

# Marian Przełęcki

---

## O pojęciu genotypu

---

Filozofia Nauki 1/2/3, 137-148

---

1993

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## O pojęciu genotypu

Podjęmowane przez Woodgera próby zbudowania precyzyjnego i adekwatnego języka genetyki znalazły w jego książce *Biology and Language ze wszech miar godną uwagi realizację. W zarysowanej tam strukturze pojęciowej ważne miejsce zajmuje pojęcie genotypu służące do wprowadzenia większości pojęć pozostałych. Podana przez Woodgera definicja genotypu interesująca jest nie tylko dla genetyków. Zasluguje na uwagę wszystkich, którym nie obce są problemy metodologii ogólnej. Genotyp uważany jest zwykle za typowe „pojęcie teoretyczne”, pojawiające się na najwyższym szczeblu teorii genetycznej. Pojęcie to denotować ma genetyczną konstytucję organizmu, charakteryzowaną przez zespół genów — przedmiotów niedostępnych bezpośrednio obserwacji. Woodger traktuje genotyp jako „pojęcie elementarne”, należące do najniższego szczebla systemu genetyki. Definicję genotypu formułuje za pomocą terminów odnoszących się do bezpośrednio obserwowalnych rzeczy, własności i stosunków. Nie odwołuje się w niej w ogóle do dyskusyjnego pojęcia genu; na odwrót — to ostatnie zdefiniowane zostaje przy pomocy pojęcie genotypu. Woodgerowskie pojęcie genotypu — pojęcie teoretyczne zdefiniowane *explicite* za pomocą pojęć spostrzeżeniowych — zasługuje na dokładną analizę. Analiza ta przyczynić się może do wyjaśnienia pewnych zagadnień dotyczących stosunku teorii do doświadczenia. Nie podejmuję tutaj wszechstronnej analizy podanej przez Woodgera definicji. Chciałbym jedynie zwrócić uwagę na pewną charakterystyczną cechę, która wydaje się przysługiwać wszelkim definicjom tego typu — definicjom pojęć teoretycznych sformułowanym w języku spostrzeżeniowym.*

Do najniższego szczebla teorii genetycznej, zwanego w terminologii Woodgera szczeblem zerowym, należą uogólnienia obserwacji dotyczących organizmów rodzicielskich i potomnych oraz środowisk, w jakich się te organizmy rozwijają. Woodger

nie wprowadza dla oznaczenia tych pojęć terminów odrębnych. Używa jednego terminu pierwotnego, wyjaśnianego za pomocą następującej reguły semantycznej:

' $F_{X,YZ}(W_1, W_2)$ ' denotuje klasę  $x$ -ów takich, iż dla pewnego  $u$  i pewnego  $v$ :  $u$  i  $v$  są rodzicami  $x$ -a,  $u$  należy do  $W_1$ ,  $v$  należy do  $W_2$ ,  $u$  rozwija się w środowisku należącym do  $X$ ,  $v$  — w środowisku należącym do  $Y$ ,  $x$  — w środowisku należącym do  $Z$ .

Wyjaśnienie to wyrazić można w postaci symbolicznej:

$$F_{X,YZ}(W_1, W_2) = (\lambda) [(\exists u)(\exists v) (u \neq v \cdot u \in W_1 \cdot u Ps x \cdot v \in W_2 \cdot v Ps x \cdot en(u) \in X \cdot en(v) \in Y \cdot en(x) \in Z)],$$

gdzie ' $Ps$ ' denotuje relację bycia organizmem rodzicielskim (w procesie rozmnażania płciowego)<sup>1</sup>, a ' $en(x)$ ' — środowisko  $x$ -a<sup>2</sup>, przy czym oba te terminy pojmowane są jako wyrażenia szczebla zerowego. Gdybyśmy wyrażenia te obrali za terminy pierwotne, powyższe wyjaśnienie terminu ' $F$ ' mogłoby pełnić rolę jego definicji. Niezależnie jednak od tego, czy termin ten występuje w charakterze terminu pierwotnego czy zdefiniowanego, jest to również wyrażenie szczebla zerowego, odnoszące się do obserwowalnych rzeczy i stosunków. W większości zastosowań owe trzy klasy środowisk:  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  nie różnią się między sobą. Dlatego też wprowadza się prostszą formę tego wyrażenia:

$$F_X(W_1, W_2) = F_{X,X,X}(W_1, W_2).$$

Termin ' $F$ ' denotuje tzw. pierwsze pokolenie filialne. Wprowadzenie notacji dla drugiego pokolenia nie następuje z trudności:

$$F_X^2(W_1, W_2) = F_X[F_X(W_1, W_2), F_X(W_1, W_2)].$$

Następnym krokiem jest klasyfikacja środowisk oraz organizmów rodzicielskich i potomnych. Klasy środowisk charakteryzuje się pod względem składu gleby, wody czy powietrza, pod względem ilości i składu pożywienia itp. Klasy organizmów wyróżnia się w genetyce na dwa sposoby. Przede wszystkim wyróżniać możemy klasy organizmów na podstawie obserwacji stwierdzających, do jakiego gatunku te organizmy należą i czym się różnią od innych organizmów tego samego gatunku. Oto przykłady takich charakterystyk:

$x$  jest grochem o żółtych liścieniach,

$x$  jest grochem o zielonych liścieniach.

Klasy wyróżnione w ten sposób nazywamy fenotypami. Ale klasyfikacja organizmów rodzicielskich i potomnych na fenotypy nie wystarcza dla zagadnień genetyki. Zależy potrzebę dalszej klasyfikacji organizmów należących do poszczególnych fenotypów na klasy zwane genotypami. Klasy te charakteryzuje się zwykle przez odwołanie się do pewnych niespostrzegalnych przedmiotów, postulowanych przez hipotezy najwyższego szczebla teorii genetycznej. Woodger charakteryzuje genotypy bez uciekania się do owych, zagadkowych nieco pojęć. Definicje, które podaje, korzystają wyłącznie z wprowadzonych uprzednio terminów spostrzeniowych. Sens terminu „genotyp”,

1) Porównaj *Biology and Language*, str. 214.

2) Porównaj *Biology and Language*, str. 208.

jaki te definicje starają się uchwycić, charakteryzuje następujące określenie Haldane'a: „klasa (organizmów), którą można odróżnić od innych za pomocą eksperymentów hodowlanych, zwie się genotypem”.

Opiszmy najprostszy tego rodzaju eksperyment — doświadczenia Mendla z odmianami grochu. Potrzebne nam będą w tym celu dwa rodzaje twierdzeń:

$$(1) F_X(Y, Z) \subset W$$

$$(2) F_X(Y, Z) \varepsilon p_1W + p_2W_2 + \dots + p_nW_n.$$

(1) stwierdza, iż każdy element klasy  $F_X(Y, Z)$  należy do klasy  $W$ , (2) — iż  $p_i$ -ta część elementów klasy  $F_X(Y, Z)$  należy do klasy  $W_i$  (dla każdego  $i$  od 1 do  $n$ ). Przez 'Y' oznaczymy odmianę grochu o żółtych liścieniach, przez 'G' — odmianę grochu o zielonych liścieniach, przez 'A' i 'B' te podzbiory klas  $Y$  i  $G$ , którymi Mendel posługiwał się w swych doświadczeniach, a przez 'E' — typ środowiska, istniejącego w ogrodzie Mendla. Wyniki doświadczeń Mendla zapisać można w sposób następujący:

I. (1)  $A \subset Y$

$$(2) F_E(A, A) \subset Y$$

$$(3) F_E^2(A, A) \subset Y$$

II. (1)  $B \subset G$

$$(2) F_E(B, B) \subset G$$

$$(3) F_E^2(B, B) \subset G$$

III. (1)  $F_E(A, B) \subset Y$

$$(2) F_E^2(A, B) \varepsilon \frac{3}{4}Y + \frac{1}{4}G$$

$$(3) F_E[A, F_E(A, B)] \subset Y$$

$$(4) F_E[B, F_E(A, B)] \varepsilon \frac{1}{2}Y + \frac{1}{2}G.$$

Te trzy zbiory organizmów:  $A$ ,  $B$  i  $F_E(A, B)$  zachowują się różnie pod względem genetycznym i, co za tym idzie, należą do różnych genotypów: do homozygotycznego genotypu odpowiadającego fenotypowi  $Y$  —  $H(Y)$ , do homozygotycznego genotypu odpowiadającego fenotypowi  $G$  —  $H(G)$ , oraz do heterozygotycznego genotypu odpowiadającego fenotypom  $Y$  i  $G$  —  $Ht(Y, G)$ .  $H(Y)$  zostaje zdefiniowany jako klasa organizmów, które zachowują się pod względem genetycznym tak, jak elementy zbioru  $A$ ,  $H(G)$  — jako klasa organizmów, które zachowują się pod względem genetycznym tak, jak elementy zbioru  $B$ , a  $Ht(Y, G)$  — jako klasa organizmów, które zachowują się pod względem genetycznym tak, jak elementy zbioru  $F_E(A, B)$ . Dokładne definicje tych pojęć są formalnie nieco skomplikowane. Ograniczę się wobec tego do przedstawienia tylko jednej z nich — definicji  $H(Y)$  — i to w sposób trochę uproszczony.

$H(Y)$  zawiera wszystkie klasy  $Z$  spełniające poniższe warunki:

$$(1) Z \subset Y$$

$$(2) F_{E(Y)}(Z, Z) \subset Y$$

$$(3) F_{E(Y)}^2(Z, Z) \subset Y$$

$$(4) F_{E(Y)}^2(Z, Z) \neq \emptyset$$

Warunki (1)–(3) odpowiadają wynikom doświadczeń z elementami zbioru  $A$ . Warunek (4), który implikuje:

$$F_{E(Y)}(Z, Z) \neq \emptyset \text{ i } Z \neq \emptyset,$$

stanowiąc ma gwarancję, że warunki (1)–(3) nie są spełnione w sposób trywialny.  $E(Y)$  jest pewną maksymalną klasą środowisk, zawierającą, mówiąc swobodnie, wszelkie klasy środowisk podobne do  $E$ , tj. klasy środowisk, w których istnieją organizmy zachowujące się pod względem genetycznym tak, jak elementy zbioru  $A$ . Jeśli wprowadzimy ' $K(Z)$ ' jako skrótowy zapis warunków (1)–(4), definicję  $H(Y)$  możemy sformułować jak następuje:

$H(Y)$  jest sumą wszystkich klas  $Z$  takich, iż  $K(Z)$ .

Definicja ta równoważna jest formule:

$$H(Y) = (\text{st}) (\exists Z) [K(Z) \cdot x \in Z]$$

Analogicznie zdefiniować możemy  $H(G)$  i  $Ht(Y, G)$ .

Definicja  $H(Y)$  wydaje się intuicyjnie trafna. Organizm jakiś należy do homozygotycznego genotypu odpowiadającego fenotypowi  $Y$  wtedy i tylko wtedy, gdy sam należy do fenotypu  $Y$  i gdy jego potomstwo w pierwszym i drugim pokoleniu również należy do fenotypu  $Y$ . Bliższa analiza pokazuje jednak, iż definicja  $H(Y)$  prowadzi do pewnych niepożądanych konsekwencji.

Załóżmy, iż  $x_1$  jest grochem o żółtych liścieniach nie posiadającym potomstwa:

$$x_1 \in Y \cdot \sim (\exists y) (x_1 Ps y).$$

Można łatwo okazać, iż  $x_1$  należeć będzie do  $H(Y)$ , jeżeli tylko istnieje klasa  $Z$  taka, iż  $K(Z)$ . Niech klasą tą będzie  $Z_0 : K(Z_0)$ . Ale wówczas klasa  $Z_0 \cup \{x_1\}$ , powstała przez dołączenie elementu  $x_1$ , musi również spełniać warunek  $K : K(Z_0 \cup \{x_1\})$ . Założenie  $K(Z_0)$  sprowadza się do koniunkcji następujących warunków:

- (1)  $Z_0 \subset Y$
- (2)  $F_{E(Y)}(Z_0, Z_0) \subset Y$
- (3)  $F^2_{E(Y)}(Z_0, Z_0) \subset Y$
- (4)  $F^2_{E(Y)}(Z_0, Z_0) \neq \emptyset$

Okażemy, że warunki te mają walor również dla  $Z_0 \cup \{x_1\}$ . Warunek:

$$(1) Z_0 \cup \{x_1\} \subset Y$$

jest spełniony, gdyż zgodnie z naszym założeniem,  $x_1 \in Y$ . Po to, aby okazać, iż spełniony jest warunek:

$$(2) F_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) \subset Y$$

wystarczy udowodnić, iż:

$$F_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) = F_{E(Y)}(Z_0, Z_0)$$

To zaś jest oczywiste, skoro  $x_1$  nie ma potomstwa. Dołączenie go do klasy  $Z_0$  nie zmienia w niczym klasy złożonej z potomstwa organizmów należących do klasy  $Z_0$ . Można to okazać w sposób formalny. Klasa:

$$F_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\})$$

jest, zgodnie z definicją  $F$ , identyczna z klasą:

$$(\text{f}) [(\exists u) (\exists v) (u \neq v \cdot u \in Z_0 \cup \{x_1\} \cdot u Ps y \cdot v \in Z_0 \cup \{x_1\} \cdot v Ps y \cdot en (u) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y))]$$

Ponieważ  $u \in Z_0 \cup \{x_1\} \equiv u \in Z_0 \vee u = x_1$ , sformułowanie powyższe przedstawić można w następującej rozwiniętej postaci:

$$(\text{f}) [(\exists u) (\exists v) (u \neq v \cdot u \in Z_0 \cdot u Ps y \cdot v \in Z_0 \cdot v Ps y \cdot en (u) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y) \vee u \neq v \cdot u \in Z_0 \cdot u Ps y \cdot v = x_1 \cdot v Ps y \cdot en (u) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y) \vee u \neq v \cdot u = x_1 \cdot u Ps y \cdot v \in Z_0 \cdot v Ps y \cdot en (u) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y) \vee u \neq v \cdot u = x_1 \cdot u Ps y \cdot v = x_1 \cdot v Ps y \cdot en (u) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y)]$$

Otóż składnik ostatni powyższej alternatywy jest fałszywy dla każdego  $y$  ze względów czysto formalnych:

$$\sim (\exists u) (\exists v) (u \neq v \cdot u = x_1 \cdot v = x_1).$$

Natomiast składniki: drugi i trzeci są fałszywe dla każdego  $y$  dlatego, że zgodnie z naszymi założeniami dotyczącymi  $x_1$ :

$$\sim (\exists y) (\exists u) (u = x_1 \cdot u Ps y).$$

Tak więc cała alternatywa jest równoważna składnikowi pierwszemu, a rozważana klasa jest identyczna z klasą:

$$(\text{f}) [(\exists u) (\exists v) (u \neq v \cdot u \in Z_0 \cdot u Ps y \cdot v \in Z_0 \cdot v Ps y \cdot en (u) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y))],$$

czyli z klasą:  $F_{E(Y)}(Z_0, Z_0)$ . Identyczność pokoleń pierwszych:

$$F_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) = F_{E(Y)}(Z_0, Z_0)$$

pociąga za sobą identyczność pokoleń drugich:

$$F^2_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) = F^2_{E(Y)}(Z_0, Z_0)$$

ponieważ:

$$F^2_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) = F_{E(Y)}(F_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}), F_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\})).$$

A zatem warunki:

$$(3) F^2_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) \subset Y$$

$$(4) F^2_{E(Y)}(Z_0 \cup \{x_1\}, Z_0 \cup \{x_1\}) \neq \emptyset$$

spełnione muszą być również. Wynika stąd, iż  $K(Z_0 \cup \{x_1\})$ . Ale jeśli  $K(Z_0 \cup \{x_1\})$ , to  $(\exists Z)(K(Z) \cdot x_1 \in Z)$ , a stąd, zgodnie z definicją  $H(Y)$ ,  $x_1 \in H(Y)$ .

Ta paradoksalna konsekwencja dotyczy nie tylko tych elementów  $Y$ , które w ogóle nie posiadają potomstwa. Jeśli pewien organizm o fenotypie  $Y$  posiada potomstwo, ale potomstwo nie pochodzące od żadnego z elementów klasy  $Z_0$ , należy on do  $H(Y)$  z analogicznych względów. To samo dotyczy tych elementów  $Y$ , które rozwinęły się w środowisku nie należącym do  $E(Y)$  lub których potomstwo rozwinęło się w takim środowisku. Mówiąc ogólnie, jeśli  $x_1 \in Y$  i  $\sim (\exists y) (\exists v) (x_1 \neq v \cdot x_1 Ps y \cdot v \in Z_0 \cdot v Ps y \cdot en (x_1) \in E(Y) \cdot en (v) \in E(Y) \cdot en (y) \in E(Y))$ , to  $x_1 \in H(Y)$ .

Innymi słowy, jeśli  $x_1 \in Y$  i  $F_{E(Y)}(\{x_1\}, Z_0) = \emptyset$ , to  $x_1 \in H(Y)$ . Rzecz w tym, że dla  $x_1$  warunki (2)–(4) naszej definicji  $H(Y)$  spełnione są w sposób trywialny. Jeśli  $F^2_{E(Y)}(\{x_1\}, Z_0) = \emptyset$ , w takiej samej sytuacji są w stosunku do  $x_1$  warunki (3)–(4).

Jest to bez wątpienia konsekwencja niepożądana. Tak zdefiniowana klasa  $H(Y)$  nie jest najwyraźniej tym, czym być miała. Jest stanowczo za obszerna, gdyż — prócz «właściwych» elementów homozygotycznego genotypu odpowiadającego fenotypowi  $Y$  — obejmuje te wszystkie elementy  $Y$ , które nie posiadają potomstwa z żadnym elementem jakiejś klasy spełniającej warunek  $K$ . Podobne konsekwencje mają miejsce w przypadku skonstruowanej wedle tego samego wzoru definicji heterozygotycznego genotypu odpowiadającego fenotypom  $Y$  i  $G$ . W rezultacie klasy  $H(Y)$  i  $Ht(Y, G)$  okazują się nierozłączne. Pewne elementy mają wspólne. Tak np. wszystkie bezpotomne organizmy o fenotypie  $Y$  należą zarazem do  $H(Y)$  i do  $Ht(Y, G)$ <sup>3</sup>.

Jeśli chcemy uniknąć paradoksalnych konsekwencji naszej definicji, musimy wzmocnić warunek  $K$  tak, aby wykluczyć z klasy  $H(Y)$  te wszystkie organizmy o fenotypie  $Y$ , które należą do niej wyłącznie wskutek braku potomstwa. Możemy to uczynić przez dołączenie do warunków (1)–(4) następującego postulatu:

$$(5) (x) (x \in Z \supset F^2_{E(Y)}(\{x\}, Z) \neq \emptyset).$$

Gwarantuje on, iż klasa  $Z$  obejmuje tylko takie organizmy, które posiadają potomstwo (w pierwszym i drugim pokoleniu) z pewnym elementem klasy  $Z$ . Wprowadźmy 'K'(Z)' jako skrótowy zapis warunków (1)–(5). Twierdzenie:  $(\exists Z)(K'(Z) \cdot x_1 \in Z)$  implikuje teraz, że  $x_1$  należy do  $Y$ , że posiada potomstwo (w pierwszym i drugim pokoleniu), i że potomstwo to również należy do  $Y$ . Jeśli któryś z tych faktów nie ma miejsca, twierdzenie to nie może być prawdziwe. A więc jeśli  $x_1$  nie ma potomstwa, nie może należeć do żadnej klasy spełniającej warunek  $K'$ . Definicja:

$$H(Y) = (x) (\exists Z)(K'(Z) \cdot x \in Z)$$

wyklucza w ten sposób z klasy  $H(Y)$  te wszystkie «niewłaściwe» elementy, które należały do niej zgodnie z definicją poprzednią. Ale i ta definicja nie jest zadowalająca. Wszystkie bezpotomne organizmy o fenotypie  $Y$  zmuszeni jesteśmy teraz zaliczyć do  $\overline{H}(Y)$ . Mówiąc ściślej, wszystkie organizmy o fenotypie  $Y$ , które nie posiadają potomstwa z żadnym elementem jakiegokolwiek klasy spełniającej warunek  $K'$ , należeć będą do  $\overline{H}(Y)$ . Jest to konsekwencja równie nie do przyjęcia, jak poprzednia.

Wskazane wadliwości wydają się nieuleczalne. Każda zupełna definicja  $H(Y)$  korzystająca wyłącznie z naszego ograniczonego zasobu terminów pierwotnych musi prowadzić do konkluzji zaliczającej wszystkie bezpotomne organizmy o fenotypie  $Y$  bądź do klasy  $H(Y)$  bądź do klasy  $\overline{H}(Y)$ . Nie mamy żadnych podstaw do czynienia pomiędzy nimi jakichkolwiek różnic, ponieważ wszelkie nasze decyzje oparte są na obserwacjach dotyczących fenotypu danego organizmu i jego potomstwa. Wobec faktu, że wszystkie omawiane organizmy należą do tego samego fenotypu i żadnego potomstwa nie posiadają, wszystkie znajdują się w tej samej klasie:  $H(Y)$  lub  $\overline{H}(Y)$ . Obie

3) W pracy „Zastosowanie pojęć logiki matematycznej do wyjaśnienia niektórych pojęć przyrodoznawstwa” (*Studia Logica* 4, (1956)) M. Kokoszyńska, T. Kubiński i J. Ślupecki rozważają definicję genotypu zbliżoną do definicji Woodgerowskiej i okazują, że definicja ta pociąga konsekwencje zbliżone do konsekwencji omawianych.

decyzje są równie nieuzasadnione i arbitralne. Co więcej, decyzje te mogą popaść w konflikt z wynikami przyszłych doświadczeń. Genetyka rozszerza stopniowo swoją doświadczalną bazę, włączając w nią np. pewne obserwacje cytologiczne. Prowadzi to do sformułowania nowych kryteriów stosowalności dla  $H(Y)$ , odwołujących się do owych obserwacji. Kryteria te pozwalają na zaliczenie pewnych organizmów bezpotomnych do  $H(Y)$ , innych — do  $\bar{H}(Y)$ . Ale decyzje takie kolidują z definicjami zaliczającymi arbitralnie wszystkie te organizmy do  $H(Y)$  lub  $\bar{H}(Y)$ .

Genetyka w swojej «elementarnej», Mendlowskiej postaci nie pozwala nam powiedzieć niczego o genotypie organizmów bezpotomnych. Dlatego też i definicja genotypu formułowana na gruncie tej teorii musi kwestię tę pozostawiać otwartą. Nie może to być zatem definicja zupełna. Pojęcie genotypu może zostać zdefiniowane adekwatnie tylko przy pomocy jakiejś bardziej «liberalnej» procedury. Procedurę taką reprezentuje tzw. definicja cząstkowa lub warunkowa (inaczej redukcja). Ten rodzaj definicji został wprowadzony przez Carnapa<sup>4</sup>, a potem uogólniony przez innych autorów<sup>5</sup>.

Najprostszą postać definicji cząstkowej terminu  $Q$  przedstawiają wypowiedzi następujące:

$$(1) Px \supset Qx$$

$$(2) Rx \supset \sim Qx$$

Główna różnica pomiędzy definicją cząstkową a definicją zupełną polega na tym, iż warunki definicyjne:  $P$  i  $R$  ani się logicznie nie dopełniają, ani nie wykluczają, gdy tymczasem w przypadku definicji zupełnej warunki te sprowadzają się do:  $P$  i  $\sim P$ . Ponieważ warunki  $P$  i  $R$  nie wyczerpują wszystkich możliwości, mogą istnieć przedmioty, które nie są ani  $P$ , ani  $R$ . W stosunku do takich przedmiotów znaczenie terminu  $Q$  pozostaje nieustalone. Nie rozporządzamy w tych przypadkach żadnym kryterium stosowalności tego terminu.  $Q$  jest pojęciem „otwartym”. Dalsze ustalanie jego znaczenia wymaga kryteriów dodatkowych.

Przeprowadzona analiza świadczy o tym, że genotyp jest pojęciem „otwartym”, które w pewnych przypadkach pozostać musi niezdeterminowane. Toteż — jako pojęcie szczebla zerowego — genotyp może być zdefiniowany jedynie cząstkowo. Rolę jego definicji cząstkowej opartej na przyjętym słowniku terminów pierwotnych pełnić mogą następujące wypowiedzi:

$$(1) (\exists Z) [K'(Z) \cdot x \in Z] \supset x \in H(Y)$$

$$(2) (\exists Z) [K'(Z) \cdot (\sim x \in Y \vee \sim F_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y \vee \sim F^2_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y)] \supset \sim x \in H(Y).$$

Wypowiedź (1) formułuje warunek wystarczający należenia do  $H(Y)$ , wypowiedź (2) — warunek konieczny. Starłem się poprzednio okazać, iż (1) jest sformułowaniem adekwatnym. (2) wyłącza z klasy  $H(Y)$  te organizmy, które nie należą do  $Y$ , lub które

4) „Testability and Meaning”, *Philosophy of Science* 3–4, (1936–1937).

5) Na przykład H. Mehlberg, „Positivism et Science”, *Studia Philosophica* 3, (1948); H. V. Stopes-Roe, „Some Considerations Concerning «Interpretative Systems»”, *Philosophy of Science* 25, (1958).



posiadają z elementami jakiejś klasy spełniającej warunek  $K'$  potomstwo nie należące do  $Y$ . I to zatem wydaje się sformułowaniem trafnym. Warunki wyrażone przez wypowiedzi (1) i (2) logicznie się nie dopełniają. Mogą istnieć organizmy, które nie spełniają żadnego z nich. Właśnie rozważane przez nas uprzednio organizmy do takich należą. Jeśli jakiś organizm nie posiada potomstwa z elementami żadnej klasy spełniającej warunek  $K'$ , organizm ten nie spełnia poprzednika wypowiedzi (1). A jeśli przy tym jest to organizm o fenotypie  $Y$ , nie spełnia on również poprzednika wypowiedzi (2). (Należy zwrócić uwagę na fakt, iż twierdzenie:  $\sim F_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y$  implikuje:  $F_{E(Y)}(\{x\}, Z) \neq \emptyset$ ). W stosunku do takiego organizmu nie dysponujemy żadnym kryterium stosowalności terminu  $H(Y)$ . Nie mamy prawa orzec ani tego terminu, ani jego negacji. A o to właśnie chodziło.

Gdyby żadna klasa nie spełniała warunku  $K'$ , znaczenie  $H(Y)$  byłoby całkowicie nieustalone. Możemy jednak przyjąć (jak to uczynił Woodger), iż w tej sytuacji  $H(Y) = \emptyset$ , dodając dodatkowe zastrzeżenie do warunku (2):

$$(2') \sim (\exists Z) K'(Z) \vee (\exists Z) [K'(Z) \cdot (\sim x \in Y \vee \sim F_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y \vee \sim F^2_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y)] \supset \sim x \in H(Y).$$

Warunki, o których mowa w wypowiedziach (1) i (2) logicznie się nie wykluczają. Ale wypowiedzi te implikują konsekwencję stwierdzającą ich wzajemne wykluczanie. Konsekwencja ta musi mieć zatem charakter twierdzenia rzeczowego. Doświadczenie decyduje, czy przedmiot, który spełnia poprzednik wypowiedzi (1), spełniać może również poprzednik wypowiedzi (2). Doświadczenie zdaje się wykluczać taką możliwość i tym samym potwierdzać empiryczną konsekwencję naszej definicji. Ale świadectwo doświadczenia nigdy nie jest ostateczne. Chcąc zapewnić logiczną rozłączność warunków (1) i (2), musimy jeden z nich, np. warunek (2), poddać pewnej modyfikacji:

$$(2'') \sim (\exists Z) [K'(Z) \cdot x \in Z] \cdot (\exists Z) [K'(Z) \cdot (\sim x \in Y \vee \sim F_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y \vee \sim F^2_{E(Y)}(\{x\}, Z) \subset Y)] \supset \sim x \in H(Y).$$

Podana przez nas cząstkowa definicja  $H(Y)$  wydaje się wyposażać ten termin w zamierzony sens. Unika ona wadliwości przytaczanej uprzednio definicji zupełnej, a jednocześnie opiera się na tym samym, „elementarnym” słowniku. Jej adekwatność okupiona została jednak niewygodną, skomplikowaną formą. Wydaje się, iż można wprowadzić pojęcie genotypu za pośrednictwem prostszej definicji cząstkowej, sformułowanej w tym samym, Woodgerowskim języku. Ponieważ pojęcie to różni się pod pewnym względem od  $H(Y)$ , oznaczymy je przez ' $H^*(Y)$ '. Jego definicja ma postać następującą:

$$(1) \{x, y\} \subset Y \cdot F_{E(Y)}\{x, y\} \subset Y \cdot F^2_{E(Y)}\{x, y\} \subset Y \cdot F^2_{E(Y)}\{x, y\} \neq \emptyset \supset \{x, y\} \in H^*(Y)$$

(2)  $\sim \{x, y\} \subset Y \vee \sim F_{E(Y)}\{x, y\} \subset Y \vee \sim F^2_{E(Y)}\{x, y\} \subset Y \supset \sim \{x, y\} \in H^*(Y)$ ,  
gdzie  $F_{E(Y)}\{x, y\}$  jest po prostu skrótem:  $F_{E(Y)}(\{x\}, \{y\})$ . Różnica między  $H(Y)$  a  $H^*(Y)$  leży w tym, iż  $H^*(Y)$  nie jest klasą indywiduów, lecz klasą (nieuporządkowanych) par indywiduów. Definicja  $H^*(Y)$  pozwala nam rozstrzygać, czy jakaś para organizmów należy do danego genotypu, nie pozwala natomiast na przypisywanie genotypu po-

szczególne organizmowi. Jeśli pominąć tę ważną skądinąd różnicę, znaczenie  $H^*(Y)$  uważać można za takie samo, jak znaczenie  $H(Y)$ . Warunki wyszczególnione w definicji  $H^*(Y)$  są analogiczne do warunków z definicji  $H(Y)$  i analogiczne pociągają konsekwencje.  $H^*(Y)$  jest również pojęciem «otwartym». Para bezpotomnych organizmów o fenotypie  $Y$  nie spełnia ani poprzednika wypowiedzi (1), ani poprzednika wypowiedzi (2). A zatem nie mamy prawa orzec o niej ani  $\overline{H^*}(Y)$  ani  $H^*(Y)$ . Fakt ten wydaje się być zgodny z tym, co zostało powiedziane o sytuacji w genetyce klasycznej. Genetyka oparta wyłącznie na klasycznych eksperymentach genetycznych, tj. na eksperymentach hodowlanych, nie może powiedzieć nam niczego o genotypie takich organizmów. Dlatego też pojęcie genotypu definiowalne jest jedynie cząstkowo.

Tutaj jednak wypada zrobić pewne zastrzeżenie. Są sytuacje, w których określenie genotypu organizmu bezpotomnego możliwe jest również na szczeblu elementarnym. Tak jest wtedy, gdy odpowiednie twierdzenie wynika z uznanych twierdzeń dotyczących genotypu innych organizmów. Przypuśćmy, iż  $x_1$  jest organizmem o fenotypie  $Y$ , który sam potomstwa nie posiada, ale którego rodzice:  $y_1$  i  $y_2$  mają potomstwo w pierwszym i drugim pokoleniu. Jesteśmy wówczas w stanie określić genotyp obojga rodziców, a — w pewnych przypadkach — również genotyp  $x_1$ . Jeśli  $y_1$  i  $y_2$  należą do  $H(Y)$ , taki sam musi być genotyp  $x_1$ . Jeśli jedno z rodziców należy do  $H(Y)$  a drugie do  $H(G)$ ,  $x_1$  musi należeć do  $Ht(Y, G)$ . Tak samo będzie wtedy, gdy genotypami rodziców są odpowiednio  $Ht(Y, G)$  i  $H(G)$ . Ale gdy oboje rodzice należą do  $Ht(Y, G)$ , lub jedno do  $Ht(Y, G)$ , a drugie do  $H(Y)$ , genotypem  $x_1$  może być równie dobrze  $H(Y)$ , jak i  $Ht(Y, G)$ . Wyłącznie zbadanie potomstwa  $x_1$  mogłoby rozstrzygnąć tę kwestię. Opisane przez nas sytuacje są całkowicie możliwe. Proponowane definicje  $H(Y)$  czy  $H^*(Y)$  nie implikują niczego, co by taką możliwość miało wyłączać.

Przejsie do definicji zupełnej do cząstkowej pozwala, jak widzieliśmy, uniknąć pewnych niepożądanych konsekwencji pierwotnej definicji  $H(Y)$ . Wobec tej definicji wysunąć można jednak zastrzeżenia inne, które nie dadzą się usunąć w ten sposób. Istnieją wadliwości, którymi obarczona jest zarówno zupełna definicja  $H(Y)$  jak i cząstkowe definicje tego pojęcia. Załóżmy, że  $x_1$  należący do genotypu  $Ht(Y, G)$  posiada potomstwo składające się w pierwszym i drugim pokoleniu wyłącznie z organizmów o fenotypie  $Y$ . Jest to całkowicie prawdopodobny zbieg okoliczności, zwłaszcza gdy liczba tego potomstwa jest niewielka. Ale wówczas wszystkie dotychczasowe definicje  $H(Y)$  — zarówno zupełne, jak i cząstkowe — prowadzić muszą do konkluzji, iż  $x_1$  należy do  $H(Y)$ ! Jest to jaskrawo niezgodne z tym znaczeniem, jakie terminowi  $H(Y)$  chcieliśmy nadać. Rzecz w tym, że zależność pomiędzy genotypem danego organizmu a fenotypem jego potomstwa jest zależnością probabilistyczną. Toteż adekwatna definicja  $H(Y)$  sformułowana w języku spostrzeżeniowym musi być również definicją «probabilistyczną». Takie probabilistyczne definicje cząstkowe wprowadzone zostały przez

pewnych autorów<sup>6</sup>, jednakże wymagają one jeszcze bliższego opracowania. Sprawą tą nie będę się zajmował w pracy obecnej, poświęconej jednemu tylko aspektowi analizowanego pojęcia: jego cząstkowej definiowalności.

Charakter ten przysługuje nie tylko pojęciu genotypu, lecz i szeregowi innych pojęć należących do skonstruowanego przez Woodgera aparatu pojęciowego genetyki. Przede wszystkim terminy zdefiniowane przy pomocy  $H(Y)$  dziedziczą «otwarty» charakter tego ostatniego. Ale i niezależnie od tego pewne terminy uzyskują tę właściwość. Ich definicje można poddać analizie takiej samej, jak definicję  $H(Y)$ . I tak samo, jak tam, można usunąć ich wadliwości przechodząc do definicji cząstkowych. Jedno z tych pojęć zasługuje jednakże na szczególną uwagę. Definicja terminu  $Gm(P)$  prowadzi do pewnych paradoksalnych konsekwencji z powodów niezmiernie podobnych do tych, któreśmy rozważali dotychczas. Woodger sugeruje jednak w tym przypadku pewne rozwiązanie, i to rozwiązanie polegające nie na rezygnacji z definicju zupełnej, lecz na jej nieznaczącej modyfikacji. Ta interesująca sugestia wymaga bliższego rozpatrzenia.

' $Gm(P)$ ' ma denotować klasę gamet takich, iż powstałe z ich połączenia zygoty rozwijają się w organizmy o genotypie  $H(P)$ . Dla sformułowania definicji  $Gm(P)$  trzeba dwóch dodatkowych wyrażeń:

(1) ' $dL(x, y, z)$ ', które głosi, iż zygota  $x$  rozwija się w środowisku  $y$  w organizm  $z$ , oraz

(2) ' $U(\alpha, \beta)$ ', które denotuje klasę wszystkich zygot powstałych z połączenia gamet należących do zbioru  $\alpha$  z gametami należącymi do zbioru  $\beta$ .

Przyjmijmy ' $L(\alpha)$ ' jako skrótowy zapis następujących warunków:

(1)  $\alpha \neq \emptyset$

(2)  $(x)(y)(z)[dL(x, y, z) \cdot x \in U(\alpha, \alpha) \cdot y \in E(P) \supset z \in H(P)]$ .

$Gm(P)$  zdefiniowane zostaje następująco:

$$Gm(P) = (\hat{L})(\exists\alpha)(L(\alpha) \cdot u \in \alpha).$$

W stosunku do tej definicji Woodger sam wysuwa pewne obiekcje. „Można zawsze dołączyć do zbioru  $\alpha$  z tej definicji przedmioty, dla których poprzednik zawartego *implicite* w tej definicji okresu warunkowego byłby fałszywy, i które z tej racji spełniałyby ową definicję. Zbiór  $\alpha$  stałby się w ten sposób za obszerny i obejmowałby różne rodzaje przedmiotów (np. przedmioty nie będące w ogóle gametami), których nie chcielibyśmy zaliczyć do klasy  $Gm(P)$ ”. Tak jest istotnie i łatwo można to okazać w sposób analogiczny do tego, jakim posłużyliśmy się w przypadku  $H(Y)$ .

Przypuśćmy, iż klasa  $\alpha_0$  czyni zadość warunkowi  $L$  i że  $u_1$  jest przedmiotem, który nie utworzył zygoty z żadnym elementem klasy  $\alpha_0$ :  $\sim(\exists x)(x \in U(\{u_1\}, \alpha_0))$ . Klasa  $U(\alpha_0 \cup \{u_1\}, \alpha_0 \cup \{u_1\})$  jest wówczas identyczna z klasą:  $U(\alpha_0, \alpha_0)$ , ponieważ nie zmienimy w niczym klasy wszystkich zygot powstałych z połączenia elementów klasy  $\alpha_0$  przez dodanie do klasy  $\alpha_0$  przedmiotu, który nie tworzy zygoty z żadnym elementem

6) Na przykład A. Kaplan, „Definition and Specification of Meaning”, *Journal of Philosophy* 43, (1946); H. Mehlberg, op. cit.; H. Mehlberg, *The Reach of Science* (1958).

klasy  $\alpha_0$ . Identyeczność ta implikuje:  $L(\alpha_0 \cup \{u_1\})$ . Ale skoro  $L(\alpha_0 \cup \{u_1\})$ , to  $(\exists \alpha) (L(\alpha) \cdot u_1 \in \alpha)$ , a stąd zgodnie z naszą definicją  $Gm(P)$ ,  $u_1 \in Gm(P)$ . A zatem  $Gm(P)$  obejmuje wszystkie przedmioty, które nie utworzyły zygot z elementami jakiejś klasy spełniającej warunek  $L$ . Co więcej, klasa ta obejmuje również wszystkie gamety, które odznaczają się tym, iż powstałe z ich połączenia zygoty rozwijają się w środowisku nie należącym do  $E(P)$ . Ścisłe mówiąc, jeśli  $\alpha_0$  jest klasą spełniającą warunek  $L$ , wszystkie przedmioty  $u$  takie, iż:

$$\sim (\exists x) (\exists y) (\exists z) [dlz(x, y, z) \cdot x \in U(\{u\}, \alpha_0) \cdot y \in E(P)]$$

należą do  $Gm(P)$ .

Konsekwencji tej można uniknąć stosując procedurę analogiczną do procedury zastosowanej w przypadku  $H(Y)$ , tj. wzmacniając odpowiednio warunek  $L$  i konstruując za jego pomocą definicję cząstkową. Woodger zarysowuje inne wyjście. Pierwotną definicję  $Gm(P)$  proponuje zastąpić definicją następującą:

$$Gm(P) = (\hat{L}) (\exists v) (\exists X) [u(u, v) \in X \cdot (x)(y)(z) (dlz(x, y, z) \cdot x \in X \cdot y \in E(P) \supset z \in H(P) \cdot H(P) \neq \emptyset),$$

gdzie  $u(u, v)$  ma być funktorem denotującym zygotę powstałą z połączenia gamety  $u$  z gametą  $v$ . Wydaje się jednak, że propozycja ta nie usuwa wszystkich wadliwości definicji pierwotnej. Niejasny jest przede wszystkim charakter logiczny wyrażenia  $u(u, v)$ . Gdyby to miał być funktor w sensie właściwym<sup>7</sup>, spełniony by być musiał warunek następujący: Dla każdego  $u$  i  $v$ : istnieje jedna i tylko jedna zygota powstała z połączenia  $u$  i  $v$ . Ale jest to notorycznym fałszem i pozostałoby fałszem nawet, gdyby zakres zmiennych  $u$  i  $v$  ograniczyć do klasy gamet, które istotnie połączyły się tworząc zygoty.  $u(u, v)$  nie może być zatem uważany za funktor właściwy. Może być natomiast pojmowany jako Russelowska deskrypcja. Ale to w dalszym ciągu prowadzi do pewnych niepożądanych konsekwencji. Przypuśćmy, że  $u_1$  nie utworzył jakiegokolwiek zygoty. Wówczas:  $\sim (\exists v) (\exists X) (u(u_1, v) \in X)$  i, zgodnie z naszą definicją,  $\sim u_1 \in Gm(P)$ . To konsekwencja nie do przyjęcia. A jeśli  $u_1$  utworzył zygotę, która rozwija się w środowisku nie należącym do  $E(P)$ ,  $u_1$  tym samym należy do  $Gm(P)$ . W tym przypadku nowa definicja  $Gm(P)$  prowadzi do tej samej paradoksalnej konkluzji, co poprzednia. Jedy-  
nym rozwiązaniem wydaje się i tu cząstkowa definicja  $Gm(P)$ .

Przypadek rozważany w pracy niniejszej nie jest czymś wyjątkowym. Przeciwnie, jest to sytuacja typowa dla «pojęć teoretycznych». Wyraźnie stwierdził to Carnap, którego teoria zdań redukcyjnych zdawać miała z tej sytuacji sprawę. Przeprowadzona analiza dostarcza przykładu ilustrującego tę teorię. Streśćmy jej wyniki w metaforyczny nieco sposób. Terminy teoretyczne traktować możemy jako terminy odnoszące się do pewnych niespostrzegalnych struktur. Struktury te przejawiają się w pewnych spostrzegalnych warunkach w postaci spostrzegalnych zjawisk. Tam, gdzie warunki takie nie istnieją, struktury owe nie zdradzają niczym swojej obecności. Tak więc na szczeblu spostrzeżeniowym przybierają one charakter dyspozycji. Tak samo traktować można

7) Porównaj np. R. Carnap, *Introduction to Symbolic Logic and Its Applications*, (1958), str. 71 i nn.

pojęcie genotypu. Odnosi się ono do pewnej niespostrzegalnej struktury — genetycznej konstytucji organizmu — która przejawia się w postaci pewnego spostrzegalnego zachowania — «genetycznego» zachowania się organizmu. Jeśli organizm jakiś w ogóle potomstwa nie posiada, nie można orzec, jak zachowuje się pod względem genetycznym i, co za tym idzie, jaki jest jego genotyp. Dlatego też sens tego pojęcia, podobnie jak innych pojęć dyspozycyjnych, może być — na szczeblu spostrzeżeniowym — ustalony jedynie częściowo. To właśnie miała okazać nasza analiza w bardziej formalny i szczegółowy sposób. Zadanie takie mogło zostać podjęte tylko dzięki uprzedniej konstrukcji precyzyjnego języka genetycznego, który potrafi „ujawnić rzeczywistą złożoność przedmiotu maskowaną przez język naturalny”. Wydaje się to niezbędnym założeniem wszelkiej metodologicznej analizy.