

Genocentryzm: między biologią, filozofią i kulturą

Autor tekstu: C. Żekanowski i P. Łuków

Spis

treści:

Historia	genetyki	i	genu
Redukcjonizm	w		genetyce
Oczekiwane	i	nieoczekiwane	konsekwencje
Tożsamość			redukcjonizmu
Informacja			genu
Alternatywne		koncepcje	genetyczna
Gen		jako	genu
Gen	rozproszony	w	procesach
Genocentryzm i możliwa przyszłość		rozwoju	i ewolucji

*

Nauka jest zjawiskiem społecznym. Na jej kluczowe pojęcia i idee wpływa szerszy kontekst kulturowy, na który składają się dotychczasowe osiągnięcia naukowe i technologiczne, ideologie, światopoglądy, obyczaje, a także rzeczy tak ulotne, jak klimat intelektualny kraju czy epoki. Genetyka nie jest pod tym względem wyjątkiem. Kluczowe dla niej pojęcie *genu* podlegało i nadal podlega ewolucji. Różne definicje, teorie i hipotezy, często współistniały ze sobą, wzajemnie się warunkowały i oddziaływały na siebie, w skomplikowanym procesie kształtowania się współczesnej biologii.

Uświadomienie sobie zmienności i różnorodności uwarunkowań pojęcia *genu* jest szczególnie ważne dziś, gdy wyjaśnienia „genetyczne” stały się rodzajem wytrycha intelektualnego stosowanego nie tylko przez laików, ale też sporą część specjalistów różnych dziedzin. Pożytki dla wyjaśnień „genetycznych” dostarcza klimat obecnej kultury i genetycy, którzy w większości wyznają „genocentryzm”, tj. przekonanie o nadrzędnej roli *genu* (czy DNA) w regulacji procesów zachodzących w komórkach, układach i organizmach i w dziedziczeniu [1]

W wielu współczesnych opracowaniach — zarówno naukowych, jak i popularnych — „gen” zajął miejsce, które w dawnych systemach filozoficznych zajmował Bóg, bądź dusza wegetatywna [2]. Kiedy filozof nie potrafił czegoś wyjaśnić, wówczas powoływał się na wolę Boga. Do codzienności należą dziś zwroty w rodzaju „masz to w genach,” a wiele wyjaśnień proponowanych pacjentom przez lekarzy również odwołuje się do genów. W czasach Arystotelesa i przez wieki później, pojęcie duszy wegetatywnej porządkowało dane obserwacyjne. Dziś, uznawanie DNA za jedyny i nadrzędny czynnik integrujący komórki hamuje teoretyczny i praktyczny rozwój biologii. Pomimo tego trendu, wydaje się, że jesteśmy świadkami swoistego „powrotu do przyszłości” pierwotnej, mendlowskiej koncepcji *genu*: elementu zapewniającego dziedziczenie cech w kontekście istniejących w komórce wielostronnych oddziaływań przyczynowych [3].

Kiedy zdamy sobie sprawę, że pojęcie *genu* zmienia się nie tylko w czasie, ale też w zależności od celu badawczego czy praktycznego, w jakim się go używa, będziemy mogli uświadomić sobie, jak ciągle niewiele wiemy czym jesteśmy, co wpływa na nasze życie i charaktery oraz w jakim stopniu zmienić możemy ciągle umykającą nam „naturę ludzką”.

Historia genetyki i *genu*

Co najmniej od czasów Arystotelesa istniały dwa stanowiska w kwestii rozwoju osobniczego organizmów. Pierwsze — później nazwane preformacjonizmem - głosiło, że organizmy powstają przez powiększanie się w pełni ukształtowanego organizmu, którego rozwój polega na zmianach wyłącznie ilościowych. Stanowisko drugie — preferowane przez Arystotelesa jako bardziej zgodne z obserwacją i płodniejsze poznawczo — to epigenetyzm, według którego organizmy dorosłe powstają w wyniku różnicowania się niezróżnicowanego tworu początkowego, a rozwój osobniczy polega zarówno na zmianach ilościowych, jak i jakościowych [4]. Za preformacjonizmem opowiadała się większość badaczy aż do początku dziewiętnastego wieku, kiedy to dzięki odkryciu w 1817 r. przez Christiana Pandera listków zarodkowych kury oraz teoretycznym opracowaniu tych badań przez Karla Ernsta Baera w 1827 r., zwyciężyła teoria epigenety.

Ani preformacjonizm, ani epigenetyzm nie wyjaśniały, w jaki sposób u organizmów potomnych pojawiają się cechy, które nie występowały u organizmów rodzicielskich. Aby rozwiązać ten problem Jean-Baptiste Lamarck zaproponował w 1809 r. teorię dziedziczenia cech nabytych, wedle której cechy organizmu potomnego to mieszanka cech organizmów rodzicielskich. Lamarck posiłkował się ludową koncepcją mieszania krwi (ang. *blended inheritance*). Uzupełnieniem koncepcji Lamarcka była sformułowana w 1868 r. przez Karola Darwina teoria pangenezy, która głosiła, że z poszczególnych tkanek do krwi przenikają twory zwane gemmulami, będące nośnikami cech tych organów. Gemmule przedostają się następnie do gonad i gamet, dzięki czemu powstałe w wyniku oddziaływania środowiska cechy organizmu rodzicielskiego pojawiają się w organizmach potomnych. Czynniki przenoszące cechy dziedziczne Darwin nazwał pangenami.

Obydwie hipotezy przedstawiały dziedziczenie jako proces ciągły, tj. taki, w którym cechy organizmu potomnego są połączeniem ciągłych cech organizmów rodzicielskich, tak jak kolory powstają przez mieszanie pigmentów na palecie malarskiej. Żadna nie wyjaśniała jednak, dlaczego cechy, które zanikły kilka pokoleń wcześniej, ujawniać się mogą ponownie u organizmów potomnych. Ani gemmule, ani krew nie mogła bowiem być nośnikiem cech, które już zanikły, lub których udział w mieszaninie obecnej w gemmulach bądź krwi jest zbyt mały, aby mogły ujawnić się w danym organizmie. Ponadto, jak wskazywali Fleeming Jenkin (1867), czy George Mivart (1871), mieszanie się cech szybko doprowadziłoby do wygaszenia zmienności organizmów. A zatem jedynym wyjaśnieniem obserwowalnej zmienności organizmów musiały być niezwykle wysoki poziom powstawania dziedzicznych nowości (mutacji). Również argumenty fizyków (m.in. Kelvina i Jenkina), twierdzących że Ziemia powstała zbyt późno, by ewolucja przebiegała zgodnie z opisem zawartym w „O pochodzeniu gatunków”, spowodowały że Darwin znacznie zmodyfikował koncepcję zmienności w swej teorii i przyjął (po 1867) powszechnie akceptowane w jego czasach poglądy, stwierdzające że dziedziczenie cechy użytecznej dla organizmu jest wzmacniane, a nieużytecznej ulega zmniejszeniu, będąc tym jednym ze źródeł zmienności, niezbędnej do działania doboru naturalnego. Zaakceptował także niektóre elementy lamarckowskiego dziedziczenia cech nabytych [5].

Powolne przemiany w rozumieniu zjawiska dziedziczenia i ewolucji rozpoczął się wraz z publikacją w 1866 r. prac Grzegorza Mendla [6].

Lata działalności Mendla to okres ugruntowania atomizmu w fizyce i chemii oraz narodziny rachunku prawdopodobieństwa. Elementy wspomnianych teorii oraz metodologiczna zasada redukcjonizmu, obecne w umysłowym klimacie epoki, zaważyły na koncepcji dziedziczności oraz na sposobie, w jaki Mendel projektował doświadczenia. Mendel badał wybrane, pojedyncze cechy roślin grozdku, a nie zespół cech (fenotyp), ponieważ przyjmował (jak się przypuszcza), że fenotyp zależy od współwystępowania i współdziałania cech jednostkowych, dziedziczonych przez pokolenia. Było to zgodne z zasadą redukcjonizmu, która głosi że bardziej złożone układy można poznać dzięki badaniu ich części składowych, a cechy całości są pochodną cech części. Z zasadą redukcjonizmu Mendel łączył, jak się wydaje, hipotezę o dyskretnej naturze dziedziczenia. Hipoteza ta głosi, że przekazywane organizmom potomnym cechy organizmów rodzicielskich są odrębnymi jednostkami, które wchodzi w konfiguracje z innymi cechami. Dziedziczenie nie polegałoby zatem na „mieszanii” starych cech, lecz na łączeniu tych cech w nowe konfiguracje. Dziedziczenie jest zjawiskiem podobnym do układania nowych całości z dostępnych już i odrębnych od siebie klocków, a nie do przenikania się barw.

Mendel nie rozważał materialnej podstawy dziedziczenia wyodrębnionych cech organizmów, jednak jego teoria wymagała przyjęcia istnienia jednostek dziedziczenia, co później dostarczyło podstaw do powstania pojęcia genu jako „nośnika” dziedziczności. Mendel nie twierdził, że wszystkie cechy komórek czy organizmów dziedziczone są w postaci skwantowanej. Uważał, że dziedziczne elementy nieciągłe przyczyniają się do tworzenia cech organizmu wraz z innymi czynnikami. Powstawanie cech złożonych podczas rozwoju organizmu zależy od dynamicznego oddziaływania nieciągłych jednostek dziedziczności w kontekście wszystkich materialnych elementów istniejących w pierwotnym stanie organizmu [7]. Posługując się dzisiejszą terminologią można powiedzieć, że rozwój oraz cechy organizmu określa w koncepcji Mendla zarówno „program genowy”, jak reguły i zasady funkcjonowania całej komórki [8].

Poszukiwania nośnika cech dziedziczonych odżyły wraz z ponownym odkryciem w 1900 roku mendlowskich reguł dziedziczenia przez Hugo De Vriesa, Carla Corrensa oraz Ericha von

Tschermaka, oraz powstaniem w sześć lat później genetyki, jako „nowej dziedziny fizjologii” [9], [10]. W 1909 r. Wilhelm Johannsen, chcąc uniknąć preformacjonistycznych skojarzeń związanych z darwinowską gemmą, [11] utworzył słowo „gen” na oznaczenie czynnika, który umożliwia dziedziczenie konkretnej cechy [12]. Termin „gen” z założenia miał być neutralny względem istniejących hipotez o materialnej bazie dziedziczenia i wyrażać jedynie fakt określania wielu cech organizmu przez czynniki obecne w jednostkowy, oddzielony i niezależny sposób w gametach. W 1912 roku Johannsen wskazywał, że gen to pojęcie użyteczne dla określenia „czynników jednostkowych”, elementów, czy allelomorfów, których rzeczywistą obecność wykazały badania Mendla i jego następców. Johannsen przyjmował, że pojedynczy gen określa pojedynczą cechę. Nie sformułował jednak żadnej hipotezy dotyczącej materialnej natury genów, przeciwnie ostrzegał przed uznawaniem genu za czynnik materialny, morfologicznie wyodrębnioną strukturę [13]. Pojęcie genu jest u Johannsena zasadniczo konstruktem teoretycznym, wskazującym na dyskretny charakter dziedziczenia. To na poły spekulatywne pojęcie genu uwidacznia się także w rozróżnieniu Johannsena między dziedziczną cechą, a materialnym elementem, umożliwiającym międzypokoleniowe przekazywanie tej cechy. Pomędzy nimi znajdować może się szereg zjawisk i procesów, które mogą wchodzić w zakres definicji genu.

Dla genetyków klasycznych, prowadzących w ciągu pierwszych trzech dekad XX wieku badania z wykorzystaniem skomplikowanych technik krzyżowania i hodowli organizmów, problem materialnej natury genów nie był kluczowy. Przyczyniała się do tego także koloidalna teoria składu chemicznego komórki [14]. Geny traktowano jako „czarne skrzynki”, z wejściem w postaci czynników rodzicielskich i wyjściem w postaci fenotypu osobnika potomnego. Jeszcze w 1933 Thomas H. Morgan pisał, że nie istnieje zgodność między genetykami czy geny są rzeczywiste, czy też są operacyjnymi konstrukcjami ludzkiego umysłu, ułatwiającymi opisywanie zależności pomiędzy wynikami liczbowymi uzyskiwanymi w doświadczeniach [15]. Geny pełniły rolę elementu jednoczącego różne aspekty badań genetycznych. Morgan, odmiennie jednak niż Johannsen wskazywał, że pojedynczy gen określać może szereg cech, a pojedyncza cecha określana może być przez zespołowe działanie wielu genów.

Wkrótce powstały interpretacje „genu” jako elementu procesów rozwoju. Np. w pierwszej dekadzie XX w. Bateson posługiwał się metaforą „stabilnego rezonansu harmonicznego” do opisanego genu [16]. Już wcześniej, w roku 1894, zaproponował fizykalną metaforę dla mechanizmu tworzenia powtarzalnych i nieciągłych wzorów struktury organizmu (segmentów ciała, kręgów, elementów kostnych ręki) w postaci „figur Chładiniego” [17]. Tak rozumiany gen (w odróżnieniu od genu pojmowanego materialnie) mógł kierować procesami rozwoju i tworzenia formy organizmu. Koncepcja Batesona była także zgodna z saltacjonistycznymi poglądami większości genetyków tego czasu. W tym samym czasie Morgan uważał, że geny, tożsame z chromosomami lub ich fragmentami, odpowiedzialne są za dziedziczenie cech wspólnych wszystkim komórkom. W trakcie rozwoju komórek, tkanek i organizmu natomiast dochodzi do ograniczenia wpływu wspomnianych czynników dziedzicznych, i powstania różnic pomiędzy komórkami [18]. Pełna teoria dziedziczenia wg niego, powinna tłumaczyć zjawisko powstawania form i rozwoju organizmu.

W ciągu kilku lat Morgan zmienił całkowicie pogląd na naturę genu, twierdząc że prawa Mendla nie wyjaśniają i nie pretendują nawet do wyjaśniania zjawiska różnicowania, lecz tłumaczą przyczynowo zjawiska dziedziczności [19]. Fenotyp organizmu jest w tej koncepcji statycznym produktem procesów rozwojowych, przyczynowo warunkowanych przez geny [20]. Zaproponowana przez Batesona metafora „rezonansu harmonicznego”, która mogła stać się podstawą biologii systemowej została tym samym wyeliminowana z głównego nurtu biologii [21].

Genetyka odnotowała w ciągu pierwszych trzydziestu lat XX w. szereg sukcesów. Przede wszystkim dzięki doświadczalnym krzyżówkom osobników o różnych cechach, określono liniowe położenie wielu genów w chromosomach. Doświadczenia z krzyżówkami osobników o różnych cechach powoli przechylały szalę na rzecz materialnego rozumienia genu. Geny poznawano pośrednio poprzez efekt wywierany przez nie na fenotyp osobników, niemniej związek z materialnymi przeciw chromosomami powodował, że stopniowo przestawano uważać je za konstrukcje wyłącznie teoretyczne. Zaczęto przypuszczać, że geny są cząsteczkami chemicznymi, być może białkowymi, być może nukleoproteinowymi, zlokalizowanymi w chromosomach i zdolnymi do samopowieliania, przekazywania cech dziedzicznych, jak również zmian pod wpływem czynników mutagennych [22].

W wyraźny sposób odgraniczono względnie niezmienny materiał genetyczny od organizmu, zmieniającego się pod wpływem środowiska. R.A. Fisher i Sewell Wright wykazali w latach trzydziestych, że selekcja darwinowska jest logiczną konsekwencją genetyki mendelowskiej [23]. Zmienność genetyczna okazała się trwała, co zwiększało prawdopodobieństwo spotkania się dwu mutacji i tym samym utrwaleniu cechy w populacji. Powoli krystalizowała się też koncepcja łącząca przekonanie o materialnej naturze genów, ze sprawczą nadrzędnością genów w stosunku do procesów biochemicznych i fizjologicznych. Podsumowując poglądy na temat genu, wybitny bakteriolog, Miroslav Demerec pisał w roku 1933: „Geny wydają się być pojedynczymi cząsteczkami organicznymi. Włókno genowe składać się może z grupy cząsteczek utrzymywanych razem przez pewne nieznanne wiązania, tak że cząsteczki te tworzą liniowe zgrupowanie, a każda z cząsteczek posiada zdolność do samopowielania, a także każda z nich oraz wszystkie razem wykazują nieomal magiczną moc kierowania procesami życiowymi komórki w której się znajdują, a zatem kierowania procesem życiowym organizmu, którego komórki są integralną częścią” [24].

Proces „chemicznej konkretyzacji” i wyodrębniania genów z kontekstu organizmu zaczął się w latach dwudziestych, kiedy to Frederick Griffith wykazał, że determinanty pewnych prostych, dziedzicznych cech bakterii można przekazywać pomiędzy różnymi szczepami, stosując wyizolowany z komórek materiał biochemiczny. Choć wniosek ten nie pojawił się w artykule Griffitha, wiadomo że zarówno on, jak jego współpracownicy sądzili, że materiałem genetycznym bakterii może być nukleoproteina. Myśl ta była zgodna z wynikami badań Casperssona i Bracheta nad chemicznym składem chromosomów.

W mniej więcej tym samym okresie pojawiły się hipotezy dotyczące sposobu działania genów i zależności pomiędzy genem a cechą. Najistotniejszą z teoretycznego punktu widzenia była sformułowana przez Georga Beadle'a i Edwarda Tatum'a we wczesnych latach czterdziestych hipoteza „jeden gen – jeden enzym”, wskazująca na *przyczynową* zależność pomiędzy genem i cząsteczką efektorową (białkiem) [25]. Mendelowska zależność pomiędzy genem a cechą została „skrócona”, zastąpiła ją prosta korespondencja między informacją zawartą w genie i realizującym program genowy białkiem. Gen coraz bardziej stawał się strukturą posiadającą konkretną funkcję, niż elementem, który występuje i może funkcjonować w konkretnym środowisku wewnątrzkomórkowym i może (lecz nie musi) posiadać konkretną strukturę [26].

Silne dowody na udział DNA w określaniu cech dziedzicznych pojawiły się wraz z publikacją w 1944 r. pracy Averyego, MacLeoda i McCartyego, którzy wykazali, że substancja opisana przez Griffitha jest czystym DNA. W 1950 r. Alfred Hershey i Martha Chase udowodnili, że DNA jest materiałem genetycznym wirusów, a w 1953 r. James D. Watson i Francis Crick, wykorzystując wyniki uzyskane przez Rosalind Franklin, Maurica Wilkinsa, Erwina Chargaffa i innych, zaproponowali schematyczny model budowy DNA, którego własności (komplementarność, implikująca sposób kopiowania) przekonały większość biologów, że DNA jest materialnym podłożem genów. Geny, a dokładniej DNA, zaczęto badać początkowo technikami klasycznej biochemii i krystalografii, a następnie nowopowstałej biologii molekularnej. Opisanie struktury podwójnej helisy DNA spowodowało, że duża część biologów postawiła znak równości między strukturą (sekwencją nukleotydów) i funkcją genu (określanie cech dziedzicznych) [27]. Tym samym ugruntowana została molekularna koncepcja genu, łącząca w jedno pojęcia strukturalne i funkcjonalne [28].

Istnieje wiele opinii, dlaczego biologowie tak szybko zaakceptowali paradygmat dominującej roli DNA, mimo wielu teoretycznych i praktycznych niejasności. H. Judson twierdzi, że biologów przekonała przede wszystkim elegancja i estetyczne piękno podwójnej helisy [29]. Robert Olby wskazuje na zmianę koncepcji życia: rolę którą pełniły skomplikowane i zmienne białka, zajęło proste, względnie niezmiennie i kierujące DNA [30]. Odczytanie „kodu życia” sugeruje z kolei możliwość kontrolowania życia. Niektórzy historycy nauki wskazują na aktywną promocję metod i koncepcji fizyki w dziedzinie biologii przez Fundację Rockefellera, z którą związanych było wielu czołowych biologów tego czasu [31]. Filozofowie nauki mówią, że możliwość opisu DNA w języku fizyki, pozwalała biologom stosować zasadę redukcjonizmu i zapewniała przewidywalność sekwencji białka, na co nie pozwalały klasyczne koncepcje genu. Socjologowie wreszcie podkreślają, że sukces podwójnej helisy nie tyle kształtował swe czasy, co był ich wynikiem. Po wojnie rzesze naukowców przeniosły się z częściowo demilitaryzowanej fizyki i chemii do biologii (np. F. Crick), a nowe badania uzyskały rządowe finansowanie i dotacje koncernów medycznych. W rezultacie naukę zaczęły kształtować nie tylko badania podstawowe, lecz politycy, oraz lobbyści. W kolejnych

latach od czasu opisanego struktury DNA, wspomniany paradygmat zharmonizowany został z dominującymi wartościami kultury Zachodu [32].

Stopniowo materialnie rozumiane geny uznano nie tylko za podstawowe jednostki dziedziczności, lecz i za podłoże samego życia. Przyjmowano, że geny określają fenotyp, determinują rozwój organizmu oraz że zapewniają stabilne przekazywanie cech przez pokolenia. I pod tym względem nastąpiło wyraźne odejście od idei Mendla o wpływie *wszystkich* elementów materialnych obecnych w żywej komórce na powstawanie cech organizmu [33]. Chociaż ściśle powiązanie cech organizmu z programem genowym nastąpiło już na wczesnych etapach rozwoju genetyki, to w biologii rozpatrywanej jako całość, odejście od prób teoretycznego ujęcia morfologii komórki i organizmu, na rzecz „programu genetycznego” nastąpiło dopiero w latach pięćdziesiątych, wraz z dynamicznym rozwojem cybernetyki [34], [35]. Pełny wyraz koncepcja kodu i programu genetycznego znalazła w artykule Francoisa Jacoba i Jacquesa Monoda z 1961, opisującym mechanizm regulacji genów u bakterii [36].

W latach sześćdziesiątych, w wyniku poznania kodu genetycznego, łączącego konkretne trójki nukleotydy z konkretnymi aminokwasami, za kluczowy element molekularnej definicji genu uznano kolinearność sekwencji DNA i odpowiadającą jej sekwencję aminokwasową. Skończona, liniowa sekwencja nukleotydów nieść miała kompletną instrukcję do utworzenia komplementarnej, skończonej i liniowej sekwencji reszt aminokwasowych polipeptydu. Gen definiowano jako liniową cząsteczkę fizykochemiczną, a zarazem nośnik specyficznej *informacji* określającej bezpośrednio sekwencję białek. Koncepcję tę najpełniej wyraża tzw. dogmat centralnym biologii molekularnej, mówiący że DNA zawiera informację niezbędną do powstania mRNA, który przy współdziałaniu również kodowanych przez DNA funkcjonalnych RNA (rRNA, tRNA), przekładany jest na sekwencje aminokwasów białek komórkowych [37]. Powstające w tym procesie białka oddziałują ze sobą w otoczeniu komórkowym, tworząc funkcje fizjologiczne, procesy rozwojowe i struktury morfologiczne.

Odkrycia biologii molekularnej interpretowano zgodnie z przekonaniem o odpowiedności między sekwencjami DNA, a białkami będącymi produktami procesów wewnątrzkomórkowych. Przekształcanie informacji zmagazynowanej w DNA rozumiano jako proces jednokierunkowy, mechaniczny i deterministyczny, w którym symbolom należącym do niższego poziomu organizacji, przypisywane są symbole poziomu wyższego. Podobnie pytania o przyczynę zjawisk biologicznych, znajdowały odpowiedzi wyłącznie ewolucyjne i sprowadzające do poziomu genowego [38].

Redukcjonizm w genetyce

Cechą charakterystyczną genetyki, w której powstało molekularne pojęcie genu jest deterministyczny redukcjonizm, zgodnie z którym cechy i funkcje organizmu dadzą się przyczynowo sprowadzić do informacji zawartej w genach. Geny więc nie tylko prowadzą do powstawania pewnych produktów komórkowych lub cech fenotypowych, produkty te lub cechy „właściwie” nie są niczym więcej niż geny. Chociaż nie neguje się tutaj wpływu na cechy organizmu czynników środowiskowych, to kluczowe miejsce przypisuje się genom [39]. Ma to dwie konsekwencje, które dla wyrazności można w sposób nieco przerysowany przedstawić następująco. Po pierwsze, zakłada się, że to, jakie cechy ma dany organizm zależy od jego genów [40]. Poszczególne organizmy więc miałyby jakieś cechy nawet wtedy gdyby nie było środowiska, w którym się rozwija. Rola środowiska jest zatem marginalna czy wtórna w tym sensie, że może ono co najwyżej modyfikować pewne (niekiedy kluczowe) cechy organizmu, lecz w zasadzie nie decyduje w sytuacjach standardowych o tym, czy cechy te w ogóle wystąpią i jakie są granice odstępstwa od normy. Środowisko wpływa na cechy organizmu w zasadzie tylko jako „źródło zasilania”, a nie współdeterminanta cech organizmu [41].

Po drugie, przyjmuje się tu, że gen jest pewnego rodzaju samoistną jednostką, której istnienie i funkcje w niewielkim stopniu zależą od warunków wewnątrzkomórkowych. Warunki te uznaje się więc za najbliższe otoczenie funkcjonowania genów, które z kolei determinują cechy fenotypowe organizmu, a nie za elementy, które oddziałują na geny i bez których geny byłyby jedynie „martwymi” związkami chemicznymi. Przeciwnie: to geny uważać można za jedynie „żywe” elementy komórki [42]. Gen to zatem główny czynnik regulujący procesy dziedziczenia i rozwoju, homeostazy wewnątrzkomórkowej i całego organizmu, element który czerpie zasoby ze środowiska komórkowego i z zasobów otoczenia organizmu.

To deterministyczno-redukcjonistyczne ujęcie genu widać w założeniach i realizacji projektu Poznania Genomu Ludzkiego (HUGO). Celem projektu było poznanie sekwencji

genomu człowieka, ale także — zgodnie z deklaracjami twórców projektu — odcyfrowanie genetycznego kodu, który *określa kim jesteśmy* [43]. Analogiczne projekty podjęto (i w wielu przypadkach już zakończono) dla szeregu innych, najistotniejszych (naukowo bądź komercyjnie) organizmów.

Jeszcze dziesięć lat temu wielu biologów uważało, iż określenie liniowej sekwencji DNA pozwoli zrozumieć funkcje biologiczne genów. Na przykład W. Gilbert prowokacyjnie i przesadnie mówił: „Trzy miliardy zasad sekwencji genomu ludzkiego można zapisać na dysku kompaktowym, włożyć do kieszeni i powiedzieć — tu jest istota ludzka — to jestem ja” [44]. Wielu biologów, lekarzy, a przede wszystkim polityków i dziennikarzy potraktowało te uwagi całkowicie serio [45]. W roku 2000, podczas świętowania częściowego sukcesu HUGO, prezydent USA Clinton mówił: „Uczymy się dziś języka, w którym Bóg stworzył życie” [46]. Jest to dość symptomatyczne stwierdzenie, pokazujące ideologicznie i politycznie pociągającą formę, jaką przybiera „informacja genetyczna” opisywana w terminach „kodu”, czy „języka” [47]. Wyabstrahowane pojęcie informacji, pozwala zapomnieć o uporządkowanym kontekście komórkowym, w którym istnieje i znaczy DNA. Jest to błąd porównywalny z uznaniem, iż słownik polsko-angielski wystarczy do literackiego przetłumaczenia „Pana Tadeusza”.

Obok metafor w rodzaju „język Boga (Natury)”, „kod życia”, stosuje się także metaforę geograficzną: „mapa genomu”. Stosowanie tej metafory zasługuje na uwagę, ponieważ w istotny sposób kształtuje ono wyobrażenia o naturze życia i postawy wobec organizmów żywych, w tym i ludzi. Metafora ta opisuje zasadniczą technikę stosowaną w określaniu sekwencji DNA, lecz równocześnie sugeruje coś znacznie więcej. Jedną z funkcji map geograficznych, jest odwzorowywanie rzeczywistości, uczynienie jej stabilną i poznawalną bez naocznego kontaktu. Mapy tworzą przestrzeń konceptualną, dzieląc rzeczywistość na poszczególne obiekty i organizując je na nowo. Tak zmapowaną rzeczywistość, można poddawać dalszym przekształceniom, a wybrane terytoria można posiadać na własność. Analogicznie, celem mapy genowej jest unaocznienie genu, przekształcenie konkretnej całości biochemicznej, w jednostkowe obiekty umiejscowione w ramach ogólnej struktury chromosomu, komórki i organizmu. Metafora mapy dostarcza perspektywy organizującej świat widzialny, a zarazem świat możliwy. Służy także interpretacji ciała, zdrowia i choroby. Realne ciało ulega w procesie mapowania rozpadowi na poszczególne obiekty (geny), które w procesie reifikacji uzyskują samodzielny status. Również moc i własność ciała ulegają fragmentacji i osłabieniu, a geny i za nim ciało, poddane być mogą dominacji i zawłaszczeniu. Patentowanie genów jest tylko jednym aspektem tego procesu.

Mapowanie genów jest procesem przebiegającym w różnych płaszczyznach: technicznej, politycznej, komercyjnej. Tworzą one genocentryczną przestrzeń ciała i włączają tworzoną przestrzeń w rzeczywistość przemysłu farmaceutycznego i w dyskurs kulturowy. Zdrowie, zostaje zdominowane przez technologię, czy raczej przez kulturę i społeczeństwo uznające technologię za nadrzędny element porządkujący [48].

Redukcjonistyczne uproszczenia zauważane były jednak od samego początku. Gdy projekt HUGO przedstawiono w połowie lat 80, spotkał się on z dość sceptycznym przyjęciem. Wskazywano, że koncentruje uwagę i — co może ważniejsze - ogromny wysiłek finansowy, na uzyskaniu wyłącznie informacji liniowej, zawartej w DNA. Tego rodzaju zastrzeżenia wobec HUGO sformułowali najdobitniej w 1992 roku Alfred Tauber i Sahotra Sarkar w artykule pod znamienym tytułem „The Human Genome Project: has blind reductionism gone too far?” Dziesięć lat później ich zastrzeżenia okazały się słuszne, i jak na ironię, stało się to dzięki projektowi HUGO, który wykazał, że determinizm genetyczny nie znajduje poparcia w materiale doświadczalnym. Badanie sekwencji liniowej nie wystarcza do przypisania funkcji dużej części regionów kodujących polipeptydy czy RNA, nawet w przypadku prostych genomów. Znamienne, że w ciągu lat badań prowadzonych w ramach HUGO głosy krytyczne pojawiały się prawie wyłącznie w artykułach o historii odkryć genetycznych, w tekstach filozoficznych, czy w specjalistycznych czasopismach z dziedziny bioetyki i filozofii. W genetyce, a nie tylko w mediach popularnych, miejsce krytycyzmu zajął wizjonerski optymizm i naukowe fantazje [49].

Przypisy:

[1] Poetyckie wyznania co do roli genów można przeczytać u wczesnego Dawkinsa, czy Andrzeja Jerzmanowskiego. Geny (replikatory) wg Dawkinsa: "They are in you

and me; they created us, body and mind; and their preservation is the ultimate rationale for our existence." (R. Dawkins - *The Selfish Gene*, Oxford Univ. Press, 1976, 2gie wyd. 1989. str. 131.) Profesor Jerzmanowski zaś pisze: "Życie ludzkie - podobnie jak życie każdego innego organizmu, czy będzie nim komar czy kalifornijska sekwoja - jest tylko krótką, prawie niezauważalną chwilą w historii życia na Ziemi. Gdy chwila ta minie, nasze ciało z jego skomplikowanymi strukturami fizycznymi i właściwościami psychicznymi znika bezpowrotnie. Chemiczne składniki tworzące komórki, tkanki i narządy wracają do stanu chaosu, z którego wyszły i który jest ich stanem naturalnym. Z jakiejś ich części gdzieś, kiedyś powstanie być może inny organizm lub jego fragment. Substancja odpowiedzialna za te cykliczne peregrynacje materii ze stanu względnego chaosu do stanu najwyższego uporządkowania, jakim jest żywy organizm, to kwas dezoksyrybonukleinowy, zwany w skrócie DNA - cząsteczka chemiczna, z której zbudowane są geny. (...) Architektura słynnej "podwójnej spirali" (tym terminem określa się strukturę przestrzenną DNA) zawierała w sobie nie tylko oczywiste rozwiązanie zagadki dziedziczenia cech, ale wskazywała także drogę do rozszyfrowania dwóch fundamentalnych problemów biologii: "kodu życia", to jest problemu w jaki cechy zapisane są w chemicznej strukturze DNA, i "ekspresji genów", czyli sposobu przekształcania zapisu w DNA w fizyczne właściwości organizmów" (Magazyn Gazety z 30.07.1993). W tym ujęciu geny są formami substancjalnymi, poza którymi istnieje tylko bierna materia. Jedynie geny replikują się, dziedziczą się, a ewolucja jest swoistym "programem komputerowym", działającym poprzez mutacje i selekcję genów.

[2] Podobieństwo między arystotelesowska idea "duszy wegetatywnej" a współczesną koncepcją programu genetycznego dostrzegł już Max Delbrück. Por.: "Aristotle-totle-totle" (w:) *On microbes and life*, (red.:) J. Monod, A. Borek, New York, 1971.

Pomiędzy koncepcją duszy wegetatywnej, a koncepcją genomu istnieje jednak szereg różnic. Przede wszystkim genom nie jest niepodzielny i pojedynczy, lecz jest zbudowany z genów i innego rodzaju odcinków DNA, uorganizowanych w struktury wyższego rzędu, podlegające zmianom w trakcie ewolucji. Aktywność duszy wegetatywnej różni się od materialnej, przyczynowej aktywności materii. Działanie genomu jest natomiast tej samej natury, co pozostałych elementów komórki i organizmu. Jeśli natomiast genom uznawany jest za swego rodzaju "program komputerowy", to właśnie ten aspekt najbardziej przypomina koncepcję duszy wegetatywnej, posiadającej zdolność kształtowania materii w struktury funkcjonalne.

[3] S. Oyama - *The ontogeny of information*. Duke University Press, 2000.

[4] Arystoteles, *O rodzeniu się zwierząt* w: *Dzieła wszystkie*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 1990-2001, tom 4, s. 140-141. Teorię epigenezy opracował w systematyczny sposób William Harvey w XVII w.

[5] Por: J.D. Burchfield - *Lord Kelvin and the age of the Earth*. Chicago University Press 1990 oraz S. Sarkar - *Symbiosis in evolution*. *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 29, 211-218 (1998). Por. też: K. Kloskowski - *Filozofia ewolucji i filozofia stwarzania*. Wyd. Akademii Teologii Katolickiej 1999 (t. 1).

[6] Te i inne, istotne dla rozwoju genetyki artykuły, dostępne są na stronach Electronic Scholarly Publishing (<http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/browse/author-s-1st.html>)

[7] C. Stern, E.R. Sherwood (wyd.) - *The origins of genetics: a Mendel source book*. Freeman, San Francisco 1968 str. 42.

[8] Ponieważ geny nie kodują rąk, nóg, nieśmiałości czy agresywności (choć istnieją mutacje pewnych genów, które wpływają na wymienione elementy ciała i cechy umysłu), to należy przyjąć zgodnie z ideą Mendla, że realizacja wspomnianych cech i elementów w czasie rozwoju osobniczego zależy od dynamicznych interakcji genów, w kontekście systemu rozwojowego komórki i organizmu, w ramach konkretnego

środowiska. Poglądy Mendla były jednak prawie od początku interpretowane tak, by podkreślić niezależne dziedziczenie cech oraz powszechność genetycznej determinacji. Por: E. Mayr - *The growth of biological thought*. Cambridge Univ Press 1982, str. 721. Dziś czynią podobnie biotechnologowie, twierdzący, że przenoszą np. gen "tolerancji zimna" z arktycznej flądry do truskawki. W istocie nie ma jednak takiej rzeczy jak niezależny od organizmu "gen odporności na zimno". Geny działają w zależności od kontekstu, a ich produkty mogą pełnić różną rolę w różnych komórkach nawet tego samego organizmu.

[9] Termin ten zaproponował William Bateson na III Międzynarodowej Konferencji Hybrydyzacji i Hodowli Roślin w 1906 roku. Już po jego zakończeniu Bateson, który był przewodniczącym Konferencji, przekonał komitet naukowy by zmienić nazwę na III Kongres Genetyki (nie było więc ani Pierwszego, ani Drugiego Kongresu Genetyki). Dalszy rozwój tej dyscypliny był równie szybki, mimo braku jednoczącego programu badawczego. Postulowane geny posiadały jednak kilka niespotykanych cech (autokataliza, heterokataliza, mutacje), które stymulowały szybki rozwój genetyki, gdyż odpowiedzi można było szukać pomiędzy ustalonymi dyscyplinami i programami biologii, tworząc nowe hipotezy, techniki i narzędzia badawcze. Cyt. za: Burian RM - *On the internal dynamics of mendelian genetics*, *Comptes rendus de l'Academie des sciences. Serie III, Sciences de la vie* 323: 1134-5 (2000).

[10] Istnieją też opinie przeciwne, wskazujące że badania Mendla nie wykraczały poza "normalną naukę" jego czasów, a reinterpretacja w świetle nowych teorii i nadanie im wyjątkowego statusu, było wynikiem sporu o pierwszeństwo odkrycia zasad dziedziczenia pomiędzy de Vriesem a Corrensem. Por. np. R. Moor - *The "rediscovery" of Mendel's work*. *Bioscene* 27, 13-24 (2001) oraz Burian RM - *On the internal dynamics of mendelian genetics*. *Comptes rendus de l'Academie des sciences. Serie III, Sciences de la vie* 323, 1127-1137 (2000). Duża część historyków nauki i genetyków przychyła się jednak do tezy o świadomej przełomowości badań Mendla. Por. np. V. Orel - *Gregor Mendel. The first geneticist*. Oxford University Press 1996 czy K. Weiss - *Goings on in Mendel's Garden*. *Evolutionary Anthropology* 11, 40-44 (2002). Por. też: <http://www.mendelweb.org/Mwsapp.html>.

[11] Podobne teoretyczne uwikłanie towarzyszyło "determinantom" Weismanna czy wewnątrzkomórkowym "pangenom" de Vriesa.

[12] W latach 1900-1916 istniało kilka koncepcji dziedziczości. Pierwsza, przyjmowana przez biometrystów z W.F.R. Weldonem i Karlem Pearsonem, uznawała ciągłą zmienność cech, a samą dziedziczość za prawo statystyki. Koncepcja naturalistów opierała się na badaniu obserwowalnych cech organizmów, dziedziczość badana była w oparciu o poznawanie przeszłości, i badanie szczegółowych zależności pomiędzy żyjącymi i wymarłymi organizmami. Cytolodzy i morfolodzy zainteresowani byli materialną ciągłością międzypokoleniową i fizycznym podłożem dziedziczości oraz związkami dziedziczości z ewolucją. Fizjologowie zwracali uwagę na koordynację czasoprzestrzenną czynników odpowiedzialnych za organizowanie się nowo powstającego organizmu. Wreszcie embriolodzy badali przyczyny rozwoju, nie tyle w aspekcie przekazywania międzypokoleniowego cech, co procesów wzrostu, rozwoju i różnicowania. Jak pisał embriolog E.G. Conklin (1908) "Dziedziczość nie jest szczególną lub unikalną zasadą, jest jedynie podobieństwem wzrostu i różnicowania w kolejnych pokoleniach". W odróżnieniu od cytologów i późniejszych embriologów genetycznych zainteresowanych chromosomami, embriologów eksperymentalnych interesowała cytoplazma komórki jajowej. Twierdzili oni, że komórka jako całość jest odpowiedzialna za zjawisko dziedziczenia. Cyt. za: J. Sapp - *Beyond the gene. Cytoplasmic inheritance and the struggle for authority in genetics*. Oxford University Press 1987.

[13] Por: E. Mayr - *The growth of biological thought*. Harvard Univ Press 1982. Podobnego zdania byli i inni pionierzy genetyki.

[14] R.C. Olby- *Structural and dynamical explanations in the world of neglected*

dimensions. (w:) T.J. Horder, J.A. Witkowski, C.C. Wylie (red.) - A history of embryology. Cambridge Univ Press 1986, str. 275-308.

[15] Sam jednak w tym czasie uważał już geny za elementy materialne i stabilne, występujące w parach i podlegające prawom Mendla, występujące w liniowym porządku w chromosomach i pozostające niepodzielne w trakcie wymiany materiału pomiędzy chromosomami rodzicielskimi. Por: T.H. Morgan- The theory of the gene. Yale University press, New Haven 1926 Por.:

<http://www.esp.org/books/morgan/theory/facsimile>

[16] W. Bateson - Problems of genetics. Yale Univ Press, 1913

[17] W. Bateson - Materials for the Study of Variation. London: Macmillan and Company 1894. Por.: <http://www.esp.org/books/bateson/materials/facsimile>.

[18] T.H. Morgan - Chromosomes and heredity. American Naturalist (1910) 44, 449-496. Por.:

<http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/holdings/m/thm-10b.pdf>

[19] T.H. Morgan, A.H. Sturtevant, H.J. Muller, C.B. Bridges- The mechanisms of Mendelian heredity. Holt and Co. 1922.

[20] Por: R.M. Burian dz. cyt. str. 1133.

[21] Od tego czasu badano reguły przekazywania czynników wpływających na formę i funkcję, poznawano reguły zachowania takich czynników w populacjach oraz chemiczną naturę genów. Nie opisywano jednak w terminach przyczynowych form i funkcji, aż do lat pięćdziesiątych XX w i odkrycia zjawiska samoorganizacji. Por: G.B. Mueller, S.A. Newman (red.) Origination of organismal form. MIT Press 2003.

[22] Pojęcie genu (elementu lub systemu dziedzicznego) obejmowało zdolność do kontrolowania cech organizmu, w którym gen (element, system) ten się znajduje. Gen powinien mieć różne stabilne formy (allele), co umożliwia stosowanie krzyżówek organizmów i badanie rozdziału genów w organizmach potomnych. Gen musi mieć także zdolność zmian (mutowania) i tworzenia nowych, stabilnych form, będących podstawą ewolucji.

[23] We wcześniejszym okresie poglądy na ten temat były bardzo rozbieżne. Darwiniści wywodzący się z tradycji naturalistycznej (H.F. Osborn, C.S. Minot, V.L. Kellog) utrzymywali, że selekcja działa na zmienność typu ciągłego (niemendłowską). Niektórzy mendliści (Bateson, Morgan, Loeb) uważali z kolei, że selekcja naturalna ma niewielkie znaczenie dla powstawania gatunków. Prace Johannsena (1911) jak się przypuszcza doprowadziły do ugruntowania "genotypowej koncepcji dziedziczności", wykluczającej naturalistów i biometrystów z debaty o dziedziczności. Dziedziczność została wtedy zdefiniowana jako "obecność identycznych genów w organizmach przodków i potomków". Por: G.E. Allen - Naturalists and experimentalists: the genotype and phenotype. w: W. Coleman i C. Limoges (red.) Studies in the history of biology 3, 179-209 (1979), W. Johannsen - The genotype conception of heredity. American Naturalist 45, 129-159 (1911).

[24] M. Demerec - What is gene? Journal of Heredity 24, 368-378 (1933). Por.:

<http://www.esp.org/foundations/genetics/classical/holdings/d/md-33-fin-3.pdf>.

[25] Hipotezy proponujące możliwy sposób działania genów pojawiły się jednak dużo wcześniej. Na przykład w 1903 r. L. Cuenot sugerował, że geny wpływające na tworzenie barwnika u myszy, zmieniają albo barwnik, albo enzym uczestniczący w syntezie barwnika. Lepiej znana jest teoria "wrodzonych wad metabolizmu" Archibalda Garroda z 1908 r., zgodnie z którą np. niektóre choroby dziedziczne powodowane są niemożnością powstawania enzymów, które dziedziczone są jako cechy mendlowskie. Cuenot i Garrod uważali, że teoria genu musi tłumaczyć w jaki sposób geny kontrolują powstawanie i aktywność enzymów. Dziś powiedziano by: liniową sekwencję aminokwasów w białku. Oczywiście problem wydaje się prosty z perspektywy dnia dzisiejszego. W latach trzydziestych nie było jasne, jakie znaczenie ma sekwencja aminokwasów, ani też które cechy białek są określane przez geny. Por: R. Olby The

path to double helix. Macmillan 1974.

[26] Lenny Moss sugeruje, że popularność koncepcji programu genetycznego wynika częściowo z faktu posługiwania się analogią z wirusami (wprowadzenie wirusa lub DNA wirusa do komórki wywołuje dramatyczne zmiany całego metabolizmu, przeprogramowuje go). Analogia ta pomija jednak fakt, że wirusy są pasożytami molekularnymi i ich istnienie wymaga uprzedniego istnienia systemu komórkowego. Por: L. Moss - What genes can't do. MIT Press, 2001.

[27] F.H. Portugal, J.S. Cohen - A century of DNA. A history of the discovery of the structure and function of the genetic substance. MIT Press, Cambridge, 1979.

[28] Wiele terminów mendlowskich nie ma pojedynczych odpowiedników molekularnych. Na przykład dominacja allelu może być powodowana wieloma mechanizmami molekularnymi. Wg Davida Hulla oznacza to, że uogólnienia klasycznej genetyki nie zawsze mogą być zastąpione stwierdzeniami o podobnej ogólności w ramach genetyki molekularnej. Zatem genetyka klasyczna nie jest redukowalna do genetyki molekularnej, a nadmiar faktów molekularnych niekoniecznie wzbogaca koncepcje klasyczne. Por: D. Hull -Philosophy of biological science. Prentice-Hall Inc. (1974), oraz P. Kitcher - 1953 and all that: a tale of two sciences. Philosophical Review 93, 335-373 (1984). Oczywiście są odmienne ujęcia, kwestionujące zasadność np. klasycznego pojęcia dominacji. Por: D. Allchin - Dissolving dominance. (w:) Mutating concepts, evolving disciplines: genetics, medicine and society. (red.) L.S. Parker, R.A. Ankeny Kluwer Academic Publ, London 2002. s. 43- 61

[29] H. Judson - The eight day of creation: makers of the revolution in biology. Simon & Shuster 1979

[30] R. Olby -The path to double helix. Macmillan 1974

[31] L. Kay - The molecular vision of life. Oxford Univ Press 1993

[32] S. Shostak - Death of life. Macmillan 2000

[33] S.A. Newman - Developmental mechanisms: putting genes in their place. Journal of Biosciences 27: 97-104 (2002)

[34] L.C. Dunn - A short history of genetics. McGraw-Hill, New York 1965

[35] E.F. Keller - Making sense of life: explaining biological development with models, metaphors and machines. Harvard Univ Press, Cambridge 2002

[36] F. Jacob, J. Monod - Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. Journal of Molecular Biology 3, 318-356 (1961). W latach siedemdziesiątych John Gurdon wykazał, że jądro całkowicie zróżnicowanej komórki dorosłej żaby może zostać przeprogramowane przez przeniesienie do zapłodnionego jaja, z którego usunięto jądro. Doświadczenia te rozpoczęły prace nad klonowaniem organizmów, zakończone wytworzeniem w 1997 owcy Dolly. Doświadczenia Gurдона wskazywały także, iż cytoplazma otaczająca jądro komórkowe, przenosi również istotną informację biologiczną, i jest podobnie jak DNA dziedziczona.

[37] W planie molekularnym, centralny dogmat wyraża ewolucyjny postulat Weismanna czyli ostre odgraniczenie "linii płciowej" czy też "plazmy zarodkowej" przekazywanej w niezmienionej formie przez pokolenia, od linii somatycznej, czyli ciała, podlegającego rozwojowi i śmierci. Jak pisze Griesemer: centralny dogmat jest "molekularnym weismanizmem". J. Griesemer- What is "epi" about epigenetics? Annals of the New York Academy of Sciences 981, 1-14 (2002). Tezę tę trafnie ilustruje Jablonka: "Posłużmy się przykładem utworu muzycznego dziedziczonego między pokoleniami jako zapis nutowy. Jeżeli zapis ten odpowiada informacji dziedzicznej w DNA, to fenotyp jest specyficzną interpretacją utworu przez konkretnego artystę. Interpretacja nie wpływa na zapis utworu. W przypadku jednak innego systemu międzygeneracyjnego przenoszenia utworu - w postaci nagrań dźwiękowych - przekazywana jest konkretna interpretacja. W tym wypadku może mieć miejsce ewolucja interpretacji zapisu nutowego, w oparciu o wpływ jakiejś konkretnej interpretacji ma na kolejne interpretacje (...). Zarówno fenotyp (konkretna interpretacja), jak genotyp (zapis nutowy) wpływają na kolejne interpretacje." E.

Jablonka, M.J. Lamb - Epigenetic inheritance and evolution. Oxford University Press 1999 (wyd.2). Postulat Weismanna nie jest więc koniecznie sprzeczny z nie-genocentryczną wizją dziedziczenia, ponieważ mutacje somatycznie nie są dziedziczone jako mutacje linii płciowej.

[38] S. Rose - Making sense of nature. The Lancet 361, 537 (2003)

[39] Ujęcie to jest niepokojąco bliskie preformacjonizmowi. Jeżeli bowiem gen jest cechą znajdującą się w stanie uśpienia, nieujawnioną, bądź w skompresowanej formie, mającą zdolność kierowania rozwojem, to nie różni się on zasadniczo od homunkulusa, którego preformacjoniści dostrzegali przez mikroskop w plemnikach.

[40] Zwolennicy biotechnologicznych przekształceń organizmów żywych często mówią, że ich działalność nie jest niczym nowym, że hodowcy od tysięcy lat przekształcali genomy organizmów istotnych w gospodarce ludzkiej. Zapominają jednak dodać, że metody stosowane w klasycznej hodowli operują naturalnymi i stopniowymi procesami krzyżowania *organizmów*. Biotechnologia roślin i zwierząt polega zaś na przypadkowym, nie podlegającym zasadniczo naturalnym procesom, wprowadzaniu poszczególnych genów do uporządkowanego układu, jakim jest genom. Ponadto metody hodowlane wpływają przede wszystkim na naturalną zmienność w obszarach genu nie kodujących białka (w obszarach regulacyjnych). Metody biotechnologii - motywowane prostym determinizmem genetycznym - polegają na wprowadzaniu sekwencji kodujących konkretne produkty białkowe. Konstrukty takie są stosunkowo niestabilne i organizmy transgeniczne po pewnym czasie tracą wprowadzone sztucznie geny. Ponadto wiadomo, że transgeny mogą powodować różny efekt, w zależności od podłoża genetycznego organizmu gospodarza lub rodzaju promotora, użytego do konstrukcji transgeny. Być może właśnie te zasadnicze różnice powodują, iż zwiększenie plonów poprzez zmiany biotechnologiczne jak na razie się nie udaje. Współczesna biotechnologia przypomina bardziej próby skonstruowania lepszego samochodu, poprzez wymienianie przypadkowych części pomiędzy różnymi modelami różnych producentów, niż prawdziwą pracę projektanta. Biotechnologia i patenty na organizmy modyfikowane genetycznie dostarczają jednak monopolistycznym producentom zmodyfikowanych organizmów (GMO) narzędzi kontroli hodowli roślin i zwierząt. Por. także: J. Bove, F. Dufour - Świat nie jest towarem. Wyd. Andromeda 2002. J. Bove stwierdza, że "GMO to technika dominacji, w której patent jest głównym narzędziem pozwalającym na jej realizację". (str. 141)

[41] Ostre odgraniczenie "genu" i "środowiska", elementu "niezmiennego" i "zależnego", jest jednym z powodów akceptacji genetycznych modyfikacji organizmów.

[42] Richard Dawkins jest najbardziej wyrazistym wyrazicielem tej koncepcji. Choć i on w "Rozszerzonym fenotypie" osłabił ostrze swoich pierwotnych tez.

[43] Jak zauważają Ian Stewart i Jack Cohen HUGO był równoważnikiem (jeśli chodzi o pieniądze) kolejnego lądowania na Księżycu lub budowy akceleratora nadprzewodzącego, służącego do badania sił wewnątrzatomowych. "(...) Projekt (...) został sprzedany społeczeństwu na podstawie twierdzenia, że znajomość >odbitki planów budowy człowieka< umożliwi nam skuteczne leczenie wszystkich chorób i jeden Bóg wie, co jeszcze. Stwierdzenie to ma co najmniej dwie wady: genom nie jest odbitką planów budowy, a między znajomością genetycznych korzeni choroby, a wynalezieniem skutecznej kuracji istnieje ogromna przepaść." Por: I. Stewart, J. Cohen - Wytwory rzeczywistości. Ewolucja umysłu ciekawego. Prószyński i Ska. Warszawa 2003. str. 99-100.

[44] W. Gilbert - Vision of the grail.(w:) The code of codes.(red.) D.J. Kevles, L.Hood.str. 83-97. Harvard Univ Press 1992

[45] W wielu specjalistycznych artykułach znaleźć można wypowiedzi wyraźnie redukcjonistyczne. Np. "Nasze wyposażenie genetyczne determinuje sposób w jaki funkcjonuje nasze ciało i reaguje na otoczenie. Wraz z zsekwencjonowaniem

genomów różnych organizmów, w tym człowieka, uzyskaliśmy wgląd w geny i szlaki odpowiedzialne za tworzenie życia (*responsible for creating life*), lecz również podatność na choroby i ich rozwój. Analiza cząsteczek DNA i RNA na poziomie ilościowym i jakościowym pozwala osiągnąć lepsze zrozumienie zależności pomiędzy podłożem genetycznym, a funkcją biologiczną". Cyt. za: F.W. Frueh, M. Noyer-Weidner - The use of DHPLC for the analysis of genetic variation: impact for diagnostics and pharmacogenetics. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* 41, 452-461 (2003).

[46] K. Davies - Cracking the genome: inside the race to unlock human DNA. Free Press 2001 str. 6. Anthony Blair zapowiedział, że określenie "kodu życia ludzkiego" zrewolucjonizuje medycynę, a implikacje HUGO będą większe niż odkrycia antybiotyków.

[47] Zależność pomiędzy językiem a kulturą jest zupełnie inna niż między genomem i naturą. Język jest próbą opisanego świata w sposób możliwie jednoznaczny. Język może służyć metaanalizie ujawniającej swe własne ograniczenia. Genom nie jest księgą życia, gdyż nie opisuje funkcjonalności, ani zależności pomiędzy białkami określanymi przez sekwencję aminokwasów. Por.: D. Noble - Is the genome the "book of life"? *Physiological News* 46, 18-20 (2002)

[48] Dokładna analiza metafory "mapy genowej" znajduje się w artykule E. Hall - Reading maps of the genes: interpreting the spatiality of genetic knowledge. *Health & Place* 9, 151-161 (2003), z którego zaczerpnęliśmy powyższe uwagi.

[49] Wyczerpujący przegląd niespełnionych obietnic genetyków, przede wszystkim dotyczących medycyny, zawiera opublikowany w 2001 roku artykuł A. Petersena "Biofantasies: genetics and medicine in the print news media" *Social Science & Medicine* 52, 1255-68 (2001). Wydaje się, że dużą rolę w "ofensywie medialnej" biologów molekularnych odegrały zarówno względy finansowe i środowiskowe, jak i zapotrzebowanie na porządkujący i twórczy światopogląd naukowy. Por. też: Z. Zalewski - Mapa ludzkiego genomu - złudne (?) nadzieje i realne (?) zagrożenia. *Sztuka Leczenia* VII, 65-75 (2001)

Cezary Żekanowski

Doktor habilitowany, biolog molekularny, docent w Instytucie Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN oraz Międzynarodowym Instytucie Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie. Zajmuje się molekularnym podłożem chorób neurozwyrodnieniowych (m.in. chorobą Alzheimera, otępieniem czołowo-skroniowym) oraz diagnostyką molekularną.

[Pokaż inne teksty autora](#)



Paweł Łuków

Doktor, adiunkt w Instytucie Filozofii Uniwersytetu Warszawskiego, autor publikacji poświęconych filozofii moralnej I. Kanta i bioetyce. Jego główne prace to książki: "Wolność i autorytet rozumu. Racjonalność w filozofii moralnej Kanta" (1997) oraz "Granice zgody: autonomia zasad i dobro pacjenta" (2005).

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 15-06-2005)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4189) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4189>)

Contents Copyright © 2000-2008 Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.
Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę katalogów, skrypty oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do redakcja@racjonalista.pl