie ciała otaczających je siostrzyc, do nich więc, do warunków, jakie one wytwarzają, przystosowywać się będą te wewnętrzne komórki, otoczone przez krewniaczki. W ten sposób nastąpią między nimi współzależności, w pewnym stopniu podporządkowanie jednych drugim. Słowem, regulowanie owego wzajemnego współlistnienia.

A wówczas... wówczas, pomyślcie tylko, kończy się owa nieograniczona samodzielność poszczególnych komórek, realizowana w całej rozciągłości, kiedy to po podziale rozchodziły się od razu, gdzie im się podobało. Pojawia się jakaś nowa, nadrzędna, już nie jednokomórkowa istota; liczne obecnie jej elementy komórkowe pozmiały się przystosowawczo na różny sposób i całe ich partie funkcjonują teraz rozmaicie, przy czym jednak ich czynności nie są uwarunkowane interesami każdej z nich z osobna, lecz podległe regulacji stosunków w obrębie całości kolonii.

Ale czy mamy prawo nazywać to jeszcze kolonią? Właściwie już nie. Kolonia bowiem był to zespół jednakowych nie

zależnych osobników, których jedyną więź stanowiła bliskość przebywania koło siebie, w tym zaś przypadku już i osobniki zaczynają być niejednakowe, gdyż, jak mówiliśmy, grupy ich rozmaicie się ewolucyjnie pozmiały, a ponadto i samodzielność została ograniczona.

Stosunki między nimi są regulowane pod kątem już czegoś nadrzędnego względem każdego pojedynczego osobnika. A zatem nie ma już kolonii, lecz powstała nowa jednostka biologiczna, zwana organizmem wielokomórkowym.

Oto są nieuniknione konsekwencje, do których doprowadza współwystępowanie w substancji żywej takich właściwości, jak: rozmnażanie, wzrost, przemiana materii i wreszcie zdolności przystosowawcze.

OSOBNIK I ŚRODOWISKO

Przekonaliśmy się przed chwilą, iż w przypadku jeśli określony kawałek substancji żywej rozporządza tylko niektórymi charakterystycznymi dla życia właściwościami — na przykład gdy brak wśród nich możliwości przenoszenia się z miejsca na miejsce — to w konsekwencji rozmnażania powstać mogą nie liczne pochodne osobniki, lecz zupełnie nowa jednostka biologiczna, a mianowicie istota wielokomórkowa. My jednak na chwilę wróćmy do tych jednokomórkowców, które są obdarzone ruchem. One, oczywiście, nie znajdują się w tak fatalnie przymusowych warunkach wobec poważniejszych zmian zachodzących w otoczeniu, aby już tylko na drodze przekształceń wewnętrznych mogło się im udawać utrzymanie swego istnienia na świecie. Mając możliwość poruszania się dobierają sobie raczej miejsca pobytu o warunkach najbardziej dla nich dogodnych do życia, choć — dodajmy nawiasem — wcale nie tracą ani rezygnują ze swych zdolności przystosowawczych.

A teraz dla przeciwieństwa uprzytomnijmy sobie tę powstałą według opisu poprzedniego rozdziału istotę nieruchomą, składającą się z wielu komórek, i to komórek w rozmaity sposób zróżnicowanych, które łącznie stanowią już nową jednostkę osobową, gdyż są mocno powiązane przeróżnymi współzależnościami. Zastanówmy się, jak taka istota mogłaby się rozmnażać, bo przecież teraz rozszczepienie się tej nieruchomej, bezkształtnej masy na pół bez wyraźnego rozejścia się w przestrzeni nie pokrywa się wcale z typowym procesem

zdwojenia się osobników. Prawdopodobnie byłyby bardzo _| poważne trudności z rozstrzygnięciem, czy to jeszcze wciąż jeden, czy już dwa organizmy. Słowem, tu różnica między wzrostem a prawdziwym rozmnażaniem w postaci pojawiania się na miejsce jednego.— dwóch nowych egzemplarzy byłaby bardzo zatarta i niewyraźna.

— A więc?

Więc możemy sobie wyobrazić, że od owej masy komórek, z których każda mnoży się — jak wiemy — przez normalny podział, oderwie się pod wpływem jakiegoś zbiegu okoliczności cały płat i porwany prądem wody zostanie odniesiony gdzieś daleko — o milę, dwie, a może o setkę kilometrów i tam dopiero stanie się zawiązkiem nowego organizmu, takiego właśnie wielokomórkowego typu.

Tylko że w tym momencie obawiam się ze strony czytelnika takiej repliki.

— Przecież autor sam powiedział, że ta nowa istota nie składa się już z jednakowych elementów, lecz że jej komórki są już poróżnicowane. Nie ustalono wprawdzie, na ile rodzajów, ale dajmy na to, że było ich choćby tylko trzy. Otóż jeżeli w tym oderwanym kawałku, który został jakimś prądem odniesiony na owe sto kilometrów, znajdowały się szczęśliwie te wszystkie trzy rodzaje... no, nazwijmy je już po imieniu Ig tkanek, to zrozumiałe, że komórki każdej z nich, i dzieląc się w tym nowym miejscu — w rezultacie dawały taką istotę jak macierzysta. Ale jeśli w tyra oderwanym płacie były tylko dwie tkanki albo zgoła jedna, to skądże by miała powstać ta istota trójtkankowa podobna do rodzicielskiej, jeżeli wciąż przymnażają się w niej tylko komórki jednego typu? Jesliby bowiem ktoś spodziewał się wytworzenia owych dwóch brakujących na drodze ewolucyjnej, to musiałby pamiętać, że na coś podobnego trzeba czekać tysiące lat.

Chyba że jakimś cudem — gdyż nie widać po temu żadnych specjalnych przyczyn — ten wyjściowy typ pierwotnych ko-

mórek, w miarę jak w niektórych miejscach kolonii, wskutek ścisku i natłoku, latami przemieniał przystosowawczo swój wygląd na te dwa pochodnie typy tkanek — jednocześnie jakby „uczył się” — nabierał umiejętności — w razie potrzeby wytwarzać takie komórki na poczekaniu, bez długiego okresu powolnych przemian. Tylko że z jakiej racji miałby się tego tak nagle „nauczyć”, nie wiadomo.

— No, Ja wiem, że to brzmi zawile, ale spróbujmy po tym teoretycznym wstępie zilustrować te rozważania przykładem, już takim wprost wziętym z życia. Ot, oderwała się gałązka od wierzby, wiatr odniósł ją daleko, zatrzymała się i leży teraz gdzieś „na mokrym szlamie”. Zazwyczaj wkrótce wypuści korzonki, wygnie czubek ku górze i już rośnie sobie w nowym miejscu nowa wierzba. Rozmnożenie niewątpliwie nastąpiło. Powiadamy: rośnie nowa wierzba. Ale cóż, toż tak naprawdę nic w tym nie ma dziwnego, były tam przecie wszystkie normalne komórki tego drzewa: bo i kory, i pączków, i listków, i naczyń, i rurek sitkowych... więc moglibyśmy przypuścić, że każda z nich rozmnażając się mogła powiększać masę odpowiedniej tkanki i coraz bardziej usamodzielniać powstający krzak, a następnie drzewo. A zatem, tak na oko — nie widać w tym nic nadzwyczajnego.

— Niestety, tu pan wcale nie przedstawił sprawy dokładnie — zawoła oponent — bo przecież ta gałązka nie miała w sobie ani komórek, ani tkanek na przykład korzeni. Gdyby nie została oderwana od pnia, mogłaby latami rosnąć i grubieć i zawsze by na niej wyrastały boczne gałązki albo liście, a w żadnym przypadku nie korzenie.

— Ano właśnie, właśnie, macie rację. Otóż tu dopiero stwierdzamy pewne rzeczy doprawdy -niespodziewane, ale przyjmując je musimy jako fakty. Okazuje się bowiem rzeczywiście, że ta jedność, że to zespolenie dawnej kolonii niezależnych osobników jednokomórkowych idzie w ciele tkankowców już tak daleko, iż niektóre komórki w razie potrzeby potrafią przekształcać się właśnie w ten typ tkanki,

której brakuje — dla całości tego skomplikowanego organizmu. Ot, w danym przypadku pewne komórki gałązki, a więc łodygi, w razie potrzeby potrafią — jak się okazało — wytworzyć wszystkie elementy potrzebne do budowy korzenia, mimo że normalnie tego raczej nigdy nie czynią.

Oczywiście, jeszcze doskonalsza pod tym względem jest pewna begonia, gdzie tkanki jednej zaledwie blaszki liściowej umieją wyprodukować wszystkie inne potrzebne dla powstania całej nowej rośliny. Jak się zdaje, może nawet wystarczyć na to — co warto zapamiętać — jedna jedyna komórka z jej liścia.

Jeżeli rzeczywiście coś w tym wszystkim jest trudne do wyjaśnienia, to powstawanie nowej, niezwykle zawikłanej umiejętności przekazywania tym potomnym komórkom, które powstają w miarę jej podziałów, zdolności do wytwarzania: jednym — naczyń przewodzących, innym — rurek sitkowych,

jeszcze innym — miększu chlorofilowego czy błonnikowych komórek szkieletowych.

Tego nie daje się wytłumaczyć dotychczas stale stosowanym chwytem, iż ta komórka przystosowywała się stopniowo do środowiska. Albowiem zapytalibyśmy zaraz: Ależ w jakim sensie to przystosowanie?

Na co jej to było potrzebne? Przecież ona przez to nic nie uzyskiwała?

Zyskuje tylko całość. W danym przypadku nie było żadnych bodźców środowiska popychających ją w tym kierunku. Coś podobnego mogło powstać tylko jako wzajemne oddziaływanie na siebie tych rozmaicie zróżnicowanych komórek, i to początkowo bez wyraźnego praktycznego celu i własnego pożytku.

— Ale — powiecie — przecież to są dość wyjątkowe przypadki, aby z jednej komórki liścia, a choćby nawet jego pełnej blaszki powstała cała roślina. Jakże często źle przyjmuje się nawet sadzonka, mimo że zawiera wszystkie elementy normalnej rośliny kwiatowej. A już tym bardziej, jeśli przejdziemy do zwierząt. Tutaj tego rodzaju „sadzonkowe” rozmnażanie też wprawdzie się zdarza, ale są to raczej wyjątki.

Tak, tak, szanowni czytelnicy, macie rację, tylko zapatrzni w ten przykład wegetatywnego rozmnażania wcale nie zwracacie uwagi, do czego zmierzam. Oczywiście, że komórka owej begonii to wyjątek, ale nie wyjątkiem, a przeciwnie, czymś powszechnym u wszystkich absolutnie wielokomórkowych roślin czy zwierząt jest to, co ja mam w tej chwili na myśli, a mianowicie komórka rozrodcza. Ona przecież w każdym gatunku zawiera w sobie wszystkie możliwości wytworzenia w drodze podziału, a później różnicowania każdego typu komórki, każdego typu narządu, który charakteryzuje dany organizm.

DZIEDZICZNOŚĆ

Fakt — iż jedna jedyna komórka zwana rozrodczą zawiera w sobie zarówno wszystkie elementy, jak i wszystkie możliwości, czyli inaczej potencje do wytworzenia cegiełek, budowlanych każdego typu tkanki, jakie charakteryzują - dany wielokomórkowy organizm — jest rzeczą godną poważniejszego zastanowienia, gdyż wygląda to istotnie dość tajemniczo. Nie ma innego sposobu dorzecznego wyjaśnienia czegoś podobnego, jak tylko stawiając następujące przypuszczenie. Oto przekształcenia ewolucyjne, jakie powstają czy to w pojedynczej komórce, czy też w już znajdującej się w zespole tkankowym, pod wpływem zdarzeń środowiska (na co normalnie trzeba tysięcy czy milionów lat i co realizuje się w łańcuchu setek pokoleń) mogą zostać jakby ściśnięte czy stłoczone w czasie (niby kilkunastowerszowe streszczenie tekstu wielotomowego dzieła) do tego stopnia, że dają się już. teraz przeprowadzić podczas rozwoju nie setek, nie kilku, ale po prostu jednego jedynego pokolenia.

Prymitywnie wyglądająca, o jak najprostszych kształtach, bo kulista, komórka rozrodcza dzieli się na 2, 4, 8 itd. pozornie do siebie podobnych, przy czym po którymś tam podziale jedne z tych pochodnych zaczynają przekształcać się w komórki tafelkowate, inne w cylindryczne słupki, jeszcze inne przybierają postać niezwykle skomplikowanych neuronów, czyli komórek nerwowych, a tamte znów zaczynają funkcjonować jako elementy gruczołowe, względnie o nieokreślonych kształtach obdarzone ruchem amebocyty.

Trudno i darmo, musimy uznać, że pobudki do tych wszystkich tak różnorodnych przekształceń musiały mieć w sobie owa pierwsza komórka rozrodcza, w ciągu bowiem tych kilku dni, które upłynęły od jej przetworzenia się w zarodek, nie zaszło tyle zmian w środowisku, abyśmy na karb tego mogli położyć te tak rozmaite przeobrażenia.

Trzeba więc zdać sobie z tego sprawę, iż komórka rozrodcza ma owe potencjalne możliwości wytworzenia w s z y s t k i c h ~ tkanek organizmu. Ale tu, proszę, uważajcie — ■ wcale n i e ~—"wTz y s t k i c h możliwości tkanek, Jakie są na świecie. AibcT~ wiem na przykład komórka rozrodcza jaszczurki czy ryby lub owada nie zawiera w sobie potencjalnych możliwości wytworzenia tkanki gruczołów mlecznych, a co za tym idzie — organizmy te nie produkują owego białego płynu, wytwarzanego przez samicę ssaków dla odżywiania potomstwa, a znów komórka rozrodcza człowieka, słonia, wieloryba, żaby czy rekina nie stworzy tkanki, która potrafiłaby wydzielać chitynę, co z całą łatwością potrafią uczynić pochodzące od jaja owada czy skorupiaka.

A zatem te tajemnicze potencje twórcze poszczególnych komórek rozrodczych mają bardzo wyraźne ograniczenia. To, co zachodzi podczas rozmnażania _się_ tkanek zarodka, jest na dobrą" sprawę~~wybitnie skróconym powtórzeniem tych przemian, które odbyły się w długim łajacurfiu przodków tego osobnika, do którego komórka rozrodcza należy. Stąd to dość zabawny i bardzo oczy wisty "wniosek, który po prostu wzdragam się sformułować z obawy, aby czytelnicy nie zachnęli się na mnie, że niedługo jako wielką rewelację podam, iż dwa razy dwa jest cztery. Jeśli się jednak zastanowicie, każdy zapewne się zgodzi, że choć praktycznie tak zawsze bywa, to teoretycznie- wcale nie widać konieczności, aby każda z komórek rozrodczych wróbla dawała w konsekwencji wróbla, komórka rozrodcza dębu — dąb, a żyrafy — żyrafę. Zwróćcie, proszę, uwagę, iż z tego tak oczywistego i stale potwierdzającego się faktu wyłania się jeszcze

jedną właściwość komórki rozrodczej, a mianowicie, że ma ona zawartą w sobie nie tylko zdolność wytworzenia każdej tkanki charakterystycznej dla osobnika danego gatunku, ale, i co więcej, układania ich w pewien określony kształt, w taką, a nie w inną bryłę.

Uprzymiśnienie sobie tego wszystkiego jest rzeczą nie- i zwykle ważną, toteż nadamy nareszcie temu zjawisku nazwę, i nazwę, która prawdopodobnie każdemu czytelnikowi już od paru minut tłoczy się na usta, a mianowicie — dziedziczność. I Po prostu komórka rozrodcza rozporządza dziedzicznością, czyli zdolnością przekazywania właściwości ojca, dziada, pradziada, jednym słowem: przodków, na potomstwo.

A teraz znów może niejeden z czytelników pomyśli: „Ależ to przecie proste i zrozumiałe, czy nie można było użyć tego wyrazu bez tak obszernych wstępów i tłumaczeń?”

Może można było, tylko że mnie właśnie o to chodziło, abyście nad kwestią dziedziczności nie przechodzili tak łatwo do porządku dziennego, uważając ją za tak prostą i zrozumiałą. Osobiście nie lubię w rozmowach przyrodniczych wyrazu „tajemniczy”, a jednak tu bodaj że dwukrotnie go użyłem właśnie dlatego, że dziedziczenie — zdolność przekazywania cech na potomków — jest jedną z bardziej trudnych do rozszyfrowania właściwości materii żywej i że — chcecie czy nie chcecie będziemy jednak musieli dłużej się nad tym zjawiskiem zastanowić.

Pierwsza, najważniejsza sprawa — to jaki jest mechanizm tego przekazywania cech. Ale gdybyśmy go nawet odkryli, to i tak jeszcze nie koniec, bo przecież równie niezwykle interesującą kwestią jest zasięg owej dziedziczności.

Nie rozumiecie, co mam na myśli pod owym wyrazem — zasięg? Ależ proszę bardzo, wyjaśnienie nie jest wcale trudne, chodzi mi o to, w jakim stopniu będzie podobny ojciec i dziecko. No bo: albo — albo, jeżeli skonstatowaliśmy istnienie dziedziczności, to potomkowie powinni być bezwzględnie identyczni z rodzicami, jeśli zaś okaże się w praktyce, że jednak w jakichś szczegółach odbiegają od wyglądu bezpośrednich przodków, to w takim razie obowiązkiem naszym jest wykryć przyczyny, które te odchylenia od zasady spowodowały, i stwierdzić, w jakim zakresie, w jakiej skali działać może zjawisko sprzeciwiające się tej omawianej przez nas dziedziczności.

No cóż, tu chyba znów nie odkryję nikomu Ameryki, stwierdzając to, co każdy z nas sprawdzić może dowodnie na własnych dzieciach lub, odwrotnie — na ojcach i matkach, że potomkowie są zazwyczaj podobni, ale — niewątpliwie nie- identyczni z rodzicami. A co — za tym idzie, na pewno nie istnieje jedynie dziedziczność, ale jednocześnie jest i jakieś zjawisko jej przeciwstawne, które dąży do tego, aby potomkowi nadać choć część jakichś odrębnych cech indywidualnych. Zjawisko to nosi nazwę zmienności.

Jak widzicie — prawa wcale nie — jest tak prosta, jak by się wydawało. Bodaj że od stu lat biologowie rozważają właśnie te wzajemne zmagania pomiędzy z jednej strony zmiennością, z drugiej — dziedzicznością, gdyż dopiero wypadkową z nich jest wygląd poszczególnych osobników świata żywego, czyli flory i fauny, w danym okresie życia kuli ziemskiej.

ELEMENTY DZIEDZICZNOŚCI

Stwierdziłszy niedawno, że poszczególne kawałki materii żywej nie trwają wiecznie. Byłoby to zresztą niemożliwe, gdyż wobec ciągłego pobierania określonych tylko elementów chemicznych z otoczenia, nagromadzałyby się coraz większe masy komórek tego bez przerwy rosnącego organizmu, ale, - jak rozumiecie, tylko do całkowitego wyczerpania zapasów w środowisku.

Wiemy jednak, że i tak ten wzrost u żadnej istoty żywej nie trwa nieskończenie, lecz w pewnym momencie pobieranie substancji ze świata otaczającego równoważy się z ilością produktów wydzielanych na zewnątrz, w rezultacie czego wielkość obiektu żywego ustala się, już dalej ani nie rosnąc, ani nie malejąc. A jednak, o ile rozmiary poszczególnych osobników rzeczywiście zostają unormowane, to ilość ich — jak zresztą wykazałem już w pierwszym rozdziale — może być teoretycznie nieograniczona, a praktycznie zahamowana bywa tylko brakiem dostatecznej masy substancji odżywczych i oddechowych, które środowisko posiada w większych lub mniejszych, ale zawsze ograniczonych ilościach.

Ale tu obawiam się, czy nie padnie proste, naiwne pytanie:

No dobrze, ale jakim prawem uważamy tego nowo powstałego potomka za dalszą ciągłość tamtego właśnie kawałka materii żywej?

Ano, tu uciekniemy się do omówionej w poprzednim rozdziale dziedziczności. Choć to tylko znikomy pyłek, bo zaledwie półmilimetrowej średnicy kuleczka oddziela się, przy

puścimy, od trzytonowego organizmu słonia (taki jest rozmiar jego komórki jajowej), to jednak, jak się okazuje — zawarte w niej predyspozycje sprowadzają się wyłącznie do takich tylko procesów chemicznych, jakie w rezultacie prowadzą do wytworzenia postaci o cechach rodzaju — słoń, zaś dzielące się komórki, kiedy ich już będzie miliard miliardów, ułożą się i układać się będą z uporem, choćbyśmy im złośliwie stawiali sztuczne przeszkody, tylko w kształt słonia. Słowem, w komórkach takich istnieją zdolności kształtowania nowego organizmu jedynie według tych zasad i struktury, jakie panowały w ustroju, od którego się dana komórka rozrodcza odlewała. I to jest właśnie dziedzicznością.

Przypominam zresztą, że ostatnio zwróciliśmy uwagę na istnienie jej konkurenta, mianowicie na tak zwaną zmienność, która — zbyt słaba, aby dziedziczność zatrzeć całkowicie — powoduje jednak, iż ów potomek czy to w zwierzęciu, czy w roślinie jest zaledwie podobny, nigdy jednak nie identyczny z rodzicem.

W tej chwili jednakowoż zmienność na dłuższy czas zostawimy na boku, gdyż sama dziedziczność — jak wkrótce zobaczymy przy bliższym jej rozpatrywaniu — dostarczy nam dosyć kłopotów.

— A to w jakim sensie?

Ano, po prostu w tym, że zdaje się, iż już od niejakiego czasu wam samym ciśnie się na usta mitygująca mnie uwaga:

— Ależ, drogi panie I Prawda, czasem rzeczywiście tak się zdarza, iż jedna komórka rozrodcza odrywa się od organizmu i rozpoczyna podziały, tworząc po pewnym czasie potomka; nazywa się to dzieworództwem albo partenogenezą. W pewnych przypadkach u roślin, zwłaszcza niższych, występuje nawet dość często rozmnażanie zarodnikowe, polegające też na powstaniu całego organizmu z jednej komórki. Niemniej to najpospolitsze, to powszechne, najczęstsze rozmnażanie jest zupełnie inne. Wchodzi w nim w grę nie jedna komórka rozrodcza, lecz dwie. Podziały i wytworzenie po-

chodnego wielokomórkowego organizmu w tych najczęstszych przypadkach zostaje poprzedzone zlaniem się dwóch komórek rozrodczych różnego typu.

A wtedy jak będzie z dziedzicznością? Jaki biologiczny sens ma podobny mechanizm?

O, tego rodzaju pytanie gotowe zastopować autora na amen i gdybyście je wcześniej postawili, to prawdopodobnie ciąg moich gawęd o rozmnażaniu i dziedziczności w ogóle by się urwał.

Urwał po prostu dlatego, że to wszystko, co poruszyliście i co jest niezaprzeczonym faktem, a mianowicie rozmnażanie płciowe, czyli powstawanie nowego organizmu dopiero po zlaniu się dwóch komórek, nie ma w łańcuchu przyczyn i konsekwencji żadnego logicznego związku z przekazywaniem cech z rodziców na potomstwo.

Wywnioskować to łatwo choćby z tego faktu, że w przypadkach rozmnażania zarodnikowego czy dzieworodnego żadne specjalne zakłócenia czy niedostatki w sprawności* przekazywania cech na potomstwo nie występują. Inna sprawa natomiast, że jeśli — jak słusznie powiedzieliście — system rozmnażania dwupłciowego jest o tyle częstszy niż rozmnażanie (jeśli się można tak wyrazić) monopłciowe, to w takim razie dalsze nasze rozważania winny już dotyczyć właśnie tego najtypowszego sposobu rozrodu. Szczęśliwie jednak iż to pytanie padło dopiero teraz, kiedyśmy już zasadniczo zrzęby zjawisk dziedziczenia i zmienności, uprzytomnili sobie na prostszym układzie rozmnażania jednopłciowego.

Dzięki temu obecnie już łatwiej nam będzie uporać się z powstałymi komplikacjami, albowiem przyroda rzeczywiście zaskoczyła nas ową dwupłciowością, którą naturalnie musimy przyjąć jako fakt, ale której sensu czy jakiejś nieodzownej potrzeby wytłumaczyć sobie w tej chwili nie potrafimy.

Zaczęła się ona zresztą dość wcześnie w rozwoju ewolucyjnym substancji żywej. Pierwsze zaczątki występowania płci, a więc zlewania się gamet, czyli komórek rozrodczych,

przed rozpoczęciem intensywnego podziału, spotyka się już u pierwotniaków. Czy jesteście w stanie sobie wyobrazić: niektórzy przedstawiciele tych samych jednokomórkowców, które w dotychczasowych przykładach stale cytowałem jako mnożące się przez zwykły podział komórki na dwie części, mogą powiększać swą liczebność właśnie na drodze płciowej? U pewnych gatunków — ot, chociażby u zarodźca malarycznego (chyba dość powszechnie znanego), przez określony czas, to jest w ciągu kiedy pełzakowata jego komórka zajmuje się głównie zjadaniem krwinek, mnoży się ona zwyczajnie przez podział na dwie części, no, może z pewnym skomplikowaniem, bo tak naprawdę nie na dwie, ale od razu na szesnaście czy dwadzieścia cztery. To jednak nie zmienia postaci rzeczy, gdyż różnica polega jedynie na tym, że chwilowo nie cała komórka, ale tylko jej jądra się dzielą na dwa, następnie na cztery, osiem a wreszcie szesnaście, wciąż jednak pozostając w tej samej nie podzielonej grudce plazmy. A dopiero później raptownie rozpada się to wszystko na gotowe szesnaście komórek.

A wipć, jak widzicie — jest to tylko pewna, że się tak wyrażę, techniczna modyfikacja zwykłej dwudzielności.

Proszę posłuchać jednak dalej o losach zarodźca malarii. W podobny sposób pomnażając swoje hufce atakuje coraz większe ilości, krwinek człowieka i, powiedzmy otwarcie, poważnie grozi mu śmiercią. Ale przecie owa śmierć ofiary czy — jak to się niewinnie określa — gospodarza pociągnęłaby za sobą nieuchronną śmierć pasożyta, nie mającego możliwości wyjścia poza obręb zamordowanej przez siebie istoty. W takim przypadku wyginąć by musiały wszystkie osobniki zarodźca malarycznego na Ziemi, a nie następuje to tylko dlatego, iż potrafią one jednak odbywać dalszy swój rozwój z kolei w jelicie komara, który nasycając się krwią chorego, wprowadza wraz z nią do swego przewodu pokarmowego szereg komórek tego pasożyta, umożliwiając mu utrzymanie

dalszej ciągłości rodowej. Tam jednak proces wydania na świat potomstwa odbywa się już zupełnie inaczej.

Oto jeszcze we krwi człowieka niektóre komórki zarodźca przestały atakować krwinki, przestały się dzielić, a przybrały kształt grubych, z lekka zgiętych kielbasek. Czekają one tymczasem cierpliwie, gdyż dojdą do głosu dopiero z chwilą, gdy się znajdą w przewodzie pokarmowym komara. Jedne z nich nie zmieniają się wtedy specjalnie (są to odpowiedniki jaj — komórek żeńskich) od innych natomiast oddziela się w drodze ¹ podziału jądra kilka długich, biczykowatych komórek (odpowiedniki plemników) i te podpływają do tamtych nie zmienionych, zlewają z nimi swe plazmy, obydwaj jądra też łączą się razem i w rezultacie powstaje typowe zjawisko kopulacji dwóch gamet, i to gamet niejednakowych, charakteryzujących dwie różne płcie: samczą i samiczą.

Po takim zlaniu się owych komórek odmiennej płci, ta podwójna nowo powstała rzeczywiście nabiera zadziwiającego wigoru w kierunku dzielenia się, toteż w całym ciele komara, a zwłaszcza w śliniankach, zbierają się wkrótce miliony drobnych zarodników pasożyta, gotowych natychmiast atakować krwinki człowieka, z chwilą gdy tylko zakażony owad ssąc jego krew wpuści mu do naczyń wraz ze swoją śliną pewną ilość tych niebezpiecznych wrogów.

Przy sposobności opowiedziałem cykl rozwoju pasożyta, którego istnienie kosztuje rocznie około miliona żyć ludzkich; ale montowanie walki z nimi jest już zadaniem zupełnie innej dziedziny wiedzy. Mnie na tym miejscu przede wszystkim chodziło o to, aby zilustrować przykładem, że i wśród pierwotniaków — jednokomórkowców, których większości całkowicie wystarcza rozmnażanie się przez, zwykły podział komórek, czasem jednak pojawia się już owa poprzedzająca intensywne mnożenie — kopulacja.

CZYNNIKI ROZMNAŻANIA

Kiedy wyłoniła się kwestia dziedziczności, to jest podobieństwa potomstwa do rodzica, i gdy przypuszczałem, że tę sprawę bez większych komplikacji uda się wyjaśnić na procesie rozmnażania bezpłciowego — zaskoczyliście mnie wy, kochani czytelnicy, uwaga, że przecież podwójność rodziców jest zarówno w świecie roślin, jak i zwierząt dużo częstsza niż rozmnażanie, że się tak wyrażę — jednoosobowe.

No i rzeczywiście, żeby wyjaśnić, jak to wtedy wyglądać będzie sprawa przekazywania cech, czy od matki, czy od ojca, trzeba się będzie, niestety, naprzód zapoznać nieco bliżej, z mechanizmem takiego typu rozrodu. Nie będę zresztą rozwodził się nad tym długo. Czy to u roślin, czy u zwierząt rzecz sprowadza się znów do określonych pojedynczych komórek, przy czym jednak w normjnych warunkach żadna z nich nie jest zdolna do dalszych podziałów. Dopiero gdy będą miały możliwość złączenia się i zlania razem, wtedy, jakby je szał opętał, natychmiast zaczynają się dzielić i czynić to będą tak długo, aż wytworzą organizm zazwyczaj od razu zbliżony do rodzicielskiego.

Komórki takie noszą nazwę gamet albo komórek rozrodczych. Zasadniczo mogłyby być one zapewne identyczne, gdyż istnieją nawet takie istoty, u których najstaranniejsze badania mikroskopowe nie pozwoliły wykryć różnic w wyglądzie między zlewającymi się gametami. Z góry jednak powiadam, iż to są przypadki dość rzadkie. Zazwyczaj — czy to w świecie roślin, czy zwierząt — zawsze jedna z pary

kopulujących komórek gruntownie różni się od drugiej. Zresztą tak na dobrą sprawę, ta ich odrębność wynika poniekąd z ich ról, jako swego rodzaju konieczność biologiczna.

Przyznam się, że niesłychanie nie lubię spekulacji na tematy przyrodnicze. Z drugiej strony jednak wcale nie jest to moim zdaniem spekulowanie, jeśli usiłujemy zdać sobie sprawę rozumowo ze współdziałania pewnych faktów lub pociągania za sobą pewnych zjawisk przez inne. Ot, jako przykład na dopiero co wypowiedzianą tezę, informowałem was właśnie, że najczęściej dla nabrania rozmachu do dzielenia się, potrzeba, aby komórka rozrodcza najpierw zlała się z inną komórką rozrodczą określonego typu. Tak, ale ta inna przeważnie wytwarzana jest przez zupełnie innego osobnika. A jeśli nawet obydwie typy gamet produkowane są przez to samo zwierzę czy roślinę, to i tak, aczkolwiek niezupełnie jeszcze wiadomo dlaczego, przeważnie widzimy wtedy urządzenia ochronne, aby mimo wszystko te komórki, męskie i żeńskie, nie zlewały się z sobą, lecz żeby połączenie ich następowało z odpowiednią komórką rozrodczą, jednak obcego.- organizmu. Jeśli zaś tak, jeśli z jakichś względów niepożądane jest samozapłodnienie, to chociaż trzeba przyznać, że rośliny i zwierzęta zarówno w swym ukształtowaniu anatomicznym, jak i w sposobie bycia i zwyczajach powytwarzały mnóstwo; przystosowań, aby zbliżenie komórek rozrodczych dwu różnych osobników ułatwić, w każdym razie kompletna nieruchomość obydwu gamet olbrzymio utrudniałaby ten ostateczny pożądany efekt, czyli możliwość całkowitego zlania się ich plazmy oraz jąder komórkowych.

Najlepiej więc — każdy powie — niechby jedna i druga komórka same posiadały zdolność ruchu a wtedy tym. większa byłaby szansa, że się odnajdą i na siebie trafią.

Oczywiście, tylko — jak to wielokrotnie powtarzałem — nie należy nigdy udzielać rad czy wypowiadać sądów w określonych kwestiach, zanim się ich nie zbada wszechstronnie*

Zapomnieliście bowiem wziąć jeszcze pod uwagę i ten fakt, że przecież, jak przed chwilą mówiłem, już złane gamety, które nazwano zygotą, nabierają niezwykłego zapału do mnożenia się. A dalej może przypomnieć sobie również, że dzielenie się praktycznie nie może trwać w nieskończoność,

0 ile równoległe z nim nie będzie zachodził wzrost wyrówny- wający o połowę mniejszy po każdym podziale rozmiar komórek. No, a do wzrostu niezbędna jest dostawa substancji materialnych z otoczenia.

W zawrotnym tempie dzieląca się dygota nie ma jednak wręcz fizycznej możliwości starania się jednocześnie o pokarm z zewnątrz, gdyż wiemy dobrze, że do tego z kolei potrzeba sporo specjalnych urządzeń. Jedynym więc wyjściem z tego zaplątanego węzła byłoby uzyskanie już z organizmu rodzicielskiego pewnej ilości materiałów, które mogłyby posłużyć jako zapasy pożywienia dla tych nowo powstających komórek potomnego organizmu.

— A zatem ruchliwość i obładowanie prowiantem?

Czyż to jednak nie jest w pewnym stopniu sprzecznością?

Chyba tak. Ale ratuje tu nas ewentualność, iż te wykluczające się rzeczywiście właściwości można przecież rozłożyć na dwu partnerów. I to na dobrą sprawę przesądza techniczne rozwiązanie omawianej kwestii.

W ten sposób wydedukowaliśmy drogi przystosowawcze, po jakich winien był prawdopodobnie potoczyć się rozwój

1 ukształtowanie gamet. Jednak zastrzegam wyraźnie — fakt, iż rzeczywiście tak się w danym przypadku stało, wcale nie stanowi dowodu, że trasy rozwojowe istot żywych zawsze muszą przebiegać według z góry założonych przez nas, choćby najlogiczniejszych teoretycznych przesłanek. Raczej odwrotnie, wszystko wskazuje na to, iż rozwój biegł prawdopodobnie w najrozmaitszych kierunkach, tylko że przetrwać, co więcej — wydać dalsze potomstwo były w stanie jedynie te osobniki, których kierunek rozwojowy przypadkiem zbiegał

się z tą najlogiczniejszą, najbardziej sprzyjającą do życia postacią. Wszystkie inne raczej ginęły.

Rzeczywiście, bez względu na to, czy to będą komórki rozrodcze roślin, czy zwierząt, w przeważającej ilości przypadków widzimy u nich jak najściślejszy podział funkcji w myśl tego, co przed chwilą zostało powiedziane.

A więc jedne biorą na siebie zadania ruchowe, rozwiązując je rozmaicie, najczęściej w postaci biczyka czy wici, którą, usilnie wiążąc, są w stanie przenosić się z miejsca na miejsce. U polipów te męskie komórki rozrodcze poruszają się, wypuszczając nibynóżki. U roślin... Cóż, u roślin wyższych rzecz się nieco komplikuje w szczegółach. Zasadniczo jednak odpowiednik tej ruchomej komórki rozrodczej, choć sam nie wyrabia sobie zdolności czynnego poruszania

się, to jednak dopasowuje się wielkością, lepkością czy kształtem tak, aby te czy inne siły środowiska zaniósł go w pożądane miejsce, to jest do komórek płci przeciwnej. Domyślcie się pewno, iż myślę tu o owado- czy wiatropyl- ności.

Inaczej przedstawiać się będzie drugi partner. Ta gameta zwana żeńską, w przeciwieństwie do dopiero co opisywanej ruchliwej, męskiej, na ogół nie zmienia miejsca pobytu, natomiast bądź przezornie nie oddziela się od organizmu macierzystego i tak jak u roślin wyższych — mimo zlania się z przybyłą do niej komórką męską i rozpoczęcia intensywnych podziałów — nadal korzysta z odżywczych soków organizmu rodzicielskiego, bądź też — jak to przede wszystkim spotykamy u zwierząt — oddziela się od ciała matki, ale z taką ilością zapasów zwanych potocznie żółtkiem, że staje się swego typu dziwołagiem pośród komórek, przybierając rozmiar olbrzymi, jak na przykład kula żółtkowa w strusim jajku.

Nie zapominajmy bowiem, że to jest w rzeczywistości też zaledwie jedna jedyna komórka, tyle tylko, że tak naprawdę jej istotne elementy, czyli plazma i jądro, zajmują tam (gdyby to wszystko zebrać razem) grudkę milimetrowej średnicy, podczas gdy cała pozostała substancja, w ilości mniej więcej 1/10 litra, to tylko żółtko, bezpostaciowa masa tłuszczowo-białkowa, którą powstający z zygoty zarodek będzie się odżywiać

OSZUKAŃCZA UMOWA

W naszych rozważaniach dotychczasowych wypłynął ten szkopuł, że w przeważnej ilości przypadków każda istota zjawiająca się na świecie ma nie jednego, lecz dwoje rodziców, czego konsekwencją jest to, że dziedziczenie, czyli powtórzenie cech przodka u potomka, może się odbywać w najrozmaitszych wariantach, Przynajmniej teoretycznie dziecko mogłoby przejąć cechy albo wyłącznie ojca, albo wyłącznie matki, albo stanowić mieszaninę cech obojga. Ale jeśli tak, to mieszaninę w jakim stosunku?

Rozumiecie chyba, co tu się robi od razu za galimatias. Rodzice oczywiście są do siebie podobni w ramach gatunku, jak wiemy bowiem, mieszańce międzygatunkowe są raczej niepłodne i tymi nienormalnymi stosunkami, chwilowo przynajmniej, nie będziemy zaciemniać i tak już dość zagmatwanego zagadnienia. Rodzice zatem podobni, jak mówiliśmy, w ramach gatunku, różnią się jednak od siebie całym szeregiem" cech indywidualnych.

A więc w przypadku człowieka najczęściej kolorem włosów, oczu, rysami twarzy, wzrostem, skłonnością do otyłości itp.

Jeśli zaś w grę wchodzi zwierzęta, to najczęściej zwracamy główną uwagę na ich indywidualne cechy użytkowe, a więc oienkość runa, procent tłuszczu w mleku, skłonność do znoszenia dużej ilości jaj itp.

Toteż w praktyce hodowlanej oczywiście staramy się dobrać rodziców w ten sposób, aby właściwość, na której nam

zależy, występowała u obojga. W stosunkach ludzkich natomiast rzecz ta wcale nie dawała się rozwiązać tak prosto. W dodatku, zwłaszcza w minionych latach, przy ustalaniu podstawowych zasad życia społecznego człowieka, ta kwestia podobieństwa — dziedziczenia cech ojca bądź cech matki — była nieraz przyczyną wielu sporów, a nawet tragedii, które rzutowały się daleko poza obręb danej rodziny. A najkłopotliwsze w tym wszystkim było to, że sprawa dziedziczenia cech po tym czy po innym rodzicu nie dawała się nigdy ująć obiektywnie i konkretnie.

Ileż dowcipów i od jak dawna opowiada się na temat mężów dopatrujących się własnych rysów w dzieciach swej żony, podczas gdy publiczną tajemnicą jest, że z tych czy innych przyczyn wcale nie byli ich ojcami. Babki i dziadkowie z obydwu stron z uporem doszukują się już w noworodkach charakterystycznych cech, każde swego rodzaju.

Wszystko to wskazuje na pewien chaos i brak niezależnych od czyjejkolwiek emocji, a więc niesubiektywnych sprawdzianów.

Rzeczywiście, trudno nie uznać za chaos tego, co wiadomo powszechnie, iż parze lnianowłosych blondynów nieraz rodzi się dziecko z czupryną czarną jak ^ruk. Innym razem syn małżeństwa półtorametrowych niemal karłów, bodaj że mógłby być przyjęty do gwardii Aupusta Mocnego, gdzie; dolna granica wymaganego wzrostu wynosiła około dwóch metrów. Nic dziwnego więc, że w tych warunkach w ogóle na kwestie dziedziczności patrzono znacznie mniej rygorystycznie niż obecnie, ostateczny wygląd potomka uzależniając również od innych czynników, przede wszystkim związanych ze środowiskiem.

Jest rzeczą dość zastanawiającą, że właśnie temat, który jeszcze ostatnio w XX wieku był ośrodkiem sporu w biologii, a mianowicie: dziedziczenie lub niedziedziczenie cech nabytych, czyli pośrednio wpływ środowiska na ukształtowanie wyglądu dalszych pokoleń danego gatunku, a na bliższą metę

— nowego, właśnie rodzącego się organizmu, już od tak bardzo dawna nurtował umysły ludzkie, że był nawet podwaliną zupełnie fantastycznej w swej nierealności hipotezy, mianowicie przekonania o możliwości wpływu „zapatrzania się” matki na rodzaj cech przejawiających się w jej potomstwie.

Po prostu z rozrzewnieniem przeczytałem niedawno, jak pani Wojciechowa Kossakowa schowała Magdalenie Samozwaniec parasolkę z rączką w kształcie główki jakiegoś potworka na parę tygodni przed urodzeniem przez nią córeczki. Bo przecież tą przezorną panią matką, a spodziewaną babunią, kierowała wtedy ta sama myśl przewodnia, którą pieścił w duszy chytry Jakub, proponując teściowi Labanowi słynną umowę, o której warunkach mówi nam tak dokładnie Biblia. Oto podjął się on paść przez dwa lata trzody Labanowe, godząc się otrzymać jako zapłatę tylko te owce i kozłeta, które w tym okresie czasu urodzą się pstrokate czy w jakikolwiek sposób nakrapiane lub plamiste.

Laban zacierał ręce z radości. Mając tylko białe tryki i kozły oraz białe samice nie wątpił, opierając się na popartych praktyką normalnych zasadach dziedziczności, iż sroka- tego potomstwa albo nie będzie wcale, albo w każdym razie procent niezwykle nikły. Jakaż była jednak jego rozpacz, kiedy w rzeczywistości okazało się, że przeszło trzy czwarte przychówka z tych dwóch lat trzeba było oddać Jakubowi. „J Biblia poucza nas, iż dowcipny pasterz osiągnął ten korzystny dla siebie efekt rozrzucając ciągle przed oczyma ciężarnych owiec i kóz gałązki, częściowo tylko obdarte z kory, a więc świetnie imitujące srokatość; w konsekwencji czego matki mające ciągle takie barwy i desenie przed oczyma rodziły odpowiednio dopasowane do tego potomstwo.

Jest się więc chyba czym rozczulić, jeśli tak wierutna niedorzeczność trwa po dziś dzień, z górą bodaj trzy tysiące lat.

Tylko nie chciałbym, żebyście ten wyraz „niedorzeczność” zrozumieli niewłaściwie.

Oczywiście możliwość wpływu warunków zewnętrznych na kształtowanie się takiego czy innego potomstwa jest niedorzeczna w tej postaci, w jakiej została przedstawiona w zacytowanej anegdocie biblijnej lub dogmatycznej formie, jak ją potraktował Łysenko, nie ujmujący tych spraw według przyrodniczych zasad myślenia. Jednak i na odwrót, nie należy też przypuszczać, tak jak przez pewien czas sądzili ortodoksyjni genetycy, iż dziedziczenie tych czy innych właściwości — to tylko nieprzerwany łańcuch kolejnego przechodzenia z rodzica na dziecko pakietu określonych zawiązków cech, który to proces odbywa się poza jakimkolwiek wpływem oddziaływań środowiska w ciągu całego czasu istnienia na świecie danego rodu.

Jak jednak pogodzić te dwie jakoby sprzeczności — dziedziczenie cech po rodzicach, a z drugiej strony owe odkształcenia, których promotorem jest otoczenie; przede wszystkim zaś jak zorientować się w prawidłowościach dziedziczenia po tym czy tamtym rodzicu, będzie tematem rozważań następnych rozdziałów.

MATERIALNE ŚCIEŻKI DZIEDZICZNOŚCI

Wtedy gdy omawialiśmy możliwości przechodzenia cech z rodzica na potomka przy rozmnażaniu bezpłciowym, już dość kłopotliwym warunkiem, który jednak nasuwał się teoretycznie, było to, iż owa jedyna komórka rozrodcza, jak się ją potocznie nazywa — zarodnik, musiała w sobie zawierać potencje wytwarzania wszystkich rodzajów komórek, składających się na całość organizmu potomnego, a ponadto mieć też predyspozycję takiego w przyszłości ich układania, aby powstający twór wyglądem przypominał rodzica. Teraz jednak, kiedy wiemy, że potomek w najczęstszej liczbie przypadków powstawać będzie z jednej co prawda komórki, ale takiej, która się świeżuteńko wytworzyła ze złączenia dwu innych, d to przeważnie pochodzących od dwu odrębnych osobników tego samego gatunku, sprawa jeszcze się komplikuje. Jako jednogatunkowł, rodzice mają wprawdzie ogólną wiązaną cech wspólnych, niektóre jednak z ich właściwości bywają odmienne, niezwykle więc interesującą sprawą będzie, jak nastąpi wówczas dziedziczenie.

Spróbujmy konkretnego przykładu. Weźmy pierwsze lepsze zwierzę, dajmy na to krowę. Gatunek ten ma oczywiście zespół cech, którymi różni się od konia, tygrysa, psa, antylopy czy jelenia, a więc racie o pewnym kształcie, skórę w swoisty sposób pokrytą włosami itp.

Zwróćcie, proszę, uwagę, iż określony typ pokrywy włosowej skóry jest cechą charakterystyczną wszystkich w ogóle krów, jednak barwa tej sierści to już sprawa poszczególnych

indywiduów, wobec czego możemy wyodrębnić kilka, a może i więcej typów uwłosienia w obrębie tego samego gatunku. Podobnie się ma sprawa kształtu włosa. Są bowiem krowy o króciutkiej, lśniącej sierści i o długiej, wełnisto-karbowanej. A i rogi bywają lirowato zgięte, kilkudziesięciocentymetrowej długości lub takie, które sięgają nawet do dwu metrów. Dodajmy, że wyhodowano też rasy, gdzie rozmiar rogu wynosi ni mniej, ni więcej, tylko... zero centymetrów — po prostu krowy bezrogie. Cech, jeśli można tak powiedzieć, głównych, gatunkowych można by wyliczać mnóstwo, ale obok nich oczywiście jeszcze większe mnóstwo występuje odrębności indywidualnych, które przecież też mogą wchodzić w grę przy dziedziczeniu. A zatem łatwo pojąć, że cielę rodzi się właściwie zawsze z podwójnym zakończeniem kopyta, gdyż tę dwupalczałość dziedziczy stale i po ojcu, i po matce. Jakaż jednak powinna być barwa tego krowiego dziecięcia, jeżeli byk dajmy na to był całkowicie biały, a matka czarna?

Czy według praw dziedziczności, jeśli takie istnieją, potomek urodzi się łaciaty, czy właśnie popielaty? A może biały czy czarny?

Czytelnicy nastawieni bardziej realnie powiedzą, że jest im wszystko jedno, jaki będzie kolor, byle urodzone cielę okazało się w przyszłości wybitną mlecznicą. Ale prdszę? pamiętać, że jeśli chodzi o konie, to tam już i barwa miewała- wręcz praktyczne dla hodowcy znaczenie, na przykład przy dobieraniu par lub czwórek do zaprzęgu. Zresztą to, co mówię teraz na przykładzie koloru, możecie również przenieść na jakąkolwiek cechę utylitarną, a barwa sierści ma za to ten plus przy doświadczeniach nad dziedziczeniem, że rzuca się dość wyraźnie w oczy, a nie ulega tak poważnym zmianom w ciągu życia osobnika, jak na przykład długość rogu, który może nieraz zostać starty lub utracony, względnie z powodu złych warunków żywieniowych, w jakich dane cielę było chowane, może wyrosnąć mniejszy, niżby mu się należało z racji dziedziczenia.

Powiedzmy sobie w każdym razie otwarcie, iż jeśli chodzi o sposób przekazywania cech, jakieśmy je nazwali, indywidualnych, a jak je genetycy ochrzcili — (Uelomorffcznycfi^fwarto sobie zapamiętać, tę nieco trudną nazwę) to mniej więcej do połowy zeszłego stulecia, a więc przez dobre 7 — 8 tysięcy lat narastały, na ten temat miliony plotek i najcudaczniejszych poglądów.

Jeśli zatem nadal podejmiemy kwestię koloru potomstwa z tego małżeństwa czarnej krowy z białym bykiem, to ludzie mało otrzaskani z hodowlą z reguły gotowi ferować wyrok, iż dziecię takiej pary musi się urodzić srokate lub popielate. Ci jednak, którzy mają z tymi sprawami realnie do czynienia, drapiąc się w głowę mówią, że rzeczywiście im samym się wydaje, iż tak być powinno, ale w praktyce zdarza się jednak zupełnie inaczej.

ne teoretyczne wyjaśnienie?

— Ba, żeby to można było powiedzieć, jak bywa — odpowiadają hodowcy coraz bardziej zafrasowani — kiedy właśnie jest „nijak”. Czasem rodzi się cielak popielaty, czasem łaciaty, czasem czarny, czasem biały, a czasem ceglastoczerwony z pręgą albo bez pręgi. Jednym słowem: bardzo, ale to bardzo rozmaicie.

Zresztą po co o to pytać hodowców. Od iluż to lat sami wyrażamy zdziwienie, skąd lnianowłosego syn „wziął się” u rodziców brunetów. W każdym razie wszyscy wiemy i mówiliśmy już zresztą o tym, że w tych sprawach panuje galimatias jakich mało.

Trudno dostrzec jakąkolwiek, choćby najmniejszą prawidłowość.

A jeżeli tak, jeśli gdzieś występuje zamęt czy nieporządek, to niestety natychmiast na terenach tej dziedziny zaczyna hulać fantazja ludzka i budować najrozmaitsze hipotezy, wersje, takie czy inne przypuszczenia, które podawane z ust

do ust już tylko przez samo powtarzanie nabierają wagi pewników, podbudowanych mniej lub więcej z palca wyssaną argumentacją.

Czyms z tego typu, aczkolwiek właściwie przeciwstawiającym się w ogóle dziedziczeniu, było pojawienie się cytowanego już przekonania o wpływie na wygląd potomka zapatrzenia się ciężarnej matki. Teoria ta poza nedorzecznością miała jeszcze ten brak, iż mogła znaleźć zastosowanie tylko u tych istot, gdzie młode okres embrionalny odbywają w ciele samicy, mając przez dłuższy czas z jej organizmem ciaśniejsze kontakty. A więc poza ssakami u bardzo niewielkiej ilości zwierząt.

Natomiast już w ramach istotnej dziedziczności rzekome reguły niemal każdy dostrzegał w zupełnie innej konfiguracji i upierał się przy swych poglądach, gwałtownie starając się braki podbudowania takowych licznymi obserwacjami faktycznymi nadrobić szerokim i głośnym owych przekonaniach, rozkolportowywaniem.

A więc jedni twierdzili, że starsza połowa stadła łatwiej przekazuje swoje cechy na dzieci, jednym słowem, że jej wygląd będzie dominował w potomstwie. Inni głosili mniemania wprost przeciwne — mocniejszy w przekazywaniu cech miał być młodszy z małżonków.

Wysuwano teorię stwierdzającą, że miarodajny jest tu wigor seksualny i tężyzna partnera. Jeszcze inni, metodą zgoła fałszywą, dopatrywali się tak zwanego krycia jednych kolorów przez drugie, a więc ich zdaniem potomek czarnego i białego rodzica musi być czarny, gdyż ten kolor jest intensywniejszy niż biały. Jeszcze inni przewagę w przekazywaniu cech przypisywali płci, i to też w najrozmaitszych wariantach. Albo mocniejsze dziedzicznie miały być samice, albo — według innych — samce. Byli i tacy, którzy twierdzili, że córki dziedziczą po ojcach, a synowie po matkach — oczywiście wyjątek musieli robić dla przekazywania płci, wobec czego inni stawiali sprawę wręcz odwrotnie.

A wreszcie niektórzy w ogóle odrzucili dziedziczenie po rodzicach, twierdząc, że dziedziczy się nie po nich, lecz dopiero po dziadkach, i to w dodatku też w najrozmaitszych wariantach.

Jak widzicie," nie można żalić się na brak pomysłowości w tej dziedzinie. A to bogactwo mniemań równało się po prostu brakowi jakichkolwiek przesłanek do wypowiedzenia choć względnie dorzeczej opinii.

Właściwą metodę podejścia do tego zagadnienia niespełna przed wiekiem odkrył skromny opat klasztoru augustianów w Czechach, nazwiskiem Mendel, który dostrzegł w dziedzinie przekazywania cech zupełnie niewątpliwe prawidłowości, nazwane od jego nazwiska prawami Mendla.

MENDEL

Wiemy już, iż w chaosie poglądów na sposoby przekazywania cech z rodziców na dzieci, z których każdy był podbudowany „osobistą” obserwacją -i każdy sprzeczny z wynikami spostrzeżeń innych ludzi, nareszcie pewne obiektywnie sprawdzalne prawidłowości wykazał wcale nie zawodowy przyrodnik czy hodowca, ale ksiądz, ściślej mówiąc mnich, parający się ogrodnictwem raczej z amatorstwa. Istotne zresztą dla sprawy będzie i to, że posiadał dość gruntowne wykształcenie matematyczne — gdyż niewątpliwie ten fakt sporo dopomógł do wyboru przez badacza właściwej metody postępowania.

Samo ujęcie sprawy przez Mendla było w swym założeniu niezwykle proste. Co tu wiele mówić o podobieństwie rodzica i potomka? Podobieństwo opiniuje się na podstawie oceny zespołu cech jednego i drugiego osobnika, a ta jest przecież bardzo subiektywna. Dlatego to ktoś dane dwie osoby uważa za podobne, a inny twierdzi, że nic w jednej nie przypomina drugiej. Chcąc zatem dojść w tej dziedzinie do wniosków konkretnych, trzeba oprzeć się na właściwościach obiektywnie sprawdzalnych, na przykład, jeśli chodzi o rośliny. — na barwie kwiatu. Ponadto zaś nie należy rozpraszać się na śledzenie dziedziczenia kilku cech naraz, a przynajmniej początkowo pilnować jednej, dajmy na to właśnie owej barwy.

Zapewne te uwagi nie wydadzą się nikomu specjalnie genialne, przecież to wszystko jest jak najbardziej oczywiste

dla każdego zdrowo myślącego człowieka. Niewątpliwie, tylko że w tych sprawach, jak mówiłem, tyle ludzi już zabierało głos wciąż pomnażając tylko chaos, że owe najbardziej zwyczajne zasady, którymi odznaczało się postępowanie Mendla, mają najtypowszy posmak owego słynnego jajka kolumbowego. A zresztą genialność umysłu naszego badacza wyłoni się dopiero, w całej pełni po prześledzeniu z końca do końca tych jego najprostszych, a zawsze słusznych z punktu widzenia zdrowego sensu posunięć.

A co powiecie na tego rodzaju jego uwagę?

Przecież nieraz się zdarza, że ci sami rodzice, dajmy na to blondyni, mają dwoje dzieci brunetów, a na dokładkę jednego typowego rudzielca, czasem znów blondyna i bruneta albo tylko samych blondynów... Najczęściej w dodatku takie dzie- dziczeniowe obserwacje przeprowadzamy na ludziach, a czy ludzie są właściwym obiektem do podobnych badań? Bo pomyślmy tylko. Jeżeli z tych dwojga rodziców blondynów zrodziło się jedno dziecko o czarnych włosach, a drugie o rudych, to widocznie wśród plemników ojca czy komórek jajowych matki muszą występować co najmniej dwa odrębne typy: jedne desygnujące rudość, inne zaś — ciemne włosy. Co najmniej dwa — powtarzam — bo wcale nie wiemy, czy trzecie dziecko tej pary, gdyby się zdecydowali mieć takowe, nie miałyby włosów jasnych jak len.

Tak — powiada Mendel człowiek miewa najczęściej sześcioro — siedmioro dzieci (nie dziwcie się, że tyle, gdyż był to początek drugiej połowy zeszłego stulecia, kiedy świadome macierzyństwo nie święciło takich jak dziś sukcesów), a tymczasem komórek rozrodczych mężczyzna produkuje miliardy miliardów, a kobieta też nie sześć — siedem, ale co najmniej około pięciuset. Cóż więc za wnioski możemy wyprowadzić z wyglądu tych kilku urodzonych osobników, kiedy tak olbrzymie ilości komórek rozrodczych o różnych zdolnościach dziedzicznych zostają pod tym względem nie rozszyfrowane.

Sami powiedzcie, gdybym postawił przed wami na wysokiej estradzie olbrzymi półkorcowy wór ziarna, do którego środka zajrzeć byście nie mogli, i tylko wyjął zeń i pokazał jedno ziarnko żyta, dwa grochu i jedno jęczmienia... czy podjęlibyście się na podstawie takiego „badania” zaopiniować, jakimi nasionami napełniony jest worek? Nie S rozumuje Mendel — do doświadczeń nad przekazywaniem cech nadają się tylko takie organizmy, u których większość możliwości dziedzicznych komórek rozrodczych da się ujawnić w postaci ich urodzonego potomstwa.

A więc nie istota taka jak człowiek, która w ciągu swego życia wyda maksymalnie ćwierć setki dzieci, ale dajmy na to kura, która w ciągu roku dać ich może z górą dwieście. A jeszcze lepsze w tym względzie są rośliny, u których ten sam osobnik w jednym okresie wegetacyjnym wyprodukuje czasem nawet tysiące nasion, czyli zarodków tysiąca nowych roślin następnego pokolenia.

Mendel zatem zdecydował się na groch jako roślinę eksperymentalną, na barwę zaś kwiatów jako cechę, która będzie śledzić, konkretnie wybierając czerwoną i białą rasę. Wy prawdopodobnie na jego miejscu już od razu zabrałoby się do wysiewania na grządkach kilkunastu nasion czerwonej i kilkunastu białej odmiany, a następnie do ich zapylania na krzyż. Ale nasz mnich był, jak mówiłem, nie tylko człowiekiem bardzo logicznie rozumującym, ale i bardzo przewidującym.

— Celem moim jest przekonanie się, w jaki sposób dziedziczyć się będzie cecha barwy, jeśli skrzyżuję osobnika o kwiatach białych z osobnikiem o kwiatach czerwonych. Tylko, przepraszam, jaką mam mieć pewność, że ten mój wyjściowy biały groch i ten wyjściowy czerwony są rasowo czyste? Nie, najpierw przez dwa — trzy lata będziemy hodowali osobno biały i osobno czerwony, to znaczy już dopilnujemy, aby na znamię czerwonych słupków nie dostał się

inny pyłek, jak tylko z czerwonego kwiatu, a na białych — biały.

Czy nie sądzicie, iż tego rodzaju przezorność była jednak bardzo wskazana?

Koniec końcem dopiero po przekonaniu się, iż ma do czynienia z takimi czerwonymi roślinami, które nie dają innych kwiatów niż czerwone, i z takimi białymi, które wydają rośliny wyłącznie o białych kwiatach, nasz badacz przystąpił do istotnego doświadczenia, to jest na znamiona słupków kwiatów białych kładł ostrożnie pędzelkiem pyłek roślin czerwonych, i odwrotnie. Zapamiętajcie — i odwrotnie, dlaczegóż bowiem przy sposobności nie przekonać się, czy nie wystąpi czasem jakaś różnica w dziedziczeniu, gdy zawiązki czerwieni względnie białości dostarczone zostaną przez ojca, a nie przez matkę.

— No, dobrze już, dobrze, ale niech pan podaje wyniki.

Tak, oczywiście, ja je podam za chwilę, ale biedny Mendel musiał na nie czekać aż do następnego roku, choć prawdopodobnie był nie mniej ciekawy niż wy. Do następnego roku, gdyż w tym sezonie przecież otrzymał zaledwie piękne, okrągłe nasiona, z których żadne nie nosiło na sobie etykietki, czy żeń wyrosnie biało- czy czerwonekwiatowa roślina. Dopiero więc w następnym roku, kiedy wysiał wszystkie co do jednego uzyskane ziarna, po ich szczęśliwym wzej- ściu, | następnie zakwitnięciu, mógł się przekonać o wyniku.

Stwierdził mianowicie, że cała grządka pokryta była wyłącznie kwiatami czerwonymi. Wszystkie rośliny czerwone — rozumiecie, a więc i te, gdzie zawiązek czerwoności przynosiła komórka męska, jak i te, w których pochodził od żeńskiej.

Zdawałoby się więc, iż na dwa pytania otrzymaliśmy definitywną odpowiedź.

Pierwsza — to, że charakter dziedziczenia nie zależy od płci, że komórka jajowa i spermowa, jak do siebie z wyglądu i rozmiaru niepodobne, są jednak w tym względzie równoważne.

Następnie zaś, że przynajmniej w danym przypadku jedna z cech w procesie dziedziczenia całkowicie panuje, czyli pokrywa drugą, gdyż białości wśród potomstwa ani poświeci.

Na tym koniec... rozdziału, ale nie doświadczenia. Oczywiście, wielu przyrodników prawdopodobnie już ogłosiłoby uzyskane wyniki, z zadowoleniem znakując jeszcze jedną pozycję w spisie swoich prac badawczych.

Mendel jednak nie był „uczonym” nowoczesnego typu. Toteż wcale jeszcze nie uznał uzyskanych wyników za jakąkolwiek ostateczną odpowiedź dla siebie samego, a tym bardziej za nadającą się do publikowania.

Jeżeli chodzi o jakość dziedziczenia cech w zależności od płci je przekazującej, to doświadczenia trzeba by jeszcze zę dwa — trzy razy powtórzyć, dopiero zaś, jeśli za każdym razem wyniki okażą się te same, będzie można sprawę ekwiwalentności w przekazywaniu cech przez jaja czy plemniki uważać za przesądzoną. Co się jednak tyczy owej dominacji czerwoności, to w ogóle nic o tym jeszcze opiniować nie wolno, gdyż wcale przecież nie wiadomo, czy, choć z wyglądu czerwone, w przyszłych pokoleniach zachowywać będą ową czerwoność.

Słowem, czy są one pod względem czerwoności tak czyste, jak była jedna z form wyjściowych. W konsekwencji czego, trzeba nadal hodować, za każdym razem pilnując zapylania wszystkich kwiatów i wysiewając wszystkie uzyskane nasiona.

Wobec tego nasz badacz zabrał się do dalszej pracy.

JAK ROZUMUJE PRZYRODNIK

Referując doświadczenia genetyczne Mendla, staram się nie tyle dać o nich wyobrażenie czytelnikom opisywaniem ich przebiegu, co raczej wskazywać na etapy, według których biegła myśl uczonego, elastyczna i posłusznie dopasowująca się do każdorazowego wyniku doświadczeń. Niemniej trzeba jednak poznać kolejne fakty.

Właśnie pozostawiliśmy badacza mad grządką, gdzie wysiane zostały wszystkie nasiona zebrane ze strąków wydanych przez te mieszańce pierwszego pokolenia, przy czym przypominam, że jeszcze podczas ich zawiązywania w kwiatach Mendel przestrzegał pilnie, aby słupek każdorazowo był zapylany tylko z pręcików również rośliny czerwonej, oczywiście wyłącznie takiej, która powstała ze skrzyżowania czerwonej z białą. Nie przedstawiało to zresztą w danym przypadku trudności, gdyż, jak wiemy, groch jest rośliną samopylną.

Roślinki wzeszły, rosły szybko, zaczynają się już pojawiać kwiaty. I oto pierwsza niespodzianka. Na jednym krzaku są czerwone, na drugim czerwone, trzeci też czerwony, ale nie wszystkie są wciąż takie same. Oto czwarty ma kwiatki wyłącznie białe. Potem znów parę czerwonych i znów białe.

Białe są co prawda w mniejszości, ale mimo wszystko jest ich wcale pokaźna ilość.

Musicie się zgodzić, iż wyniki są dość zaskakujące. Stwierdzamy oto z całą pewnością, że czerwona roślina nie jest równa czerwonej. Pokolenie czerwone, uzyskane ze skrzyżowania

Czerwonych z białymi

Przekazyw dziedziczne barwy okazało się u nich słabsze, gdyż w ich potomstwie/śk^opl^o
^co^słyszeliśmy, trafiają się rośliny o kwiatach białych.

Jaką więc przezorność okazał Mendel, kiedy zabierając się do doświadczenia, uprzednio przez dwa, trzy pokolenia sprawdzał, czy aby rasy wyjściowe są czyste. W każdym razie z już opowiedzianych doświadczeń wynika, że o zdolności przekazywania cech danego osobnika trudno—jest, mówić na podstawie wyłącznie jego dzieci, gdyż dopiero dalsze pokolenia wykazują, czy jest on pod względem danej cechy czysty, czy nie—

Jednocześnie otrzymaliśmy zdecydowany dowód możliwości ujawnienia się w potomstwie cech dawniejszych PEŻock^ków — dziadków czy pradiadków, gdyż — jak widzicie — w danym przypadku sporo roślin z drugiego pokolenia było białych, mimo że rodzice nie wykazywali nawet śladu, tej cechy, a odznaczał się nią zaledwie jeden z dziadków^ Słowem, wyłania się tu bardzo ważna konieczność rozróżniania i nieidentyfikowania dwóch charakterystyk każdego osobnika, czy to roślinnego, czy zwierzęcego. Jedną z nich to charakterystyka jego wyglądu, opierająca się na cechach, które, u niego widzimy—to ogólnie nazwano jego fenotypem. Drugą zaś Lto_ charakterystyka jego możliwości w przekazywaniu cech, co oznacza się wyrazem — g e n o t y p. Przy czym o genotypie, jak się okazuje—zupełnie nie można przesądzać na podstawie fenotypu; na przykład w omawianym pierwszym doświadczeniu Itfendla ten czerwony ojciec-groch miał fenotyp (czyli wygląd) taki sam jak jego potomstwo, które urodził z białą małżonką. Jednym słowem, i on, i one były czerwone. Ale genotypem, czyli potencjami przekazywania tej cechy, różnił się od swych tak podobnych doń z wyglądu dzieci, on bowiem dawał zawsze potomstwo czerwone, nawet

z białą małżonką, podczas gdy jego progenitura po takiej matce, mimo że fenotypowo też czerwona, wydawała już dzieci niejednolite, bo część czerwonych,, a część białych.

Z fenotypem jest sprawa łatwa —•." rozumuje Mendel — widać go na oko, natomiast genotyp jest przed naszymi oczyma ukryty. Ale przecież dla hodowcy nie tylko ważny jest silny koń, tuczna świnia, nieśna kura, stuziarnowe kłosa dająca pszenica i inne doskonałe gospodarczo zwierzęta i rośliny, ale jeszcze ważniejsze, aby i ta kura, i ta pszenica, i ten koń swoje wartościowe cechy przekazywały na potomstwo. Genotyp zatem jest dla hodowcy rzeczą bodaj że najistotniejszą.

Toteż niesłychanie cenne będzie znalezienie metod na wycenianie tego obrazu zdolności dziedzicznej, gdyż, jak mówiliśmy, nasze zmysły bezpośrednio wiadomości o nich nie dają. Może więc uda się je uzyskać na drodze rozumowej? Tymczasem trzeba zbadać zdolności dziedziczne tego drugiego pokolenia potomstwa uzyskanego od wyjściowej pary czerwonego i białego grochu. Tylko pamiętajmy, że to drugie pokolenie nie jest jednolite, poszczególne jego osobniki różnią się wyglądem, czyli fenotypem. Praca hodowlana wobec tego komplikuje się znakomicie, gdyż osobno trzeba będzie przebadać dzieci roślinek o fenotypie białym, a osobno potomstwo czerwonych.

Niestrudzony Mendel zebrał wszystkie — stale to powtarzam — wszystkie nasiona białych roślin zapylonych oczywiście- wiście pyłkiem również białych, a także nasiona czerwonych — zapylonych z tej samej racji pyłkiem z czerwonych, naturalnie w obrębie tego właśnie drugiego pokolenia.

Po uzyskaniu nasion i wysianiu znowu wszystkich na grządki okazały się rzeczy dziwne, bo wszystkie białe i" teraz, i we wszystkich następnych pokoleniach wydawały wyłącznie białe potomstwo. Czy rozumiecie, co za dziw? Pochodziły przecież od dwojga

zerwonych rodziców, same były białe fenotypowo, toteż chociażby przez podobieństwo do poprzednich doświadczeń spodziewać by się było można, iż powinny wydać dzieci też niezupełnie jednolite i choć w pewnym procencie podobne do dziadków. Tymczasem one wszystkie — bo iw dalszych pokoleniach zachowują się tak, jak gdyby „kropli obcej krwi” — jak się to obrazowo mówi — w ich rodzie nie było. Po prostu ich dzieci, wnuki, prawnuki itd. są zawsze tylko białe.

— No dobrze, a jak wypadły doświadczenia z ich czerwonymi braćmi i siostrami?

O, tu się rzecz jeszcze bardziej pokomplikowała. Pewna ilość tego czerwonego rodzeństwa zupełnie tak, jak i ich rodzice, miała potomstwo dwojakie: większą część czerwonych, mniejszą białych.

Pozostałe czerwone jednak, co prawda niezbyt liczne, wykazały identyczność swego genotypu z fenotypem, to znaczy że jak same były czerwone, tak i wydawały przez wszystkie późniejsze pokolenia wyłącznie tylko czerwone' potomstwo.

Jeśli przypominacie sobie, iż na początku opowiadałem, że z tymi sprawami dziedziczenia jest dobry galimatias i chaos, i obiecywałem, że Mendel potrafił te rzeczy niezwykle prosto wyjaśnić, to obawiam się, czy nie czujecie się obecnie zawiedzeni, a może nawet zgoła oszukani, stwierdzając, że tu jest galimatias bodaj gorszy od poprzedniego... I pod tym względem wy macie rację. Jednak już w najbliższych rozdziałach spróbujemy rzecz całą rozwikłać według teoretycznej hipotezy, podanej przez Mendla, a wtedy przekonacie się, czy to przypadkiem właśnie ja nie miałem racji.

LICZBA PRZEDE WSZYSTKIM

Dominującym wyrazem zakończenia poprzedniego rozdziału był „galimatias” i rzeczywiście innego słowa użyć było niepodobna, spojrzawszy na wyniki doświadczalne Mendla. Już poprzednio jednak oznajmiłem, iż ten uczyony później wszystko to jak najpiękniej potrafił wytłumaczyć. Chwilowo natomiast nie jestem w stanie powstrzymać się od serdecznej prośby do was, łaskawi czytelnicy, abyście tak dla próby sami uznali się za osobę stojącą na miejscu tego badacza i przynajmniej postarali się wskazać kierunek myśli, w którym należy teraz iść, aby rozwikłać tę uzyskaną z doświadczeń plątaninę. Powtórzmy zatem w skrócie „warunki” zagadki, warunki, które Mendlowi dyktowała w ciągu kilku lat przyroda, wypisując je na grządkach jego ogródka, ale w naszym przypadku już tylko graficznie.

No, proszę, przystępujecie do rozwiązania, powiedzcie, czy już można dać teoretyczne wyjaśnienie sytuacji, czy też uważalibyście, że jeszcze należałoby zrobić jakieś doświadczenia? A jeśli tak, to jakie? Jakoś wątpię, abym usłyszał odpowiedź. A gdyby nawet, to darujcie, i tak nie uwierzę, abyście ją obmyślili sami, a raczej byłby to dowód, że już przedtem przeczytaliście jakieś dawne artykuły czy książki traktujące o zagadnieniach genetyki Mendlowskiej, bo przecież zaledwie przez 8 lat była ona u nas przemilczana, choć w rzeczywistości „nigdy nie przestała być jednym z (najpiękniejszych) przejawów twórczej myśli człowieka.

Uzyskane z doświadczenia dane niewątpliwie nie były ła-

twe do jakiegoś dorzecznego powiązania i wyjaśnienia. Dla rozwikłania tylu niewiadomych trzeba było jeszcze jakichś dodatkowych „równań”, jeszcze jakichś dodatkowych faktów. Ale' gdzie i jak Ich szukać? Przecież na drodze krzyżowań już nic nowego się nie otrzymuje. Już wiemy, jak wyglądają fenotypowo i jak się zachowują dziedzicznie osobniki trzeciego, czwartego i dalszych pokoleń.

Otóż tu zdradzę jeszcze jeden przebłysk genialności Mendla, który wy zresztą, być może, określilibyście tylko sceptyczną uwagą: „A to dopiero pedantyczny księżyna!”

Otóż tę pedantyczność dlatego nazywamy przejawem geniuszu, że jednak podobna idea nie przyszła do głowy żadnemu z poprzednich badaczy zjawisk dziedziczenia, którzy też przecież mieli mnóstwo doświadczalnych danych, jakie potomstwo powstaje z jakich rodziców. Powtarzam to, co podkreślałem zresztą od samego początku, że Mendel wysiewał wszystkie nasiona, jakie otrzymywał od danej pary rodziców. Przestrzegał zaś, aby badane były wszystkie dlatego, że z dawna świeżało mu w głowie, iż obok zagadnienia jakościowego, a więc przekonywania się, jak będą wyglądali potomkowie, poprowadzić trzeba jeszcze obserwacje ilościowe. A mianowicie: ile, jaki procent, jaki wystąpi stosunek liczbowy wśród różnych potomków. Wiadomo bowiem chyba, iż kiedy wprowadzamy przesłanki statystyczne, kiedy chcemy się przekonać o procencie tych, tamtych i owych osobników, to musimy zebrać dane i uzyskać wyniki z całych 100% potomstwa.

Otóż Mendel, jak mówiłem, zabezpieczył sobie informacje o 100% pierwszego pokolenia mieszańców, o 100% drugiego, 100% trzeciego itd. Dzięki temu ja teraz mam możność podać wam stosunki liczbowe, jakie wystąpiły w poszczególnych pokoleniach, a więc między owymi czerwonymi nieczystymi, dającymi w potomstwie tylko czerwone i białymi, które, choć po rodzicach nieczystych, już później wydawały

na świat wyłącznie takie dzieci jak one same. Stosunki te były następujące.

W pierwszym pokoleniu, jak już wiecie, pojawiły się wyłącznie czerwone groszki, a zatem bez specjalnego obrachowania notujemy sobie pełne -100%. W drugim pokoleniu natomiast, jak przed chwilą mówiłem, jakościowo stwierdzone zostały dwa rodzaje fenotypów, przy czym, ile razy by doświadczeń nie powtórzono, stosunek białych do czerwonych wynosił zawsze 1 :3, czyli 25% do 75%, tylko że chyba przypominacie sobie, iż te 75% czerwonych, wprawdzie identycznych z wyglądu — genotypowo, a więc pod względem przekazywania cech, wcale nie były jednakie. Toteż i tu z dużym nakładem pracy Mendel zbadał ich wzajemny stosunek liczbowy, przy czym tych dających wciąż potomstwo niejednolite okazywało się zawsze dwa razy więcej, wobec czego w stosunku do całości zamiast 75% powinniśmy podać ściślej 25% 4-50%. W ogólnych zarysach zatem, o dziwo, liczby wyznaczające stosunki między owymi trzema genotypami roślinek-wnucząt okazały się bardzo mało skomplikowane: 1:2 :1, przy czym te dwie „jedyńki” to osobniki wprawdzie białe i czerwone, ale i te, i te zupełnie czyste, jedno na cechę czerwoności, drugie „jr- białości. Natomiast 50% przypada na czerwone mieszańce, które w żadnym z dalszych pokoleń nie wydają jednolitego potomstwa, lecz zawsze wśród ich dzieci występuje pewien odsetek białych...

— Zaraz, zaraz, ale jaki to był odsetek?

Otóż słuchajcie, proszę, uważnie, w dalszym ciągu taki sam, a mianowicie 25%, podczas gdy pozostałe 75% też tylko zewnętrznie były równoważne, albowiem w rzeczywistości jest to suma 25% czerwonych genotypowo czystych i 50% nadal wciąż mieszańców, które z pokolenia na pokolenie ciągle będą dawać różnorodne potomstwo, ale zawsze w stosunku 1:2:1.

I oto macie pierwszą olbrzymią zdobycz Mendla — wygląd

potomstwa znamionował trudny do zorientowania się chaos, natomiast sumiennie przeprowadzona statystyka wyprowadziła go na liczby stosunków niesłychanie prostych, a co więcej — uporczywie się powtarzających.

A jeśli tak jest, to widać, że procesy dziedziczności podlegają jednak jakimś prawidłom, że uderzający nas galimatias był tylko pozorny. Reguły dziedziczenia zatem istnieją, mającą gdzieś przed nami tuż-tuż, wydaje się — niemal ręką sięgnąć...

A mimo to, aby je wyraźnie dostrzec, nie wystarczy oko zwykłego badacza, trzeba mieć jeszcze w mózgu, a więc tam, dokąd odnoszone są wrażenia wzrokowe, jedną małą komóreczkę geniuszu. A tej na szczęście Mendel nie był pozbawiony.

PRECYZYJNE WNIOSKI

Oto przystępujemy wreszcie do wyjaśnienia wyników doświadczalnych Mendla, sformułowanych później przez niego w postaci trzech praw, noszących jego imię.

Droga rozumowania naszego uczonego jest następująca. Koniec końcem, jeżeli widzimy przejawy dziedziczenia cech po rodzicach, a jedyne kontakty materialne, jakie ma potomstwo z organizmami rodzicielskimi, sprowadza się do komórki rozrodczej męskiej lub żeńskiej, to widać owe cechy dziedziczne muszą mieć w nich jakiś substancjalny odpowiednik w postaci najdrobniejszego może ziarenka czy kropelki swoistego związku chemicznego.

Otóż taką „kropelkę” później za duńskim biologiem W. Johannsenem przyjęto nazywać genem.

Termin ten warto sobie zapamiętać.

W badanym przeze mnie przypadku zatem — ciągnie dalej uczonego — każda roślina z pierwszego pokolenia otrzymała po jednym z rodziców gen (bo dla uproszczenia opowiadam tak, jakby Mendel już znał tę nazwę) „czerwony”, a po drugim — gen „biały” na cechę barwy kwiatu.

No cóż, właśnie dlatego są to mieszańce, bo gdyby ich ojciec i matka byli czystej rasy czerwonej, to i obydwie geny barwy w ich ciele powinny być czerwone.

Ależ jak to — mógłby ktoś zaoponować — jakie tam one są mieszańce! Przecież mają kwiaty ani odrobinę mniej czerwone aniżeli ich rodzice.

To nic — powiada Mendel — to tylko się tak wydaje z wyglądu, ale za to w potomstwie ta mieszańcowość zaznacza się bardzo wyraźnie, a mianowicie przez to, iż z takiej pary zawsze spodziewać się można pewnego procentu dzieci odmiennych niż rodzice.

Z powyższego zresztą wynikają dwa niezbite wnioski? pierwszy — że jeśli w jakimś potomku 'spotykają się dwa odmiennie geny na jakąś cechę (a więc allelomorfy), jak na przykład w naszym przypadku na barwę kwiatów, to jeden — z nich może całkowicie pokryć, (powiedzmy, zapanować nad drugim, nie dać mu się ujawnić stąd — wszystkie jaiięszące w pierwszym, pokolemu wyglądają jako czerwone; Jeżeli bowiem miseczkę białej farby rozrobie z miseczką karminowej; otrzymam kolor różowy. Białość stonowała intensywność czerwieni. Tu zaś czerwień w potomstwie nie poniosła żadnego uszczerbku, mimo iż obok jej genu w każdej komórce ciała figuruje gen biały.

Taki panujący Nawiązek cechy — Mendel nazwał dominującym albo dominantem, nie ujawniony zaś — jest ustępującym — albo recesywem A jakież będzie los owego recesywu? Może nie ujawnia się on dlatego, że roztopia się, przepada, ginie, zostaje strawiony?

O, nie — przeczy uczony — przepaść n'e może, bo w takim razie skądże w drugim pokoleniu pojawiłoby się owe 25% czysto białych? Gen nie przepada w organizmie, trwa i istnieje w nim bez względu na to, czy sążzone mu jest przejawić się w wyglądzie zwierzęcia lub rośliny, czy też ich zewnętrzną postacią zawiaduje jego dominujący towarzysz.

Ów fakt trwania nadal genu, którego nie widać, to jest właśnie drugi wniosek wyprowadzony z doświadczeń. Ale rozumiemy dalej.

W zapłodnionym - załążku grochu tego mieszańca z pierwszego pokolenia znajdowały się zatem dwa geny zawiadujące barwą. Ale przecież całe ciało rosnącej rośliny powstało z komórek, które pochodzą z podziałów tego załążka, a zatem

każda nowo powstająca komórka w ten sposób zostawała zaopatrzona w gen białości i gen czerwoności, gdyż wszystkie elementy mnożącej się komórki dzielą się na połowę, aby oba obiekty potomne nie różniły się między sobą. Ale wobec tego kiedy ta roślina pierwszego pokolenia dorośnie, zakwitnie i wytworzy swoje zalążki czy swoje komórki pyłkowe, to do nich chyba też dostarczy po genie czerwonym i białym.

Na pozór wydaje się to oczywiste, tylko w takim razie, kiedy te mieszańce z pierwszego pokolenia same teraz przystąpią do rozrodu i kiedy ich komórka męska zlewa się z żeńską, to powstający wówczas zapłodniony załazek będzie miał aż cztery geny na barwę: bo — parę czerwono-białą z zalążka matki i parę czerwono-białą z pyłku ojca. I taki poczwórny garnitur „umeblowania” genowego występowałby w każdym potomku drugiego pokolenia, a zatem nie ma żadnej racji,

aby różnili się oni czymkolwiek w barwie, bo przecież geny, zawiadujące kolorem, mają identyczne.

Ale praktyka — przypomnijmy sobie — wskazuje, że to potomstwo z drugiego pokolenia wcale identyczne nie jest. Już parę razy mówiliśmy o tym, że przejawia się ono w dwu odmianach fenotypowych, zaś trzech genotypowych. A zatem coś w tej hipotezie nie pasuje. Nie pasuje tym bardziej, że wówczas trzeba by konsekwentnie przypuścić, iż raz po raz z każdym pokoleniem wciąż podwaja się ilość genów na każdą z istniejących cech. Niech sobie te geny będą jak chcą małe, ale jednak wówczas zawsze grozi taka sytuacja, iż kiedyś już nie pomieszczą się w komórce rozrodczej, bo przecież przeróżnych właściwości jest dużo, każda ma swój gen i każdy z nich występowałby w podwójnie większej ilości u syna, niż miał ją rodzic.

To jakoś nie wygląda prawdopodobnie.

— Zobaczmy — powiada Mendel — co by teoretycznie wypadło, gdyby założyć, że geny nie mogą się w nieskończoność podwajać, że nie mogą wystąpić na daną cechę (jak u nas — barwę) nigdy w ilości większej niż dwa. Ale w ta-

kim razie przy tworzeniu komórek rozrodczych w ciele musiałoby nastąpić rozłączenie się genów, w rezultacie czego u mieszańca — obojętnie czy samca, czy samicy — powstawałyby pod kątem badanej cechy dwa rodzaje komórek rozrodczych, jeśli bowiem do jednej przeszedł gen czerwony, to jego biały towarzysz przechodzi do jej siostry powstającej podczas podziału. W każdym razie u mieszańców, choć na zewnątrz poznać tego nie można, istnieje pół na pół zalążków z genem czerwonym i zalążków z genem białym, a oczywiście tak samo i dwa rodzaje pyłków.

Ale przecież zapłodnienie odbywa się całkiem na chybił trafił, co wiatr czy owad przyniesie. Groch jest co prawda samopylny, ale i to nie zmienia postaci rzeczy. Do zalążka zawsze dostanie się jądro albo z komórki pyłkowej z genem czerwonym, albo z takiej, co miała gen biały.

A jeśli tak, to podczas przypadkowego zapłodnienia możliwe są cztery ewentualności:

Albo komórka męska z białym genem trafi na żeńską też z białym i z takiego nasienia oczywiście powstanie roślina o kwiatach białych, która nigdzie w ciele nie będzie miała śladu po czerwoności swych rodziców;

albo gen czerwony spotka się z genem czerwonym, dając roślinę czerwoną, w której ani poświeci genu białego. A więc będą to rośliny czerwone, dające stale takie samo jak one potomstwo. $ggHH^I$. J

...Ale również możliwe jest, iż do zalążka z genem białym i dojrzały pyłek z genem czerwonym lub odwrotnie, co da w obu przypadkach ten sam efekt mieszańca z wyglądu czerwonego, z ukrytym jednak genem białości, która to barwa przejawiać ■ by się mogła jednak dopiero w dalszych pokoleniach.

Bądźcie łaskawi porównać to z wynikami, których dostarczyły grządki Mendla.

Teoria nam mówi, że jeśli w komórkach rozrodczych mie* szańców każda para genów pochodzących od ojca i matki

rozdzieli się, dając dwa rodzaje komórek rozrodczych, to istnieje jedna szansa, aby powstał osobnik czysty z cechą recesywną, jedna szansa na osobnika z cechą dominującą, a dwie szanse, aby powstał mieszaniec taki jak jego rodzice.

Stosunek jaki?

1:2:1

Pamiętacie go chyba.

A jakość? — ćwierć czystych białych, ćwierć czystych czerwonych, a połowa czerwonych mieszańców.

Wszystko zgodziło się jak w aptece.

JAK DOTĄD WSZYSTKO SIĘ ZGADZA

Właściwe zasady dziedziczenia wykryte przez Mendla już zostały zreferowane, a jednak nie przerwę jeszcze naszych rozmów na ten temat. Nie przerwę — gdyż chciałbym pokazać, iż w dziedzinach przyrodniczych rozmaite bywają losy powstałych odkryć czy teorii. Czasem pojawi się taka, co ślicznie, po prostu we wszystkich szczegółach wyjaśnia badane fakty, a więc, zdawałoby się, jest jak najbardziej trafna i słuszna, toteż przyjęta zostaje od razu z dużym entuzjazmem. Lecz oto później co rok, co dwa — zaczynają różni uczeni* publikować obserwacje to w tym, to w tamtym punkcie ją podważające, aż wreszcie gromadzi się tych sprzecznych z nią informacji tak dużo, że trzeba wyraźnie przyznać, iż uogólnienia owej teorii są niewystarczające i że należy ją bądź zmodyfikować, bądź ująć całokształt jakoś zupełnie inaczej.

Wobec tego warto może jeszcze choć w kilku słowach przedstawić dalsze losy poglądów mendlowskich, bo koniec końcem zbliża się sto lat od ich powstania i bardzo wiele dalszych doświadczeń w tej dziedzinie zostało już dokonanych.

Najpierw zreferuję zatem jego własne dalsze prace na ten temat. On sam przede wszystkim miał zastrzeżenia, czy też przypadkiem tego rodzaju typ dziedziczenia nie jest właściwy wyłącznie dla grochu, w przypadkach zaś innych roślin czy nie wyłonią się czasem stosunki zupełnie odmienne?... Mendel tym razem wybrał roślinę noszącą zabawną nazwę dziwaczek. Znow, jak i w przykładzie grochu, zwrócił uwagę na dwie rasy — jedną o kwiatach białych, drugą zaś o czerwonych.

I znów, jak w poprzednim przypadku, początkowo hodował parę czystych, oczywiście zarówno tę, jak tamtą rasę, wreszcie przystąpił do skrzyżowania. Domyślcie się, ile emocji kosztowało go oczekiwanie, jakie też będą kwiaty u roślin pierwszego pokolenia. I oto potwierdziły się poprzednie wyniki, ale jednak niezupełnie. Wszystkie kwiaty mieszańców były wprawdzie jednakowe, ale ani czerwone, ani białe, lecz jednolicie różowe. A więc ani ten, ani tamten gen nie zdominował. W ten sposób oczekiwane rozstrzygnięcie, czy teoria opracowana na wynikach z grochu da się rozpowszechnić, przesunęło się znów o dalszy rok. Owa różowość bowiem mogła być wskaźnikiem, że w danym przypadku rzeczywiście obydwie geny rodzicielskie wspólnie wytworzyły taką barwę kwiatów osobnika, w którym współlistnieją, że jednym słowem, żaden z nich nie dominuje nad drugim — ale równie dobrze mogło to oznaczać jakieś zupełnie nowe i odrębne sposoby dziedziczenia. Rozstrzygnięcie dać mogło dopiero pokolenie następne — to, które powstanie z tych różowych rodziców.

Bo przypomnijcie sobie, proszę: jeżeli teoria Mendla miałaby być powszechnie słuszna, to różowość tych mieszańcowych dziwaczek pochodziła stąd, że w każdej komórce ich ciała zawierał się czerwony gen po matce i biały po ojcu (ewentualnie odwrotnie), jednakże każdy taki mieszaniec sam produkując komórki plemnikowe i jajowe nie mógł im przekazywać jednocześnie obydwóch genów, wobec tego wytwarzały się na nim dwa rodzaje komórek rozrodczych żeńskich — jedno z białym, inne z czerwonym genem, ale tak samo i dwa rodzaje identycznie się różniących genami — męskich. Rachunek prawdopodobieństwa, jak to wykazaliśmy poprzednio, mówi, iż w takich przypadkach jest dwadzieścia pięć procent szans na to, iż biała komórka pyłkowa spotka się z białą zalążkową oraz tyle szans, aby spotkały się ze sobą geny czerwone. Pozostałe 50% przypadać będzie na takie osobniki, które, gdy od jednego z rodziców otrzymały

gen czerwony, to od drugiego właśnie biały, będą więc nadal różowymi mieszańcami. Jeśliby zatem w owym następnym roku, czyli w drugim pokoleniu (a więc u tych roślin, których rodzicami były owe różowe mieszańce), wystąpiła jednak część osobników o kwiatach białych, taka sama część czerwonych, a tylko połowa naśladowała różowością rodziców, wtedy tłumaczenie Mendla i cała jego hipoteza rozchodzenia się genów do dwóch różnych komórek rozrodczych zostałaaby całkowicie potwierdzona.

Nie potrzebuję chyba dodawać, iż wyniki w pełni umocniły przypuszczenia uczonego i jego teorię spotykających i rozchodzących się związków dziedzicznych. Trzeba więc było tylko wprowadzić dodatkowe uzupełnienie, iż w pewnych przypadkach współpracujące geny mogą się zachowywać tak, Skrzyżowanie białego i czerwonego dziwaczka daje rośliny o kwiatach różowych

że żaden nie będzie dominantem ani recesywem, jak to się właśnie okazało u dziwaczka, w innych zaś, jak było u grochu, czerwień całkowicie pokrywała białość, w konsekwencji czego z wyglądu nie dawało się odróżnić rośliny mieszanej od czystej rasy czerwonej. Te odrębności zresztą tym bardziej tłumaczą trudności, jakie mieli poprzedni badacze spraw dziedziczenia, zanim Mendel nie wpadł na swoją genialną metodę statystyczną przy przeprowadzeniu doświadczeń nad wynikami krzyżowania.

Żeby ostatecznie wyczerpać eksperymenty mendlowskie, dodam, iż starał się on jeszcze przekonać, jak też będzie wyglądało dziedziczenie nie jednego, ale dwóch różnych szcze-

gólów budowy organizmu, ot na przykład, gdy się skrzyżuje; jedną rasę o wysokim wzroście i karbowanych krawędziach liści z rośliną o liściach gładkich i niskim wzroście. To już [oczywiście będzie nieco bardziej skomplikowane, dlatego wyniki podam w dużym skrócie. Jeśli zaś kogo zainteresują, niech dobrze przeanalizuje załączoną tabelkę lub, jeszcze lepiej, niech zechce sam nauczyć się jej konstruowania, jak to wskażę za chwilę.

A więc, proszę, jedna roślina jest niska o gładkich brzegach liści, a zatem ma w każdej komórce jeden gen niskości po ojcu i drugi po matce. Ponieważ oznaczymy je literą N, a gładkość przez G, więc pełny garnitur jej komórkowych genów będzie NNGG. Wyjątek jednak, jak mówiono, stanowią komórki rozrodcze, które nie mogą mieć tej samej cechy dwóch genów naraz, a więc w nich znajdować... sig_b§- czyli tylko jedno N i jedno G. Drugiego rodzica, tego wysokiego o ząbkowanych liściach w komórkach rozrodczych, będzie analogicznie, tylko że nie N, lecz W (wysoki) i nie G, tylko Z (ząbkowany). Jeśli teraz takie komórki rozrodcze złą-

czą się wytwarzając nowe pokolenie, będzie to typowy mieszańiec i na cechę wzrostu, gdyż będzie miał jednocześnie gen W oraz N, czyli wysokości i niskości, oraz GZ, czyli i ząbko- watości, i gładkości. A jak wypadnie fenotyp, czyli wygląd takiej rośliny? Załóżmy, że wysokość z jecznej strony, a gładkość z drugiej — okazały się dominantami, wtedy mieszańce będą wysokie o liściach gładkich. Ale chodzi przede wszystkim o to, co wystąpi, kiedy te osobniki zmieszańcowane z kolei ze sobą skrzyżujemy.

Chwilka zastanowienia wystarczy, aby się zorientować, iż każdy z takich przyszłych rodziców w będzie wytwarzał pod względem genowym nie dwa, ale aż cztery rodzaje odmiennych komórek rozrodczych, a więc jedno, w których genowi wysokości będzie towarzyszył raz gen gładkości liści, czyli WG, drugi zaś raz — ząbkowatość, a zatem WZ, oraz dwa takie, gdzie genowi niskości N będzie towarzyszył gen' G albo gen Z (NG i NZ). W rezultacie, jeżeli przyjdzie do wytwarzania owego oczekiwanego drugiego pokolenia, to aż cztery rodzaje różniących się sgenami komórek męskich może natrafić na

cztery rodzaje żeńskich, w wyniku czego matematyka wskazuje możliwość aż szesnastu kombinacji.

Wobec czego zróbcie, proszę, kratkę na szesnaście kwadracików, a więc cztery kolumny i cztery rzędy. Kolumny będą znaczone genami komórek męskich, a więc pierwsza kolumna we wszystkich swych czterech kondygnacjach powinna zawierać WG, to jest wysokość i gładkość, druga kolumna WZ — wysokość i ząbkowatość, trzecia NG — niskość i gładkość, czwarta — również we wszystkich należących do niej kratkach — niskość i ząbkowatość: NZ. Poziome rzędy natomiast wskazują, jakie geny dostarczają potomstwu komórki żeńskie; a więc pierwszy rząd we wszystkich czterech kratkach będzie miał WG, drugi — WZ, trzeci — NG, czwarty — NZ. Po uważnym wykonaniu powyższego w każdym kwadraciku okażą się po cztery geny, para na cechę wzrostu i para na rodzaj krawędzi liścia, co chyba nikogo nie zdziwi, bo tak przecież być powinno.

Teraz, jeśli dobrze zbadacie uzyskane wyniki, przekonacie się, iż wśród szesnastu możliwości powstały cztery grupy.

Jedna, obejmująca dziewięć na szesnaście kratek wykaże rośliny wysokie i gładkie, a więc z obydwoma cechami dominującymi, trzy na szesnaście odpowiadać będzie roślinom jak jedno z dziadków — wysokim o liściach ząbkowanych, a również trzy na szesnaście będzie znów jak drugie z dziadków — niskie, ale o liściach gładkich. Jeden na szesnaście zaś to coś zgoła nowego, a mianowicie rośliny o obydwu cechach recesywnych, niskie i ząbkolistne, w dodatku są one zupełnie czyste (homozygotyczne), tak że na przyszłość krzyżowane między sobą dawać będą w 100% potomstwo sobie podobne. Fakt pojawienia się wśród mieszańców takich osobników ma wielkie znaczenie hodowlane i na tej drodze zdołano wytworzyć sporo nowych ras zarówno zwierzęcych, jak i roślinnych.

WSZYSTKO ZOSTAŁO ZAPOMNIANE

Ponieważ skończyłem ostatecznie przedstawianie wyników doświadczeń Mendla w zakresie dziedziczenia cech w przypadkach, gdy rodzice różnili się tą czy tamtą z nich — która to przydługa opowieść być może nawet znużyła niejednego z czytelników — niniejszy rozdział potraktujemy jako coś w rodzaju interludium.

Po prostu nie poruszając już spraw przyrodniczo-doświadczalnych zabawimy się w historyków i prześledzimy losy tych tak pięknych w swej konsekwencji i przejrzystości wyników hodowlanych opata augustianów w ciągu następnych, powiedzmy, pięćdziesięciu lat.

— No dobrze — powiecie może nie bez sarkazmu — pięćdziesięciu lat... pół wieku. Ale od kiedy? Przecież, *na dobrą sprawę, jak dotąd autor nie zdążył nas nawet poinformować, jak dawno żył ów Mendel i dokładnie w którym etapie historii kultury ludzkiej należy umieścić owe pięćdziesiąt lat, jakie chce rozważać.

Racja. A zatem najpierw daty. Grzegorz Mendel, a prawdę powiedziawszy — Jan Mendel, gdyż Grzegorz to dopiero imię zakonne uczonego — urodził się w roku 1822 w Heizendorfie na Śląsku austriackim. Doświadczenia, o których opowiedziałem, ogłosił w roku 1868 w jednym z prowincjonalnych czasopism przyrodniczych, przy czym, co zasługuje na podkreślenie — nikt, absolutnie nikt z poważniejszych biologów czy botaników nie zwrócił na ich wyniki najmniejszej nawet uwagi. Co więcej, jeden z bardziej znanych botaników szwajcar

skich, którego Mendel prosił specjalnie o ocenę swych prac, odpowiedział mu z uprzejmą ironią, iż oczywiście są one bardzo ciekawe, ale przypomina, że księdzu wypada pilnować służby bożej, więc odkrycia biologiczne na roślinach może by lepiej pozostawić specjalistom botanikom. Tutaj nie mogę powstrzymać się od pewnej dygresji. Fakt, iż rzeczywiście poważny uczonec nie poznał się na wspaniałych wynikach oraz dalekowzrocznej koncepcji Mendla, niewątpliwie zaszczytu opiniodawcy nie przynosi. Niewątpliwie również jest, iż zdarzają się przypadki, że w różnych dziedzinach nauki czy sztuki zawodowej krytycy nie poznają się na talencie tego czy tamtego aspiranta artystycznego, nawet zalecają mu zmianę zawodu, gdy później okazuje się raptem ku ogólnemu zdumieniu, iż z takiego młodzieńca wyrasta mistrz, choćby na miarę Paderewskiego.

Przyznaję, iż tego rodzaju przypadki się zdarzają — bo przecież właśnie sam dorzucam do nich jeszcze jeden przykład. Jednak wiem również dobrze, że na każdy z nich przypada tysiąc, nie, sto tysięcy takich faktów, kiedy zarozumiały młodzian, pozbawiony talentu w dziedzinie sztuki lub kompletny nieuk w tej czy tamtej gałęzi wiedzy, prosi o ocenę swych płodów, a uzyskawszy ją w formie właściwej, aczkolwiek wyrażonej grzecznie i oględnie, momentalnie przyrównywa swój przypadek do przypadku Mendla, względnie Paderewskiego, i, oczywiście, nadal zanudza innych specjalistów z danej dziedziny w niezmaconym przekonaniu, iż każdy, kto otrzymuje nieprzychylną ocenę, jest ofiarą dyktowanej zazdrością złej woli, a jeśli nie złej woli — to co najmniej tępej rutyny zawodowych naukowców czy krytyków.

Mam wrażenie, iż ta dygresja specjalnie pasuje do atmosfery wyników Mendlowskich, gdyż to mylne mniemanie zarozumiałych i próżnych młodzieńców powstaje właśnie na tle nieuwzględniania tego czynnika, którego nie uwzględniali również (oczywiście na odcinku dziedziczności) — poprzednicy Mendla. A mianowicie stosunków liczbowych, czyli statystyki.

Dzięki niepominięciu owych stosunków Mendel doszedł do swoich niewzruszonych trzech praw dziedziczenia. Branie więc zawsze pod uwagę owych liczb może by też przyhamowało nieco skrytykowanych twórców w zaliczaniu swego przypadku do owych słynnych pomyłek oceniającego specjalisty. Albowiem powtarzam, że na jedną taką omyłkę przypada mniej więcej 99 999 ocen słusznych, broniących naukę czy sztukę przed inwazją próżnych megalomanów i bezkrytycznych zarozumiałców. Tylko że, oczywiście, tych wszystkich przypadków, właśnie dla ich mnogości, nie rozgłasza się ani się o nich nie mówi, gdyż to nikogo nie interesuje. Ale niech się trafi w tym względzie omyłka, to ta oczywiście dostaje się do publicznej wiadomości jako ów unikat i niepotrzebnie rozpala wyobraźnię aspirantów do sławy Mendla lub innych, chwilowo rzeczywiście zapoznanych geniuszów.

No, ale skończmy już na tym i wróćmy do naszego uczonego. Jak mogliście zauważyć z poprzednich o nim opowieści, był on zbyt przezornym i ostrożnym eksperymentatorem, zbyt krytycznie patrzył na swe pierwsze wyniki, zbyt wiele razy je powtarzał dla wyeliminowania momentu przypadkowości, zbyt dokładnie sformułował, a później sprawdzał swoje prawa, aby dać się łatwo przekonać, iż to, co mądrym okiem prześledził (stopniowymi eksperymentami, stawiając przyrodzie coraz nowe, trafnie pomyślane pytania), miało być wierutną bzdurą tylko dlatego, że się panu profesorowi nie podobało. Jednocześnie był on jednak człowiekiem skromnym, rasowym badaczem przyrody, którego interesuje rozwikłanie zagadnienia, a nie gorączkowe przygotowywanie pracy dla uzyskania stopnia kandydata nauk, profesury, członkostwa akademii czy jakiejś nagrody. Mendel podawszy do wiadomości publicznej to, co własnym okiem i mózgiem dostrzegł, uważał swą rolę za skończoną, nie żądając za to dla siebie żadnych korzyści ani sławy. Umarł w dziewiętnaście lat później, a zatem jako człowiek 62-letni, pozostawiając zaledwie dwie ogłoszone prace: jedną — już wspomnianą —

tę główną, pt. „Doświadczenia nad mieszańcami roślin”, i drugą — o cztery lata późniejszą: „O pewnych na drodze sztucznego zapłodnienia uzyskanych bastardach rodzaju Hieracium”. Wątpię, aby za jego życia znalazło się bodaj parę dziesiątków osób, które przeczytały te dziełka. Dobrze imię Mendla rosło, ale tylko w obrębie małego kółka tych kilkunastu mnichów, którym przewodził, i nagle zapadło w nicość, gdy 6 stycznia 1884 roku złożyli ciało swego opata do grobu, aby jeszcze od czasu do czasu odżywać, ale zaledwie tylko w życziwe) pamięci któregoś z braciszków.

Choć ksiądz, a więc niejako z urzędu wierzący w zjawiska nadprzyrodzone, orientujący się w wartości swego odkrycia, ale jednocześnie skromny człowiek, prawdopodobnie jednak* za niezwykle cud uznałby, gdyby mu ktoś dokładnie, bez słowa przesady opowiedział, co za losy spotkają te jego prace i wyprowadzone z nich w charakterze wniosków trzy reguły dziedziczenia. Śmiały się na wiadomość, że zostaną nazwane prawami Mendla i będą już nie odkryciem, nie genialną teorią, ale podwaliną osobnej nauki przyrodniczej, zwanej genetyką. I tu rzeczywiście sprawa zaczyna wyglądać dość niezwykle. Bo oto na początku bieżącego stulecia, a mianowicie w roku 1901, trzech, dosłownie trzech naraz, dużej miary uczonych różnych narodowości i krajów: De Vries, Tschermak i CorrenĆ niezależnie od siebie odgrzebali zapomniane prace naszego opata, gdyż wiązały się i dziwnie pasowały do wyników ich własnych doświadczeń.

Od tej chwili nazwisko Mendla zaczęło być wymieniane jednym tchem z nazwiskami takich potentatów nauki, jak Newton czy Darwin, zaś trzy reguły mendlowskie uzyskały na dobrą sprawę to samo znaczenie, co zasady powszechnego ciężenia lub niezniszczalności energii.

TRZY PRAWA MENDLA

Nadszedł wreszcie czas, aby sformułować, choć w krótkich zdaniach, wnioski z doświadczeń Mendla i przedstawić w ten sposób, te słynne, a tyle razy przeze mnie wymieniane prawa Mendlowskie, Pierwsze z nich brzmi,

Przy krzyżówkach czystych ras potomstwo w pierwszej generacji jest całkowicie jednolite.

Drugie prawo opiewa

W następnej generacji cechy pierwszego pokolenia się rozszczepiają, i to zawsze z zachowaniem określonych stosunków liczbowych, przy czym ujawniają się też właściwości tego z dziadów, którego cechy w pierwszym pokoleniu mieszańców nie były widoczne. Wspomniane stosunki liczbowe wynoszą: 1:2:1, jeśli geny obu dziadków były równoważne, 3:1 zaś, jeśli dana cecha u jednego z nich dominowała nad odpowiednią cechą drugiego.

Wreszcie <ffzecie prawo: *wy gląda następują co:

Przy krzyżowaniu ras różniących się większą ilością cech każda z nich dziedziczy się zupełnie niezależnie od innych.

Przy tym wszystkim — jak przypominacie sobie — Mendel założył, iż każda cecha posiada swój materialny podkład w postaci genu, czyli malusieńkiego ziarenka lub kropelki odpowiednich substancji, których obecność w każdej z komórek ciała danej istoty powoduje wystąpienie w jej wyglądzie, czyli fenotypie, właśnie owej cechy. Przypominam ponadto, iż w komórkach ciała takich genów na każdą cechę

\n musi być po dwa, albowiem zapłodnione przez plemnik jajo posiadać będzie dla barwy kwiatu, dla wzrostu, dla kształtu obrzeżenia liści itd., itd. jeden własny gen, drugi zaś taki, jaki przyniosła doń zapładniająca komórka plemnikowa.

O genialności umysłu Mendla świadczy zwłaszcza to, iż intuicyjnie potrafił wywnioskować, że ta para genów allelo- morfów występuje wprawdzie stale we wszystkich komórkach ciała, jednak z wyjątkiem komórek rozrodczych. W nich bowiem musi znajdować się na każdą cechę tylko po jednym genie, ażeby znów mogło nastąpić podwojenie, wówczas kiedy te komórki zleją się ze sobą aktem zapłodnienia w zygotę. Proszę jednak przy tym wziąć pod uwagę, że w roku 1868, to jest w okresie kiedy Mendel ogłaszał swoje trzy prawa i wyniki swoich doświadczeń, nikt na żadne realne ślady jakowychś genów nigdzie jeszcze nie natrafił. Wiedziano, iż komórki rozmnażają się przez podział, że przewęża się naprzód jądro, a za nim cała protoplazma, że przewężenie

coraz cienieje, aż w rezultacie przerywa się i z jednej powstają wówczas naraz dwie komórki. Wobec tego, że jądro rze- czywiście wewnątrz komórki przewęża się, a następnie rozrywa na dwa potomne jądra, można było ewentualnie przy- puścić, iż każdy element plazmy, każde najmniejsze ziarenko podczas podziału całości również przepolawia się, aby do powstającej nowej komórki dać część siebie, częścią zaś pozostać w starej.

To jest teoretycznie zupełnie możliwe — powiadał cytolog, czyli badacz komórek — ja jednak stwierdzam, że realnie pod mikroskopem czegoś takiego na ogół nie widywałem, jeżeli zaś chodzi o owo rozdzielenie się par genów przy tworzeniu komórek rozrodczych i wędrowanie jednego od pary do jednej, a drugiego do drugiej, to coś podobnego, trzeba przyznać, przy stanie współczesnej wiedzy, nawet wyobrazić sobie dość trudno.

Rozumiecie chyba, mam nadzieję, że owo „współczesnej” odnosi się do czasów Mendla.

W każdym razie, jak widzicie, hipoteza naszego uczonego była w chwili jej tworzenia czystą spekulacją, dopasowaną do

wyników uzyskanych w hodowli, natomiast w budowie cytologicznej komórki żadnego poparcia jeszcze nie znajdowała. Przy końcu jednak zeszłego stulecia krakowski uczyony, nazwiskiem Mayzel, zwrócił uwagę na jakieś dziwne pętlowate twory, które występowały „na widok publiczny” tylko w momencie dzielenia się komórki. Było to wiekopomne odkrycie, aczkolwiek ani ten uczyony, ani kierownik zakładu uniwersyteckiego, gdzie owa obserwacja została zrobiona, nie docenili zjawiska, które im pierwszym nasunęło się na oczy. Dopiero niemiecki histolog Flemming opisał je dokładnie, wskazując, iż dawne obserwacje o owym przewężaniu się jądra w dzielącej się komórce nie są wprawdzie całkowicie błędne, ale w ten sposób jądro komórki dzieli się bardzo rzadko. W rzeczywistości odbywa się to systemem znacznie bardziej skomplikowanym. Mianowicie, przed podziałem komórki części jądra silnie się barwiące, a widoczne w nim w postaci grudek i ziarenek zaczynają łączyć się w kształt mniej

lub więcej krótkich sztabek, czasem prostych, czasem podkowato lub pętlowato wygiętych. Reszta jądra się rozpuszcza wśród plazmy, zaś sztabki te układają się w płaszczyźnie podziału komórki. I tu (bądźcie łaskawi zwrócić na to szczególną uwagę) — każda z nich jak najstaranniej „rozszczepia się” wzdłuż, w rezultacie czego w krótkim czasie jest już podwójna ilość owych pasemek, których obydwie komplety są całkowicie identyczne. Wkrótce zaczynają się one rozchodzić ku dwóm przeciwległym krańcom (komórki, aby tam zacząć pęcznić, a następnie złączyć się razem i utworzyć dwa typowe jądra komórkowe. Potem już szybko w drodze przewężenia następuje podział plazmatycznej reszty komórki.

Kiedy po ogłoszeniu przez Flemminga tego tak zwanego podziału kariokinetycznego, albo inaczej — mitotycznego, zewsząd zaczęły napływać wiadomości, że rzeczywiście większość komórek zarówno w świecie roślin, jak i zwierząt tylko w ten sposób odbywa swój podział, zaczęto zwracać coraz baczniejszą uwagę na owe pojawiające się i rozszczepiające w tym czasie pasemka, które ze względu na ich silne tendencje do barwienia się nazwano chromosomami. I oto okazały się rzeczy dość rewelacyjne. Przede wszystkim, iż ilość tych chromosomów jest zawsze dla danego gatunku roślinnego czy zwierzęcego stała. Nigdy zbyt wielka: największa liczba ze znanych przypadków to 128 tych utworów w komórce, najczęściej jednak waha się ona w granicach od jednego dziesiątka do trzech. Człowiek na przykład ma ich 46 (niektórzy badacze obstają, że 48, ale to w niczym nie zmniejsza istoty tego, co teraz mówię). I pamiętajcie, że: czy weźmiecie komórkę nerwową, czy nabłonkową, komórkę -krwiotwórczą czy mięśniową — w przypadku podziału jądra zawsze wystąpi u człowieka 46 (48) chromosomów, tak jak na przykład u tak zwanej glisty końskiej zawsze 4. Zwróćcie uwagę, proszę, jakie to dziwne: utwory, których normalnie w komórce nie ma, które zjawiają się „ad hoc”

w momencie jej podziału, a jednak zawsze jak gdyby pod jakimś rygiorem w ściśle określonej liczbie — bal i kształtach.

Albowiem przy dokładniejszych badaniach okazało się, że chromosomy można zindywidualizować, zwłaszcza gdy trafimy na gatunek zwierzęcia czy rośliny, które mają ich w komórce niezbyt dużo. Kiedy już poznamy, że jeden z nich jest kulkiowaty, drugi w kształcie maczugi, jeszcze inny lekko, a tamten mocno zgięty, jeśli je, jednym słowem, zaczniemy lepiej rozróżniać, to przekonamy się, iż bywa ich z reguły po parze o podobnym kształcie. Stąd zawsze — no, powiedzmy dla ostrożności — prawie zawsze, czyli niemal u każdego osobnika danego gatunku — ilość owych chromosomów jest parzysta.

Jeśli jednak podlegają one takim surowym regułom, to trudno je chyba uważać — jak przypuszczano początkowo — za jakieś utwory przypadkowe, tym bardziej iż przy podziale komórki zachowują się one tak bardzo pedantycznie, jak gdyby było to rzeczą najważniejszej wagi, aby ściśle połowa chromosomów, i to nie tylko ogólnej ilości, ale indywidualnie „połowa” każdego z nich, przedostała się do drugiej powstającej

komórki. Trudno po prostu przypuścić, aby podobne utwory mogły być czymś na poczekaniu się tworzącym, a nie stałym organem komórki, w obrębie którego zacierają się tylko Ich asa rysy indywidualne, z chwilą kiedy po napęcznieniu cały kłębek chromosomów staje się normalnym jądrem spoczyn-
kowym.

Taki też pogląd wyznajemy obecnie. Mimo że oglądać chromosomy możemy tylko w pewnych określonych okolicznościach życia komórki, to jednak dziś już wszyscy uczeni obstają przy tym, że są one trwałą i integralną częścią jądra komórkowego, co więcej — jak się później okaże — że w nich właśnie zawierają się bodaj czy nie najważniejsze elementy dziedziczne.

CHROMOSOMY, CHROMOSOMY, CHROMOSOMY

Ci z moich łaskawych czytelników, którzy rzeczywiście starannie prześledzili aż do ostatniego rozdziału perypetie genetycznych odkryć Mendla, na pewno rozważają w myśli, jak dalece wykrycie kariokinezy, czyli tak zwanego inaczej pośredniego podziału komórki, podbudowało teorię naszego uczonego. Orientujemy się już bowiem, iż cała kwintesencja teorii Mendlowskiej polega na związaniu dziedziczenia z jakimiś materialnymi cząsteczkami plazmy, czyli owymi genami, oraz na ich każdorazowym rozszczepianiu się podczas podziału komórki i przechodzeniu w ten sposób do każdej potomnej, poczynając od pierwszego dzielenia się zapłodnionego jaja.

Pojmujecie jednak na pewno, iż tego rodzaju pogląd na sprawę dziedziczenia, jaki podał Mendel, ciągle poniekąd wisiał w powietrzu, gdy cytologowie uparcie sygnalizowali, iż komórki dzielą się bardzo zwyczajnie, po prostu przewężając się pośrodku aż do przerwania. Gdzież tu mówić wówczas o jakichś drohnych ziarenkach-genach, z których każdy powinien w połowie zostać w starej komórce, drugą zaś połowę siebie przekazać do nowej. Taki typ podziału rzeczywiście wskazywałyby raczej na to, iż plazma w komórce jest czymś jednorodnym, ot niby kropla miodu czy smoły, która rozdziela się pod wpływem jakichś wewnętrznych prądów czy napięć.

Tymczasem, jak was zawiadamiałem poprzednio, odkryto nagle, iż właśnie te dotychczasowe obserwacje miały bardzo mało wspólnego z istotą rzeczy, przede wszystkim dlatego, że były czynione niezbyt wnikliwie.

Nic dziwnego zresztą. Oku uzbrojonemu w mikroskop plazma przedstawia się rzeczywiście jako półprzezroczysta, ziarnista galaretka, w której poza jądrem inaczej opalizującym nic nie wyróżnia się specjalnie. Dopiero zastosowanie specjalnych metod, zresztą pozornie niezwykle prostych, mianowicie farbowanie komórki, spowodowało dość zaskakujące konsekwencje, wykazując, że jedne partie plazmy chłoną określone barwniki bardzo intensywnie, inne słabiej, jeszcze inne prawie wcale.

Na tej drodze zatem zaczęto się orientować, iż ta niby jednolita plazma wcale jednolita nie jest, że istnieje w niej całe mnóstwo przeróżnych struktur dotychczas nie wyodrębniających się zupełnie w tej ogólnej półprzezroczystej mazi.

Teraz za to wystąpiły one wyraźnie i oto przy podziale komórki okazało się, iż niektóre z nich, jak na przykład wspomniane poprzednio silnie barwiące się części jądra zwane chromosomami, bardzo starannie rozszczepiają się wzdłuż i w ten sposób z precyzyjną dokładnością rozdzielają każdy swą substancję między obie świeżo powstające komórki. Chyba rozumiecie, jak to odkrycie wybitnie podbudowało teorię Mendla, powstałą zresztą, jak przypominam — o trzydzieści lat wcześniej. Niewątpliwie podbudowało, ale oczywiście nie można jeszcze mówić o jakimś wyraźnym na jej rzecz dowodzie, tym bardziej że w danym przypadku moglibyśmy wprawdzie przypuścić, iż na przykład właśnie owe chromosomy są w rzeczywistości skupiskami mendlowskich genów i że rozszczepienie chromosomu to nic innego jak przepołowienie każdego ze składających się nań „ziarenek”, co w całości wygląda, jak gdyby całe skupisko, a więc cały chromosom rozdzielił się na dwa. Tu więc wszystko by się zgadzało, tylko że dla teorii dziedziczności Mendla, jak sobie może przypominacie, takie postawienie sprawy jeszcze nie zupełnie wystarcza, bo przecież pointa koncepcji naszego uczonego leży w tym, że takie stosunki, jakie opisujemy, zachodzą każdorazowo, ale

tylko przy zwykłym podziale komórki, natomiast omawiana teoria dziedziczości wymaga, aby przy tworzeniu komórek rozrodczych. Czyli Jaj i plemników, które przecież też powstają przez podział zwykłych komórek, nastąpiło nie rozszczepienie każdego genu, ale rozejście się ich par. Pamiętajcie bowiem, mamy nadzieję, że na każdą cechę osobnik w swych zwykłych komórkach posiada po dwa geny, jeden od ojca, drugi od matki, i że taka para przy tworzeniu jaj czy plemników potomka powinna się zawsze rozjeść do dwu komórek rozrodczych. Jednym słowem, według teoretycznych założeń Mendla, komórka rozrodcza musi mieć o połowę mniej genów niż komórka zwykła tego samego osobnika, tu bowiem każda cecha reprezentowana jest przez dwa geny, podczas gdy w komórce rozrodczej są zawiązki oczywiście tych samych rodzajów cech, jednak zaznaczone zaledwie jednym genem. Gdybyśmy na to znaleźli naoczne potwierdzenie w zachowaniu się chromosomów, zbie-

żność teorii z wynikami obserwacji byłaby wręcz oszałamiająca.

Rozumiecie chyba, jakie mnóstwo uczonych rzuciło się do badań cytologicznych na najrozmaitszych obiektach roślinnych czy zwierzęcych, aby się przekonać, jak zachodzi ostatni podział komórek wytwarzających plemniki, jaja, komórki pyłkowe czy zalążkowe. I wyobraźcie sobie, iż przyroda* jak gdyby drocząc się, te właśnie podziały przesłoniła pewnymi komplikacjami, których rozwikłanie musiało trwać przez pewien czas, powiększając jeszcze emocję badaczy. W rezultacie jednak wszystko zostało wyjaśnione, dlatego też nie będę dokładnie relacjonował, jak w danym przypadku ten podział faktycznie zachodzi, a tylko przypomnę to, co mówiłem poprzednio, iż chromosomy charakteryzują się zawsze stałą liczbą dla danego gatunku. Z tego wynika, że jeśliby komórki rozrodcze miały ich nadal tę samą liczbę, to każdy potomek następnego pokolenia, powstały ze złączenia się plemnika z jajem, z konieczności musiałby posiadać ich liczbę podwójną, a tymczasem tak nie jest. Człowiek, jak przypominacie sobie, ma chromosomów 46 (48), jeśli jednak tyle ich miał dziad, to, jak się okazuje, jego syn ma ich też tę samą liczbę, a wnuk również "nie więcej". A przecież ów syn musiałby ich mieć 46 od swego ojca i 46 od matki, a więc, gdyby nie zachodziła w ich komórkach rozrodczych jakaś redukcja, przeprowadzana w taki czy inny sposób, liczba ich wyniosłaby 92, na wnuka zaś przypadłoby 184.

Tymczasem zbadanie pierwszej lepszej komórki owego syna czy wnuka wskazuje, iż mają oni ich wciąż po 46. W rezultacie więc widać, że jakaś redukcja jednak następuje.

A jak?

Ano, z pewnym uproszczeniem w ten sposób... Mówiłem już, jak sobie może przypominacie, że uczeni w międzyczasie poindywidualizowali chromosomy niektórych gatunków zwierzęcych, zwłaszcza tych, które nie miały ich dużo w komórce. Przekonali się, że jeden może mieć kształt przecinka, drugi

pałeczki, kulki, podkowy, ba, nawet kółeczka, tylko że zawsze każdego typu będą występować 2 sztuki, a więc 2 przecinki, 2 kółka, 2 pałeczki itd. Ponieważ mówiliśmy, że człowiek ma ich 46, to ściślej byłoby powiedzieć, iż ma ich 23 pary.

A teraz proszę dobrze uważać. Kiedy ma nastąpić ten ostatni podział na dwie komórki plemnikowe czy jajowe, to zamiast tego, aby każdy z 46 chromosomów rozszczeił się i do powstających komórek przeszło ich właśnie po 46, w tym jedynym przypadku żadne rozszczepienie nie następuje, tylko odpowiednie chromosomy układają się w pary tuż przy sobie: kulkowaty z kulkowatym, przecinkowy z przecinkowym itd. I dalej przebiega proces, jak gdyby rzeczywiście nastąpiło rozszczepienie, ale nie 46, tylko 23 chromosomów. Jak wiecie jednak z tego, co przed chwilą powiedziałem, jest to tylko takie mamiące naśladownictwo, gdyż w rzeczywistości tak się ułożyły nasze znajome z poprzednich zwykłych podziałów, swoiste dla człowieka 46 chromosomów. I teraz następuje ich rozejście się — 23 całe chromosomy (oczywiście z każdej pary allelomorficznej jeden) wędrują do tej, a 23 pozostają w tamtej komórce i oto uzyskaliśmy 2 jaja (potencjalne) czy 2 plemniki z liczbą chromosomów o połowę mniejszą — dla człowieka (a właściwie dla komórki rozrodczej człowieka) wynoszącą 23.

GENY ZWYCIĘŻYŁY!

- Trudno się nie zgodzić, iż odkrycia cytologiczne naszego stulecia podbudowały mocno teorię Mendla.

Ba... chromosomy nawet zrealizowały to konieczne odchylenie od zasady rozszczepiania się, które powinno by nastąpić, kiedy podział komórki ma dać w rezultacie plemnik lub jajo, czyli komórkę rozrodczą.

Chciałbym jednak ostrzec was przed pewnym błędem, którego oczywiście nie robili uczeni, ale w który wpada co najmniej trzy czwarte niespecjalistów, wnikających nieco w te sprawy.

— Ach — woła bowiem każdy w tym momencie z radością — a więc nareszcie stwierdzaliśmy istnienie genów! Geny i chromosomy to jedno!

Jeśli się zaś usłyszy, iż to zgoła nie to samo, zaczynają ludzie odczuwać zniechęcenie, któremu się zresztą wcale nie dziwią. Siedzenie bowiem kolejno rozmowań Mendla i natrafianie przy tym na te ciągle przesłony i kurtyny, które raz po raz trzeba zdzierać, ażeby o krolo posunąć się naprzód, jest rzeczywiście pracą żmudną.

Nawet wtedy, kiedy ma się przewodnika, który po tym labiryncie prowadzi, wymaga to od prowadzonego uwagi, pamiętania, co było przedtem, i ciągłego baczenia, w jakim kierunku myślą idziemy.

I oto zdawało się, że już byliśmy u celu. Zdawało się, że jeśli chromosomy robią wszystko to, co Mendel wyznaczył swoim zawiązkom dziedzicznym, no to chyba powinny one

być właśnie owymi genami. Tymczasem znów jakaś komplikacja, znów jakiś ślepy zaułek, z którego z trudem trzeba będzie przebijać sobie wyjście.

Otóż proszę was, moi szanowni i kochani czytelnicy, jeśli dobrnęliśmy razem aż do tego momentu — nie zniechęcajcie się, gdyż obecna trudność już będzie bardzo łatwa do przewyciężenia. Nie mogę jednak nawet w formie uproszczenia pozwolić, abyście choć przez chwilę utożsamiali gen z chromosomem, gdyż za moment sami wysunęlibyście pod tym względem obiekcje, na które nie miałbym wówczas żadnej odpowiedzi.

Orientujecie się chyba, iż cech, które wyznaczają geny. w każdym organizmie jest bardzo dużo: barwa, wzrost, ząbkowanie. lub gładkość brzegu liścia, skłonność do odkładania tłuszczu U zwierząt, rysy twarzy itd.

• A więc już z góry założyć można, że jest ich nie setki, lecz tysiące.

Tymczasem informowałem was przecie, iż są istoty, które chromosomów mają w komórce wszystkiego dwa, cztery, sześć...

Człowiek, Jak przypominacie sobie, ma ich prawdopodobnie 46. A największa liczba, na te miliony zbadanych gatunków roślin i zwierząt, wynosi, jak też już mówiłem, 128.

Jeśli więc gen odpowiadał chromosomowi, to człowiek ze swoimi 46 musiałby mieć tym samym zaledwie tyleż lub nie wiele więcej cech dziedzicznych? Nie... to jakoś zupełnie niepasuje.

Jednak nie niecierpliwcie się. Między genem a chromosomem jest akurat taka różnica, jak pomiędzy grosikiem a sakiewką z grosikami. Jak między ziarnkiem grochu a workiem tego nasienia* Jak między pojedynczym paciorkiem a całym ich sznurem nanizanym na nitkę.

Dla dobrego uzmysłowienia, co się dzieje w komórce w momencie, kiedy obserwujemy ją podczas procesu kariokinezy, a więc tego „kontredansa”, jaki czynią wtedy chromosomy,

aby wreszcie zostać nadał w poprzedniej ilości w dawnej ko- morce, ale zarazem tę samą ilość przekazać pochodnej, świeżo powstającej z podziału, musielibyście wyobrazić sobie taką sytuację. Oto z czubka iglicy Pałacu Kultury patrzycie na plac Defilad, po którym spacerują gęsiego, niby krótkie wężyki, oddziały harcerskie.

Mówię — niby krótkie wężyki, bo wy ze swojej wysokości nie dostrzegacie pojedynczych ludzi. Widzicie tylko te kre- seczki. Jedne dłuższe, jeśli łączyły kilkudziesięciu druhów, inne krótsze lub nawet punkcikowe, jeśli obejmowały tylko dwóch czy trzech.

I raptem do każdego z członków oddziału, czego my z naszej wysokości też dokładnie nie dostrzegamy, z tłumów zalegających plac Defilad i przypatrujących się rewii harcerzy wybiega odpowiednia liczba zwykłych chłopców, z których każdy dołącza z boku do najpodobniejszego do siebie harcerza i zaczyna noga w nogę maszerować przy nim (niski przy niskim, chudy przy chudym itp.). W ten sposób każdy wężyk pogubi się na chwilę, ale już wkrótce rozdwa się i już widzimy wyraźnie, jak odtąd maszerują dwa identyczne wężyki, które zresztą coraz bardziej oddalają się od siebie i wreszcie połowa owych drużyn zbiera się w końcu placu w pobliżu ulicy Świętokrzyskiej, druga połowa zaś w okolicy Alei Jerozolimskich.

Teraz i jedna, i druga grupa coraz bardziej zatracą indywidualność swych szeregów, tak że za chwilę wszyscy harcerze i w tym, i w tamtym końcu placu tworzą bezładną zbitą gromadkę: poprzednich wężykowych uszeregowania dopatrzeć się już nie sposób.

My jednak wiemy, że obie grupy mają jednakową ilość zupełnie jednakowych elementów, przy czym orientujemy się, iż podwoiła się ilość uczestników rewii kosztem otaczających widzów. I pamiętając dotychczasowe sprawne ruohy oddziałów nie wątpimy, że na gwizdek drużynowego czy na jakiś znak mogą się one natychmiast zrekonstruować z powrotem, za-

równy na północnym krańcu koło Świętokrzyskiej, jak i przy Alejach Jerozolimskich.

Oczywiście, w komórce geny też odtworzą zaraz swe oddziałyki chromosomowe wtedy, gdy dwa świeżo powstałe jądra, po krótkim spoczynku, zaczną się Zabierać do ponownego podziału.

Mam nadzieję, że zrozumieliście, jak rzecz wygląda, tylko, proszę, nie sądzcie, że genom w naszym porównaniu odpowiada poszczególni chłopcy-harczerze. Obawiałbym się bowiem wówczas takiej oto uwagi z waszej strony. Jeżeli ilość defilujących wężyków harcerskich podwaja się kosztem chłop? ców dołączających do oddziałków z tłumu widzów (w komórce — z plazmy), to widocznie tam znajduje się dodatkowo obfity zapas genów — gdy tymczasem w rzeczywistości wcale tak nie jest. W tłumie widzów, a ściślej mówiąc — w plazmie, gotowych genów nie ma wcale. Ci chłopcy zaś włączający się do oddziałów reprezentują tylko różne zgrupowania chemiczne, z których obok dawnego wężyka ustawia się drugi doń identyczny (albowiem mówiłem, że wysoki chłopiec staje przy wysokim, kulawy przy kulawym, blondyn przy blondynie itd.). Po kilku chłopców w odpowiednim ustawieniu stanowić będzie dopiero gen, a więc na przykład: jeden brunet, dwu blondynów i jeden garbusek. Na inny gen złożą się znów dwaj bruneci i jeden wysoki chłopiec itp. Nie zmienia to jednak postaci rzeczy, że chromosom można traktować jako szereg genów ustawionych jeden za drugim. I dlatego nie przesądza to wcale, choćby jakaś istota miała zaledwie dwa takie oddziały — chromosomów, aby nie mogła zawrzeć w nich nawet więcej genów, czyli grupek harcerzyków, aniżeli ta, która ma swoich druhów pozostawianych w sześciu czy ośmiu zastępach.

Ale ci, którzy się baczniej zastanawiają, od razu wysuną takie zagadnienie.

— Hola, proszę pana. Jeżeli geny znajdują się zawsze w ta-

kich samych oddziałach, to i niektóre cechy, którymi one rządzą, winny częściej występować razem. Jeżeli geny przechodzą podczas podziału na komórkę rozrodczą nie w pojedynkę, ale w całych zgrupowaniach chromosomalnych, to w takim razie, jeśli to był, powiedzmy, mendlowski mieszaniec, mający jeden chromosom z genem czerwonym, a drugiego jego partnera po matce z genem białym, to rozdzielając je między swoje komórki rozrodcze, jednej przekazuje nie tylko biały gen, ale równocześnie za każdym razem i wszystkich jego towarzyszy z chromosomu. Akurat w takim zespole, jak je otrzymał od matki. Tak samo do drugiej komórki przeszedł gen czerwony ojca, ale też wspólnie z zawiązkami wszystkich cech, które były w tym chromosomie. Wobec tego właściwości, którymi zawiadujące geny znajdują się w tym samym zespole, powinny występować w rozmaitych osobnikach znacznie częściej wspólnie aniżeli w połączeniu z jakimiś innymi cechami, których zawiązki tkwią w odmiennych chromosomach.

Uwaga zupełnie słuszna i takie cechy z tego samego chromosomu noszą nawet specjalną nazwę cech sprzężonych, a my poświęcimy im oddzielny rozdział.

GENY SPRZEŻONE

Myślę, że chwila zastanowienia każdemu nasunęłyby łatwo różne przykłady na wspomniane w poprzednim rozdziale geny sprzężone. Jeśli założymy sobie, iż u jeleniowatych zdolność wytwarzania rogów na głowie jest uzależniona od jakiegoś genu, zaś płcią też zawiaduje gen, to u sarny, łosia czy jelenia szlachetnego właśnie one na pewno są sprzężone w jednym chromosomie, gdyż tylko przecie samce widzimy zawsze rogate, samice zaś są całkowicie bezrogie.

U człowieka niewątpliwie w jednym i tym samym chromosomie znajduje się gen wywołujący zarost na twarzy, jak i gen hamujący rozwój gruczołów mlecznych.

Jak widać, cechy wyglądu sprzężone z płcią rzucają się w oczy najłatwiej, co nie znaczy wcale, aby przy starannym prześledzeniu nie dało się wykryć i innych takich zespołów.

Skorzystamy jednak z obserwacji w tej dziedzinie, którą przeprowadzono na człowieku już bardzo dawno, a która przed rozwojem genetyki mendlowskiej była czymś po prostu nie do wytłumaczenia.

Zauważono mianowicie, iż pewne choroby, jak to się mówi zazwyczaj, aczkolwiek tu dużo poprawniejsze byłoby użycie terminu — pewne wady konstytucyjne, pojawiają się tylko u mężczyzn, podczas gdy u kobiet na ogół nie występują.

— No cóż#4- powiecie — to właśnie taki przypadek, jak wymieniane przed chwilą. Rogi też przysługują tylko jeleniowi, a nie łani.

Zaraz, zaraz... ja jeszcze nie skończyłem. Zdziwiający w tym wszystkim jest zupełnie inny fakt, a mianowicie, że taki upośledzony, jednym słowem, posiadający wadę ojciec bynajmniej nie przekazuje tej cechy synom. Wszyscy potomkowie jego w linii męskiej, a więc i wnukowie, i prawnukowie, będą na tym punkcie jak najzdrowsi. Natomiast córki...

— Jak to, przecież sam pan mówił, że u kobiet ten defekt wystąpić nie może.

Najpierw, wcale nie mówiłem, że nie może, a tylko, że na ogół nie występuje, a to, jak się później przekonacie, stanowi jednak pewną różnicę. Po drugie zaś, i teraz wcale nie powiedziałem, iżby owe córki miały być chore, tylko zamierzałem was -poinformować, że choćby nawet wyszły za zupełnie zdrowych mężów, mogą rodzić synów chorych, to znaczy obdarzonych ową wadą~" Czy jasno występuje teraz cała dziwaczność zagaffn ien i a ? Ojcowie chorzy mają wszystkie dzieci zdrowe, przekazują jednak swój defekt potomstwu tylko za pośrednictwem zasadniczo nie chorujących córek.

Oczywiście, proszę sobie nie wyobrażać ani przez chwilę, iż wchodzi tu w grę jakakolwiek choroba zakaźna, wywoływana przez zarazki, mogąca przechodzić z osobnika na osobnika, nie mielibyśmy bowiem wówczas prawa mówić o dziedziczeniu. Nie, tutaj defekty mają charakter anatomofizjologiczny, a polegają na braku pewnych fermentów. czynnych w mechanizmie krzepnięcia krwi, którą to wadę lekarze zwa hemofilią. Inna choroba tego typu powstaje na tle nieznanych histologicznych w Sitkówe oka, uniemożliwiających albo całkowicie, albo częściowo rozróżnianie barw — nosi to nazwę daltonizmu.

Zwróćcie uwagę, jak niezwykle precyzyjnie te nadzwyczajne w swym skomplikowaniu przypadki dziedziczenia tłumaczyć się będą w świetle zastosowania chromosomalnej teorii do mendlowskich genów.

Przypominacie sobie może, gdyż wielokrotnie to powtarzałem, iż człowiek posiada 46 chromosomów, ściśle mówiąc 23 identyczne między sobą pary, gdyż jeden taki komplet każdy z nas otrzymuje w plemniku — od ojca, a drugi identyczny komplet w jajku — od matki.

Jeśli mówiłem przed chwilą, że obydwie te komplety są identyczne, to teraz muszę wprowadzić pod tym względem małą poprawkę.

Tak naprawdę identyczne są one tylko u kobiet, u mężczyzn zaś jedynie dwadzieścia dwie pary chromosomów odpowiadają sobie wielkością i kształtem. Ostatniej, dwudziestej trzeciej, „przyzwoitej” pary właściwie nie ma. Na jej miejscu jest bowiem tylko jeden, zwykły, normalny chromosom, taki samiuteńki, jakich dwa mają kobiety, a towarzyszy mu taki jakiś mały, woale niepodobny doń „niedorostek”.

Można więc to wyrazić i tak, że kobieta ma 44 chromosomy i 2 podobne, a mężczyzna także 44 i 2 niejednakowe. (W przypadku gdyby ostatecznie dowiedziono, że człowiek ma 48 chromosomów, nic by się w zasadzie nie zmieniło prócz liczby wyjściowej, a więc nie $44 + 2$, lecz $46 + 2$).

Te właśnie dodatkowe chromosomy, ze względu na ich swoistość, oznaczono specjalnie, nazywając chromosomem X oraz chromosomem Y. Z faktu, iż ich zestaw inaczej wygląda u kobiet, a inaczej u mężczyzn, łatwo wywnioskować, że w nich właśnie muszą znajdować się geny płci.

W naszych rozważaniach nie gra naturalnie roli, czy w rzeczywistości płeć uzależniona jest od jednego genu, czy też od zespołu kilku z nich.

W każdym razie faktem jest, iż jeśli w komórce jakiegoś organizmu ludzkiego znajdują się 22 pary normalnych chromosomów oraz dwa X-y, czyli razem przepisowe 46, to będziemy młeli do czynienia zawsze z samicą gatunku „człowiek”, a więc z kobietą.

Natomiast jeśli przy 22 parach normalnych chromosomów

wystąpi tylko jeden X z partnerem Y, stwierdzimy zawsze, iż jest to osobnik męski.

Przypomnijmy sobie więc raz jeszcze ten pouczający mechanizm dojrzewania komórek rozrodczych, a następnie zapłodnienia. Kiedy mianowicie dojrzewająca czy już dojrzała kobieta z komórek przeznaczonych na wytworzenie jaj, w ostatnim podziale kariokinetycznym, ma już takowe wyprodukować, to — jak chyba pamiętacie — nie rozszczepi (jak się to dzieło przy wszystkich dotychczasowych podziałach jądra) każdego chromosomu, lecz ustawiają się one jak w walcu figurowym w odpowiadające sobie pary, a następnie połowa z nich przewędruje do jednego z powstających jaj, połowa zaś do drugiego. Każda zatem z tych komórek rozrodczych będzie miała ilość chromosomów o połowę mniejszą niż zwykle komórki ciała istoty macierzystej, a więc w każdym jajku znajdują się 22 chromosomy normalne oraz jeden X i wszystkie oczywiście są pod względem składu identyczne. — No dobrze, a jakże w takim razie będzie u mężczyzny? Rozumiecie chyba, iż tam przy tworzeniu plemników, jako parka, która się następnie rozejdzie, występują nie dwa identyczne X-y, lecz niejednakowe — X-y i Y-ki. W rezultacie więc każdy z powstających z podziału komórki macierzystej dwu plemników dostanie dwadzieścia dwa zwykle identyczne w nich obu chromosomy, natomiast gdy idzie o płciowe, jeśli jeden z nich otrzyma X, wówczas bliźniak jego na pewno będzie miał Y. W rezultacie, 'wbrew zewnętrznemu podobieństwu, plemniki człowieka nie są chromosomalnie identyczne, bo połowa z nich jest obdarzona dwudziestoma dwoma i jeszcze X-em, druga połowa ma ich też 22, ale z dodatkiem Y-ka. Dzięki tej odrębności, a jednocześnie dokładnie równej ilości obydwu rodzajów plemników w nasieniu mężczyzny, rodzi się na świecie mniej więcej jednakowa liczba dziewcząt i chłopców. Zależy bowiem wyłącznie od przypadku, czy do zawsze posiadającego jedno X jaja dorwie się plemnik rów-

niez X-em, w rezultacie czego owe dwa X-y nadadzą rodzącemu się osobnikowi płęć żeńską, czy też X-owe jajo zostanie zapłodnione przez Y-kowy plemnik, z czego powstanie XY, czyli mężczyzna.

To, cośmy teraz powiedzieli, - wystarcza dla całkowitego wyjaśnienia dziwnych przeskoków dziedziczenia hemofilii, do czego zaraz przejdziemy.

Dla porządku jednak dodam, że w świecie zwierząt i roślin sytuacja ta niekiedy wygląda nieco inaczej. A mianowicie chromosom płciowy, czyli X u samca może w ogóle wcale nie mieć partnera. A więc wzory chromosomowe mogą wyglądać następująco:

samica zawsze $2n + 2X$

samiec

$2n + XY$ lub $2n + X$

NIEBEZPIECZNE KOBIETY I CIERPIĄCY MĘŻCZYŹNI

Zacznijmy od przypomnień.

Proszę więc sobie wyobrazić, że mamy do czynienia z mężczyzną, jak to mówią, chorym, w rzeczywistości zaś z takim, którego gen krzepliwości krwi jakoś (że zapożyczymy tego wyrazu z techniki) — feleruje. Skutkiem tego organizm nie wytwarza dostatecznie sprawnie właściwych fermentów, a co za tym idzie — krew tego biedaka nie potrafi zasklepić strupem najdrobniejszego skaleczenia.

Oczywiście nie chodzi nam w danym wypadku o leczenie takiego upośledzenia, które jak zwykle przy wadach konstytucyjnych, bardzo rzadko daje się poprawić, a jedynie o prześledzenie i wyjaśnienie sobie dróg dziedziczenia podobnych defektów.

Gen krzepliwości, jak mówiliśmy, jest sprzężony z płcią. Ten chory osobnik zatem ma w swych komórkach chromosom X ze zdefektowanym genem na krzepliwość. Toteż dla uproszczenia nazywać go będziemy „chorym iksem”. Dodajmy, że Y w ogóle tych genów nie posiada.

Załóżmy teraz, iż mężczyzna ów ożenił się ze zdrową kobietą. Jak wspominaliśmy, produkuje ona wszystkie jaja z 22 zwykłymi chromosomami i ze zdrowym chromosomem płciowym, gdyż takie tylko znajdują się w komórkach tkanek jej ciała.

Plemniki jej małżonka są, jak u każdego mężczyzny, dwojaki. Albo z Y-iem, albo z X-em, jednaic chorym.

I teraz chyba łatwo pojąć. Taki chory ojciec nie może mieć chorych synów, albowiem ci się urodzą tylko wtedy, jeżeli jajo zapłodni plemnik pozbawiony X-a. Każdy syn bowiem swój płciowy chromosom X zawsze otrzymuje od matki, zaś swoje chore X-y ojciec daje wyłącznie córkom. Kiedy bowiem plemnik z chorym X-em dostał się do jaja, które ze swej strony zawiera zdrowego dlań partnera, to w ten sposób pojawiają się w tej komórce dwa jednakowe w swym charakterze chromosomy płciowe, a więc będzie z niej w przyszłości dziewczynka.

—[^]Sle dziewczynka chora — powiecie skwapliwie. Nie, wcale nie chora, a tylko posiadająca jeden z chorych chromosomów. Sama jednak chora nie będzie, gdyż ma przecież drugi chromosom X, w którym jest „nie sfelerowany” gen zawiadujący krzepnięciem krwi, a jego obecność wystarczy, aby zarządzić w organizmie wytworzenie do tego celu właściwych fermentów.

Ciało córki zatem samo będzie świetnie goić wszelkie zadraśnięcia i skaleczenia, ale trzeba się z tym liczyć, że i ona przecież kiedyś dorośnie i wyjdzie za mąż za zdrowego mężczyznę, spróbujemy się więc zająć teraz jej dziećmi.

I tu dopiero wyniknie tragedia, bo jajeczka takiej matki już nie będą jednakie.

W myśl rozdzielania się par chromosomów, kiedy do jednego z jej jaj przejdzie X zdrowy, to w jego bliźniaku nieodwołalnie musi znaleźć się X chory.

I teraz, czy to plemnik z X-em od ojca, czy z Y-kiem natraf na takie jajeczko z chorym chromosomem płciowym, to urodzi się bądź syn z jednym X-em, i to chorym, bądź córka sama nie chora, ale jak matka piastująca w komórkach ów złowrogi dla jej potomstwa chory X. Natomiast syn już byłby sam chory, gdyż karzełkowaty chromosom Y, jak wiadomo, w ogóle nie zawiera genów krzepliwości krwi, a więc w tej sytuacji nic pomóc nie może.

Oczywiście matka produkuje też połowę jajeczek ze zdrowym X-em, toteż jeśliby jej dzieci szczęśliwie z takich tylko powstały, byłyby całkowicie zdrowe. Ale na coś podobnego jest tylko 50% szans.

Mam nadzieję, iż wszyscy łatwo to zrozumieli, zwłaszcza posiłkując się rycinami. Chcę tylko rozważyć jeszcze jeden, szczęśliwie, że dość rzadki przypadek jakości potomstwa, jeśli chory mężczyzna ożeni się z córką hemofilityka.

Wówczas oczywiście ona będzie wytwarzać niejednakowe jajeczka, albowiem jedno ze zdrowym, drugie z chorym X-em.

Mąż, ponieważ sam jest hemofilitykiem, da połowę plemników z chorym X, połowę zaś z Y.;

Taki Y-owy plemnik, jeśli natrafi u matki na jajeczko z chorym X-em — da syna oczywiście chorego.

Ale, co ciekawsze, przy takim małżeństwie możliwe jest połączenie plemnika o chorym X-ie z jajczkiem, zawierającym też chory X, a wówczas urodzi się oczywiście dziewczynka o dwóch X-ach chorych, a więc taka, w której komórkach już żaden chromosom nie zawiera normalnego genu krzepliwości krwi, w wyniku czego skaleczenia na jej ciele nie będą się automatycznie zasklepiać.

Jak widzicie więc, mogą się zdarzać takie rzadkie przypadki, kiedy kobieta będzie czynną hemofilityczką.

— No — zapytacie jeszcze — a gdyby taka efektywnie chora istota płci żeńskiej wyszła za chorego męża? To co?

Od razu odpowiem, iż taka sytuacja zaistnieć nie może. Hemofilia u kobiety jest bowiem chorobą śmiertelną, gdyż przeżyć z tym defektem jest w stanie co najwyżej do lat 12—13, to jest do momentu osiągnięcia dojrzałości fizjologicznej. Pierwsza menstruacja bowiem spowoduje całkowite jej wykrwawienie.

Trzeba się cieszyć, iż taka kombinacja chromosomów trafia się, jak mówiłem, stosunkowo dosyć rzadko, ale niezależnie

od tego kobiety z rodu hemofilyka powinny raczej starać się nie mieć dzieci, aby uniknąć podobnych tragedii, pojawiających się czasem dopiero po wielu pokoleniach.

W każdym razie zgodzicie się chyba, że poglądy Mendelowskie na zjawiskach dziedziczenia hemofilii potwierdziły się w całej pełni.

Proszę nie sądzić <w dodatku, że hemofilia jest jedynym przykładem, który by można tu zacytować. Wspomniałem już o daltonizmie i ostatnio badacze wciąż wyszukują takie geny, które by znajdowały się na chromosomie płci.

NIE NA WŁAŚCIWYM MIEJSCU

Już z rozważań o hemofilii nasuwa się podejrzenie, że gen może jednak ulegać pewnym zmianom, bo tam właśnie gen normalny, który powoduje pojawienie się fermentów wywołujących krzepliwość krwi, zostaje widać jakoś zmieniony w tym sensie, iż przestaje spełniać swą dotychczasową rolę. Ponieważ jednak oczywiście genem być nie przestał, toteż — jakeśmy dopiero co mówili — zachowuje się nadal normalnie, to jest podwaja się przy każdym podziale komórek, a więc figuruje w każdej nowo powstałej. W ostatecznym rezultacie tego, w całym organizmie występuje niemożność automatycznego tamponowania skaleczeń. Jasne jest zatem, że zmiana zaszła w genie odbija się później na wyglądzie, charakterze, możliwościach fizjologicznych osobnika, w którym taki gen się znajduje, oczywiście, gdy nie jest przesłonięty przez swego współpartnera, który nie uległ zmianie.

Tego to rodzaju zjawiska przekształcenia genu nazywamy mutacjami.

W tej chwili nie mamy jeszcze dokładnych danych, pod wpływem jakich czynników mogą one następować. Zazwyczaj trzeba używać mocnych bodźców, jeżeli chcemy to wywołać doświadczalnie. Najczęściej w praktyce uzyskiwano je pod wpływem działania różnego typu promieniowania, ot chociażby rentgenowskiego.

Ale oczywiście zmiany w genie, choć rzadko, mogą też następować samorzutnie, pod wpływem jakichś bodźców wewnętrznych.

9 — Podobny do ojca

Już teoretycznie rozważając tą sprawę, moglibyśmy tutaj przewidzieć dwie ewentualności. Dajmy na to, iż w zarodku człowieka, który odziedziczył geny na brązowy kolor oczu — w najwcześniejszych stadiach, kiedy zawiązek przyszłego lewego oka składa się zaledwie z kilku komórek, gen barwy wymutował i w rezultacie oko zamiast błyskać brązowo, wydaje się niebieskie. W rezultacie podobnego zdarzenia; obydwójce oczu tego osobnika wygląda niejednakowo.

Tylko, jak myślicie, czy tego rodzaju jego cecha przekaże się potomstwu?

Oczywiście nie, bo przecież owa zmiana, owo zmutowanie genu nastąpiło dopiero w zawiązku oka, i to jednego, on więc mógł rozprzestrzenić się wyłącznie, w komórkach pochodzących od tej, w której jego przemiana nastąpiła, a więc we wszystkich komórkach tęczówki, i dlatego ona jedynie jest niebieska. Ale przecież zarówno w sąsiednim oku, jak i we wszystkich komórkach ciała, a co za tym idzie rozrodczych, geny barwy są nie zmutowane, a więc wywołują tam, gdzie tego są w stanie dokonać w organizmie — kolor brązowy. W komórkach rozrodczych takiego osobnika różno- okiego też są tylko chromosomy z genami brązowymi. On zatem będzie przekazywać na potomków tylko taką cechę.

Rozumiecie jednak chyba dobrze, że gdyby mutacja genu wystąpiła w komórkach zawiązków jajnika lub męskich gruczołów rozrodczych, wtedy taki przekształcony gen, rozszczepiając się przy wytwarzaniu jaj lub plemników, dostawałby się do nich, a co za tym idzie — podobna mutacja nie ujawniałaby się zewnętrznie u osobnika, w którego organizmie przemiana genu nastąpiła (w tęczówkach jego oczu bowiem geny barwy nie zostały jeszcze wcale zmienione), a natomiast uwidoczniłoby się to w jego potomstwie.

Jak więc widzicie, zmiany w wyglądzie osobnika dziedziczne lub niedziedziczne sprowadzamy stale do przekształceń, jakie nastąpiły w genie. Oczywiście, nie biorąc pod

uwagę takich, jak urwanie nogi przez rekina lub szramy na twarzy po słynnych ongiś pojedynkach burszowskich.

Ale nawet uwzględniając to zastrzeżenie, nie wyłącznie i jedynie zmiana genu wyznacza odrębny wygląd organizmu. Pewnego rodzaju nieoczekiwane nowości mogą się pojawić, mimo że żaden gen nie uległ przekształceniu, a tylko przez zmianę uszeregowania ich kolejności w chromosomie.

Trzeba bowiem wiedzieć, że według coraz bardziej potwierdzanych doświadczalnie poglądów, geny ułożone są w chromosomach rzędem, ot po prostu niby różnokształtne paciorki, jeden za drugim.

Otóż okazuje się, że nie tylko sama jakość genu wpływa na ostateczną postać, charakter czy uzdolnienia fizjologiczne osobnika, ale i ich szyk, ich układ kolejny.

Niech to nikogo nie dziwi. Stosowałem już jako przykład — powiedzmy model chromosomu — oddział harcowski lub

wojskowy, idący gęsiego, na nim więc też spróbuję wytłumaczyć i tę sprawę.

Sami się zastanówcie, który z oddziałów ma szanse wykonania lepiej swego zadania w terenie: czy ten, gdzie dowódca będzie siedł na przodzie, zwiadowca z lunetą na końcu, a trębacz sygnalista po środku, czy też ten, w którym na czele znajdzie się zwiadowca, w odległości oo najwyżej paru żołnierzy od niego dowódca i tuż przy nim trębacz.

Oczywiście, pierwszy szyk da zupełnie inne efekty bojowe niż drugi, mimo iż ogólna -ilość żołnierzy w oddziale, ich wyszkolenie i specjalności były absolutnie te . same.

W pierwszym przypadku bowiem zasadzka czy niespodziany atak nieprzyjaciela uderza przede wszystkim w dowódcę, a jego strata oczywiście najfatalniej będzie się musiała odbić na wyniku działań plutonu. Zwiadowca znajdujący się na końcu oddziału ma niewątpliwie gorsze pole widzenia, niż gdyby siedł na początku szeregu. Trębacz powinien być tuż przy dowódcy, bo przecie jego rola nie polega na dęciu w swój instrument z łaski na uciechę, ale ma on nadawać określone sygnały pochodzące od kierującego akcją plutonowego.

Jednym słowem, tak jak szyk bojowy plutonu, tak i odmienny układ kolejności genów w chromosomie może dać w efekcie mniej lub więcej poważne różnice, które w naszym przypadku oczywiście będą polegały na innym wyglądzie rzeczonoego osobnika.

Zainteresuje tylko zapewne niejednego, jak może nastąpić takie przegrupowanie genów w chromosomie.

Otóż niech mi wolno będzie znów dać swego rodzaju przykład.

Na Boże Narodzenie urządzono dzieciom zabawę. Wszy* stkle z klasy A zostały poprzebierane za aniołki ze złotymi skrzydełkami, zaś dzieciom z równoległej klasy B, które przyszły w gościnę — przyklejono skrzydełka srebrne. Oczywiście gospodarzom polecono tańczyć przede wszystkim z gośćmi.

I oto wiecie, co nastąpiło?

Pod koniec zabawy stwierdzono, iż dwoje czy czworo dzieci miało po jednym skrzydle złotym, a po jednym srebrnym.

Jak to się stało?

Ano, świeżo przyklejone, jeszcze lepkie skrzydła w czasie

obejmowania się podczas tańca w tłoku przykleiły się do nieodpowiedniego właściciela.

Oczywiście podczas „tańca” chromosomów w okresie podziału komórki wystąpienie czegoś podobnego jest wielokrotnie prawdopodobiejsze. Chromatyna — owa substancja, z której składa się chromosom — jest czymś w rodzaju lep-, kiej galarety.

Jeśli przypomnicie sobie, iż przy pewnym osobliwym podziale, a mianowicie redukcyjnym — wtedy, kiedy powstają komórki rozrodcze, chromosomy nie rozszczepiają się wzdłuż, a partnerzy jedynie ustawiają się tuż przy sobie, to owo ustawienie się nie bywa znów tak równoległe i sztywne. Przeciwnie, czasem dotykają się one bokami bądź nawet okręcają koło siebie. I wtedy, kiedy za chwilę mają się rozłączyć, aby przejść do dwóch potomnych komórek rozrodczych, może łatwo nastąpić wymiana zakończeń bądź z przodu, bądź z tyłu, bądź jednocześnie i tu, i tu. A tego rodzaju przemieniony koniec chromosomu to co najmniej kilka lub kilkanaście genów, które raptem znalazły się nie w tym odcinku chromatynowym, w którym być powinny, i można sobie wyobrazić, jaki wówczas galimatias wprowadza to w Mendlowskie prawo dziedziczenia. Nic się nie chce zgadzać, zjawiska występują jak najbardziej nieoczekiwane — wkrótce jednak wnikliwy umysł badacza dochodzi nawet do wniosków, jakie to były geny i gdzie się przemieszczały. W ten sposób dla niektórych istot, a przynajmniej chromosomów, uczeni już wykryli „mapy” obrazujące, jak geny są w nich rozmieszczone.

W ten sposób następuje nieraz „rozprężenie się” cech sprzężonych, to jest takich, które, jak pamiętacie, powinny występować zawsze obok siebie, gdyż do potomnych osobników przechodzą jak gdyby zawsze w tej samej sakiewce gl czyli w tym samym chromosomie.

NATURA GENU

Jak widzicie chyba, hipotetyczne zawiązki dziedziczne Mendla, których istnienie uczony ten przypuścił, próbując w jakiś teoretyczny sposób objaśnić wyniki swych krzyżówek hodowlanych, uzyskały bardzo poważne poparcie ze strony cytologów, to jest badaczy komórek. Coraz lepsze metody barwieniowe, umożliwiające wciąż dokładniej wnikać w budowę chromosomu, pozwoliły naocznie wykazać, iż składa się on z drobniotkich odcinków, najczęściej ziarenek, ułożonych jeden na drugim. Po szeregu badań natrafiono w komórkach ślinianek pewnych owadów na olbrzymie chromosomy, które niby specjalne modele zademonstrowały, jak te utwory są zasadniczo zbudowane. Na nich to wyraźnie bywa widać ową strukturę prążkowaną, dającą ogólne wrażenie jakby długiej wstęgi zszytej z drobniotkich prostokątów, co zresztą sami stwierdzicie na fotografii przy str. 144. Możliwe, iż to są właśnie poszczególne, kolejno jeden za drugim ułożone geny.

Obok jednak wyglądu, czyli morfologii komórki, w której elementach doszukujemy się owych mendlowskich zawiązków dziedzicznych, z roku na rok coraz więcej do powiedzenia w dziedzinie biologii ma tak zwana biochemia. Bardzo ważne byłoby dowiedzieć się, czy i ona popiera hipotezę naszego uczonego, czy też raczej, w tej chwili przynajmniej, nie ma jeszcze w tej dziedzinie nic do powiedzenia.

Obawiam się, iż w tym miejscu możecie wyrazić pewne zdziwienie. Co to znaczy popierać? Jeżeli morfolog wykazał, iż w chromosomach istnieją owe ziarenka, które z wszel-

kim prawdopodobieństwem uważać można za geny, to rola biochemika będzie tu wyłącznie techniczna. Albo ma w swej dziedzinie już wypracowane tak subtelne metody, iż zdoła określić, z jakich pierwiastków, w jakim zestawie i z ilu atomów składają się owe ziarenka, albo też przyzna, iż obiekty te są dla jego możliwości badań zbyt drobne, wobec czego, chwilowo przynajmniej, nic o nich powiedzieć nie potrafi.

Otóż zajmując takie stanowisko mylilibyście się bardzo. Już ta rola, jaką Mendel wyznaczył dla swoich genów, określa konieczność posiadania przez nie całego szeregu fizykochemicznych właściwości, które zaraz wykażę. ^ Po pierwsze, muszą to być związki bardzo trwałe, nie ulegające łatwym zmianom, nie rozpadające się ani nie przy- ~łączajfce~Ho~siebie zbyt pochopnie przeróżnych grup | jaicznych^któryĆE, jak wiadomo, mnóstwo znajduje się w otaczającej, je plazmie. To chyba jasne, bo przecież już z natury "rzeczy, "jako związek dziedziczny jakiejś cechy, przechodzący z pokolenia na pokolenia i z pokolenia na pokolenia ciągle dalej przekazywany, musi substancja genu odznaczać się bardzo wielką chemiczną stabilnością, gdyż inaczej trudno- by mówić o stałym dziedziczeniu określonej właściwości.

Nie dość na tym, drugą cechą substancji, z której gen miałby się składać, musi być to, iż reprezentując zasadniczo ciągle ten sam zrab strukturalny, czyli ten sam typ związku chemicznego, powinna ona jednak móc występować w olbrzymiej, wprost astronomicznych cyfr sięgającej różnaitości postaci, różniących się drobnitkami szczegółami.

,— A to znów dlaczego? — zapytacie.

Ano, po prostu dlatego, że jeśli każda cecha każdego gatunku zwierzęcia czy rośliny ma być warunkowana przez jakiś odrębny gen, to z kolei muszą się one chyba czymś różnić jeden od drugiego. Na przykład gen powodujący niebieski kolor oczu nie może być w absolutnie wszystkich szczegółach swej budowy chemicznej identyczny z genem wywołu-

ją cym kolor czarny. Gen wywołujący żółte krawędzie liścia nie może być identyczny z genem zarządzającym gładkim brzegiem, a tym bardziej z genem zawiadującym żółtą lub też, jeśli chcecie, czerwoną względnie niebieską barwą kwiatu; no a takich cech wywoływanych przez geny, ile jest — jak myślicie — u poszczególnych gatunków zwierząt czy roślin? Oczywiście liczby, które podamy, są zestawione z dużym przybliżeniem, jednak i one rzucają na zagadnienie pewne światło. A więc... U muszki owocowej, najulubieńszego do niedawnych czasów obiektu genetyków, jest ich 4000, u myszy — pięć razy więcej. A u człowieka wyliczono jkoko 24 000 genów.

Czy jesteście w stanie zdać sobie sprawę, mnożąc choćby te liczby przez ilość gatunków roślin i zwierząt istniejących na świecie, ileż tam musi być najrozmaitszych, choćby najdrobniejszych wariantów i odrębności, przy zachowaniu jednak zasadniczo tej samej budowy strukturalnej?

A wreszcie jeszcze jedna cecha, którą słowami elementarnej chemii trudno jest nawet określić. Chodzi mianowicie o to, że przy tej swojej, że się tak wyrażę, „arystokratycznej” niezależności i niezmienności, substancje takie powinny by jednocześnie okazywać pewnego rodzaju despoticzną aktywność. Aktywność nie w tym sensie, żeby same na stałe wchodziły w reakcje z otaczającymi je innymi związkami, ale że wpływają w pewien sposób na otaczające je ciała chemiczne. Bo przecież, jak by sobie inaczej wyobrazić możliwość realizowania tego przenoszenia przez nie cech na potomne osobniki? Spróbujmy się porozumieć dokładnie. Przyjmijmy, iż mam w tej chwili na myśli gen wywołujący piegowatość skóry. Bardzo błędnie myślałby ten, kto by sądził, iż taki gen to jest maciupeńki „brązowy pieg”, który siedzi w chromosomie plemnika czy jaja i znalazłszy się w komórkach powstałego z nich organizmu zaraz gwałtownie się rozmnaża i wylazi na skórę.

Nie, woale tak nie jest. Sam gen może wcale nie być brązowy i wcale nie należeć do barwników, on tylko powoduje wytworzenie się piegów; znalazłszy się, mianowicie, w olbrzymiej różnorodności białek lub ich fragmentów i innych skomplikowanych związków organicznych, jakie reprezentuje plazma, zaczyna dobierać je i szeregować w pewien określony sposób, thk aby zestawić z ndch jedną, drugą, trzecią cząsteczkę chromoproteidu, czyli białka barwnikowego. Z chwilą kiedy on, jego sąsiad i inne geny w całym szeregu komórek skóry przeprowadzą tego rodzaju akcję, wtedy pojawi się plamka brązowa, którą nazywamy piegiem.

Czynności genu można by więc przyrównać do działania małych dzieci, z któryoh (każde, wprowadzone do pokoju pełnego klocków do zabawy, zawsze wybierze z nich tylko pewne, z góry określone i zawsze ustawiać będzie jeden i ten sam wzór, którego się kiedyś nauczyło, ale oczywiście odrębny od tego, jaki umieją robić dzieci z innych przedszkoli.

Takim to trzem wymaganiom musiałaby odpowiadać substancja, którą by nam przedstawił biochemik, abyśmy mogli uznać, iż pasuje ona do roli, jaką w życiu organizmu odgrywa gen. No i oto dopuścimy wreszcie samego specjalistę do głosu.

Od dawna wiadomo było, iż w chromatynie, a więc w barwiącej się substancji jądrowej, którą z innych względów — mianowicie morfologicznych i zachowania się jej przy podziale komórek — posądzano, iż jest środowiskiem genów, znajduje się fosfor. Fosfor ten występuje tam w postaci kwasu fosforowego. Oczywiście jednak nie w swojej skromnej nieorganicznej postaci, ale w biozwiązkach zawierających prócz niego pewne węglowodany oraz pewne zasady azotowe. Tego rodzaju związki nazywamy nukleotydami. Ale one też nie mogą jeszcze pretendować do reprezentowania substancji genu, gdyż są chemicznie zbyt mało zróżnicowane. Jest ich mianowicie w rozmaitych wariantach zaledwie kilkadziesiąt czy kilkaset rodzajów. Biochemicy odkryli jednak, że owe nukleotydy są to jakby ogniwka czy cegiełki, które w najrozmaitszym układzie mogą łączyć się jeden z drugim w coraz to większe cząsteczki łańcuchowe dając nici cząsteczki czasem nawet wielocentymetrowej długości.

Tego rodzaju zbiorowe cząsteczki noszą nazwę kwasów nukleinowych, a tych przeróżnych odmian może być na świecie miliardy. Albowiem — rozumiecie chyba, iż jeden nukleotyd mniej czy jeden więcej w łańcuszku już stanowi o odrębności dwóch kwasów nukleinowych. Jeszcze zaś inny powstanie, gdy gdzieś w środku szeregu zamienią się miejscami dwa różne nukleotydy. Jednym słowem, widzicie sami, że jeśli chodzi o warunek miliardów wariantów, to kwasy nukleinowe odpowiadają żądaniu w zupełności.

A jak tam jest z ich trwałością? — zapytamy biochemika. O, są one bardzo trwałe, wybitnie ciężko wchodzi w reakcję z jakimiś innymi związkami chemicznymi, ale ponadto posiadają jeszcze jedną cechę — dodaje tajemniczo biochemik.

Wobec innych związków zachowują się tak, jak matryca drukarska wobec ołowiu. Układają je po prostu w pewien określony wzór, zawsze oczywiście taki sam...

Mam nadzieję, iż po tych słowach biochemika ja nic chyba więcej dodawać nie potrzebuję. Nikt już bowiem nie ma zapewne żadnych wątpliwości, iż chemicznym substratem genów muszą być kwasy nukleinowe, znajdujące się w chromatynie Jądra komórkowego. Nadmienię jedynie, że w chromatynie istot żywych najczęściej spotykany jest kwas dezoksyrybonukleinowy, zwany w skrócie (DNA) on zaś w swych niezliczonych wariantach stanowi po prostu cały łańcuszek genów.

NOWE DOWODY HODOWLANE

Kiedy w zagadnieniach dziedziczenia, podjętych oczywiście przez hodowcę, wypowiedzieli się ponadto: cytolog— a więc, jeśli rzecz tak można, anatom mikroskopowych struktur organizmu, a następnie biochemik, w ostatnich czasach powtórnie jeszcze dołączył do tego swój głos biolog eksperymentator.

No, co tu dużo gadać, technika manipulacyjna doszła już do takiej precyzji, że można było spróbować przeszczepiać geny.

Przypuszczam, iż po przeczytaniu zwłaszcza ostatniego rozdziału jesteście nieco zorientowani w teoretycznej możliwości tego rodzaju doświadczenia, gdyż wiecie już przecież, że kwasy nukleinowe stanowiące substrat genu są związkami bardzo opornymi na wchodzenie w reakcję z innymi ciałami, a co za tym idzie, powinny raczej łatwo pozwolić się wydzielić z plazmy w formie względnie czystej.

Na możliwość podobnego doświadczenia zwrócono już uwagę dość dawno, kiedy to angielski bakteriolog Griffith wykonał taki eksperyment.

Zastrzyknął myszce pneumokokd niezdadliwe. Ale ponadto dodał do tego jeszcze porcję zjadliwych, lecz w postaci nieżywej, a więc, zdawało się, również nie będących w stanie nikomu zaszkodzić. Tymczasem myszka wkrótce zdechła, a co najważniejsze, w ciele jej roiło się od pneumokoków, i to właśnie zjadliwych. Skąd takowe się nagle objawiły?

Najtrafniejsze wytłumaczenie tego zadziwiającego faktu jest następujące.

Pneumokoki niezdadliwe rozmnażały się normalnie, natomiast białka, a zresztą i inne związki z ciał owych martwych pneumokoków zjadliwych ulegały we krwi myszy rozkładowi. Jedne szybciej, drugie wolniej. Oczywiście do tych najpóźniej się rozkładających należały kwasy nukleinowe genów, o których powiedzieliśmy, iż w ogóle opornie ulegają jakimś zmianom chemicznym. Wśród nich był też i gen zjadliwości, który widać w dodatku znalazł sposób przedostania się do wnętrza owych niezdadliwych pneumokoków, zamieniając „niewinne jagniątko” w „złowrogie tygrysy”.

A zatem macie przed sobą typowe przeszczepienie genu z osobnika jednej rasy bakteryjnej na inną.

Te, już prawie od trzydziestu lat znane fakty nasunęły francuskiemu profesorowi Benoit i jego współpracownikom myśl, aby spróbować przeprowadzić analogiczne doświadczenie, jednak na organizmach wyższych. Wybrali oni w tym celu kaczki, mianowicie dwie ich rasy. Jedna to pekiny, odznaczające się białością upierzenia, żółtym dziobem oraz stożkowatym, rozszerzającym się ku tyłowi tułowiem, osadzonym niemal pionowo "na nogach. Przedstawicielki drugiej, zwanej khaki, są zasadniczo pstre, jak nasze zwykłe kaczki krzyżówki, dziób mają zielonaworóżowy, położenie zaś ciała poziome, to znaczy równoległe do podłoża.

Tylko proszę nie przypuszczać, iż osobniki tych dwóch ras zostały ze sobą w jakikolwiek bądź sposób skrzyżowane, wręcz przeciwnie.

Pekiny były hodowane normalnie, a więc parowane wyłącznie między sobą w najzupełniejszej czystości.

Natomiast osobnika khaki zabito, a następnie z tkanek jego, <1 to wcale niekoniecznie gruczołów rozrodczych, została wyekstrahowana substancja chromatynowa jąder komórkowych, czyliH zawierająca kwasy nukleinowe genów, ściślej mówiąc wspomniane DNA.

I teraz jedno tygodniowym kacuzszkom czystej rasy pekln zaczęto przez szereg dni w niewielkich ilościach wstrzykiwać • ów wyciąg uzyskany z rasy khaki.

Wywołało to efekt, wprawdzie w założeniach doświadczenia przewidywany, niemniej jednak z całą pewnością rewelacyjny.

Oto po kilku miesiącach takich zabiegów ^okazało się, że nastrzykiwane egzemplarze, w przeciwieństwie do swego rodzeństwa kontrolnego, są wprawdzie białe, ale gdzieś tam trafia się w ich szacie ciemne piórko, tułów trzymają płasko jak rasa khaki, a tył mają też wcale nie ciężki, rozszerzony, jednym słowem — pekinowy, ale podkasany jak u kaczek krzyżówek.

No cóż, wydaje się, iż transplantacja odrębnego DNA się udała. Wśród olbrzymiej ilości genów rasy khaki wciąż wprowadzanych do soków' ustrojowych owej doświadczalnej kaczki pekdn niektóre widać zdołały się wessać w nie zmienionej postaci do komórek .ciała ptaka, no i oczywiście wówczas już realizowały swe zadania w dalszym ciągu tak, jakby w ogóle nie opuszczały swych rodzinnych tkanek ciała kaczki khaki. A to ich „rządzenie" objawia się w ten sposób, iż w zasadniczym zrębie pekiniej budowy występują tu i owdzie — no, oczywiście chaotycznie, bo przecież owo wsysanie się genów do komórek i ich „przyjęcie się tam" — że użyję terminu, jaki stosują sadownicy w stosunku do zaszczepionego zrazu — odbywa się całkiem przypadkowo i nieregularnie. Toteż nic dziwnego, iż owe cechy khaki pojawiają się jakby rozrzucone na ogólnym tle dawnego wyglądu peklna.

Mimo iż doświadczenie powyższe dało wyniki niezwykle interesujące, to jednak w stosunku do zagadnienia, którym my się zajmujemy, jego wartość ugruntowałaby się dopiero wtedy, gdyby tak nabyte cechy okazały się dziedziczne. Z punktu widzenia teorii Mendla jest to zupełnie możliwe. Jeśli niektóre odcinki z tego obcego pochodzenia kwasu

dezoksyrybonukleinowego weszłyby się również do komórek tkanki wytwarzającej jajka i plemniki, to oczywiście po szeregu podziałów znalazłyby się także w komórkach rozrodczych. A jeśli będą w komórkach rozrodczych, to przejdą i na powstającego z nich osobnika potomnego.

Gdyby fakty wykazały coś przeciwnego, trzeba byłoby przypuścić, iż owe geny adaptują się — jak to powiedzieliśmy — przyjmują się, ale niezupełnie, a więc że są traktowane wciąż jeszcze jako ciała obce w tym nowym organizmie i jeśli nie od razu, to po pewnym czasie zostają jednak zlikwidowane.

Mimo nowości tych doświadczeń mamy już na temat dziedziczenia nieco wiadomości. Oto w owym drugim pokoleniu wyraźnych cech rasy khaki nie odkryto. Co prawda, jeśli mam ściśle referować, to eksperymenci podkreślają z triumfem, że część tych kaczuszek miała różowe, a nie żółte dzioby, a więc jednak choć cośkolwiek po rasie khaki. Ale niestety, owa różowość dziobów trafia się w pewnym procencie i u zwykłych, nie wstrzykiwanych pekinów, a więc w tym przypadku wyraźnym dowodem przeszczepienia genu być nie może.

Oczywiście w tej dziedzinie stawiamy dopiero pierwsze kroki, co będzie dalej — przyszłość okaże.

GENETYKA A EWOLUCJA

Kiedy kolejno referując doszliśmy już do ostatnich, bo współczesnych wyników na odcinku interesujących nas praw dziedziczenia, każdemu szerzej myślącemu człowiekowi powiążą się one z zagadnieniem ewolucji, której biologicznego znaczenia nikomu chyba nie trzeba tłumaczyć. Niewątpliwie na pewnym z etapów rozwoju nauki Mendla mogło się zdawać, iż stanowi ona podbudowę dla poglądów kreacjonistycznych w tym sensie, iż ewolucji zasadniczo nie ma, a zmienność form świata żywego powstaje doraźnie, przez dobieranie się coraz to innych kompletów genów, wskutek czego w różnych okresach widzimy na Ziemi najrozmaitsze postacie roślinne lub zwierzęce.

Chcąc rzecz przedstawić w modelowym uproszczeniu, wyobraźmy sobie stolarza, który wykonał bogaty komplet przeróżnych klocków; czyż nie należy go uważać za pośredniego twórcę wszelkich wzorów i figur, jakie później powstawać będą przy takim czy innym ich układzie? Analogicznie, czy Istota Wszechmocna, dawszy byt genom, nie zapoczątkowała tym samym wszystkich postaci, które z ich kombinacji później powstały?

Nic dziwnego więc, że w dogorywającym już w pierwszych dziesiątkach lat bieżącego wieku sporze między ewolucjonistami i kreacjonistami ci właśnie uchwycili się tej niejako ostatniej deski ratunku i najzupełniej bezpodstawnie upierając się przy tezie absolutnej niezmienności kiedyś stworzonych genów twierdzili, iż najnowsze zdobycze nauki, czyli

genetyka mendlowska, przemawiają wbrew ewolucjonizmowi właśnie za ich poglądami.

Oczywiście było to stanowisko niesłuszne, albowiem przy końcu zeszłego stulecia W. Bateson a również H. de Vries stwierdzili istnienie zmienności skokowej, zaś w parę dziesiątków lat później prace Mor'ana wykazały wyraźnie istnienie zjawisk mutacji, czyli zmiany w genach. I a co za tym idzie, całkowicie obaliły wszelkie koncepcje opierające się na absolutnej niewzruszalności owych jakoby wieczyście takich samych od chwili „stworzenia” — „prakłocków”. A jednak pojawili się nieproszeni, albowiem metodami zupełnie niemateria- listycznymi operujący „wyznawcy materializmu”, którzy apriorycznie, nie opierając się na faktach lub, jeszcze gorzej, czasem je przeinaczając, podjęli „oczyszczanie” nauk biologicznych z idealistycznych według swego mniemania nalotów. Starali się oni zanegować w ogóle wszystkie realne zdobycze genetyki mendlowskiej, nadając swym pomysłom nazwę „darwinizmu twórczego” lub „genetyki dynamicznej”.

Rozprzestrzenianie tych wyssanych z palca „teorii” akurat w połowie bieżącego wieku przyczyniło wiele szkody naukom biologicznym w dziedzinie ewolucjonizmu i dziedziczności. Od czasów wielkiego filozofa angielskiego — Bacona, właśnie podstawową zasadą wszelkich materialistycznych nauk przyrodniczych było wpojenie w ludzi przekonania, iż w dziedzinie światopoznawczej nie mają wartości żadne najbardziej nawet efektowne ani tym czy innym dogadzające z osobnych względów spekulacje myślowe, o rle nie są absolutnie zgodne i poparte przez dokładnie stwierdzone fakty.

Nieprzestrzeganie przez materialistę przyrodnika tych zasad jest tym bardziej szkodliwe, iż — co zresztą niestety ma swoje uzasadnienie historyczne — umysł ludzki w swym stopniowym rozwoju wykazał zawsze dużo większe skłonności do emocjonalnego sympatyzowania ze zgrabnie wymyślonymi koncepcjami spekulatywnymi aniżeli ze żmudnie prowadzonym rozumowaniem. Zwłaszcza z rozumowaniem

nie swobodnie i beztrosko bujającym w wolnych przestrzeniach myśli, ale ograniczanym wciąż barierami faktów wyskakujących w najbardziej niespodziewanych miejscach toku badania a nie dopuszczających do żadnych wlotów fantazji poza przez siebie wytyczone granice.

Po ogarnięciu i dogłębnym przyswojeniu takiego stanowiska każdy dopiero wyraźnie pojmie, iż owa wspomniana stuletnia walka kracjonistów z materialistami nie mogła po prostu zakończyć się merytorycznie porażką którejś ze stron. Albowiem prowadzenie, a w ogóle możliwość powstawania takiej walki polegała jedynie na typowym nieporozumieniu; jeśli byśmy chcieli obrazowo to wyrazić, był to spór dwóch istot z absolutnie odrębnych światów, ewentualnie reprezentantów pojęć zupełnie różnych kategorii.

Dla wyjaśnienia powyższej tezy znów ucieknijmy się do przykładu.

Czy podjąłby się ktokolwiek spomiędzy czytelników wykazać niezbiecie, która czynność dostarczy może większej przyjemności i rozrywki: wspinaczka górską czy szachy?

Na pewno nikt rozsądny nie weźmie do rozstrzygnięcia takiego zagadnienia, lecz stanie na stanowisku, iż stopień przyjemności jest rzeczą absolutnie względną i zależną od indywidualnych gustów danego osobnika.

Dla tych, którym nie wystarcza powyższe porównanie, omówimy jego analogię nieco szerzej. Szachista prowadzi swe zmagania na terenie sześćdziesięcioczeropolowej szachownicy, alpinista na obszarze setkami kilometrów ciągnących się niebotycznych gór. I <tu, i tu metody postępowania, technika, przepisy w zachowaniu, zasady etyki sportowej są zupełnie inne. Oczywiście, że w każdym przypadku powinno się ich przestrzegać, ale tylko w obrębie swej dziedziny, nigdy nie przenosząc z jednej na drugą. Nie należy więc wyobrażać sobie na przykład, że rozsadą można przebyć trudną grań. górską, ani też pomagać sobie w partii szachowej „zawadzając” czekaniem o głowę partnera.

Tymczasem dyskusje materialisty z kreacjonistą miały właśnie posmak przekonywania się nawzajem poniekąd tego rodzaju metodami, jak dopiero co przytoczone.

Pierwszy z góry głosi, iż interesują go tylko fakty, które dają się niewątpliwie stwierdzić za pomocą ludzkich zmysłów, ewentualnie takie, które w drodze logicznych procesów pozwolą się z tych obserwacji wyprowadzić. Poza tym kategorycznie zapowiada, iż w dziedzinie światopoznawczej inne metody dla niego nie istnieją.

Na to oznajmia swe credo kreacjonista: „Mnie to wszystko, coś powiedział, w ogóle nie pociąga ani interesuje. Twoje metody rozumowe uważam za czcze i mamiące. Wrażenia, które odbieram zmysłami, nie są dla mnie jedynymi dowodami istnienia czegoś. I dlatego jestem dużo mocniej przekonany o realnym bytowaniu zupełnie innego świata niż ten

twój zmysłowy, bo dowodem na to jego istnienie jest odczuwana przeze mnie głęboka wiara, iż jest tak, a nie inaczej", I oto Wyobraźcie sobie, że od stu lat jesteśmy świadkami zacieklej dysputy takich właśnie dwóch panów. Jeden z nich głośno wmawia drugiemu, iż ma go jego zmysły i jego rozumowania, drugi twierdzi, iż wiara przeciwnika jest funta kłaków niewarta, jako narzędzie światopoznawcze, z czym znów tamten się nie godzi.

Kreacjoniści w czasach politycznej hegemonii nad światem władz kościelnych popełnili • błąd, a przede wszystkim niekonsekwencję, gdyż spróbowali dla nakłonienia przeciwnika do swoich opartych na wierze przekonań użyć jego własnej broni, a więc metod rozumowych, jakby zapomniawszy, że sami uważają je za dużo . mniej wartościowe niż na przykład wiara lub objawienie. Było w tym jednak nieco utylitarnej potrzeby, co wykażemy za chwilę^ przede wszystkim zaś głębokiego przekonania, że słuszność sprawy'pozwoli osiągnąć zwycięstwo nawet orężem mniej doskonałym. I rzeczywiście początkowo rezultaty okazały się wcale niezłe, niestety jedynie tak długo, dopóki się rozporządzało tak znakomitym argumentem końcowym, jak auto-da-fe, ale gdy ten już ostatecznie wypadł im z ręki, kreacjoniści posługujący się w dysputach rozumowaniem zaczęli ponosić łatwe do przewidzenia porażki.

Są to jednak porażki raczej metodologiczne, kiedy bowiem cofną się oni na właściwe im pozycje, a mianowicie — wiary, tak jak dajmy na to szachiści na teren swych sześćdziesięciu czterech pól szachownicy, z pewnością nie przegrają wtedy żadnej potyczki, albowiem atakujący materialista — jak łatwo zrozumieć — w tę dziedzinę nie ma żadnego wglądu, w jej obrębie działać już nie może, bo ona dla niego, właśnie z powodu, iż jest materialistą, po prostu w ogóle nie istnieje.

Tylko że to wycofanie się na wyłączne pozycje wiary ma pewne wyraźne braki propagandowe. Kiedy dyskutuję bowiem z kimś na płaszczyźnie rozumowej, rozporządzam raz

na zawsze ustalonymi przepisami „gry”. Mając rację mogę jej dowieść sobie czy przeciwnikowi zupełnie obiektywnie, jeśli tylko poprawnie zestawię przesłanki i konsekwencje z nich wynikające. Natomiast sprawa wiary jest kwestią indywidualną każdego osobnika. Wierząc w coś głęboko, mogę o tym poinformować mego sąsiada, mogę zaproponować mu, aby również w to uwierzył i on; jeśli zechce, może zacząć wierzyć w to, co i ja. Jednak stworzyć w nim czy wszczepić weń owej wdary absolutnie nie można, dowodzenie zaś jej rozumowe odpowiada przyznaniu z góry, że metoda materialistów jest jednak wartościowsza jako narzędzie światopoznawcze niż irracjonalna wiara.

Stąd to właśnie jedyną sensowną, a przede wszystkim bezpieczną postawą jest pilnowanie przez zwolenników obydwu systemów poznawania świata poprawnych zasad reprezentowanych przez siebie stanowisk, a nie, jak to się mówi, wkraczanie na cudze podwórko. Zwłaszcza ważne jest to, jeśli chce się agitować i werbować zwolenników swoich poglądów, albowiem zły to materialista i źle służy swojej idei — choćby nawet przysporzył jej kilku rzekomych zwolenników — ale tego na przykład rodzaju argumentami:

„Wiercie mi, bo daję na to słowo honoru, że o zjawiskach świata przekonać się można tylko w drodze obserwacji i rozumowania”... Ale też i zjym kreacjonistą jest ten, kto zapowiada: „Ja ci tu zaraz rozumowo dowiodę istnienia na świecie aniołów, diabłów oraz nieba i piekła”.

GEN TO JESZCZE NIE CECHA

Rozważania powyższe konieczne mi były dla wyjaśnienia przyczyn kontrowersji, w jaką pozornie wkroczyła genetyka wobec materialistycznych poglądów na świat. Stwierdziwszy, iż naiwni obrońcy materializmu w rzeczywistości sami swe tezy opierali na poglądach nie mających nic wspólnego z faktami, postaramy się w końcowych rozdziałach dowieść, iż wbrew wypowiedzanym obawom, teoria genowa absolutnie nie jest sprzeczna z ewolucją i, co ważniejsze, przy jej pomocy daje się bez reszty wyjaśnić zjawiska ewolucyjne.

Nie jest to jednak takie proste.

Ponieważ każda zmienność dziedziczna, której istnienia genetycy oczywiście nie negują, musi jednak według nich następować przez przekształcenie się genu, czyli przez jego mutację, a co się tych ostatnich tyczy, to słyszeliśmy, iż występują dosyć rzadko — jakko jeden z pierwszych szkopułów przy wiązaniu genetyki z ewolucją wysunie się następujące zastrzeżenie.

Przecież ewolucyjne zmiany w organizmach mają zawsze charakter kierunkowy. Toteż zarówno koncepcja Lamarcka, jak i Darwina tłumaczyły przekształcenia gatunków, których progresja była zawsze wycelowana w pewną określoną stronę. W lamarckowskiej wpływać na to miała używalność lub nie- używalność niektórych organów, w koncepcji Darwina dobieranie się do rozplodu z konieczności tych osobników, które posiadały cechę biologicznie pozytywną, gdyż gorzej przystosowane odpadały w walce o byt, jeszcze zanim zdążyły wydać potomstwo. W każdym razie selekcja naturalna, która,

jeśli można tak powiedzieć, uprecyzynia kierunek zmienności zawsze po linii jak najlepszego dopasowania do warunków otoczenia, ma z pokolenia na pokolenie coraz mniej do brakowania w urodzonym pogłowiu, gdyż bądź co bądź — sama zmienność już idzie właśnie ku dokładniejszemu dostosowaniu się do środowiska.

Natomiast jeśli mielibyśmy przyjąć, że ewolucję tworzy tylko zmienność mutacyjna, a więc przypadkowa i różnokierunkowa, a dopiero selekcja wyniszczając wszystkie istoty nie dopasowane do życia miałaby jej nadawać jakieś oblicze celowe — to w takim razie pojawiać by się musiała wprost astronomiczna ilość owych przekształceń genowych, aby z wybranych wśród nich dała się wreszcie wyłonić i utrwalić jakaś forma istoty nieco lepiej przystosowanej.

I żeby to chociaż w przyrodzie z reguły dawało się obserwować zawsze tylko dwa zdecydowane warianty cech u zwierząt czy roślin: oto jedne, te starsze, z cechą gorzej pasującą do życia, a drugie nowe, już po mutacji genu, u których dana właściwość raptownie się poprawiła. Ale przecież w rzeczywistości jest zupełnie inaczej: na każdym kroku widzimy setki odmian czy gatunków o przeróżnym stopniu przystosowania poszczególnych właściwości. Weźmy na przykład kolejno pod uwagę ssaki nie latające, następnie takie, które, jak wiewiórka, dzięki budowie anatomicznej są w stanie pozwolić sobie na bardzo długie skoki, w czasie których przebywają pewną przestrzeń lotem ślizgowym. A dalej cały szereg gatunków spośród lemurów, gryzoni czy workowców, które wytworzywszy szeroką fałdę pomiędzy przednimi a tylnymi łapami, przybrały kształt latawca | szybują po skoku czasem nawet bardzo długo. Wreszcie, gdy zakończymy ten szereg coraz lepszych przystosowań do lotu — nietoperzami, które już niemal tak jak ptaki opanowały technikę poruszania się w powietrzu, czy nie dojdziemy do wniosku, że za każdym razem musiałyby prawdopodobnie następować miliony różnokierunkowych mutacji, aby selekcja mogła w końcu wybrać

to, co wykazało największe szanse przeżycia, w dodatku zaś mutacje te następować musiałyby w tej wielkiej mnogości przy każdym „schodku” postępu ewolucyjnego.

Jakże więc pogodzić owo jakoby niełatwe zmienianie się, genów z koniecznością olbrzymiej ilości przeróżnych mutacji, z których dopiero w drodze selekcji ostaną się te postacie, najlepiej przystosowane, a to dopiero uczyni jeden zaledwie ukierunkowany krok ewolucyjny? Otóż, jak się okazuje, pod tym względem mimo pozorów nie ma specjalnych kłopotów, byle tylko z całym rozsądkiem przystąpić do rozpatrzenia tych kwestii.

Dotąd ciągle operowaliśmy pojęciem genu jako twórcy określonej cechy. Pragnąłbym jednak, abyście uprzytomnili sobie, iż jest to tylko przypadek najprostszy. Bardzo często wystąpienie jej zależy nie od działania jednego genu, lecz kolejnej akcji kilku z nich. Sądzę, iż najlepiej objaśnią nas w tej mierze przykłady. Otóż u petunii, goździków czy ewentualnie bawełny występują w kwiecie jednocześnie różne kolory, a więc biały, żółty oraz czerwony. Dokładniejsze badania, które przeprowadzono nad bawełną, wykazały, iż z jakiejś bezbarwnej substancji wstępnej w przypadku obecności pewnego genu, nazwanego „Y” (nie mieszać z Y-kiem płci), powstaje zdefiniowana chemicznie leucoanthocyanidyna, zresztą w dalszym ciągu niekolorowa, tylko że ten sam gen „Y” nie pozostawia jej w spokoju, lecz działa na nią dalej, przekształcając na flavonol, ten zaś nosi już odcień wyraźnie żółty. Nie dość jednak na tym, w przypadku kiedy obok genu „Y” pojawi się gen nazywany „G” — flavonol zostanie przekształcony znów w leucoanthocyanidynę, a więc — nastąpi powrót do białości. Tylko że nie koniec na tym, jeśli bowiem w zespole wystąpi jeszcze trzeci gen „S”, to owa leucoanthocyanidyna zostanie przerobiona w antho- cyanidynę, związek wyraźnie czerwony. Jak widzicie zatem, zdecydowany kolor czerwony u tych

roślin jest zależny od współdziałania aż trzech genów, gdyż z substancji wstępnej, bez „Y”, ani gen „G”, ani gen „S” nic dokonać nie będą w stanie. Ale również bez genu „G” nie powstanie czerwona anthocyanidyna, albowiem jej wyjściowa postać leuco jest od razu przerabiana przez wciąż działający „Y” na żółty flavonol, a dopiero gdy gen „G” znowu odwraca tę reakcję, daje możliwość rozpoczęcia działania genowi „S”, ostatecznemu twórcy czerwieni.

Rozumiecie chyba teraz, jak różnorodne kombinacje cech mogą pojawiać się przy takim zespole, jeżeli choćby jeden z genów zmieni się, czyli ulegnie mutacji. A przecież życie wykazuje, że w kwiatach tych roślin występują w dodatku deseniowe zestawienia barw, na przykład żółte z czerwonymi środkami, co wskazywałoby na mutowanie genów tylko na poszczególnych odcinkach organizmu.^

A oto drugi~tym razem „zwierzęcy” przykład. W drodze mutacji w hodowlach słynnej muszki owocowej pojawiały się osobniki z czerwonymi oczami...

W tej chwili obawiam się najbardziej tych, którzy coś niecoś wiedzą z biologii i zaraz zaczną przebąkiwać o albinizmie i czerwonych w związku z tym oczach kręgowców, jako że brak barwnika w tęczówce tych zwierząt powoduje prześwitywanie silnie ukrwionej naczyniówki.

Wyłączcie tu jednak, proszę, tego rodzaju porównania. Czerwone oczy muszki owocowej w niczym nie wiążą się z poprzednim przykładem, gdyż owady mają przecież krew jasną, a nie czerwoną, a zatem jej prześwitywanie nie nadałoby ich oczom odcienia ani purpury, ani szkarłatu. Widać więc, iż tu ten kolor musi być wywołany przez specjalne jakieś barwniki, a nie przez przyhamowanie ich produkcji w powierzchniowych warstwach ciała, dzięki czemu przychodzi do głosu hemoglobina i zaczerwienienia oczy albinosa, jak to bywa wśród kręgowców.

Mechanizm powstawania owego czerwonego ommochromu u muszki owocowej odbywa się następująco. Znany jest dość

pospolicie w biochemii aminokwas zwany tryptofanem. W obecności genu „A” przekształca się on na kynureninę, w obecności genu „B” na trójoksykynurinę. Na nią dopiero działają "kolejno jeszcze dwa czy trzy. geny 4 wreszcie czerwony ommochrom jest gotowy.

Jak widzicie, sprawa genów, ich przechodzenia na potomstwo, ale przede wszystkim pojawianie się takich czy innych cech staje się kwestią wyjątkowo skomplikowaną, albowiem — i to jest sprawa, której nie należy nigdy tracić z oczu — po rodzicach dziedziczy się gen, a nie cechę, która może zgoła różnie wyglądać, jeśli — jak choćby w przytoczonych przykładach — zależeć będzie dopiero od całego zespołu genów.

MUTACJA ZŁA CZY DOBRA

Powiedzieliśmy, że gen to jeszcze nie cecha.

Taka na przykład nieśność u kur zależy od współdziałania ni mniej, ni więcej, tylko aż ośmiu genów; a więc proszę teraz spróbować uprzytomnić sobie, jaka wielka możliwość odmienności w osobnikach danego gatunku może wystąpić po mutacji jednego tylko z nich, nie zapominajmy bowiem, że potomek powstaje przecież z ojca i matki, a zatem od drugiego z rodziców dziecko otrzymać może odpowiedni gen albo również zmutowany, albo nie. Dalej znów wziąć trzeba pod uwagę, czy to ów mutant, czy też, przeciwnie, gen nie zmieniony będzie dominować. A wreszcie, czy zmutowany gen wystąpi w całym zespole innych towarzyszy i jak wówczas odbije się na wyglądzie swego właściciela, czy też działać będzie niejako w pojedynkę, gdyż inne geny z jego zespołu okażą się nieobecne, lub też przesłonięte przez dominujących nad nimi partnerów.

W każdym razie wiedźcie, iż obliczono, że stosunkowo niewielka ilość zmian genów może dać potencjalnie niesłychaną wprost liczbę zmienności wyglądu osobniczego, czego przykładem niech będzie następujący rachunek przeprowadzony dla gatunku *Homo sapiens*. Oto jeśli przyjmiemy, iż w jakiejś tam jednostce czasu nastąpiło — przypominam, jedynie w genach gatunku człowieka — tysiąc mutacji (co chyba jest liczbą znikomą, jeśli uwzględnić te wspomniane już 24 000 genów, którymi ten gatunek rozporządza, oraz 2,5 miliarda ludzi żyjących na świecie), to okazuje się, że przy owym ty-

siącu mutacji ilość możliwych układów genów, które spowodują odrębne 'postacie człowieka, jest wielokrotnie większa niż liczba dopiero, co wspomnianego pogłowia ludzkiego na kuli ziemskiej. A w dodatku pamiętajcie, proszę, że już teraz (wyłączając bliźnięta jednojajowe) nie ma na świecie dwóch ludzi, którzy by się mogli pochwalić, iż mają w komórkach identyczny zespół zawiązków dziedzicznych. ¹

Zatem przy wiązaniu ewolucji z genetyką szkopał polega- * jacy na rzadkości występowania mutacji można by uważać za usunięty. Zaraz jednak za nim zjawia się drugi. Jak miałem, zdaje się, już sposobność wspomnieć, mutacje badano wywołując je sztucznie na bardzo podatnym do wszelkich obserwacji genetycznych materiale, a mianowicie na drobnutkiej muszce zwanej owocową. Bo to i mnoży się łatwo, i cały cykl rozwoju trwa zaledwie kilka dni, i chromosomów okazało się u tych owadków w jądrze zaledwie kilka, co oczywiście bardzo ułatwia obliczenia. Otóż na tym materiale zauważono, iż każda objawiona w drodze mutacji mowa cecha odbija się raczej ujemnie na żywotności naszej muszki. Łatwo przecież zrozumieć, że na przykład uwsteczzenie skrzydeł — nie jest dodatnią właściwością dla istotki, która wyszukiwać musi na pokarm i dla złożenia jajeczek lekko gnijące substancje roślinnego pochodzenia. Z powietrza i dostrzec, i dotrzeć bywa łatwiej niżeli człapiąc żmudnie na piechotę...

Tak zresztą jest i z większością innych cech.

Mutacja, jeśli byśmy tak z grubsza chcieli określić, to raczej wróg gatunku, gdyż produkuje najczęściej cechy semile- talne lub letalne, czyli obniżające życiową sprawność lub zgoła prowadzące do śmierci. No, zgodzicie się chyba, że teraz wysunęliśmy szkopał nie na żarty. Ewolucja, która, jak to już Darwin wykazał, posuwa się w kierunku coraz większej doskonałości w dopasowaniu do warunków życia, miałaby być objaśniona procesem wywołującym właśnie raczej właściwości gorsze niż te, które się miało przed zmianą. W tym względzie niewzruszonych materiałów dostarczyła statystyka.

i

racując z grubsza, że 95% pojawiających się mutacji jest dla gatunku szkodliwych. .

. Myślę zresztą, że to nikogo nie zdziwi. Koniec końcem rozejrzawszy się dokoła po świecie, ewentualnie przypatrzwszy się sobie samym, widzimy chyba, iż organizmy roślinne czy zwierzęce, a również i człowiek, są na ogół do warunków życia dość dobrze przystosowane. A jeśli tak, to każda, zwłaszcza pojedyncza zmiana — musi odbić się na takim ustroju ujemnie. Bo rozważmy tego typu przykład.

Oto kupiłem sobie proszę państwa motocykl, jeżdżę na nim i jestem bardzo zadowolony, ale zgubiłem śrubkę, jedną tylko śrubkę, a części zamiennie oczywiście dostać trudno. Wobec tego odkręciłem śrubkę od dawno już zepsutego, ale też bardzo dobrego innej marki motocykla mego brata i wkręciłem ją do swojego. Ale od tego czasu jakoś mój wehikuł odmawia posłuszeństwa — to nie zapala, to wyłącza motor... w każdym razie funkcjonuje znacznie gorzej niż przedtem. Idę do mechanika. Ten obejrzał moją maszynę, wykrył szybko przyczynę i ipowiada: „Ależ panie, pan ma zamienioną śrubkę z innego motocykla, nic dziwnego, że nie trzyma gwintu, chleboce się itd., itd. I dlatego »motor nawala*-'.

Rozumiecie, genetyk w tej sytuacji powiedzialby nie „zamienioną śrubkę”, ale „zmieniony”, ewentualnie „zmutowany gen”.

— Ależ panie — próbuję się bronić — przecież to jest śrubka też od motocykla i tamten z nią świetnie funkcjonował.

— Tak — odpowiada eierpliwie mechanik -^-'z motocykla, ale innej marki i innego systemu. Pański motocykl jest obliczony i dostosowany tylko do działania z takiego typu śrubką . jaką pan miał poprzednio, a więc tylko taka i o takiej ilości skrętów będzie dobrze trzymać i nie ipsuć zespołowego działania całego mechanizmu. Ja nie kwestionuję zresztą bezwzględnej wartości tej nowej śrubki, dla motocykla tamtego systemu właśnie ona byłaby pasująca i idealna. |pSjyr No więc — powiecie — ten przykład tym bardziej przemawia za tym, że mutacje mogą raczej tylko coś popsuć we względnie doskonałym układzie genów u organizmów, jakie dookoła siebie widzujemy?

Oczywiście, że najczęściej tak. Zejdźmy teraz z terenu mechaniki, a spróbujmy zacytować już konkretne fakty z biologii. Kiedy byłem czynnym dyrektorem Zoo, jeden z właścicieli ziemskich przysłał mi trzy białe daniele, z takim listem: „Chciałem sobie tę ładną zwierzynę rozmnożyć w lasach. Trzymałem je w zwierzyńcu, a przychówek "wypuszczałem na wolność. Ale cóż — przecież takiego „białasa" kłusownik dostrzeże i w ciemną noc, toteż gdy zwykłe rude daniele jakoś się utrzymywały, to białe wybijali mi co do nogi" .. £ Rozumiecie, że to samo byłoby u nas z białym lisem. I wrogowie, i ofiary dostrzegaliby go łatwiej, co w obu przypadkach bez najmniejszej wątpliwości źle by się na nim odbijało. A cóż to jest albinizm, kochani państwo? Nic -innego jak mutacja w genie barwy, mutacja;, jawk się okazuje, i tym razem nieprzychylna.

Zechciejcie jednak uwzględnić jeszcze jedną okoliczność. Jak do tej pory, cały omawiany układ rozważaliśmy w nieco

zbytнім zawężeniu, mianowicie ulegał zmianie dobrze przystosowany do środowiska zespół elementów motocykla czy zespół elementów dziedzicznych daniela lub lisa. I w jednym, i w drugim przypadku pewien z genów, a co za tym idzie, i któraś z cech ulegała zmianie i od razu pryskało owo znakomite przystosowanie całości.

Ale czy sądzicie, że owe warunki, do których się organizmy przystosowały, są już tak absolutnie i niewzruszalnie niezmiennie? A jeśli — co przecież jest możliwe, bo już kilkakrotnie miało miejsce, na naszych ziemiach — nastąpi nawrót epoki lodowej, to które daniela czy które lisy stałyby się w pejzażu mniej dostrzegalne, te rude czy też te ze zmutowanym w kierunku albinizmu genem?

Tu wsiedliśmy, że tak powiem, na wielkie konie i niejeden z czytelników mógłby powiedzieć ironicznie, wzruszając ramionami:

— No, długo musiałaby czekać taka mutacja genu, aby trafiły jej się sposobne warunki, na przykład: jeśli miałyby dotrzeć do aż tak -wielkich perturbacji, jak przesuwanie się na nowo tych olbrzymich mas lodu.

Jest to uwaga bardzo słuszna, jednak odparuję ją infor-

macją dla naszych rozważań wcale istotną, choć to się nie rzuca w oczy. A mianowicie, że mutanty są przeważnie w stosunku do swoich genów od pary recesywami, w rezultacie czego tylko gdy się spotykają oba w jednym osobniku — jak to się mówi — homozygotycznie — bywają w stanie przejawiać swoją ujemną cechę, prowadzącą nawet do jego śmierci. Poza tym zaś mogą całymi pokoleniami oczekiwać niewidocznie, a wystąpić i utrwalić się dopiero przy zmianie warunków otoczenia, ale wówczas jest możliwe, że będą stanowić właśnie cechę dodatnią, a co za tym idzie, przez dobór naturalny podtrzymywaną.

W następnym rozdziale przyjrzymy się tej sprawie, jednak już na nieco innym, nie tak długodystansowym w czasie przykładzie.

RZUT OKA NAPRZÓD

A oto on. Dla "większości naszych polskich rozwielitek, czyli inaczej dafni — drobnych raczków, znanych każdemu, kto w młodości hodował rybki w -akwarium, optymalną temperaturą życia jest + 20°C; jeśli takowa przekracza 22°, giną one szybko. W hodowli laboratoryjnej jednak wyprodukowano formy zmutowane, które są w stanie żyć jedynie w wodach

o ciepłocie 25 — 30° C < A teraz bądźcie łaskawi się zastanowić, czy "takie dafnie mogą powstawać w wolnej naturze?

Ależ oczywiście, że mogą. Człowiek bowiem nie potrafi stworzyć nic takiego, co by w jakichś warunkach przyrody nie mogło jednak zaistnieć spontanicznie. Oczywiście przez kondensowanie lub eliminowanie pewnych wpływów i czynników stwarza on sytuacje, które w normalnych warunkach pojawiają się tylko rzadko lub zgoła wyjątkowo, dzięki czemu, my, ludzie, jesteśmy w stanie uczęstliwić występowanie lub przymnożyć ilość takich form, których inaczej nie oglądałoby się prawie nigdy, co najwyżej tylko przy specjalnym zbiegu okoliczności. Stworzyć jednak coś zgoła nowego, coś, co byłoby sprzeczne z elementarnymi prawami natury, ot na przykład coś, co snuła czasami fantazja, a więc skonstruowanie substancji, która by nie podlegała prawu ciężenia, albo takiej maszyny, która by dostarczała nieprzebranych ilości energii znikąd, a więc niczym nie była zasilana, jest absolutnie poza możliwością ludzką.

Jeśli "więc tego rodzaju mutanty dafniowe powstały w warunkach laboratoryjnych, podobnie mogą one występować

1 w naturze. Tylko że łatwo się chyba zorientować, iż w wa-

runkach naszego klimatu ta mutacja musi za każdym razem ■wyginać bezapelacyjnie.

Ale stopi Wyobraźmy sobie, a to, co powiemy, każdy przyzna, iż nie jest niczym specjalnie nadzwyczajnym, że gdzieś — na południu Polski, w jakimś zacienionym jeziorku wśród gęstych lasów podhalańskich, gdzie temperatura wahała się w okolicach 20°"i gdzie rzeczywiście żyły dość obficie normalne dafnie, już trzy razy powstała taka właśnie mutacja i trzy razy oczywiście została „nie przyjęta przez ekspertów" — po prostu wybrakowana przez nieubłagane warunki natury. Za czwartym razem jednak, akurat w przeddzień pojawienia się v omawianej mutacji, przyszedł halniak, który położył parę hektarów lasu właśnie dookoła jeziora. Od jednego zamachu z chłodu zaciemniających zarośli lustro jego wód znalazło się jak „na patelni", pod doskwierającymi promieniami słońca. Teraz przeciętna temperatura wody wzrosła tam do 28° i... I co? Jak się wam zdaje, która forma okaże się najlepiej przystosowana do obecnych warunków? Co się stanie z tymi naszymi normalnymi dafniami? Czy one, czy mutanty wytrzymają teraz warunki konkurencji?

Odpowiedzi na te pytania są tak oczywiste, że nawet ich tu nie przytaczam, ale śledźcie dalej tok tej myśli.

Oto ptaki wodne przelatujące na południe mogą na nogach czy puchu parą sztuk takich zmutowanych dafni zawlec dajmy na to na Węgry czy jeszcze bardziej na południe, do takich zbiorników, które wobec swej temperatury powyżej 27° w ogóle owych dafni zwykłych nie posiadały. Ale mutainy właśnie taką temperaturę lubią i tam już osiedlają się na stałe. Macie więc przykład zwycięstwa mutacji nawet w ramach naszych normalnych zmian i przeobrażeń środowiska bez uciekania się do światowych katastrof, a to jej zwycięstwo jest zarazem przekształceniem się gatunku oraz zwiększaniem obszaru jego rozprzestrzenienia.

Wobec tego chyba bardzo interesującą rzeczą jest stwierdzenie dla każdej odmiany i każdego genu współczynnika jego spontanicznej mutacji. Oczywiście orientujecie się chyba, jak bardzo, żmudne i po prostu trudne są tego rodzaju doświadczenia. W każdym razie jednak okazuje się, iż przeciętnie dla danego genu jedna mutacja przypada w granicach od 120 tysięcy do 10 milionów komórek rozrodczych. Ale bywa i więcej. Niektóre z genów człowieka wykazują współczynnik 3 mutacji na 100 tysięcy komórek.

Prawdopodobnie chcielibyście zapytać, jakie przyczyny powodują owe spontaniczne mutacje? Na to odpowiedzieć można, iż absolutnie takie same jak i w ogóle wszystkie reakcje chemiczne, które znacznie intensywniej, a jeszcze lepiej powiedzieć głębiej, zachodzą przy zwiększonym dopływie energii. Przede wszystkim zaś obecność w otoczeniu wolnych jonów działa tu przyspieszająco, dlatego też w doświadczeniach wszelldiego rodzaju promieniowanie, jak również obecność aktywnych związków, na przykład w rodzaju iperytu, wybitnie zwiększa wspomniany współczynnik częstotliwości mutacji.

Toteż trudno nie zakończyć tych rozważań swego rodzaju ostrzeżeniem.

Ludzie, dzięki szczęśliwym mutacjom dotyczącym genów zarządzających rozwojem waszej tkanki nerwowej, staliście się zdolni do kierowania wieloma siłami przyrody i koncentrowania ich w czasie i miejscu w sposób normalnie na Ziemi prawie nie spotykany.

W bieżącym wieku poczyniliście rzeczywiście zadziwiające odkrycia na polu chemii i fizyki jądrowej, ale czy zdajecie sobie sprawę, że właśnie przez owo wyzwalenie przeróżnych aktywnych jonów czy promieni przesuwanie współczynnik częstotliwości, no, powiedzmy, „spontanicznej” mutacji genów, nie tylko w obrębie roślin i zwierząt, ale i w sobie samych? A mutacje, jak mówiliśmy, zasadniczo tylko przy równoległych zmianach środowiska mogą okazać się przychylne, w normalnych zaś warunkach olbrzymi ich procent będzie mniej lub więcej zgubny dla dotkniętych nimi osobników.

Nie znaczy to oczywiście, aby zgodnie z radami słynnego Jana Jakuba Rousseau wracać do natury i cofać się nawet może do epoki kamiennej. Sam się entuzjazmuję coraz nowymi odkryciami umysłu ludzkiego, tylko przyznam się, że nie wynalazki jako takie wywołują mój podziw, ale potęgą rozumu człowieka, który owe spostrzeżenia i zdobycze potrafi właściwie dawkować i zestawiać ku coraz większemu pożytkowi ludzkości. Trudno byłoby natomiast jako kierowaną rozsądkiem traktować dziecięcą zapalczywość w podejmowaniu czynów, choćby nawet bardzo efektywnych, które jednak wskutek braku rozwagi i wszechstronnego przemyślenia w ostatecznych konsekwencjach okazałyby się dla naszego własnego gatunku zgubne. Wobec wzrastających bowiem ilości przeważnie szkodliwych mutacji przekształcałyby one nas samych z wolna, z pokolenia na pokolenie, w istoty coraz mniej zdolne do normalnego życia, coraz bardziej podlegające wciąż nowym chorobom, co mogłoby nawet doprowadzić w konsekwencji do całkowitego zniknięcia rodu ludzkiego z powierzchni Ziemi.

