

Genocentryzm i możliwa przyszłość

Obecne koncepcje genu charakteryzuje swoisty geocentryzm, tj. przekonanie o niezwyklej deterministycznej mocy sprawczej poszczególnych genów i genomu jako całości. Współczesna biologia zbyt często ignoruje istnienie i znaczenie wielopoziomowej dynamiki życia. Organizmy posiadają jednak szereg cech wyłaniających się (emergentnych), nie zawartych w genomie [1]. Przegląd szeregu takich cech, opisywanych w oparciu o analizy matematyki nieliniowej, podał jeszcze w 1994 Brian Goodwin [2]. Cechy te nie zaprzeczają ważności biologii molekularnej i znaczeniu DNA, wskazują jednak że organizmy nie są jedynie maszynami molekularnymi, lecz funkcjonalnymi i strukturalnymi jednostkami, tak samo realnymi, jak cząsteczki z których są zbudowane. Dopiero wiedza o całości pozwala nam zrozumieć funkcjonowanie części.

Przykładem cechy emergentnej może być np. rytm dobowy [3]. W ostatnich latach scharakteryzowano składniki molekularne uczestniczące w procesach powstawania rytmów komórkowych. Przyjmuje się, że są one tworzone przez co najmniej dwie wzajemnie zależne pętle sprzężeń zwrotnych, z których każda wymaga istnienia kilkunastu elementów molekularnych. Rytmu biologicznego nie można zredukować do jednego lub drugiego składnika — jest on cechą emergentną systemu, wynikającą ze skoordynowanego działania i współdziałania różnych elementów. Emergentne właściwości ma także ściśle konserwowana ewolucyjnie podstawowa struktura wszystkich rzęsek i wici, składająca się z pęku (9+2) mikrotubuli oraz z białek motorycznych i regulacyjnych. Struktura ta wykazuje polarność wszystkich elementów, a wzór przestrzenny białek jest funkcją m.in. lokalnego naprężenia. Przy szybkich ruchach wici, regulacja mechanizmu białkowego nie polega na bezpośrednich modyfikacjach biochemicznych białek systemu, lecz na zmianach w elementach otaczających. Regulacja funkcjonowania całej wici zależy w części od zmian topologicznych struktury tworzonej w wyniku oddziaływania układów podstawowych. Cechy tych białkowych układów podstawowych nie dają wyobrażenia o funkcjonowaniu całej struktury wici [4].

Podobnie jak inni, cytowani przez nas autorzy, Brian Goodwin uważa, że zasadniczy błąd współczesnej biologii polega na redukcji organizmu do zestawu genów i ich produktów. Organizmy są zorganizowanymi i wyodrębnionymi całościami, posiadającymi wewnętrzne ograniczenia, wynikające z dynamicznych zależności pomiędzy elementami systemu. Darwinizm przekształcił biologię w naukę *historyczną*, w której cechy gatunków wynikają z przypadkowych wydarzeń w przeszłości, na które to wydarzenia nie nakładają się np. ograniczenia przebiegu morfogenezy, sprawiające że tylko niektóre formy mogą zostać wytworzone w procesach rozwoju i ewolucji. Redukcjonizm genetyczny spowodował, że mechanizmy ewolucji zaczęto badać metodami genetyki populacyjnej [5]. Podobnie biologia rozwoju zaczęła badać zróżnicowaną ekspresję genów, zamiast odkrywać *reguły* leżące u podłoża morfogenezy form. Analogiczne procesy dotknęły badania zachowania zwierząt, fizjologię i anatomię. W koncepcji Dawkinsa z 1976 r. rozwój i ewolucja były już tylko epifenomenami genów [6]. Natomiast postulowana przez Goodwina teoria łącząca morfogenezę (rozwój kształtów i form) z taksonomią, pozwalałaby pytać np. *dlaczego* pojawia się konkretna struktura, szlak morfogenetyczny, nowa grupa filogenetyczna czy *dlaczego* w trakcie ewolucji powstawały organizmy coraz bardziej złożone. Wg Goodwina przekształceniu uległyby też metafory służące do opisu procesów ewolucji, z „współzawodnictwa, konfliktu, selekcji”, na „wzajemne oddziaływania, przekształcenia i powstawanie nowych form” [7]. Podobnie mówi Albrecht-Buehler: „W biologii komórki staramy się odpowiedzieć na zasadnicze pytanie: czy istnieje podstawowa zasada wyjaśniająca w jaki sposób ogromna liczba cząsteczek nie obdarzonych życiem współdziała i tworzy żywą komórkę.” [8]

Wąska definicja genu, jako sekwencji DNA, której zmienność wyjaśnia wszystko lub przynajmniej wpływa w sposób znaczący - od zaburzeń psychicznych, po wrażliwość na leki — nadal obowiązuje w medycynie i genetyce medycznej [9]. Powoduje to niedocenianie czynników innych niż sekwencje DNA w badaniu etiologii chorób dziedzicznych.

Jak wskazuje K. Weiss, cechy które badał Mendel są warunkowane pojedynczymi genami. Podobnie jak Księżniczka na Ziarnku Grochu, zawsze możemy wyczuć mendlowski groszek, ukryty pod wieloma warstwami wpływu środowiska i innych elementów [10]. Nadal dla zbyt wielu biologów analiza genetyczna oznacza badanie wzorów dziedziczenia, nadal stosujemy mendlowski zapis i koncepcję alleli recesywnych i dominujących (A/a). Cechy o niewielkim nawet stopniu rodzinności uznawane są za warunkowane genetycznie, i nadal poszukuje się genetycznego podłoża wszystkich obserwowalnych cech organizmu i umysłu ludzkiego. W przeciwieństwie jednak do wielu współczesnych genetyków Mendel świadomie zaprojektował swoje doświadczenia i był świadom ograniczeń metodologicznych. Problemy zaczynają się wraz z rozciąganiem odkrytych przez niego zasad poza zakres ich obowiązywania. Rezultatem jest uproszczony, deterministyczny obraz świata [11].

Identyfikowanie genów doprowadziło do określenia podłoża molekularnego chorób genetycznych dziedziczonych zgodnie z prawami Mendla. Jednak choroby powodowane mutacjami pojedynczych genów są stosunkowo rzadkie. W przypadku chorób występujących powszechnie, w rodzaju astmy, nadciśnienia czy chorób serca, czy schizofrenii nie znamy mutacji związanych przyczynowo z chorobą, a jedynie zmiany sekwencji które występują statystycznie częściej w grupie chorych, niż w grupie osób zdrowych. W większości przypadków nie wiemy jakie jest funkcjonalne znaczenie tych zmian. Victor McKusick, twórca rejestru chorób dziedzicznych człowieka, określił cechy/choroby występujące powszechnie jako „nie powodowane mutacjami, lecz związane z szczególnymi allelami lub polimorfizmami. Choroba jest wynikiem obecności ze zwiększoną częstością specyficznego allelu w grupie osób chorych”. Zdanie to podsumował celnie prof. K.W. Weiss: "Tego typu wymęczone (*tortured*) wyjaśnienia wskazują, że mamy do czynienia z problemem teoretycznym" [12].

Rozpatrując geny jako *zasadnicze* elementy określające istnienie organizmu żywego, łatwo dojść do wniosku że u podstaw wszelkich patologii leżą defekty genetyczne. Poznawanie etiologii choroby nakierowane jest wtedy na znalezienie zależności przyczynowej pomiędzy genem (sekwencją DNA) i patologiczną ekspresją genu. Choroba jest traktowana nie jako dynamiczny i wielopoziomowy proces, lecz wyraz (niekiedy nieunikniony) zapisu genowego. Konkretność cech, tak kulturowych, jak i biologicznych, nie powstają jako wynik „czystych” procesów kulturowych bądź biologicznych. Zrozumienie tych zjawisk wymaga rozpatrywania oddziałujących wzajemnie różnorodnych poziomów przyczynowych. Nawet badając uwarunkowane genetycznie choroby, nie można pominąć działań i poglądów osób zagrożonych rozwojem schorzenia, jak również fizycznego, społecznego, politycznego czy historycznego kontekstu w którym egzystuje pacjent. Choroby konkretnych ludzi są wysoce zależne od wzajemnych oddziaływań między złożonymi sieciami molekularnymi, wewnątrzkomórkowymi, neuronalnymi, fizjologicznymi, funkcjonującymi w kontekście otoczenia psychologicznego, społecznego, kulturowego, cywilizacyjnego, w więc związanych ostatecznie z wyborami życiowymi konkretnych osób. Kontekst ten odgrywa niezwykle istotną oraz aktywną rolę w powstawaniu i ekspresji większości chorób czy cech [13].

Redukcjonizm uniemożliwia też zrozumienie (obarczonego ogromnymi trudnościami teoretycznymi [14]) pojęcia zdrowia, ponieważ izoluje „zdrowie” od dynamiki całego organizmu. Organizm zredukowany do genów nie ma właściwej sobie natury, podobnie jak gatunek powstały wyłącznie w wyniku działania procesów historycznych i selekcyjnych. Brak stabilnego „twardego jądra” organizmu i gatunku zachęca np. do biotechnologicznego przekształcania organizmów. Geny definiowane są jednak przez kontekst organizmu, którego są częścią [15]. Podobnie leki biotechnologiczne mogą wypierać klasycznie wytwarzane, często lepsze, substancje (przykładem może być humanizowana insulina firmy Eli Lilly) [16].

Jednak nawet traktując sekwencję DNA jako czynnik najważniejszy, mówić można o dziedzicznych zmianach czynników epigenetycznych (epimutacjach), jako przyczynach niektórych przynajmniej chorób występujących powszechnie. Fakt ten może powodować nieskuteczność identyfikowania metodami biologii molekularnej podłoża chorób psychiatrycznych czy neurologicznych. Określenie zmian epigenetycznych wymaga innych narzędzi badawczych. Epimutacje są ponadto zależne od wpływów środowiska i układu rozwojowego organizmu [17]. W ten sposób mogłyby być powiązane np. ze wzorcami zachowań przekazywanymi międzypokoleniowo, tworząc stabilny układ paragenetyczny [18].

Genocentryzm widać też w systemie finansowania projektów naukowych, tak w biologii medycznej, jak i w samej biologii. Nadal promuje się w nim pytania techniczne i poszukiwanie liniowych zależności przyczynowych, izolując wpływ genów od warunków wewnątrz i zewnątrzkomórkowych, a także od społecznego i kulturowego rozwoju jednostek ludzkich. W

biologii molekularnej i biochemii nadal przyjmuje się, że możliwość mechanistycznego opisu (matematycznego lub eksperymentalnego) szczegółów procesu na wybranym poziomie organizacji jest równoznaczne z rozumieniem zachowania skomplikowanego systemu.

Przedstawione alternatywne koncepcje genu — zwłaszcza stymulowane przez tworzącą się biologię systemową — wymagają podejmowania badań interdyscyplinarnych i systemowych. Te jednak musiałyby być zakrojone na znacznie szerszą skalę i nie oferowałyby prostych (i atrakcyjnych medialnie) wyjaśnień genetycznych, lecz obejmowałyby czynniki tak złożone jak rozwój płodowy, czy wpływ otoczenia społecznego. Z tego powodu nie dziwi, że fundusze przeznacza się niemal wyłącznie na badania, których założonym celem jest znalezienie genetycznych przyczyn cech fenotypowych i ich zmienności, funduszy nie na badania interdyscyplinarne. Społeczne poparcie dla badań genetycznych i tak szerokie ich finansowanie wydaje się być bardziej warunkowane ideologią, niż pragmatyką czy argumentami naukowymi. Zjawisko to analizowali np. Dorothy Nelkin, Richard Lewontin, Jay Joseph czy Jeremy Rifkin, wskazując że niebezpieczeństwo jest tym większe, im bardziej w dyskursie publicznym genocentryzm uznaje się za *logiczną* konsekwencją obserwacji i hipotez naukowych.

Uprzywilejowanie kodu genetycznego jako w szczególny sposób realnego, przy jednoczesnym deprecjonowaniu elementów materialnych, jest swego rodzaju „informacyjnym platonizmem”. Informacja rozpatrywana jest jako niezależna od systemu i niezależna od kontekstu, a kod genetyczny utożsamiany jest z „kodem źródłowym” dla materialnej formy organizmów. Organizmy stają się dającymi się programować układami informatycznymi. Jest to pociągająca perspektywa, ponieważ „informacja” może zostać uwolniona od materialnych ograniczeń rządzących przemijającym światem. Przyjęcie takiej perspektywy wprowadza nas w wirtualną rzeczywistość biologii molekularnej [19].

Być może zmiana paradygmatu przyjdzie poprzez „naukę normalną”. Do ostrożnego optymizmu skłania np. zainaugurowany w czerwcu 2001 roku projekt HUPO (Human Proteome Organization), mający na celu „globalizację badań z zakresu proteomiki” [20], [21]. Celem projektu będącego w pewnym sensie potomkiem HUGO, jest poznanie ludzkiego proteomu, czyli opisanie wszystkich białek człowieka [22]. Białka są jednak zasadniczo trudniejszym obiektem badań od DNA, ze względu na ich przestrzenną strukturę i występowanie w wielocząsteczkowych kompleksach. Proteom jest wielowymiarowy, dynamiczny, wybitnie zależny od kontekstu fizjologicznego. Dlatego projekt wymaga poznania np. potranslacyjnych modyfikacji białek, ich skomplikowanych oddziaływań międzycząsteczkowych w kontekście fizjologicznym, lokalizacji w obrębie komórki, ekspresji w zależności od warunków otoczenia, rodzaju tkanki czy opisanie zmian ich ekspresji w czasie rozwoju i procesów patologicznych. Ostatecznym celem jest zatem poznanie *funkcji* poszczególnych białek. Tak zakreślony, niesłychanie ambitny, program badawczy wymagał będzie nie tylko znacznych nakładów finansowych (daleko większych niż w przypadku HUGO), ale przede wszystkim (znów odmiennie niż w przypadku HUGO) współpracy i koordynacji działań biologów różnych specjalności. Wymagał będzie także nowego ujęcia metodologicznego i zapewne odejścia od łatwej wymierności sekwencji nukleotydowych, ku koncepcjom integracyjnym i systemowym. Głównym celem ujęcia systemowego jest opisanie i zrozumienie w jaki sposób duża liczba różnych części oddziałuje i samoorganizuje się w całość (system), wykazującą właściwości które nie mogą być zrozumiane w wyniku badania wyizolowanych składników [23]. Ujęcie systemowe jest wieloskalowe, przekracza poszczególne poziomy spisu i wydaje się szczególnie istotne w badaniach biomedycznych.

Można powiedzieć, że niezbędność HUPO lub podobnej inicjatywy koordynującej wysiłki badawcze, wynika w sposób naturalny z ogromnego skomplikowania planowanych badań, które z kolei są pochodną założonego celu poznania funkcji białek organizmu człowieka, i pochodną złożoności obiektu badań. Jest to sytuacja odmienna niż w przypadku HUGO, gdzie międzynarodowa organizacja badań ułatwiła jedynie i przyspieszyła zsekwencjonowanie genomu człowieka.

Brak jasno określonego celu, ogniskującego działania planowane w ramach HUPO, świadczy paradoksalnie o jego większej „naukowości”, w porównaniu z HUGO [24]. Przewidywalność i metodologiczne nieskomplikowanie HUGO to cecha programów technicznych. Trudno w tej chwili wyrokować, czy skomplikowanie zarówno metodologii stosowanej w badaniu białek, jak uzyskiwanych wyników, nie uniemożliwi powstanie jednego, międzynarodowego programu. Już obecnie HUPO na przynajmniej cztery podobszary

badawcze.

Jeszcze bardziej skomplikowany i mniej sformalizowany jest powstający dopiero projekt poznania fizjomu (The Physiome Project, TPP) [25]. Celem TPP jest interpretacja genomiki i proteomiki w integrujących ramach fizjologii organizmu, zrozumienie w terminach ilościowych w jaki sposób struktura i funkcja komórek, tkanek i organów wyjaśnia złożone zachowania systemów żywych [26]. Metodologia TPP wymagała będzie stosowania zaawansowanych technik modelowania komputerowego, przyżyciowego obrazowania pojedynczych cząsteczek, ale przede wszystkim opracowania ontologicznych ram i sformalizowanego języka opisującego w sposób precyzyjny fizyczne i biologiczne zjawiska, czynniki oraz ich współzależności, występujące na różnych poziomach organizacji modelowanej struktury. Modelowanie komputerowe w ramach TPP dostarcza już pierwszych ilościowych ram, pozwalających ustalić wpływ zmian na poziomie molekularnym na funkcjonowanie komórek, tkanek i organów [27].

Wspomniane projekty bez wątpienia napotkają ogromne problemy praktyczne, związane z patentowaniem wyników badań [28]. Nie jest wykluczone, że względy komercyjne uniemożliwią szerszą współpracę różnych podmiotów i grup badawczych [29]. Niejasności co do sposobu osiągnięcia celów naukowych, niejasności związane z uzyskaniem finansowania, zwłaszcza przez firmy prywatne, przekładają się na niejasną strukturę organizacyjną HUPO, nieokreślone zasady członkostwa i związki z istniejącymi organizacjami czy nieokreślony sposób podejmowania decyzji. Być może rozwiązanie przynieść mogłaby „solidarna globalizacja”: zabezpieczenie finansowania przez organizacje państwowe i społeczne, przy jednoczesnej rezygnacji z patentowania wyników badań. Wspomniane projekty mogłyby w ten sposób naprawić szkody, jakie przyniosło wprowadzenie do nauki pojęcia „własności intelektualnej”.

W USA finansowanie federalne uzyskują już multidyscyplinarne programy „biologii integracyjnej”, badania „biożłożoności” oraz biologii systemowej. Niepowodzenie obietnic redukcjonizmu genetycznego spowodowało, że nawet stosunkowo konserwatywne Narodowe Instytuty Zdrowia zaczynają przeznaczać fundusze na badania systemowe. Profesor Stewart A. Newman zwraca jednak uwagę, że biologia systemowa może wpaść w pułapkę nowego redukcjonizmu: marzenia o integracji społecznej poprzez manipulacje na poziomie molekularnym. Newman wskazuje na niepokojące stwierdzenia zawarte np. w raporcie „Converging Technologies for Improving Human Performances” [30]. Wg autorów raportu badania systemowe pozwolą w niedalekiej przyszłości na ulepszenie ludzkich możliwości poprzez połączenie technologii z zakresu nanobiologii, biologii, informatyki i kognitywistyki [31]. Być może przerwienie uwagi decydentów i menadżerów z biotechnologii na biologię systemową związane jest z coraz bardziej oczywistym faktem niespełnienia wiązanych z biotechnologią nadziei. Rewolucja biotechnologiczna nie przyniosła jak dotąd spodziewanej poprawy bądź polepszenia wyników ekonomicznych ani w dziedzinie ochrony zdrowia, ani uprawy roślin, ani hodowli zwierząt [32]. To jednak, czy (i w jakiej mierze) biologia powróci do arystotelesowskiego ideału nauki apraktycznej, czy też zostanie sprzęgnięta jeszcze bardziej z technologią i polityką, czy może wybierze trzecią drogę, nie jest w żaden sposób zapisane ani w genach, ani w gwiazdach.

*

Wersja skrócona tego artykułu ukazała się w druku: P. Łuków, C. Żekanowski, *Pojęcie genu i genocentryczny paradygmat biologii*, "Przegląd Filozoficzny (Nowa Seria)", 14, 85-105 (2005).

Przypisy:

[1] Por: S.F. Gilbert, S. Sarkar - Embracing complexity: organicism for the 21st century. *Developmental Dynamics* 219, 1-9 (2000)

[2] B. Goodwin - How the leopard changed its spots: the evolution of complexity. Charles Scriber's Sons, NY (1994)

[3] U.S. Bhalla, R. Iyengar - Emergent properties of networks of biological signalling pathways. *Science* 283, 381-388 (1999); J.C. Dunlap - Molecular bases for circadian clocks. *Cell* 96, 271-290 (1999), oraz T. Scheper, D. Klinkenberg, C. Pennartz, J. van Pelt - A mathematical model for the intracellular circadian rhythm generator. *The Journal of Neuroscience* 19, 40-57 (1999)

- [4] Por.: C. Cibert - A cascade of biochemical events creates emergence. *Biology of the Cell* 96, 677-679 (2004)
- [5] por: T. Dobzhansky - *Genetics and the origin of species* Columbia University Press 1951
- [6] S.F. Gilbert, S. Sarkar - Embracing complexity: organicism for the 21st century. *Developmental Dynamics* 219, 1-9 (2000)
- [7] Por. rozmowę z prof. Goodwinem: <http://www.anth.org/ifgene/goodwin.htm>
- [8] G. Albrecht-Buehler, "In defense of 'nonmolecular' cell biology", *International Review of Cytology* 120,191-241 (1990)
- [9] por. np. opinie wyrażane w niedawno wydanym podręczniku akademickim "Biologia molekularna w medycynie" pod red. J. Bala, Wydawnictwo PWN, 2001
- [10] K.Weiss - Goings on in Mendel's garden. *Evolutionary Anthropology* 11, 40-44 (2004)
- [11] Por.: J. Leo, J. Joseph - Schizophrenia: medical students are taught it's all in the genes, but are they hearing the whole story? *Ethical Human Sciences and Services* 4, 17-30 (2002), J. Joseph - The gene illusion. *Genetic research in psychiatry and psychology under the microscope*. PCCS Books, 2003 oraz D.K. Simon, M.T. Lin, A. Pascual-Leone - "Nature versus nurture" and incompletely penetrant mutations. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 72, 686-689 (2002)
- [12] K.M. Weiss- Consulting the oracle: reverence, but circumspection. *Genetic Epidemiology* 19, 468-472, 2000. Por. tez: NA Holtzman, ThM Marteau - Will genetics revolutionize medicine? *The New England Journal of Medicine* 343, 141-144 (2000)
- [13] D. Hamer - Genetics. Rethinking behavior genetics. *Science* 298, 71-72 (2002)
- [14] Trudności związane z definicją zdrowia i choroby przedstawiają w zwięzły sposób Henrik R. Wulf, Stig Andur Pedersen, Raben Rosenberg, *Filozofia medycyny. Wprowadzenie*, przeł. Zbigniew Szawarski, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN 1993. Zob. też Christopher Boorse, "Health as a Theoretical Concept", *Philosophy of Science* 44 , 542-573 (1977); H. Tristram Engelhardt, "The Concept of Health and Disease" w: *Evaluation and Explanation in Biomedical Sciences*, H. T. Engelhardt, S. F. Spicker, Dordrecht, D. Reidel 1975; H. Tristram Engelhardt, Jr. "Choroba masturbacji: pojęcie choroby a wartości," przeł. Zbigniew Zalewski, *Sztuka Leczenia* III,9-14 (1996)
- [15] por: P. Kitcher - Battling the unded: how (and how not) to resist genetic determinism. (w:) *Thinking about evolution: historical, philosophical and political perspectives* (wyd:) R. Singh, C. Krimbas, D.B. Paul, J. Beatty Cambridge University Press 2001
- [16] Por: R.C. Lewontin - [The DNA era](#). *GeneWatch* 16 (4), 2003.
- [17] R. Holliday - The inheritance of epigenetic defects. *Science* 238, 163-170 (1987)
- [18] J. Peedicayil - The importance of cultural inheritance in psychiatric genetics. *Medical Hypotheses* 58,164-6 (2002)
- [19] Jak mówił w 1995 r. prof. MIT Harvey Lodish: "It will [soon] be possible, by sequencing important regions of the mother's DNA, to infer important properties of the egg from which the person develops... [The information that results] will be transferred to a supercomputer, together with information about the environment (...). The output will be a color movie in which the embryo develops into a fetus, is born, and then grows into an adult, explicitly depicting body size and shape and hair, skin, and eye color. Eventually the DNA sequence base will be expanded to cover genes important for traits such as speech and musical ability; the mother will be able to hear the embryo - as an adult - speak or sing. (<http://web.mit.edu/newsoffice/tt/1995/apr26/39996.html>), czy też jak chce Eugene Thacker: "Change the code, and you change the body.(...) Flesh is made into data [...] data is made into flesh." Thacker, Eugene. "Data Made Flesh: Biotechnology and the Discourse of the Posthuman." *Cultural Critique* 53 (forthcoming)

2003).<http://www.iath.virginia.edu/pmc/text-only/issue.103/13.2thacker.txt>, czy też bardziej poetycko: "Data made flesh" N.K. Hayles - Virtual Bodies and Flickering Signifiers, w: N.K. Hayes (red.) How We Became Posthuman: virtual bodies in cybernetics, literature and informatics, pp. 25-49. Chicago: University of Chicago Press, 1999. str. 47. Podobnie pisze W. Gibson w Neuromancerze (1986)

[20] S. Hanash - Samir Hanash discusses how HUPO aims to globalize proteomics research (review by Joanna Owens). Drug Discovery Today 7, 797-801 (2002)

[21] B.A. Merrick - The human proteome organization (HUPO) and environmental health. EHP Toxicogenomics 111 (1T), 1-5 (2003)

[22] <http://www.hupo.org>

[23] Y. Bar-Yam - Dynamics of Complex Systems (Studies in Nonlinearity). Perseus Books Group 1997

[24] E. Chargaff - Heraclitean fire. Rockefeller Univ Press, NY 1978

[25] <http://www.physiome.org/Home/>

[26] E.J. Crampin, M. Halstead, P. Hunter, P. Nielsen, D. Noble, N. Smith, M. Tawhai - Computational physiology and the physiome project. Experimental Physiology 89, 1-26 (2004)

[27] P.J. Hunter, T.K. Borg - Integration from proteins to organs: The Physiome Project. Nature Reviews Molecular and Cell Biology 4, 237-243 (2003), D. Noble - Modelling the heart: insights, failures and progress. Bioessays 24, 1155-1163 (2002)

[28] Niezwykle szybki rozwój genetyki Drosophila w latach 1912-1936, wynikał w dużej mierze z nieformalnej "etyki badawczej" zainicjowanej przez Morgana. Nakazywała ona - na zasadzie wzajemności - pełny dostęp do planów i wyników badań innych grup zajmujących się tymi samymi problemami badawczymi, wymianę materiałów i zmutowanych linii muszki owocowej. Etyka ta była jednak także strategią promowania Morgana teorii genu, regulowania pojęciowego szkieletu badań oraz elementem budowania autorytetu samego T.H. Morgana. Por: M.R. Dietrich - The problem of the gene. Comptes rendus de l'Academie des sciences. Serie III, Sciences de la vie 323 (2000) 1139-1146. Za tego rodzaju "polityką" nie stał jednak globalny system gospodarczy. Por. też: D.C. Korten - Świat po kapitalizmie. Alternatywy dla globalizacji. Stowarzyszenie "Obywatel", Łódź 2002

[29] R.A. Bradshaw, A.L. Burlingame, J.E. Celis - HUPO est arrive... Molecular and Cellular Proteomics <http://www.mcponline.org> (2003)

[30] <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies>, raport jest sponsorowany przez National Science Fundation USA, oraz Ministerstwo Handlu USA.

[31] Por: S.A. Newman - [The fall and rise of systems biology](#). GeneWatch 16 (4), 2003.

[32] P. Nightingale, P. Martin - The myth of the biotech revolution. Trends in Biotechnology 22, 564-9 (2004); A. Joachimiak - Does advertising help boost science? Gemelliological Review 3, 23-28 (2003)

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,4193) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4193>)

Contents Copyright © 2000-2008 by 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 podkatalogów, skrypty JavaScript 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