

ELŻBIETA PAKSZYS

REDUKCJONIZM FIZYKO-CHEMICZNY WSPÓŁCZESNEJ BIOLOGII

I. DUALIZM METODOLOGICZNY BIOLOGII

Przeprowadzona dotychczas analiza typu racjonalności prezentowanego w biologii zarówno w odniesieniu do jej historii, jak też wobec jej ustaleń współczesnych, zdaje się wykazywać, iż mamy tutaj do czynienia z komplementarnością dwóch strategii badawczych: redukcjonizmu i antyredukcjonizmu (kompozycjonizmu)¹.

W świetle jednak nowych doniesień literaturowych obydwu stanowiska, jak też ich wzajemna relacja domagają się w dalszym ciągu koniecznych dookreśleń.

Zaprezentowany wcześniej model komplementarnego wyjaśniania w biologii, konstruowany wokół hierarchii poziomów organizacyjnych materii, obejmował trzynaście poziomów — od cząstki elementarnej poczynając, na biosferze kończąc². Kolejnym poziomom zostały przyporządkowane odpowiednie kategorie praw i teorii wyjaśniających. Pełny eksplanans stanowił złożenie dwóch komponentów: redukcjonistycznego „R” — właściwego niższemu poziomom hierarchii oraz kompozycjonistycznego „K” — obejmującego wyższe piętra organizacji materii. Komponent „R” obejmował teorie fizyki, biofizyki, chemii i biochemii, również teorie anatomiczno-fizjologiczne, odpowiadające poziomom komórki i tkanki, traktowane jako „teren wspólny” obydwu typów wyjaśnień. W ramach komponentu „K” wyróżniono dalej kategorię teorii adaptacyjno-ekologicznych oraz zespół praw ewolucyjno-historycznych.

¹ Zob. E. Pakszys, *Racjonalność współczesnej biologii: Redukcjonizm contra Kompozycjonizm czy Komplementarność*, „Studia Filozoficzne” nr 5 - 6, 1983.

² Por. E. Pakszys, *Wyjaśnianie komplementarne w biologii*, „Poznańskie Studia z Filozofii Nauki”, nr 7, 1982.

Powyższe ujęcie eksplanacji biologicznej zaznacza więc odrębność strategii typu „R” i „K”, a ich dopełnianie się zachodzi zasadniczo we wskazanym „obszarze wspólnym”, tj. w ramach teorii anatomiczno-fizjologicznych. Taki kształt eksplanansu wydaje się jednak daleko idącym uproszczeniem, konsekwencją czego jest podobnie ograniczone rozumienie relacji komplementarności właściwej wyjaśnieniom „R” i „K”. Redukcjonizm zacieśniony został tutaj do uogólnień fizykochemicznych, kompozycjonizm natomiast głównie do wyjaśnień historycznych, podczas gdy wstępna już analiza zjawisk biologicznych przekraczających ramy metabolizmu w jego potocznym rozumieniu, więc dotyczących zjawisk dziedziczności i ewolucji, wykazuje potrzebę zmodyfikowania rozważanego modelu. Generalnie chodziłoby tu o poszerzenie zakresów funkcjonowania zarówno redukcjonizmu, jak i kompozycjonizmu, które w istocie zdają się przebiegać całość rozpatrywanych poziomów organizacji materii, jednak przypisywana im procedura wyjaśniania odbywa się niejako w „przeciwnych kierunkach”.

Tak szeroko rozumiane wyjaśnienie typu R daje się bowiem odnaleźć również na wyższych poziomach organizacji materii, na przykład w procedurach badawczych ekologów interpretujących zjawiska populacyjne poprzez zależności właściwe pojedynczym organizmom³. Analogicznie rzecz się ma z szeroko ujętym wyjaśnianiem typu K, właściwym związkom między ustaleniami genetyki molekularnej i populacyjnej. Prawdopodobnie właściwe jest ono również współczesnym, ewolucyjnym interpretacjom genezy życia.

Zastosowana więc w biologii N. Bohra zasada komplementarności winna tutaj przejawiać swój dwoisty charakter. Dotycząc cząstek elementarnych budujących żywy obiekt, wykazuje ona naturę fizykalną, stosowana natomiast do analizy działań poznawczych biologii pełni ona rolę zasady epistemologicznej spajającej dwa odmienne typy eksplanacji. W ten sposób rozumiana, komplementarność wyjaśnień R i K zaznaczy swoją obecność na każdym piętrze organizacji materii uwzględnianym przez model eksplanacji. Nie jest więc możliwe zrezygnowanie bądź wydzielenie — na dobrą sprawę — któregoś z typów eksplanacji, gdyż nie stanowią one procedur

³ Problem ten rozwija m.in. A. Łomnicki w *Przygody ewolucjonistów i ekologów w krainie superorganizmów*, „Wiadomości Ekologiczne” nr 3, 1978.

alternatywnych, lecz zawsze dwie nierozłączne strategie badawcze dotyczące zasadniczo jednego przedmiotu — Życia.

Dla pełniejszej charakterystyki przyjmowanej tutaj koncepcji komplementarności odwołam się do poczynionych w tym względzie ustaleń A. Bednarczyka⁴.

„Dwa opisy (wyjaśnienia, prawa) nazywamy [...] komplementarnymi gdy 1. dotyczą dwóch bądź wielu zgoła odmiennych aspektów badanego przedmiotu, przy czym aspekty te mają charakter przeciwieństw zasadniczych [...] nie zaś technicznych, 2. aspekty te badamy za pomocą z gruntu odmiennych metod doświadczalnych i teoretycznych, jak np. [...] analiza — synteza [...], badania diachroniczne — synchroniczne itd. 3. badając jeden aspekt automatycznie wykluczamy możliwość równoczesnego badania drugiego [...] 4. w tym znaczeniu aspekty i odpowiadające im ogólne metody ujęcia, opisy czy prawa przeciwstawiają się sobie, 5. w tym znaczeniu uzupełniają się wzajemnie, „nałożone” na siebie spełniają wstępny warunek wyczerpującego opisu badanego przedmiotu”.

Porównajmy zatem szeroko rozumiane wyjaśnianie R i K w biologii. Ad 1. Eksplanans R wyjaśnia zasadniczo aspekt struktury, w mniejszym stopniu aspekt funkcji żywych obiektów. Natomiast eksplanans K dotyczy głównie aspektu funkcjonalno-historycznego życia, w ramach prezentowanych całościowych interpretacji. Ad 2. Wyróżnione wyżej aspekty życia badane w ramach R metodami analitycznymi, dotycząc zjawisk głównie synchronicznych (brak spojrzenia historycznego), podczas gdy strategia K obejmować będzie głównie metody syntetyczne (np. systemowe), uwzględniające przy tym moment rozwoju (diachronii). Ad 3. Rozłączność w badaniu obydwu aspektów życia ujawni się także w stosowanych metodach eksperymentu, który w ramach R częściej dotyczy martwych struktur (in vitro), wykluczając w znacznym stopniu uchwycenie zależności właściwych tym samym obiektom pozostającym w stanie żywym (in vivo). Przeciwnie rzecz się ma w przypadku metodyki eksperymentalnej K, wychodzącej zasadniczo z punktu widzenia życia pojmowanego jako akcja o historycznym wymiarze. Ad 4. Wobec powyższego, można zapewne mówić o ogólnym przeciwieństwie metod badawczych, opisów wyjaśniających i praw redukcyjnych

⁴ A. Bednarczyk, *Johan Wolfgang Goethe, problemy metodologiczne typ u morfologicznego*, PAN, 1973, s. 75.

nych i antyredukcyjnych = kompozycjonistycznych. Ad 5. Pełne wyjaśnienie zjawisk biologicznych można zatem uzyskać — przy wąskim ujęciu dualizmu „R-K” — poprzez złożenie dwóch komponentów eksplanansu. Szerokie natomiast rozumienie strategii badawczych biologii oznacza nakładanie i przenikanie się wzajemne wyjaśnień redukcyjnych — R i kompozycjonistycznych — K.

Można przyjąć, iż owo szerokie ujmowanie komplementarności wyjaśnień R i K stanowi przejaw wspólnoty dróg poznania życia i wszelkiego poznania naukowego, zwykle wymagającego uwzględnienia dwóch punktów widzenia — analitycznego i syntetyczno-historycznego. Natomiast komplementarność rozumiana wąsko — dopełnianie się praw i teorii dotyczących różnych poziomów organizacji materii — stanowi swoistość metodologiczną biologii. Warto wobec tego poddać komponent redukcyjny ponownej analizie, by uchwycić w zarysowanym kontekście jego rzeczywistą wagę dla współczesnej nauki o życiu.

II. PRZYKŁAD FIZYKO-CHEMICZNEGO WYJAŚNIANIA PROCESÓW METABOLICZNYCH

Analizie poddaje się dwa uniwersalne dla świata żywego procesy — fotosyntezę i oddychanie, których wyjaśnianie można uporządkować zgodnie z przekształconym modelem eksplanacji Hempla-Oppenheima ⁵:

	C_a	$C_1 \dots C_m$	warunki
	T_a	T_1	teorie-prawa fizyki
Eksplanans	T_c	T_m	biofizyki
„R”	T_e	T_1	chemii
	T_g	T_m	biochemii
—		$T_1 \dots T_m \dots$	fizjologii

Eksplanandum: Metabolizm — fotosynteza i oddychanie

⁵ Model wyjaśniania wg Hempla-Oppenheima poddaje analizie i przekształceniu w pracy doktorskiej. Por. E. Pakszys, *Metodologiczne studium wyjaśniania w biologii, na przykładzie wybranych procesów metabolicznych*, Poznań 1979 (maszynopis).

Warunki $C_a \dots C_1$ dotyczą podstawowej charakterystyki obiektów, o których mowa w poszczególnych typach teorii i praw. Za taką charakterystykę uważam tutaj zwłaszcza opis poziomów organizacji materii. Zakładam dalej, iż teorie i prawa fizyki $T_a \dots T_1$ dotyczą zasadniczo jednostek strukturalnych rzędu atomu, jego wnętrza i najbliższego otoczenia. Natomiast podstawowe ustalenia chemii $T_e \dots T_1$ odnoszą do poziomu zespołów atomów – cząsteczek i właściwych im wiązań chemicznych.

Wymienione typy teorii i praw wyjaśniają zatem zjawiska i procesy mające miejsce w świecie przedmiotów nieożywionych, jednakże właściwy im ciąg warunków $C_a \dots C_1$ winien w omawianym przypadku zostać rozszerzony o ciąg $C_1 \dots C_m$, dotyczący zjawisk o wyższym stopniu skomplikowania, procesów przedżyciowych. Takiemu zwiększonemu zakresowi warunków odpowiadać będą w modelu teorii i prawa biofizyki i biochemii. Wspomniane rozszerzenie warunków zasadniczo obejmuje zespół zjawisk opisujących wnętrze żywej komórki, tutaj też spodziewać się należy zależności wyjaśnianych przez prawa i teorie fizjologiczne $T_1 \dots T_m \dots$

Otwarcie (po prawej stronie) omawianego ciągu warunków, jak też ustaleń fizjologicznych zaznacza ich pograniczne położenie w wyjaśnianiu komplementarnym, tj. uwzględniającym eksplanans redukjonistyczny kompozycjonistyczny.

Fotosynteza

Zespół procesów składających się na fotosyntezę wywołwany jest przez następujące czynniki zewnętrzne: promieniowanie słoneczne ($h\nu$), wodę (H_2O) oraz dwutlenek węgla (CO_2), pozostające w ścisłym związku z czynnikami wewnętrznymi, stanowiącymi żywy organizm rośliny zielonej, zawierającej więc chlorofil. Opis wyjaśniający przedstawia charakterystykę poszczególnych czynników. Światło słoneczne to określonej długości promieniowanie elektromagnetyczne, o naturze korpuskularno-falowej, źródłem którego są złożone przemiany atomowe przebiegające na Słońcu. Emisja kwantów

warunki $C_a \dots C_1$.

kwantowa teoria budowy materii i energii

prawa zjawisk fotoelektrycznych

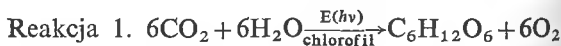
teoria odżywiania roślin

teoria struktury-funkcji barwników organicznych

światlnych wiąże się z przeskokiem elektronu krążącego wokół jądra atomowego z poziomu dalszego na poziom — względem jądra — bliższy. Absorpcja natomiast powoduje odwrotny typ przemieszczenia atomu. Kwant (pakiet) energii świetlnej określa się mianem fotonu, który w tego rodzaju procesach ujawnia głównie swoją naturę korpuskularną. Pozostałe czynniki zewnętrzne fotosyntezy pochodzą z atmosfery — CO_2 oraz z gleby — H_2O , przy czym znajdują się one w roślinie skutkiem dyfuzji przez błony półprzepuszczalne tkanek przewodzących jej organów (np. chwytники, korzeń, pęd nadziemny i liść). Sprawne funkcjonowanie wszystkich wymienionych systemów jest niezbędnym zespołem warunków wspomagających fotosyntezę.

1 Chlorofil to organiczny barwnik z grupy metaporfiryn, k którego centrum stanowi atom magnezu (Mg) wbudowany w złożony białkowy kompleks. Chlorofil występuje w bardzo wielu odmianach, z których najbardziej rozpoznane to: chlorofil a ($\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$) oraz chlorofil b ($\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$), różniące się — poza chemicznym składem — również barwą, pochłanianymi pasmami widma słonecznego (w podczerwieni i nadfiolecie) oraz przede wszystkim częstością występowania u roślin.

Ogólny schemat przebiegu fotosyntezy da się zapisać w sposób następujący:



prawa ekwipartycji energii

Zapis taki obrazuje w uproszczeniu istotę procesu, a mianowicie przemianę elektromagne-

tycznej energii słonecznej (o charakterze fizycznym) w energię wiązań chemicznych związków organicznych, stanowiących ciała istot żywych (więc o charakterze biofizyczno-biochemicznym).

Roślina zielona pełni więc w tym procesie rolę szczególnego rodzaju transformatora energii.

W procesie fotosyntezy wyróżnia się dwie zasadnicze fazy, tzw. świetlną i ciemną.

Faza świetlna związana jest z pochłonięciem fotonu przez tzw. aktywne centrum chlorofilu, co powoduje jego stan wzbudzenia równoznaczny z wybiciem elektronu przechwytywanego dalej przez łańcuch przenośników. W przypadku tzw. cyklicznego przepływu elektronów, wybity z chlorofilu ładunek powraca (przekazywany przez wspomniany łańcuch przenośników) do powstałej „luki”, wytworzywszy uprzednio użyteczną energię biologiczną w postaci ATP, w ramach tzw. fosforylacji fotosyntetycznej.

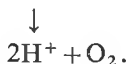
prawa enzymatyki i energetyki biochemicznej

Reakcja 2. $\text{ADP} + \text{P} + \text{E}(h\nu) \rightarrow \text{ATP}$.

teorie fosforylacji

Natomiast w przypadku tzw. niecyklicznego przepływu elektronów (co ma miejsce w obecności enzymu zawierającego koenzym NADP^+), zaistniała „luka” jest wypełniona przez ładunki powstałe podczas fotolizy, świetlnego rozkładu (jonizacja) wody.

Reakcja 3. $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^-$



Powstały tutaj wodór (2H^+) redukuje wspomniany NADP, przez co ten ostatni staje się czynnikiem redukcyjnym niezbędnym w fazie ciemnej fotosyntezy. Uzyskany natomiast z rozpadu jonów OH^- cząsteczkowy tlen O_2 jest jednym

teoria reakcji red-ox

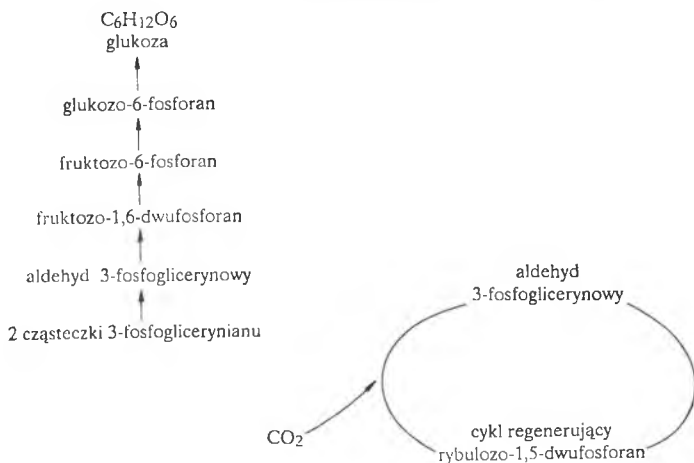
z końcowych produktów fotosyntezy, obecnych w reakcji 1.

Faza ciemna fotosyntezy polega na redukcji pobranego CO_2 z pomocą NADPH i H^+ oraz na wbudowaniu go w obecny w żywej komórce ufosforylowany (więc aktywny), pięciowęglowy cukier, rybulozę — $\text{C}_5\sim\text{P}_2$.



redukcyjny cykl pentożowy

Produktem powyższej reakcji są dwie cząsteczki aldehydu fosfoglicerynowego $\text{C}_3\sim\text{P}$, który ulega dalszym przemianom. Według prezentowanej tutaj teorii fotosyntezy, właściwe jej reakcje fazy ciemnej muszą przebiec aż sześć razy (w układzie modelowym), tak aby mogła się utworzyć jedna cząsteczka cukru sześciowęglowego — glukozy, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. W trakcie tych procesów zachodzi jednocześnie regeneracja rybulozy, co obrazuje schemat cyklu pentożowego wg Lehnintera⁶:

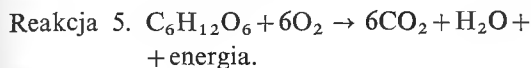


⁶ H. Lehninger, *Bioenergetyka. Molekularne podstawy przemian energetycznych w organizmach żywych*, PWN 1978, s. 152 (nieznacznie zmienione).

Uzyskany w ten sposób końcowy produkt fotosyntezy – glukoza – (por. reakcja 1) staje się niezbędnym substratem całego szeregu dalszych przemian energetycznych, m.in. stanowiąc bezpośrednie „paliwo oddechowe”, materiał zapasowy i budulcowy organizmu. Jeżeli uwzględnić tutaj energodajny zysk towarzyszący fotosyntezie fosforylacji, to stwierdzić można, iż cała energia układów żywych jest właściwie efektem przeprowadzanej przez rośliny zielone fotoasymilacji.

Oddychanie

Ten uniwersalny dla świata żywego zespół procesów dostarcza organizmom przede wszystkim niezbędnej, użytecznej energii, w postaci wysoko-energetycznych wiązań ATP. Ogólny schemat oddychania przedstawia następująca reakcja:



Podobnie jak w przypadku fotosyntezy (por. reakcja 1), zapis powyższy przedstawia oddychanie w sposób niezwykle ogólny.

Substratem oddechowym jest nie tylko glukoza, lecz każdy inny związek chemiczny o charakterze zapasowym (np. tłuszcze, inne cukry, nawet aminokwasy). Zależnie też od charakteru substratu różnie przedstawiać się będzie wstępny, beztlenowy etap oddychania, który dla wielu anaerobów stanowi zasadniczo cały proces oddechowy.

Etap beztlenowy oddychania w przypadku spalania glukozy nosi nazwę glikolizy, która jest ciągiem reakcji enzymatycznego rozkładu tej

teoria glikolizy

prawa enzymatyki biochemicznej

heksozy na mniejsze, węglowe odcinki. Temu rozkładowi właśnie towarzyszy uwalnianie energii zmagazynowanej w postaci wiązań fosforanowych ATP.

Kolejne etapy rozkładu glukozy są do pewnego stopnia odwrotnością procesu syntezy glukozy w fazie ciemnej fotosyntezy (por. schemat str. 82). Efektem końcowym tego etapu oddychania są m.in. dwie cząsteczki trójwęglowe – kwasu pirogronowego ($2C_3$), co symbolicznie przedstawia reakcja:



teoria fermentacji

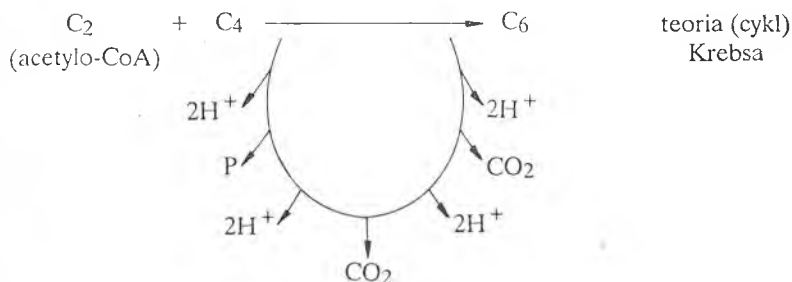
Kwas pirogronowy u beztlenowców przekształcany jest dalej w ostateczny produkt fermentacji, np. kwas mlekowy, kwas octowy, alkohol etylowy i cały szereg innych substancji o stosunkowo wysokim jeszcze poziomie zawartości energii. Stąd też fermentacja, jako niepełne utlenianie substratu, jest niskowydajnym energetycznie typem oddychania.

W przypadku natomiast, gdy ostatecznym akceptorem elektronów odrywanych od substratu jest w oddychaniu tlen (por. lewa strona reakcji 5), więc u aerobów, kwas pirogronowy ulega dekarboksylacji oksydacyjnej do postaci dwuwęglowego łańcucha (reszta acetylowa połączona z koenzymem A) tzw. acetylo-CoA.

teoria (cykl) Krebsa

Etap tlenowy znajduje swoją kontynuację w skomplikowanym cyklu przemian kwasów tłuszczowych, w tzw. cyklu Krebsa, który obrazuje bardzo skrótowo schemat przytaczany za Villeem⁷:

⁷ C. A. Villee, *Biologia*, PWRiL 1973, s. 120.



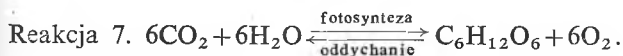
W dwóch przypadkach uwalniany jest tutaj dwutlenek węgla (CO_2), jako końcowy efekt oddychania. W czterech pozostałych uwalniane są elektrony (2H^+) redukujące koenzym typu NAD i cały szereg innych pośredników, stanowiących tzw. łańcuch oddechowy. Końcowe ogniwa tego łańcucha stanowią cytochromy — enzymy przekazujące elektrony bezpośrednio na tlen, czego następstwem jest wytworzenie się wody (por. prawa str. reakcji 5).

teoria fosforylacji oksydacyjnej

Kolejnym, niezmiernie ważnym efektem szkicowanej tutaj jedynie „kaskady elektronów” jest wytworzenie szeregu wysokoenergetycznych wiązań (w postaci ATP), co powoduje, iż omawiany etap uznawany jest za najbardziej energo-
godajny.

Dyskusja

Porównanie ogólnych reakcji symbolizujących obydwa procesy wskazuje, iż mamy tutaj do czynienia z procesami antagonistycznymi, co przedstawia zestawienie reakcji 1 i 5:



Fotosynteza jest tutaj procesem asymilacji, włączania, wbudowywania węglowych elementów (CO_2) w żywy substrat za pomocą pochłanianej energii świetlnej. Oddychanie natomiast to proces dysymilacji — rozkładu

zmagazynowanej w glukozie energii chemicznej w celu jej przekształcenia w inne, bardziej użyteczne dla ustroju żywego postaci. W każdym przypadku chodzi o pozyskiwanie sygnalizowanych w opisie wysokoenergetycznych wiązań fosforanowych, w ramach obecnych w fotosyntezie i w oddychaniu procesów fosforylacyjnych. Bilans energetyczny obydwu procesów jest możliwy do określenia bez wychodzenia poza eksplanans redukcjonistyczny, który zresztą, trzeba tu dodać, w istocie jest bardziej skomplikowany, niż na przedstawionych schematach. Fizyko-chemiczne wyjaśnienie obydwu procesów jest bowiem dzisiaj niemal pełne i niesłuchanie głęboko wnika w zależności bioenergetyki. Jednakże autentycznie biologiczny sens przebiegu fotosyntezy i oddychania, czyli określenie ich znaczenia dla Życia, nie wypływa wcale z drobiazgowego wyjaśnienia typu R. Procesy na poziomie przedkomórkowym znajdują swój wyraz w poziomach wyższych. I tak, obecność fotosyntezy związane jest z autotrofizmem, zasadniczo właściwym roślinom zielonym, zaś typ dysymilacji (fermentacja lub oddychanie tlenowe) różnicuje świat żywy na dwie wielkie grupy organizmów — anaeroby i aeroby. Za tymi pojęciami oczywiście stoi cały szereg struktur i funkcji przystosowujących organizmy do warunków, w jakich przychodzi im żyć, wreszcie kryje się w nich potężna doza historii życia, której uwzględnienie niezbędne jest, by uzyskać możliwie pełne wyjaśnienie metabolizmu jako koniecznego przejawu funkcjonowania organizmów. Wymienionych wrywkowo zaledwie kilku zagadnień eksplanans typu R nie jest w stanie uwzględniać, toteż trudno godzić się na jego samowystarczalność.

W dalszym ciągu analizy przykładu redukcji fizykochemicznej w biologii przejdziemy do określenia zgodności zamierzonego modelu z zaprezentowanym opisem wyjaśniającym. Na jego prawych marginesach zostały wyszczególnione niektóre, łatwiej uchwytne, teorie i prawa, których kwalifikacja jednakże pozostaje w ścisłym związku z odpowiednimi poziomami organizacji materii w ramach warunków C. Mamy więc do czynienia z przeplataniem się dwóch składowych eksplanansu R — kondycjonalnej (dot. warunków) i nomologicznej (teorie i prawa).

Tak więc, na poziomie elektronu przyjmuje się tutaj obecność kwantowej teorii budowy materii i energii, podstawowych praw termodynamiki oraz praw zjawisk fotoelektrycznych,

Śpośród obecnych w opisie ustaleń chemicznych wyróżnić się daje teorię reakcji red-ox (utleniania i redukcji), teorię struktury i funkcji barwni-

ków organicznych, a także — co należy tu dodać — teorie struktur białkowych, cukrowych, tłuszczowych i in. związków chemicznych życiowo ważnych.

Przyjmuje się tutaj dość obiegowy punkt widzenia, w myśl którego rozróżnienie między fizyką i chemią (dokładniej ich zależnościami) dotyczy poziomów atomowego i cząsteczkowego zorganizowania materii.

W jakimś stopniu analogicznie winna się sprawa przedstawiać w przypadku teorii i praw biofizyki i biochemii, choć — przynajmniej — stosowanie tutaj wskazanego kryterium może napotykać na pewne trudności, np. gdy chodzi o kwalifikowanie procesów określanych jako bioenergetyczne, gdyż są one natury mieszanej (biofizyczno-biochemicznej). Trudno więc o jasne rozgraniczanie między teoriami fosforylacji; nie sposób także kwalifikować glikolizy, cyklu Krebsa bądź teorii łańcucha przenośników elektronowych jako wyłącznie biofizyczne lub biochemiczne. Po części jest to również efektem niefrasobliwości badaczy uprawiających wskazane pograniczne dziedziny. Z ich punktu widzenia problem jest zbyt błahy, by go w ogóle podejmować, pozostaje więc ustanawianie konwencji na własny niejako rachunek.

Dość skomplikowana jest również pozycja ustaleń teoretycznych kwalifikowanych jako fizjologiczne. Są one obecne w prezentowanym eksplanansie w kilku miejscach, np. w fotosyntezie określają drogi pozyskiwania przez roślinę CO_2 i wody, są więc elementami teorii odżywiania roślin. W procesie oddychania daje się je odnaleźć wśród mechanizmów fermentacji. Wydaje się, że będą one obecne w przypadku rozważania zjawisk koordynacji tak przeciwstawnych procesów, jakimi są właśnie fotosynteza i oddychanie, gdy przyjąć łączny ich przebieg w jednym organizmie, itp. W modelu eksplanacji komplementarnej ujmuję tego typu prawa w łącznej kategorii praw anatomiczno-fizjologicznych; stanowią więc one czynnościowy składnik zależności dotyczących struktur morfologicznych typu komórki, tkanki, organu i pojedynczego organizmu.

III. UZASADNIENIE NOWYCH BADAŃ REDUKCJONIZMU W BIOLOGII

Zarysowany wyżej kształt dualizmu metodologicznego biologii, a w tym kontekście możliwa postać redukcjonizmu fizyko-chemicznego, mimo poczynionych tam rozstrzygnięć, w dalszym ciągu domaga się stawiania

nowych pytań, problemów. Poszukiwanie na nie odpowiedzi, formułowanie nowych ustaleń teoretycznych, sprzyjać będzie zapewne określeniu modelu rozwoju właściwego nauce o życiu. Taki cel ogólny może być osiągnięty poprzez wskazane poniżej cele i zadania cząstkowe. Oto one.

1. Istnieje potrzeba dookreślenia pojęcia redukcji jako procedury logicznej i strategii badawczej w zastosowaniu do biologii. W przyjętej wcześniej terminologii ważne jest więc określenie relacji między redukcją rozumianą szeroko i wąsko.

2. Ponownego przebadania domaga się przyjęty model wyjaśniania według Hempla-Oppenheim, zwłaszcza w świetle dyskutowanego ostatnio problemu prawdziwości składników eksplanansu, przesłanek tego wnioskowania⁸.

3. Rozwijany natomiast w dotychczasowych badaniach przekształcony model eksplanacji według Hempla powinien zostać przeanalizowany wobec odkrywanego, wyróżnionego statusu teorii poziomów organizacji materii, która stanowi zasadniczą oś modelu (składowa kondycjonalna)⁹.

4. Co do zawartości elspanansu redukcjonistycznego podjąć należy kwestię zestawu procesów biologicznych analizowanych w tym modelu. Chodzi głównie o zbadanie możliwości włączenia w ten typ eksplanacji zjawisk dziedziczności (prawa genetyki molekularnej), a także o możliwość ekstrapolowania go ewentualnie na zjawiska genezy życia.

5. Wyłania się także konieczność zbadania kształtu redukcjonizmu fizyko-chemicznego w biologii wobec towarzyszącej mu strategii antyredukcjonistycznej (kompozycjonizm). Wiązałoby się to z próbą określenia możliwości włączenia w pole refleksji redukcjonistycznej również elementów wyjaśniania ewolucyjnego (dotyczących historii życia).

6. Warto wreszcie ponownie postawić problem komplementarności dwóch strategii poznawczych biologii, czyli rozważyć dualizm metodologiczny tej nauki na szerszym tle, np. w kontekście porównawczym z innymi naukami.

⁸ Zob. Wł. Krajewski, *Czy przesłanki wyjaśniania naukowego muszą być prawdziwe?*, „Studia Filozoficzne” nr 7/1986.

⁹ Problem ten sygnalizuję m.in. w E. Pakszys, *The Cognitive Status of the Theory of Evolution in Contemporary Biology*, artykuł w zbiorze pod red. T. Buksińskiego *Laws and Theories in Empirical Sciences*, Poznań 1988.

PHYSICO-CHEMICAL REDUCTIONISM OF CONTEMPORARY BIOLOGY

by

ELŻBIETA PAKSZYS

Summary

Methodological dualism of modern biology and the mutual supplementation of the reductionist and antireductionist strategies characteristic of this science require further thorough studies. In this article the author submitted to analysis the model of complementary explanation in biology constructed on the basis of Hempel-Oppenheim explanation scheme which is developed around the hierarchy of organizational levels of matter. It makes it possible to distinguish two types of complementarity: a narrow and a comprehensive one. The first one of them is characteristic of biology, whereas the second, is typical of the whole cognition.

Analysis of the problem of sufficiency of reductionist explanations points to the necessity of their supplementation in biology with the non-reductionist explanations, which among other things make it possible to determine the biological (evolutionary) sense of the considered examples of metabolism. In this work the author takes into considerations also the problem of an indispensable convention present in this kind of methodological analysis.

In the final part the author enumerates the most important reasons of taking up studies on dualism characteristic of the research methods of biology anew which is marked in particular in the light of both new evaluations of the applied model of explanation as well as new problems appearing in those places where natural sciences encounter the humanities.