

KRZYSZTOF ŁASTOWSKI

## O IDEALIZACYJNYM STATUSIE BIOLOGII TEORETYCZNEJ

### Problem istnienia biologii teoretycznej

Jednym z najbardziej spornych problemów współczesnej biologii jest zagadnienie istnienia biologii teoretycznej i jej przedmiotu badań. W kwestii tej wypowiadają się biologowie, przedstawiciele innych dyscyplin szczegółowych oraz filozofowie i matematycy. Najczęściej prezentowane poglądy sprowadzić można w zasadzie do dwu przeciwstawnych stanowisk. Pierwsze z nich reprezentują zwolennicy poglądu głoszącego, że nie istnieją żadne istotne racje, by powoływać do życia biologię teoretyczną i próbować określić jej przedmiot badań. Twierdzą oni, że wystarczającym, z punktu widzenia celów badawczych, stanem rzeczy w teoretycznych badaniach biologów jest stosowanie już istniejących teorii, choćby teorii systemów, teorii katastrof, teorii informacji czy termodynamiki układów otwartych. Teorie te, w zasadzie, nie posiadają integralnie z nimi związanego przedmiotu badań. Jest to zresztą pożądana, według tego poglądu, właściwość wspomnianych teorii, ponieważ dokonanie stosownej interpretacji merytorycznej gwarantuje uzyskanie zadowalających wyjaśnień lub przewidywań w zakresie wskazanej w interpretacji dziedziny zjawisk. Dla skrótu wymienione teorie będę nazywał teoriami „czystymi” \*. Warunkiem niezbędnym, jakimi nakładam na te teorie, jest możliwość uzyskania interpretacji empirycznej ich twierdzeń teoretycznych. Wniosek nasuwa się więc następujący: stanowisko 1. odrzuca *de facto* istnienie biologii teoretycznej.

Natomiast stanowisko 2. wypowiada się za istnieniem zarówno biologii empirycznej jak i teoretycznej. Określa ono zarazem przedmioty badań obu dyscyplin. Jednakże postulowane rozróżnienie oparte jest na charakterystyce podejmowanych przez biologów czynności badawczych. Tak więc, wedle tego punktu widzenia, przedmiotem badań biologii empirycznej jest dziedzina zjawisk, którą biolog — empiryk obserwuje i rejestruje, sporządzając dane empiryczne. Obróbką teoretyczną tych danych zajmuje się biolog — teoretyk, który drogą uogólnień buduje teorię naukową. Głębsza

\* W podobnym kontekście terminu „teorie czyste” używa Nowak [1976].

analiza przedstawionego rozróżnienia pokazuje, że jest ono narażone na poważny zarzut, który można sformułować następująco: różnica pomiędzy biologią empiryczną i teoretyczną jest w rzeczywistości różnicą sposobów postępowania badawczego, te zaś opisują nie dwa różne, lecz ten sam przedmiot badawczy, którym jest dziedzina zjawisk biologicznych. Zatem rozróżnienie postulowane przez stanowisko 2. jest rozróżnieniem pozornym.

Podsumowując, łatwo zauważyć, że stanowisko 1. odrzuca w ogóle celowość wyróżniania w obrębie biologii — biologii teoretycznej i jej przedmiotu badań, zaś stanowisko 2. postulując istnienie biologii teoretycznej, wraz z określonym przedmiotem badań, sprowadza go w istocie do przedmiotu badań biologii empirycznej, co w konsekwencji podważa zasadność głoszonego postulatu. W tej sytuacji stan faktyczny sporu przyjmuje postać: w przypadku stanowiska 1., biologia teoretyczna nie ma racji bytu — wyłącza ją w badaniu zjawisk biologicznych tzw. „teorie czyste”; w przypadku stanowiska 2. natomiast, mówi się o istnieniu biologii teoretycznej, jednakże sposób jej pojmowania różni się z rzeczywistym stanem rzeczy.

### Główne stadia rozwoju nauki

Wśród badaczy historii rozwoju nauki rozpowszechniony jest pogląd, że różne dziedziny nauki przechodzą przynajmniej dwa główne stadia rozwoju: empiryczne i teoretyczne [M a g a l a i N o w a k, 1977]. W stadium empirycznym korpus danej dyscypliny naukowej stanowią dane empiryczne i ich indukcyjne uogólnienia. Natomiast stadium teoretyczne dyscypliny naukowej charakteryzuje się występowaniem w niej teorii idealizacyjnych. Teorie takie opisują wyidealizowane sytuacje modelowe, w których zachowane są główne determinanty badanych procesów, a pominięte determinanty uboczne, ponieważ w mniejszym stopniu wpływają one na przebieg badanych zjawisk. Samo przejście od stadium empirycznego do stadium teoretycznego wiąże się z pojawieniem się w danej dyscyplinie teorii idealizacyjnych. Zbudowane są one z sekwencji twierdzeń, na czele których stoi twierdzenie opisujące prawidłowość, tj. główną zależność przebiegającą pomiędzy czynnikiem głównym (determinantą zasadniczą) a badanym zjawiskiem. Twierdzenie to nosi miano prawa nauki. Pozostałe twierdzenia składające się na teorię idealizacyjną opisują zależności uboczne przebiegające pomiędzy czynnikami ubocznymi (determinantami ubocznymi) a badanym zjawiskiem, w takim porządku, że determinanta główna i najsilniej działająca determinanta uboczna ukazane są w pierwszej konkretyzacji prawa, determinanta główna i dwie determinanty uboczne najsilniej wpływające na badane zjawisko ukazane są w drugiej konkretyzacji prawa, itd. Twierdzenie opisujące wpływ wszystkich determinant badane-

go zjawiska zwane jest twierdzeniem faktualnym, tj. opisującym rzeczywistość jego przebieg\*.

W rzeczywistości niezmiernie trudno jest uchwycić pełny repertuar determinant badanych zjawisk i w konsekwencji zbudować kompletną teorię idealizacyjną [Ł a s t o w s k i, 1976]. Sytuacja ta występuje bardzo często w praktyce badawczej. Zazwyczaj jest ona spowodowana zapóźnieniem rozwojowym danej dziedziny wiedzy. Stąd zrozumiałe się staje, iż w przybliżeniu kompletne teorie powinny występować w dziedzinach o wysokim poziomie rozwoju teoretycznego. Jak się wydaje, jedyną nauką, w której znaleźć można tego rodzaju teorie jest współczesna fizyka (por. S u c h [1972]). Biologia, przynajmniej jak dotąd, w odróżnieniu od fizyki, nie posiada kompletnych teorii idealizacyjnych. Konstatacja tego faktu i stwierdzenie zapóźnienia rozwojowego biologii nie zamyka problemu istnienia biologii teoretycznej. Wręcz przeciwnie, pozwala ten problem postawić we właściwy sposób.

### Przesłanki przełomu teoretycznego w biologii

Zanim jednak postawione zagadnienie zostanie rozpatrzone bliżej, należy zdać sobie sprawę, iż poszukiwanie rzeczonych przesłanek jest możliwe jedynie w niektórych dyscyplinach biologii. Jak stwierdzono wcześniej, o zaawansowaniu w rozwoju danej dziedziny nauki decyduje występowanie na jej gruncie teorii idealizacyjnych. W przypadku biologii kwestia ta jest sprawą dość skomplikowaną. Należy przypuszczać, że w stadium wstępnym istnienia teorii, jej charakter idealizacyjny może być trudno dostrzegalny. Niewątpliwie symptomem idealizacji w fizyce, biologii i w innych dziedzinach nauki jest stosowanie aparatu matematycznego [Ł a s t o w s k i, 1976]. Warto dodać, że matematyzacja, która umożliwia ilościowe sformułowanie opisu zależności, zakłada idealizację (upraszczając można powiedzieć: możliwa jest idealizacja bez matematyzacji, ale wtedy mamy do czynienia wyłącznie z jakościową charakterystyką badanych zależności). Idąc tym śladem, raczej łatwo zauważyć zastosowanie metody idealizacji. Inaczej jest z tymi dziedzinami nauki lub dyscyplinami danej dziedziny, które nie stosują jeszcze aparatu matematycznego. Występujące w nich teorie oraz twierdzenia nie mają charakteru ilościowego, lecz tylko jakościowy. Stąd metoda idealizacji nie jest w nich ewidentnie widoczna. Dlatego stwierdzenie idealizacyjnego charakteru teorii powinno się oprzeć na reinterpretacji danej teorii zgodnie z zasadami idealizacyjnej koncepcji nauki. Jeśli tą drogą uda się zrekonstruować daną teorię, wnosić można, iż dy-

---

\* Jest to bardzo uproszczona charakterystyka teorii idealizacyjnej (inaczej — ilościowej teorii idealizacyjnej). Faktycznie w nauce spotyka się nie pojedyncze teorie idealizacyjne, ale systemy takich teorii (por. N o w a k [1974], B r z e z i ń s k i i i n. [1976]).

scypolina, do której ona należy ma charakter idealizacyjny. Zauważyć jednak należy, iż poczynione wyżej spostrzeżenia ukazują bardzo skrótowy i uproszczony obraz nauki. Powodem tego jest pewne przyjęte milcząco założenie, że nauka istnieje w stagnacji, w permanentnym stadium bezruchu. Ujęcie takie jest dość rozpowszechnione w metodologii i nosi miano synchronicznego. Zaś założenie określające tę okoliczność badawczą głosi co następuje: nauka nie podlega prawidłowościom rozwoju historycznego. Dopiero uchylenie powyższego założenia umożliwi przejście do ujęcia historycznego i postawienie pytania o przesłanki przełomu teoretycznego. W szczególności, w niniejszym artykule zagadnienie to znajduje swe odniesienie do biologii. W związku z tym analizowane będą dalej genetyka populacyjna i teoria ewolucji, jako dyscypliny biologii, w których, jak należy sądzić, ów przełom nastąpił.

### Genetyka populacyjna: idealizacyjne prawo Hardy'ego - Weinberga

Pierwszą przesłankę przełomu teoretycznego w biologii należy upatrywać w sformułowanym w 1908 r. idealizacyjnym prawie Hardy'ego i Weinberga (w skrócie prawie H-W). W dalszym toku artykułu przedstawiona zostanie taka jego postać, która ukazuje wyraźniej niż dotąd idealizacyjne właściwości tego prawa.

Najpierw jednak odpowiedzieć należy na pytanie natury historycznej: jakie odkrycie naukowe poprzedziło i niejako „przygotowało” powstanie prawa H-W? Otóż, wydaje się ze wszech miar prawdopodobne, że do jego powstania przyczyniły się bezpośrednio prawa Mendla. Trudno wymienić wyczerpująco konsekwencje odkryć Mendla, gdyż jest ich sporo oraz nie wszystkie są do dziś widoczne czy uświadamiane. Najwcześniej i najwyraźniej wpływ ten przejawiał się w zakresie zagadnień genetyki populacji.

Przypomnieć warto, że po dłuższym okresie zapomnienia, H. de Vries, C. Correns i E. Tschermak doszli w 1900 r. powtórnie do ustaleń identycznych z ogłoszonymi przez G. Mendla w 1866 r. Krótko potem, bo w 1908 r., Hardy i Weinberg sformułowali podstawowe prawo określające rozkład głównych determinant dziedziczenia (genów) w populacji.

O czym w istocie przesądziło ustalenie Mendla? Odpowiedź na to pytanie łatwo wywnioskować z treści tych praw. Pierwsze prawo, zwane „prawem czystości gamet” mówi, że: pary czynników determinujących poszczególne cechy rozchodzą się przy powstawaniu komórek płciowych u obojga rodziców; drugie zaś, nazywane „prawem niezależnej segregacji”, powiada: „geny niesprzężone, należące do par nieallelicznych, dziedziczą się niezależnie” [Rieger, Michaelis, Green, 1974].

Hipoteza, jaką przyjął Mendel, dotyczyła istnienia *czynników działających jako samodzielne jednostki dziedziczenia*, które w toku rozmnażania się żywych organizmów mogą rozdzielać się (I prawo Mendla) i łączyć

w określone kombinacje (II prawo Mendla). Istnienie tych czynników, nazywanych później przez Jacobsona „genami”, potwierdzone zostało po raz pierwszy przez samego Mendla, a następnie przez innych genetyków.

Ustalenie to nasuwało następny problem badawczy, mianowicie: jeśli za procesy dziedziczenia odpowiadają określone czynniki determinujące, to powstaje pytanie, jak często w danej populacji pojawiają się określone kombinacje tych czynników (genów)?

Otóż właśnie prawo Hardy’ego-Weinberga udziela na nie odpowiedzi. Pełna zaś odpowiedź zawiera się nie tylko w tym co prawo to głosi, ale również w tym, co zawierają jego założenia. Aby to lepiej uwidocznić przedstawiona zostanie obecnie analiza idealizacyjnego charakteru tego prawa opartego na podstawowych ustaleniach idealizacyjnej koncepcji nauki (IKN) [Nowak, 1974].

Prawo H-W zakłada klasyfikację czynników uznanych za istotne dla czynnika badanego. W rozważanym przykładzie czynnikiem badanym jest struktura genetyczna populacji, tzn. pełny skład częstości genotypów, jakie w danej populacji występują; liczbowo zaś suma częstości genotypów równa się wartości 1 i jest stała. Czynniki istotnymi dla badanego są takie, które wywołują systematyczne, trwające stale lub okresowe, fluktuacyjne odchylenia częstości genotypów od ich „normalnej” \* proporcji w populacji. W tych warunkach ważnym zadaniem badawczym jest precyzyjne określenie (zmierzenie) siły wpływu czynników istotnych, więc i natężenia zmiany ewolucyjnej. Możliwość ta powstaje wtedy, gdy wychodzi się z sytuacji najprostszej, by drogą uwzględniania kolejnych czynników istotnych ukazać w miarę pełny obraz wpływu tych czynników i tym samym, przynajmniej z grubsza, scharakteryzować strukturę genetyczną populacji rzeczywistej. Do czynników wpływających na strukturę genetyczną populacji zaliczam (za Hardym i Weinbergiem): migrację, mutację i selekcję oraz (za Wrightem) dryft genetyczny [Łastowski, 1976].

Przed systematyczną rekonstrukcją prawa H-W warto zdać sobie sprawę z głównego osiągnięcia Hardy’ego i Weinberga: pokazania, iż struktura genetyczna populacji zachowuje zawsze tę samą stałą proporcję, pod warunkiem, że nie wpływają na nią wskazane wyżej czynniki istotne. Innymi słowy, efektem, o jakim prawo to orzeka, jest występowanie z pokolenia na pokolenie określonej własności populacji w stałym natężeniu. Zatem własność ta jest zachowana jedynie w pewnych specyficznych warunkach. W tym przypadku są to warunki idealne, taka zaś populacja nosi miano populacji wyidealizowanej.

Populacja wyidealizowana będzie punktem wyjścia dalszej analizy. Zgodnie z ustaleniami IKN przyjęte zostaną następujące ustalenia. Pojęcie populacji wyidealizowanej spełnia warunek realistyczny głoszący:  $R(x)$  jest populacją, czyli zbiorem osobników danego gatunku, zasiedla-

\* Określenie „normalna” oznacza proporcję, którą stwierdza prawo H-W dla danej populacji.

jących określone terytorium i żyjących w podobnych warunkach środowiska (por. Ł a s t o w s k i [1974]). Czyni też zadość następującym założeniom idealizującym:

1) Nie zachodzi zjawisko migracji; ( $m(x)=0$ ). Założenie to wyklucza dopływ i odpływ osobników z populacji.

2) Nie występuje zjawisko mutacji; ( $n(x)=0$ ). Interpretuje się to jako brak zmian struktury genów.

3) Nie zachodzi zjawisko selekcji; ( $s(x)=0$ ). Stwierdza się więc, że wszystkie osobniki wnoszą pełny wkład do powstania pokolenia potomnego.

4) Nie działa dryft genetyczny; ( $F(x)=0$ ). Innymi słowy, nie występują w populacji osobniki spokrewnione.

Dodatkowym uproszczeniem, jakie przyjmuję, jest założenie, że wymienione czynniki istotne działają w izolacji. W rzeczywistości są one powiązane zależnościami interakcyjnymi. Abstrahuję od nich by uniknąć nadmiernego skomplikowania wywodów [B r z e z i ń s k i, 1975].

Prawo Hardy'ego-Weinberga: postać wyjściowa  
Przy wymienionych założeniach, ogólną postać prawa H-W wyraża formuła:

$$(p_1 + p_2 + \dots + p_{n-1} + p_n)^2 = 1.$$

Najprostszym przypadkiem tej postaci ogólnej jest sytuacja, gdy w danym locus występują dwa allele. Wtedy formuła ta przyjmuje postać:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

gdzie dla wygody za  $p_1$  podstawiono częstość  $p$  allelu  $A$ , a częstość  $q$  allelu  $a$  — za  $p_2$ .

Jak podkreślono wcześniej, pełna postać prawa zawierać powinna również poprzedzający formułę zestaw założeń, przy których ona obowiązuje. Zatem notacja symboliczna prawa H-W przedstawia się następująco:

$$R(x) \wedge m(x)=0 \wedge n(x)=0 \wedge s(x)=0 \wedge F(x)=0 \rightarrow p^2(A, x) + \\ + 2p(A, x)q(a, x) + q^2(a, x) = 1.$$

Zapisowi temu odpowiada sformułowanie poniższe: Jeżeli w losowo kojarzonej populacji nie zachodzi migracja, mutacja i selekcja, to struktura genetyczna populacji w kolejnych pokoleniach nie ulega zmianom, tj. częstość genotypów jest zgodna z rozkładem dwumianowym Newtona.

Pierwsza konkretyzacja prawa H-W. Jeżeli uchylimy założenie głoszące, iż w populacji nie występują migranci i zamiast niego przyjmujemy ustalenie zgodne z rzeczywistością, które mówi, iż w populacji pojawiły się osobniki nowe w rezultacie migracji, to w efekcie otrzymamy także nowe sformułowanie zależności, określające rozkład częstości genotypów w populacji. Będzie to właśnie pierwsza konkretyzacja prawa

H-W. Tak więc postmigracyjna, zmodyfikowana postać prawa H-W przedstawia się symbolicznie jak następuje:

$$R(x) \wedge m(x) \neq 0 \wedge n(x) = 0 \wedge s(x) = 0 \wedge F(x) = 0 \rightarrow [p^2(A, x) + \Delta p^2(A, x)] + \\ + 2[p(A, x) + \Delta p(A, x)][q(a, x) - \Delta q(a, x)] + [q^2(a, x) - \Delta q^2(a, x)] = 1,$$

gdzie  $m(x) \neq 0$  oznacza występowanie migracji,  $\Delta p^2$  — poprawkę na zwiększoną częstość genotypu  $AA$ ,  $\Delta p$  — poprawkę na zwiększoną częstość allelu  $A$ ,  $\Delta q^2$  — poprawkę na zmniejszoną częstość genotypu  $aa$ ,  $\Delta q$  — poprawkę na zmniejszoną częstość allelu  $a$  [Plochinskij, 1970; 38 - 39; Rokickij, 1974].

Druga konkretyzacja prawa H-W. Przywracamy obecnie założenie, że w populacji nie występuje migracja, natomiast uchylamy założenie dotyczące mutacji. W efekcie dopuszczamy występowanie indukowanych lub spontanicznych zmian struktury genów, co notujemy przez  $n(x) \neq 0$ . Zrozumiałe, że zmiany jakie powstają w strukturze genetycznej populacji pod wpływem mutacji powinny także znaleźć swe odzwierciedlenie w sformułowaniu prawa H-W. Prawo to wraz z poprawkami [Falconer, 1974: 37] stanowi drugą konkretyzację. Ma ona postać:

$$R(x) \wedge m(x) = 0 \wedge n(x) \neq 0 \wedge s(x) = 0 \wedge F(x) = 0 \rightarrow [p^2(A, x) + \Delta p^2(A, x)] + \\ + 2[p(A, x) + \Delta p(A, x)][q(a, x) - \Delta q(a, x) + [q^2(a, x) - \Delta q^2(a, x)]] = 1.$$

Jak łatwo zauważyć, postać następnika konkretyzacji drugiej jest identyczna z następnikiem konkretyzacji pierwszej. Dzieje się tak dlatego, że jak pisze D. S. Falconer [1974: 316] „mutacja i migracja [...] wpływają w jednakowy sposób na zmianę częstości genu”. Tym samym stwierdza się, że oba czynniki działają identycznie na zmianę częstości genotypów, choć ich „natura” jest zupełnie inna. Źródłem tego podobieństwa jest zwiększanie różnorodności wyposażenia genetycznego populacji zarówno przez migrację, jak i mutację. Widać stąd, że migracja jest zewnętrznym czynnikiem zmienności populacji, a mutacja czynnikiem wewnętrznym. Warto w tym miejscu zasygnalizować wyraźne podobieństwo działania tych dwu czynników, pokazane w sformułowaniu ilościowym, intuicyjnie nie jest ono tak ewidentnie widoczne.

Trzecia konkretyzacja prawa H-W. Ukazuje ona wpływ selekcji na strukturę genetyczną populacji. Dostarcza też bogatego materiału analitycznego. W tej sytuacji poprzestaniemy na rozpatrzeniu tylko jednego przypadku działania selekcji (inne przypadki — [Łastowski, 1976: 64]). Podobnie jak poprzednio, przywracamy założenie o braku mutacji, a uchylamy założenie o działaniu selekcji w taki sposób, że w rzeczywistości jedynie osobniki posiadające gen  $A$  wnoszą pełny wkład do pokolenia potomnego. Oznacza to, iż osobniki posiadające go nie są selekcyjonowane, natomiast nie posiadające podlegają selekcji. Przykład ten nazywa się zazwyczaj pełną dominacją genu  $A$ . W takim razie pełny udział procentowy do następnego pokolenia wnoszą genotypy  $AA$  i  $Aa$ , co zaznacza się przez

przypisanie im określonej własności. Jest nią wartość przystosowawcza  $W$ . Wartość przystosowawcza  $W$  genotypu  $AA$  oraz  $Aa$  jest równa 1, wartość zaś przystosowawcza genotypu upośledzonego  $aa$  wynosi:  $W=1-s$ , gdzie  $s$  oznacza współczynnik selekcji, inaczej — stopień upośledzenia. Formułę przedstawiającą nową częstość genotypów otrzymamy mnożąc początkową częstość genotypów przez przypisane im wartości przystosowawcze. Z obliczenia uzyskujemy:

$$R(x) \wedge D(A, x) \wedge m(x) = 0 \wedge n(x) = 0 \wedge s(x) \neq 0 \wedge F(x) = 0 \rightarrow \\ \rightarrow \frac{p^2(A, x) + 2p(A, x)q(a, x) + q^2(a, x)(1-s)}{1-sq^2(a, x)} = 1,$$

gdzie symbol  $D(A, x)$  dodany w poprzedniku stwierdza wystąpienie przypadku selekcji, nazywanego pełną dominacją. Czytamy go: w populacji  $x$  dominuje gen  $A$ .

Czwarta konkretyzacja prawa H-W. Przedstawiona zostanie przy założeniach głoszących brak działania czynników systematycznych. Ilustruje ona działanie czynnika fluktuacyjnego, jakim jest dryft genetyczny. Wprowadzenie tego czynnika w strukturę teorii jest oznaczone przez  $F(x) \neq 0$ . Działa on na ogół w małych, izolowanych od siebie populacjach, w których równocześnie intensywność selekcji jest niska. Jego skutki najlepiej uchwycić przez opisanie zmian genotypów wynikających z kojarzenia osobników spokrewnionych [Falconer, 1974: 60]. Ścisłe biorąc, propozycja pojmowania dryftu genetycznego jako stopnia spokrewnienia osobników w populacji umożliwia wprowadzenie natężenia tego czynnika w postaci miary odpowiadającej współczynnikowi inbredu. Wartość tej miary mieści się w przedziale  $\langle 0, 1 \rangle$ . W niniejszych rozważaniach przyjęty zostanie przedział wahań wartości  $F$ , określony następująco:  $0,5 \ll F < 1$ . Wtedy symboliczna postać czwartej konkretyzacji prawa H-W wygląda tak oto:

$$R(x) \wedge m(x) = 0 \wedge n(x) = 0 \wedge s(x) = 0 \wedge F(x) \neq 0 \rightarrow [p^2(A, x) + Fp(A, x)q(a, x)] + \\ + [2p(A, x)q(a, x) - 2Fp(A, x)q(a, x)] + [q^2(a, x) + Fp(A, x)q(a, x)] = 1.$$

Podana wyżej formuła nosi miano formuły równowagi Wrighta. Mówi ona, że jeśli w małych populacjach, gdzie występują osobniki spokrewnione, nie działają czynniki systematyczne, to częstość genotypów w populacji wzrasta o podwójny iloczyn współczynnika inbredu i częstości heterozygot, jeżeli są to genotypy homozygotyczne, i maleje o podwójny iloczyn współczynnika inbredu i częstości heterozygot w przypadku genotypów heterozygotycznych.

Przedstawiona wyżej rekonstrukcja prawa H-W nie jest kompletna. Można byłoby ponadto próbować dokonać konkretyzacji łącznej, ukazującej działanie wszystkich czy prawie wszystkich czynników uznanych za istotne. Jednak ujęcie takie rodzi poważne trudności techniczne. Z drugiej strony, badacze często korzystają z samego prawa H-W stosując je do rze-



czywistości nie przez konkretyzację, ale przez aproksymację. Sądzę, iż fakt ten wystarczająco usprawiedliwia uproszczenie, jakiego dokonano w niniejszych analizach.

Warto wreszcie przypomnieć, że celem zasadniczym, któremu służyć mają przedstawione rozważania jest pokazanie istnienia w genetyce populacyjnej teorii idealizacyjnej. W przytoczonym przykładzie stanowią ją: idealizacyjne prawo Hardy'ego-Weinberga i kolejne jego konkretyzacje.

### Teoria ewolucji: teoria doboru naturalnego K. Darwina

Kolejną przesłanką przełomu teoretycznego w biologii, jak należy sądzić, jest teoria doboru naturalnego. Analogicznie, jak w przypadku prawa H-W, dokonana zostanie idealizacyjna rekonstrukcja tej zasadniczej składowej teorii ewolucji.

Jednak na początek należy poświęcić nieco uwagi sytuacji historycznej, poprzedzającej odkrycie Darwina. Charakterystyka stanu badań biologicznych w tym zakresie umożliwi lepszą ocenę osiągnięcia Darwina.

Z początkiem XIX w. zainicjowany został przez J. B. Lamarcka, a następnie rozwinął się pogląd ewolucjonistyczny. Zasadniczym przypuszczeniem wysuwanym przez to stanowisko była hipoteza, iż gatunki biologiczne podlegają zmianom. Źródła zmienności dopatrywano się w różnorodnej gamie czynników. Zasadniczo akceptowano dwa z nich: 1) o zmienności gatunku decydują przede wszystkim właściwości samego organizmu (J. B. Lamarck) oraz 2) o zmienności gatunku przesądzają głównie warunki środowiska (G. Saint-Hillaire).

Równocześnie prowadzono wnikliwe obserwacje i badania empiryczne, mające na celu uchwycenie związków pomiędzy właściwościami organizmu a warunkami środowiska. Ten kierunek badań, rozwijany silnie w latach 30 i 40 XIX w., doprowadził do ustalenia szeregu zależności, które charakteryzowały owe powiązania. Opisujące je twierdzenia nazwano regułami klimatycznymi lub, lepiej, ekoklimatycznymi. Znanych jest wiele takich reguł. Przykładowo, jedna z nich orzeka, że spośród zwierząt stałocieplnych osobniki posiadające jasne ubarwienie ciała w przeważającej mierze zamieszkują strefy klimatu zimnego, w przeciwieństwie do organizmów ciemniej pigmentowanych, które zamieszkują okolice klimatu ciepłego. W zasadzie wszystkie reguły ekoklimatyczne skonstruowane są według identycznego schematu. Wygląda on następująco: populacjom  $A_1, \dots, A_n$  przysługują własności  $K_1, \dots, K_n$ , gwarantujące im utrzymanie się przy życiu (wydanie płodnego potomstwa) w warunkach  $W_1, \dots, W_n$ . Dodać należy, iż do ustalenia takiego twierdzenia wystarczy zwykle indukcyjne uogólnienie danych empirycznych (obserwacji).

Dość skrótowa charakterystyka kontekstu historycznego pozwala mimo wszystko wysunąć przypuszczenie, że kolejnym problemem badawczym, ja-

ki wyłaniał się w tym kierunku poszukiwań było pytanie: jaka podstawowa zależność gwarantuje utrzymywanie się przy życiu pewnych, a wymieranie innych populacji, zasiedlających te same lub podobne warunki środowiska. Sądzić należy, iż zarówno Darwin jak i Wallace uświadomili sobie ten problem najwcześniej. Stąd już prostą konsekwencją było zaproponowanie przez nich teorii ewolucji, dokładniej teorii doboru naturalnego, która w doborze naturalnym, jako głównej zależności wiążącej żywe organizmy z warunkami środowiska, upatrywała mechanizmu rozwoju gatunków.

#### Idealizacyjna postać prawa doboru naturalnego

Jak zaznaczono wcześniej, prawem nauki nazywa się twierdzenie, które przy określonych założeniach opisuje główną zależność (prawidłowość) w badanych dziedzinach zjawisk. W rekonstrukcji idealizacyjnej prawo doboru naturalnego opisuje mechanizm adaptacyjny [Nowak, 1973; Łastowski, 1977] przy dwóch założeniach idealizujących\*. Są nimi następujące warunki:

- Z. 1) nie zachodzą zmiany środowiska naturalnego,
- Z. 2) gatunek trwa przez jedno pokolenie\*\*.

Zatem pełna postać prawa przyjmuje sformułowanie: (DN) Jeżeli: 1) nie zachodzą zmiany środowiska naturalnego oraz 2) gatunek trwa przez jedno pokolenie, to w owych warunkach środowiskowych utrzymują się te populacje gatunku, których wartości przystosowawcze są wyższe od określonego progu przystosowania.

Następnik prawa (DN) opisuje właśnie prawidłowość ewolucji. Jest nią zależność darwinowska, odkryta przez Darwina i Wallace'a i uznana przez nich za główną zależność rządzącą rozwojem gatunków. Ta własność prawa (DN) nie jest widoczna wyraźnie. Dlatego też dalszy tok wywodu przeprowadzony zostanie tak, aby z jednej strony uczynić zadość zasadom IKN, a z drugiej, jak najpełniej pokazać, w jaki sposób działanie zależności darwinowskiej rzeczywiście prowadzi do rozwoju gatunków [Łastowski 1977b]. W związku z powyższym, kolejnym krokiem będzie uchylenie założenia Z. 2 i zastąpienie go założeniem realistycznym R. 2, które głosi, iż gatunek trwa przez wiele pokoleń. W ten sposób uzyskuje się pierwszą konkretyzację prawa (DN). Jest nią **dobór naturalny stabilizujący**.

\* Zasadne jest przypuszczenie, że Darwin uświadamiał sobie treść tych założeń. Fakt ten znajduje potwierdzenie m. in. w zakresie jego rozważań o tzw. „różnym stopniu wybitności odmian”, od którego autor teorii ewolucji starał się abstrahować ponieważ okoliczność ta znacznie komplikowała postępowanie badawcze.

\*\* Używam tu tradycyjnego pojęcia pokolenia, choć pojęciem precyzyjniej oddającym adaptacyjne i ewolucyjne przemiany gatunku jest „faza życiowa”. Jest to jednostka miary „czasu ewolucyjnego”. Pokolenie natomiast oddaje jedynie aspekt adaptabilny przemian ewolucyjnych.

Tak więc twierdzenie, które opisuje historyczne trwanie gatunku w zmieniających warunkach środowiska przyjmuje postać:

(DNS) Jeżeli: 1) nie zachodzą zmiany środowiska naturalnego oraz 2) gatunek trwa przez szereg pokoleń, to utrzymują się przy życiu te populacje gatunku, które mają coraz wyższą wartość przystosowawczą z punktu widzenia tego samego kryterium adaptacji.

Twierdzenie (DNS) opisuje formę doboru, którą biologowie nazywają stabilizującym doбором naturalnym. W ciągu przemian ewolucyjnych, przy stałych warunkach środowiska, zależność darwinowska wpływa na podnoszenie się wartości przystosowawczych gatunku. Zatem, dzięki tej prawidłowości, gatunki uzyskują coraz doskonalsze przystosowania.

Do zupełnie odmiennych właściwości gatunku prowadzi inna forma doboru — dobór naturalny kierunkowy. Przedstawia go druga konkretyzacja prawa (DN): **d o b ó r n a t u r a l n y k i e r u n k o w y**.

Twierdzenie charakteryzujące działanie kierunkowe mechanizmu adaptacyjnego uzyskujemy dopuszczając zamiast założenia Z. 1 założenie słabsze, mówiące, że zachodzą zmiany środowiska, aczkolwiek są to zmiany jednakowe na całym obszarze zasiedlanym przez gatunek. W tej sytuacji druga konkretyzacja prawa (DN) wygląda następująco.

(DNK) Jeżeli: 1) zachodzą jednakowe zmiany warunków środowiska oraz 2) gatunek trwa przez wiele pokoleń, to w kolejnych pokoleniach utrzymują się te populacje gatunku, których wartości przystosowawcze są innego typu niż w pokoleniu poprzednim (różne są kryteria adaptacji), a przy tym zapewniają one osiągnięcie progu przystosowania w kolejno zmieniających się warunkach.

Twierdzenie powyższe pokazuje, że w zmieniających się warunkach środowiska zależność darwinowska preferuje te populacje, które mają zdolność przetrwania nie tylko w „starych” warunkach, ale także w zmieniających. W tym sensie zmiana warunków wyznacza kierunek ewolucji. Obecnie przyjęte zostanie jeszcze bardziej realistyczne założenie. Teraz zatem Z. 1 zastąpione będzie przez R. 1 głoszące, że na zasiedlanym przez gatunek obszarze zmiany warunków zachodzą niejednakowo. W efekcie będzie to trzecia konkretyzacja prawa (DN), czyli **d o b ó r n a t u r a l n y r ó ż n i c u j ą c y**.

Twierdzenie to mówi co następuje:

(DNR) Jeżeli: 1) zachodzą niejednakowe zmiany warunków środowiska oraz 2) gatunek trwa przez szereg pokoleń, to utrzymują się populacje gatunku posiadające różne typy wartości przystosowawczej, zależnie od rodzaju środowiska, które osiągają próg adaptacji ustalony przez odpowiednie kryteria adaptacji.

Powyższa konkretyzacja prawa (DN) charakteryzuje, obok zmienności historycznej, także zmienność przestrzenną gatunku. Na podstawie tego twierdzenia już raczej łatwo zauważyć, iż wystąpienie w dłuższym czasie jeszcze jednego czynnika ewolucji — izolacji, doprowadzić powinno do

utrwalenia nowo powstałych barier międzypopulacyjnych, a to już do zjawiska specjacji. Ten przypadek doboru jest najbardziej skomplikowanym przykładem działania zależności darwinowskiej. Zrozumiałe, że nie jest ona w tej sytuacji widoczna *prima facie*. Dlatego szczególny akcent należy położyć na fakt, iż właśnie idealizacyjne ujęcie teorii doboru naturalnego, jako zrębu teorii ewolucji, ukazuje jasno naturę teorii procesów ewolucyjnych.

### Podsumowanie

W świetle przeprowadzonej analizy, na pytanie postawione na wstępie artykułu należy odpowiedzieć twierdząco. Współcześnie w obrębie biologii można znaleźć przypadki teorii wyraźnie świadczące, iż działy do których one należą osiągnęły już teoretyczne stadium rozwoju. Uzasadnienie tego faktu próbowano podać poprzez idealizacyjną rekonstrukcję prawa Hardy'ego-Weinberga i teorię doboru naturalnego. Pokazano też, że ujęciu idealizacyjnemu prawa czy teorii towarzyszy zazwyczaj tak zastosowanie aparatu matematycznego, jak również możliwość eksperymentowania. Obie te okoliczności tłumaczyć można przejściem od fenomenalistycznej do esencjalistycznej metody badań. Zastosowanie aparatu matematycznego ma miejsce wtedy, gdy dokona się uproszczenia przedmiotu badań przez pominięcie determinant ubocznych, a pozostawi się jedynie determinanty główne. W ten właśnie sposób stosowanie matematyki zakłada wykorzystanie metody idealizacji — niemożliwe jest ujęcie matematyczne zjawisk w całej ich złożoności [Nowak, 1974], bo „z konieczności każda próba matematycznego przedstawienia zagadnienia pomija szereg istotnych czynników” umożliwiając zarazem wskazanie, które „parametry są najistotniejsze dla właściwego zrozumienia zachowania się określonego gatunku” [Smith, 1974].

Nauka zatem, czy też jakaś jej dziedzina, wtedy dopiero dojrzeje do stosowania aparatu matematycznego, kiedy przejdzie od stosowania metod fenomenalistycznego opisu do metody idealizacji, która umożliwi wskazanie najistotniejszych determinant wyjaśnianych zjawisk. To przejście umożliwia również owocne wykorzystanie metod eksperymentalnych. Eliminują one bowiem (drogą minimalizacji lub kontroli) determinanty uboczne i tym samym pozwalają aproksymacyjnie kontrolować twierdzenia idealizacyjne.

Z powyższych uwag wynika więc wniosek, że zaawansowanie w rozwoju genetyki i teorii ewolucji (szczególnie molekularnych koncepcji teorii ewolucji) jest przejawem przejścia od fenomenalistycznej indukcji do esencjalistycznej idealizacji. Poszerzenie uzasadnienia tego wniosku o dalsze cenne przykłady jest znacznie utrudnione zróżnicowanym stopniem zaawansowania w rozwoju innych dziedzin biologii. W każdym razie ustalenie to powinno otwierać dalsze drogi poszukiwań badawczych biologii teoretycznej.

## PIŚMIENNICTWO

1. Brzeziński J., 1975, *Interaction, Essential Structure, Experiment*, Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities, 1,1. ★ 2. Brzeziński J., J. Burbelka, A. Klawiter, K. Łastowski, S. Magala, L. Nowak, W. Patryas, 1976, *Prawo, teoria, sprawdzanie [w:] Teoria a rzeczywistość*, Poznańskie Studia z Filozofii Nauki, nr 1. ★ 3. Falconer D. S., 1974, *Dziedziczenie cech ilościowych*, Warszawa. ★ 4. Łastowski K., 1976, *Konstrukcja praw idealizacyjnych w biologii*, [w:] *Teoria a rzeczywistość*, Poznańskie Studia z Filozofii Nauk, nr 1. ★ 5. Łastowski K., 1977a, *O możliwości adaptacyjnej interpretacji zasad dialektyki*, [w:] *Założenia dialektyki*, Poznańskie Studia z Filozofii Nauki nr 2. ★ 6. Łastowski K., 1977b, *Problem analogii teorii rozwoju gatunków i teorii ruchu formacji społecznej*, [w:] *Założenia materializmu historycznego*, Poznańskie Studia z Filozofii Nauki nr 2. ★ 7. Magala S., L. Nowak, 1978, *Problem historyczności poznania w idealizacyjnej koncepcji nauki*, [w:] *Odkrycie, prawda, abstrakcja, empiria, historia a idealizacja* (w druku). ★ 8. Nowak L., 1973, *Teoria formacji społecznej jako teoria adaptacyjna*, Studia Socjologiczne, 4. ★ 9. Nowak L., 1974, *Zasady marksistowskiej filozofii nauki. Próba systematycznej rekonstrukcji*, Warszawa. ★ 10. Plochinskij N. A., 1970, *Biometrija*, Moskwa. ★ 11. Rieger R., A. Michaelis, M. M. Green, 1974, *Słownik terminów genetycznych*, Warszawa. ★ 12. Rokickij P. F., 1974, *Vvedenie v statističeskuju genetiku*, Moskwa. ★ 13. Smith J. M., 1974, *Matematyka w biologii*, Warszawa. ★ 14. Such J., 1972, *Marksistowska metoda abstrakcji i stopniowej konkretyzacji w naukach przyrodniczych*, Studia Filozoficzne, 2.

Instytut Filozofii UAM  
Zakład Dialektyki Poznania  
ul. Szamarzewskiego 91, Poznań

## ON THE IDEALIZING STATUS OF THEORETICAL BIOLOGY

by KRZYSZTOF ŁASTOWSKI

The main thesis of the present article is the statement that among biological disciplines population genetics and evolutionism have reached the theoretical stage of development. Proof to this statement is provided by idealizing status of Hardy-Weinberg rule and Darwinian Theory of natural selection. The article contains also a historical analysis of discoveries preceeding theoretical shift in biology. This shift, is in the author's opinion marked by formulation of Mendelian Laws and ecoclimatic rules. In the light of historical analysis work of Charles Darwin and emergence of population genetics is a transition from phenomenalistic induction to essentialistic idealization, from empirical to theoretical stage of advancement of at least some of biological disciplines.