

MARIAN WNUK

ZAGADNIENIE PRZYCZYNOWOŚCI
W BADANIACH BIOGENEZY
W KIERUNKU KWANTOWEJ LOGIKI ŻYCIA

UWAGI WSTĘPNE

W XX wieku utrwalił się w nauce dynamiczny pogląd na świat. Wszechświat nie jest już postrzegany jako twór statyczny, jak sądzono wcześniej, lecz jako podlegający rozwojowi. Newralgiczne miejsca w tej ewolucji są przedmiotem intensywnych badań, które obejmują kwestie genezy Wszechświata, życia i świadomości. Celem niniejszego artykułu jest przegląd aktualnego stanu problematyki przyczynowości w badaniach dotyczących powstania życia. Badania te są przedmiotem zarówno nauk przyrodniczych, jak i filozofii. W tych dwóch kategoriach wiedzy inny jest jednakże zakres i status poznawczy problematyki przyczynowości¹. Ogólnie rzecz ujmując, zasada przyczyno-

Dr hab. MARIAN WNUK, prof. KUL – Katedra Filozofii Biologii, Wydział Filozofii, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II; adres do korespondencji: Al. Raławickie 14, 20-950 Lublin; e-mail: marian.wnuk@kul.lublin.pl

¹ Bibliografia na temat przyczynowości liczy tysiące pozycji, a takich, które odnoszą się np. do logiki mechaniki kwantowej, czyli tzw. logiki kwantowej – przynajmniej setki. W niniejszym artykule odnotowuję jedynie najważniejsze i reprezentatywne – w moim przekonaniu – prace, wybrane ze względu na bliższy lub bezpośredni związek z jego tematem. Są to: S. Maziński, *Zasada przyczynowości w aspekcie fizycznym i metafizycznym*, „Zeszyty Naukowe KUL” 1 (1958), nr 4, s. 27-42; Z. Hajduk, *Filozoficzny i fizyczny aspekt przyczynowości w ujęciu Dawida Bohma*, „Roczniki Filozoficzne” 23 (1975), z. 3, s. 49-74; T. Rutowski, *Przyczynowość na terenie fizyki, filozofii przyrody, metafizyki i teorii informacji*, „Roczniki Filozoficzne” 32 (1984), z. 3, s. 49-71; J. Henson, *Comparing causality principles*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 36 (2005), no. 3, s. 519-543; M. Dorato, *Becoming and the arrow of causation*, „Philosophy of Science”. Proceedings 67 (2000), s. S523-S534; N. Cartwright, *Causation: one word, many things*, „Philosophy of Science” 71 (2004), no. 5, s. 805-819; G. Tarozzi, *Logical positivism, quantum mechanics and the meaning of philosophical principles*, [w:]

wości stwierdza, że w przyrodzie zachodzi takie powiązanie zjawisk lub ich regularne oddziaływanie wzajemne, że istnieje stały w niej porządek. Jednakże zanim ten porządek zostanie wyrażony w postaci systemu praw przyczynowych, to daną dziedzinę wiedzy należy uporządkować. Właśnie logika dostarcza wzoru metody uporządkowania. Współczesne nauki przyrodnicze posługują się dwoma kategoriami języków: matematycznym i „wyobrażeniowym”. Pierwszy z nich wiąże się z klasycznym rachunkiem logicznym. Dla drugiego natomiast konstruuje się systemy tzw. logik nieklasycznych. W nich właśnie podawane są prawa rządzące poprawnym używaniem funktorów nieekstensjonalnych, związanych z takimi terminami, jak „zmiana”, „czas”, „przyczyna”². W kontekście problematyki przyczynowości omówione bliżej zostaną próby wykorzystania termodynamiki nierównowagowej i mechaniki kwantowej do wyjaśniania powstawania życia. Próby formalizacji związków przyczynowych zostaną jednak pominięte. Przegląd ukierunkowany będzie na kwestię potrzeby stworzenia kwantowej logiki życia.

1. ZAGADNIENIE PRZYZCZYNOŚCI W FILOZOFII BIOGENEZY

W kontekście pluralizmu różnych typów wiedzy teoretycznej zagadnienie przyczynowości, tj. związków przyczynowych, jest rozmaicie ujmowane i rozumiane. W najszerszym ujęciu uważa się, że przyczynowość (związek przyczynowy) jest relacją dwuargumentową, łączącą byty, zdarzenia, stany rzeczy, stany świata bądź fakty. Pod względem formalnym relacja przyczynowa jest charakteryzowana najczęściej jako antysymetryczna i przechodnia. Antysymetryczność jest konsekwencją tego, że przyczyna jest zawsze wcześniejsza niż skutek. Właśnie pytaniami o związki przyczynowe okazują się być w gruncie rzeczy podstawowe pytania dotyczące genezy życia: „dlaczego życie powstało?”, „kiedy, gdzie i jak się ono zaczęło?”, „dlaczego jego istnienie trwa nadal?” etc.

G. Auletta (ed.), *The Controversial Relationships between Science and Philosophy: A Critical Assessment*, Rome, Vatican City 2006, s. 129-166; P. Kawalec, *Przyczyna i wyjaśnianie. Studium z filozofii i metodologii nauk*, Lublin 2006.

² S. Kiczuk, *Logicy i logika a poznanie przyrody*, „Roczniki Filozoficzne” 53 (2005), z. 1, s. 129-142; tenże, *Współczesna logika formalna a nauki przyrodnicze*, „Roczniki Filozoficzne” 49 (2001), z. 1, s. 127-150; tenże, *Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany*, Lublin 1984; tenże, *Prawa nauk przyrodniczych a tezy logiki formalnej i metafizyki*, „Roczniki Filozoficzne” 50 (2002), z. 1, s. 303-331.

Dominujący w filozofii klasycznej realizm teoriopoznawczy uważał za oczywiste istnienie bytów-przyczyn i pochodzących od nich bytów-skutków³. Jednakże pojęcie przyczynowości rodziło także intrygujące pytania, takie jak np.: „Jak to możliwe, że istniejąca teraźniejszość zawdzięcza swoje istnienie przeszłości, skoro ta już nie istnieje?”, „Na czym polega niezmiennosc porządku przyczynowego?”, „Czy możliwa jest przyczynowość wsteczna, a więc przyczyny późniejsze niż skutki?”. W wypadku ostatniego pytania kwestionowana jest oczywistość tego, by porządek przyczynowy spletał się z porządkiem czasowym. Właśnie do „przyczynowości wstecznej” uciekali się nie tyle filozofowie, lecz fizycy przy wyjaśnianiu niektórych zjawisk z zakresu mechaniki kwantowej. Do problematyki przyczynowości w fizyce powrócę w dalszej części artykułu, dotyczącej mechaniki kwantowej biosystemów i biologii kwantowej.

O przyczynę powstania życia nie pytano w najstarszym w kulturze ludzkiej poglądzie zwanym panwitalizmem, gdyż uważano, że cały świat jest żywy, jest organizmem. Świat postrzegano jako środowisko witalne podobne do łona, w którym wszyscy zamieszkują: ludzie, zwierzęta etc. W tajemniczy i niewytłumaczalny sposób wyłaniają się oni z tego środowiska, zapożyczając jakąś siłę życiową, a kiedy umierają, to zlewają się z nim w jedno. Podobnie nie ma potrzeby wyjaśniania pojawienia się życia na Ziemi w hipotezie odwieczności życia⁴, gdyż życie jest czymś bardziej pierwotnym od materii nieożywionej – i to właśnie powstanie tej ostatniej należy wyjaśnić.

Niemniej jednak pytania o przyczynę powstania życia pojawiły się, i to w ramach licznych doktryn filozoficznych, takich jak: hylozoizm, witalizm, neowitalizm, panpsychizm, panprotopsychizm, materializm etc. Współcześnie w kwestii tej wypowiadały się przede wszystkim materializm dialektyczny i neotomizm.

W aspekcie metafizycznym materializm dialektyczny utożsamia materię z bytem. Głosi mianowicie, że życie z natury swej ma charakter materialny, jednakże nie jest własnością całej materii w ogóle. Życie jest tylko jakąś szczególną formą ruchu materii, jakościowo odmienną⁵ od świata nieorganicznego. Ustalenie jakościowej odrębności życia w stosunku do innych

³ M. A. Krąpiec, *Przyczyny bytu*, [w:] *Powszechna Encyklopedia Filozofii*, t. 8, Lublin 2007, s. 527-545.

⁴ Autorami tej hipotezy byli m.in. W. Preyer (1841-1897) i G. T. Fechner (1801-1887).

⁵ W. Ługowski, *Kategoria zmiany jakościowej a biogeneza*, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź 1985.

form ruchu materii jest dla tej filozofii priorytetem poznawczym, ze względu na to, że „toczyła się i nadal się toczy zacięta walka ideologiczna nauki z religią, materializmu z idealizmem”, a problem ten jest „nierozzerwalnie związany z zagadnieniem powstania życia na Ziemi”⁶. Życie zatem wyłoniło się z samej materii, bez udziału przyczyn zewnętrznych. Reprezentatywną dla tego nurtu filozoficznego jest A. I. Oparina koncepcja istoty życia i ściśle z nią powiązana jego biochemiczna teoria abiogenezy. Naturalne przyczyny powstania życia na Ziemi akceptuje wielu przyrodników o tzw. orientacji naturalistycznej, jak na przykład geolog M. G. Rutten⁷.

Z kolei neotomizm głosi metafizyczną tezę o absolutnej niemożliwości abiogenezy. Zgodnie bowiem z zasadą przyczynowości – mówiącą o proporcjonalności skutku do swej przyczyny – materia martwa nie mogła wytworzyć życia jako czegoś istotnie wyższego i doskonalszego od niej. Metafizyka tomistyczna dokonuje tzw. ostatecznego i adekwatnego wyjaśnienia zaistnienia życia jako nowego jakościowo bytu, wskazując na udział Przyczyny Pierwszej, która stanowi rację konieczną i dostateczną istnienia i działania tzw. bytów przygodnych. Może Ona spowodować zaistnienie bytu żywego dzięki posiadanemu ze swej istoty istnieniu.

Wysunięcie teorii ewolucji, która została powszechnie zaakceptowana przez większość przyrodników, pociągnęło za sobą dyskusje dotyczące szeregu problemów filozoficznych, m.in. problemu przyczynowości⁸, zwłaszcza przyczyn przejść: od materii do życia, od życia do świadomości, od świadomości do refleksji. Naukowcy (np. paleontolodzy) bowiem nie tyle poszukiwali przyczyn, ile czasowych poprzedników. Nie było dla nich oczywiste, że

⁶ Tego rodzaju priorytety w polityce nauki wyznaczali zwolennicy marksizmu-leninizmu, jak np. w pewnej rezolucji KC KPZR i Rady Ministrów ZSRR *O środkach zmierzających do dalszego rozwoju biologii i umacniania jej powiązania z praktyką* [podają za: *O istocie życia*, tł. z j. ros. A. Bednarczyk, red. G. M. Frank, A. M. Kuzin, I. W. Kuzniecowa, N. N. Liwszyc, M. F. Wiedienow, Warszawa 1967 s. 5-6].

⁷ M. G. Rutten, *The Origin of Life by Natural Causes*, Amsterdam 1971.

⁸ J. Donceel, *Causality and evolution: a survey of some neo-scholastic theories*, „New Scholasticism” 39 (1965), s. 295-315; D. A. Recker, *Causal efficacy: the structure of Darwin's argument strategy in the "Origin of Species"*, „Philosophy of Science” 54 (1987), no. 2, s. 147-175; J. Gayon, *Chance, explanation, and causation in evolutionary theory*, „History and Philosophy of the Life Sciences” 27 (2005), no. 3-4, s. 395-405; C. Hillinger, *A generalization of the principle of causality, which makes it applicable to evolutionary systems*, „Synthese” 18 (1968), s. 68-74; A. Stoltzfus, *Mutationism and the dual causation of evolutionary change*, „Evolution and Development” 8 (2006), no. 3, s. 304-317; L. Calabi, *On Darwin's 'metaphysical notebooks'. II: "Metaphysics" and final cause*, „Rivista di biologia – Biology Forum” 94 (2001), no. 2, s. 277-291.

to, co nazywano „wyższymi” etapami ewolucji, zawiera więcej doskonałości niż etapy „niższe”. Jeśli nawet to dopuszczali, to starali się wyjaśniać ten progres w sposób „mechaniczny”, tj. odwołując się do czynników energetycznych, wpływu środowiska itp., bez uciekania się do takich czynników, jak celowość, entelechia lub projekt. Inaczej mówiąc, wyjaśniali ewolucję, wykorzystując jedynie prawa fizyki, chemii czy biologii. Wyglądało więc na pierwszy rzut oka tak, że przyczynowość w ewolucji pociąga za sobą przejście od jednego gatunku do drugiego. Głównym źródłem nieporozumień było pojęcie „gatunku”, rozumiane przez naukowców inaczej niż przez filozofów, ale również pojęcia „stawania się”, „rozwoju” etc.

Rozpoczęte około półtora wieku temu kontrowersje między ewolucjonizmem a kreacjonizmem w ich rozmaitych postaciach trwają do dziś⁹. Wskazuje się na głębsze poziomy przyczynowości, odróżnia się przyczyny instrumentalne od sprawczych, przyczynowość odgórną od oddolnej¹⁰, przyczynowość immanentną od ewolucyjnej¹¹ etc.

Problem powstania życia uważa się za równoznaczny z problemem powstania informacji biologicznej¹². Współczesna filozofia biogenezy¹³ usiłuje „pogodzić” doktrynę kreacji z teorią ewolucji. Filozofia ta opiera się na przyrodniczym obrazie świata i na teorii kreacjonizmu bezpośredniego, ukazując życie biologiczne jako skutek działania Przyczyny Transcendentalnej i

⁹ K. Jodkowski, *Spór ewolucjonizmu z kreacjonizmem. Podstawowe pojęcia i poglądy*, Warszawa 2007; K. Jodkowski, *Metodologiczne aspekty kontrowersji ewolucjonizm – kreacjonizm*, Lublin 1998.

¹⁰ W. S. Robinson, *Zooming in on downward causation*, „Biology and Philosophy” 20 (2005), no. 1, s. 117-136; M. Hulsit, *How causal is downward causation?*, „Journal for General Philosophy of Science” 36 (2005), no. 2, s. 261-287; C. N. El-Hani, C. Emmeche, *On some theoretical grounds for an organism-centered biology: Property emergence, supervenience, and downward causation*, „Theory in Biosciences” 119 (2000), no. 3-4, s. 234-275; M. A. Bedau, *Downward causation and the autonomy of weak emergence*, „Principia” 6 (2002), s. 5-50; C. F. Craver, W. Bechtel, *Top-down causation without top-down causes*, „Biology and Philosophy” 22 (2007), no. 4, s. 547-563.

¹¹ R. A. Mundson, G. V. Lauder, *Function without purpose: The uses of causal role function in evolutionary biology*, „Biology and Philosophy” 9 (1994), no. 4, s. 443-469; H. J. Barr, *The epistemology of causality from the point of view of evolutionary biology*, „Philosophy of Science” 31 (1964), no. 3, s. 286-288.

¹² B.-O. Küppers, *Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia*, tł. z j. niem. W. Ługowski, Warszawa 1991.

¹³ Chodzi o chrześcijański nurt filozofii: K. Kłósak, *W poszukiwaniu pierwszej przyczyny*, t. 1, Warszawa 1955; T. Kucia, *Filozofia biogenezy*, London 1981; K. Kłóskowski, *Filozofia ewolucji i filozofia stwarzania*, t. 1: *Miedzy ewolucją a stwarzaniem*, Warszawa 1999.

jednocześnie jako skutek działania przyczyn wtórnych, tj. całego ewoluującego kosmosu materialnego. Na przykład dla P. Teilharda de Chardin interpretowana spirytualistycznie zasada ewolucji jest naczelną zasadą w traktowaniu biogenezy; z kolei K. Rahner ujmuje biogenezę jako przejaw samoistnej transcendencji bytów materialnych; natomiast C. Tresmontant dowodzi, że jedynie poprawną filozoficznie interpretację biogenezy można przeprowadzić w ramach filozofii typu spirytualistycznego, a przyrodnicze ujęcia biogenezy są punktem wyjścia dla jej ostatecznego wytłumaczenia.

2. ZAGADNIENIE PRZYCZYNOWOŚCI W PRZYRODNICZYCH TEORIACH GENEZY ŻYCIA

Historycznie ujmując, najbardziej wpływową w naukach biologicznych doktryną przyczynowości była koncepcja Arystotelesa czterech rodzajów przyczyn (materialnej, formalnej, celowej i poruszającej, czyli sprawczej). We współczesnej nauce jednak używa się terminu „przyczyna” najczęściej w znaczeniu „przyczyna sprawcza”, niemniej jednak „przyczyna celowa” przetrwała¹⁴, nawet w takich koncepcjach jak teleonomia¹⁵ czy program genetyczny.

Protobiologia¹⁶, egzobiologia¹⁷, astrobiologia¹⁸, bioastronomia¹⁹, biokos-

¹⁴ L. A. Page, *Teleology in biology: who could ask for anything more?*, „Zygon: Journal of Religion and Science” 41 (2006), no. 2, s. 427-433; J. Wattles, *Teleology past and present*, „Zygon: Journal of Religion and Science” 41 (2006), no. 2, s. 445-464; F. J. Ayala, *Teleological explanations in evolutionary biology*, „Philosophy of Science” 37 (1970), no. 1, s. 1-15; S. S. Meyer, *Aristotle, teleology, and reduction*, „Philosophical Review” 101 (1992), no. 4, s. 791-825; J. L. Esposito, *Teleological causation*, „Philosophical Forum” 12 (1980-1981), no. 2, s. 116-127; J. Wysocki, *Problem wyjaśniania teleologicznego w biologii*, [w:] *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, red. M. Lubański, S. W. Ślaga, t. 13, Warszawa 1991, s. 33-90.

¹⁵ A. Pross, *Causation and the origin of life. Metabolism or replication first?*, „Origins of Life and Evolution of the Biosphere” 34 (2004), no. 3, s. 307-321; A. Pross, *On the chemical nature and origin of teleonomy*, „Origins of Life and Evolution of Biospheres” 35 (2005), no. 4, s. 383-394; S. W. Ślaga, *Teleonomia organizacji biosystemów*, „Studia Philosophiae Christianae” 27 (1991), no. 2, s. 65-81.

¹⁶ K. Matsuno, K. Dose, K. Harada, D. L. Rohlffing (ed.), *Molecular Evolution and Protobiology*, New York-London 1984; W. Ługowski, *Filozoficzne podstawy protobiologii*. Warszawa 1995.

¹⁷ J. E. Strick, *Creating a cosmic discipline: The crystallization and consolidation of exobiology, 1957-1973*, „Journal of the History of Biology” 37 (2004), no. 1, s. 131-180; R. Sullivan, *Exobiology*, „Perspectives in Biology and Medicine” 43 (2000), no. 2, s. 277-285; W. Dyk (red.),

mologia²⁰ – to nazwy najważniejszych nauk przyrodniczych zajmujących się tym samym problemem, a mianowicie genezą życia, a ściśle mówiąc – abiogenezą. Nauki te usiłują zrekonstruować możliwe drogi abiogenezy. Pierwsza z nich koncentruje się na ziemskim pochodzeniu życia, pozostałe natomiast poszukują jego początków w środowiskach pozaziemskich, obracając się w kręgu naturalnych czynników przyczynowych²¹. Przyjmują zatem milcząco, że metafizyka nie zdołała udowodnić, iż życie biologiczne nie mogło powstać na drodze abiogenezy, tj. nie wykazała, iż materia nieożywiona nie dysponuje tzw. potencjalnościami witalnymi. Potencjalnościami tymi są takie własności tej materii, dzięki którym dokonuje się jej ożywienie na pewnym stopniu swego uorganizowania. A jakie są to własności, to okaże się dopiero wtedy, gdy nauka je znajdzie. Problematyka powstania życia jest niezwykle złożona, a w związku z koniecznością rekonstrukcji zdarzeń w epoce prebiotycznej wymaga interdyscyplinarnych badań astronomicznych, kosmochemicznych, geologicznych, fizykochemicznych, paleogeofizycznych etc.

Tak rozumiana abiogeneza, badana przez nauki przyrodnicze, może być pożywką dla różnych opcji filozoficznych. Z jednej strony nie stoi w sprzeczności z filozofią panteistyczną, zgodnie z którą materia jest pierwszą przyczyną zaistnienia życia, wywodzi się ono bowiem z konieczności immanentnych dla materii nieożywionej. Można w tym wypadku mówić np. o emergentyzmie materialistycznym. Z drugiej strony zaś może być zgodna z filozofią teistyczną, gdyż materia nieożywiona mogła otrzymać od Boga (transcendentnego w stosunku do przyrody) zdolność do wyłonienia życia w pewnych warunkach swej ewolucji. W tym wypadku przykładem może być emergentyzm teizmu

Egzobiologia czyli poszukiwanie życia w kosmosie, Szczecin 2002; C. Ponnamperna (ed.), *Exobiology*, Amsterdam 1972.

¹⁸ F. Ferrari, E. Szuszkiewicz (red.), *Astrobiologia: poprzez pył kosmiczny do DNA*, Szczecin 2006; M. Gargaud, B. Barbier, H. Martin, J. Reisse (ed.), *Lectures in Astrobiology*, t. 1, Berlin–Heidelberg 2005; M. Gargaud, B. Barbier, P. Claves (ed.), *Lectures in Astrobiology*, t. 2, Berlin–Heidelberg–New York 2007.

¹⁹ F. Raulin–Cerceanu, M.-C. Maurel, J. Schneider, *From panspermia to bioastronomy, the evolution of the hypothesis of universal life*, „Origins of Life and Evolution of the Biosphere” 28 (1998), no. 4-6, s. 597-612; J. Heidmann, M. J. Klein (ed.), *Bioastronomy: The Search for Extraterrestrial Life - The Exploration Broadens*, Berlin 1991; G. Marx (ed.), *Bioastronomy – The Next Steps*, Dordrecht 1988.

²⁰ C. C. King, *Biocosmology*. 2003, <http://www.dhushara.com/book/biocos/biocos.pdf> (2004-12-15).

²¹ J. L. Kavanau, *A theory on causal factors in the origin of life*. „Philosophy of Science” 12 (1945), no. 3, s. 190-193.

kreacjonistycznego²². Z metodologicznego punktu widzenia przyrodnicze nauki o biogenezie nie są ze swej natury kompetentne w kwestii Przyczyny Pierwszej, lecz mogą się one wypowiadać jedynie w kwestii przyczyn wtórnych, stwierdzalnych na poziomie poznania empirycznego.

Przed długi czas w badaniach abiogenezy dominowały takie metody, jak strukturalno-funkcjonalna i systemowo-strukturalna. Jednakże okazały się one niewystarczające, gdy zaczęto wykorzystywać mechanikę kwantową czy termodynamikę nierównowagową. Dzięki nieliniowej termodynamice procesów nierównowagowych odkryto np. takie własności materii, jak: spójność, całościowość, ciągłość i dynamiczność procesów oraz stopniową autonomizację i wzrastającą stabilizację tworzących się systemów prebiotycznych. W związku z tym wskazywano na konieczność reinterpretacji związków przyczynowych²³, ukazujących właśnie te właściwości, a może nawet – skorygowania dotychczas pojmowanej przyczynowości, chociażby z powodu nieznanych dotąd kategorii związków przyczynowych. Dlatego też proponowane są metody globalno-systemowe, historyczno-systemowe i genetyczno-historyczne. Zamiast pojęć „struktura”, „forma”, „system” wprowadza się takie jak: „organizacja czasowa”, „system funkcjonalny”, „system dynamiczny”; a zamiast liniowo rozumianych pojęć czasu i przyczynowości postuluje się istnienie tzw. sieciowych uwarunkowań przyczynowych. Nowe struktury pojęciowe pozwalają na uchwycenie i opisanie: (1) powiązania wszelkich zjawisk i procesów przebiegających w ewoluującym systemie, w wyniku czego ujawnić można specyficzne relacje ich następstw, (2) dalekozasięgowych korelacji przestrzenno-czasowych między elementami systemu, (3) procesów tworzenia się i przetwarzania informacji²⁴ w danym układzie i jego otoczeniu oraz ich wzajemnych oddziaływań²⁵.

²² Wybór takiej czy innej opcji filozoficznej nie zależy, jak się wydaje, od wyników badań przyrodniczych, choć zapewne nie jest bez jakiegoś związku. Kwestia przyczyn tego wyboru jest już poza zakresem niniejszego artykułu.

²³ W. Dyk, *Termodynamiczne aspekty genezy życia*, [w:] M. Lubański, S. W. Ślaga (red.), *Z zagadnień filozofii przyrodznawstwa i filozofii przyrody*, t. 15, Warszawa 1996, s. 13-179; H. H. Pattee, *Causation, control, and the evolution of complexity*, [w:] P. B. Andersen, C. Emmeche, N. O. Finnemann, P. V. Christiansen (ed.), *Downward Causation. Minds, Bodies and Matter*, Aarhus, Denmark 2000, s. 63-77; A. Moreno, *Closure, identity, and the emergence of formal causation*, „Annals of the New York Academy of Sciences” 901 (2000), s. 112-121.

²⁴ H. P. Yockey, *Information Theory, Evolution and the Origin of Life*, Cambridge-New York 2005.

²⁵ W. Dyk, *Termodynamiczne aspekty genezy życia*, s. 112.

Sugeruje się, że kluczem do zrozumienia natury samorozwoju materii w kierunku wytworzenia życia mogą okazać się procesy kwantowo-relatywistyczne na poziomie mikroewolucji²⁶. Badane są więc procesy samoorganizacji materii²⁷, które mają miejsce w warunkach nierównowagi termodynamicznej, tj. procesy tworzenia się nowych struktur i funkcji. Nieodwracalne powstawanie struktur dyssypatywnych, które samoorganizują materię i energię w stałe wzory, jest konieczne do zrozumienia początków życia jako emergencji porządku z nieporządku. Procesy ewolucji protobiologicznej mogą być wynikiem cyklicznego przepływu informacji przez system. Okazało się, że procesy te mają charakter ciągły dzięki temu, że układy nierównowagowe wykazują zdolność do gromadzenia, utrwalania i wykorzystywania informacji pochodzących z poprzednich cykli rozwojowych, a także dzięki tworzeniu się hipercykli w nowych warunkach fizykochemicznych. W wyniku generowania informacji w danym układzie następowało powiązanie w nim dwóch tendencji: „samopodtrzymywania” i „samotranscendencji”. Ta pierwsza oznaczała, że struktury dyssypatywne, wymieniając masę i energię ze środowiskiem, przedłużają w ten sposób swoje istnienie, druga tendencja natomiast to wykraczanie struktur dynamicznych poza własne możliwości i udoskonalanie swego środowiska wewnętrznego. Okazało się również, że zawodziły reguły dotychczas opisywanych typów przyczynowości i dlatego uznano za najbardziej adekwatną tzw. przyczynowość sieciową²⁸, zwaną też przyczynowością funkcjonalną. Jej podstawowymi własnościami jest systemowość i sprzężenie zwrotne, wyraża ona bowiem dynamiczny, zwrotny i wielokierunkowy charakter powiązań między przyczyną a skutkiem. W jej ramach, uważanych za szersze, zawierają się wspomniane wyżej cztery rodzaje przyczyn Arystotelesa.

Oprócz wspomnianej wyżej termodynamiki nierównowagowej również mechanika kwantowa wraz z zasadą nieoznaczoności Heisenberga spowodo-

²⁶ Tamże, s. 162; W. Sedlak, *Zarys biologii relatywistycznej*, „Roczniki Filozoficzne” 29 (1981), z. 3, s. 43-64; F. J. Tipler, *The Physics of Immortality: Modern Cosmology, God and the Resurrection of the Dead*, New York–London–Toronto–Sydney–Auckland 1995.

²⁷ J. Skar, *Introduction: self-organization as an actual theme*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A” 361 (2003), no. 1807, s. 1049-1056; M. Nussinov, V. Maron, S. Santoli, *Self-Organization in the Universe and Life: The Pathways to Quantum Life*, Jerusalem 1999; G. P. Gladyshev, *Thermodynamic self-organization as a mechanism of hierarchical structure formation of biological matter*, „Progress in Reaction Kinetics and Mechanism” 28 (2003), no. 2, s. 157-188.

²⁸ R. Sattler, *Biophilosophy. Analytic and Holistic Perspectives*, Berlin 1986, s. 129; D. Gillies, *Causality, propensity, and Bayesian networks*, „Synthese” 132 (2002), no. 1-2, s. 63-88.

wała rewizję dotychczasowych pojęć dotyczących przyczynowości²⁹. Przede wszystkim uwyraźniła się różnica między przyczynowością a determinizmem, dotychczas jakby zatarta w mechanice klasycznej. Przyczynowość, dotychczas uważana za deterministyczną lub jednoznaczną, stała się wieloznaczna, ta sama bowiem przyczyna może powodować różne skutki z różnymi prawdopodobieństwami. Przyczynowość taka dotyczy procesów w „świecie kwantów”, który okazał się bardzo odmienny od tzw. makroświata. W tym pierwszym napotkano zjawiska, które nie dawały się określić z dowolną dokładnością i przewidzieć jednoznacznie, a co za tym idzie – powstała kwestia, czy te zjawiska są przyczynowo powiązane. Na podstawie mechaniki kwantowej wyciągnięto zatem wniosek, że u podstaw rzeczywistości fizycznej tkwi tzw. indeterminizm³⁰ oraz że dotychczasowe sformułowanie fizycznej zasady przyczynowości, z którym wiązano treść o ciągłości procesów i jednoznaczności relacji przyczyny do skutku, nie ma empirycznego zastosowania. Nie oznacza to, iż pojęcie przyczynowości jest przekreślone całkowicie, gdyż prawidłowości w „świecie kwantowym” podlegają prawom probabilistycznym i „przyczynowości indeterministycznej” (tj. przyczynowości wieloznacznej, a nie jednoznacznej). W związku z tym postulowano, aby terminu „indeterminizm” używać w ramach tych nauk, które dotyczą czynności i wytworów uwarunkowanych wolną i rozumną aktywnością człowieka, natomiast termin „przyczynowość” uogólnić³¹.

W ślad za powstaniem mechaniki kwantowej od samego początku³² podążała dyskusja nad możliwością nowego ujęcia elementarnych składników

²⁹ B. J. Gawecki, *Zagadnienie przyczynowości w fizyce*, Warszawa: IW PAX 1969; D. Bohm, *Przyczynowość i przypadek w fizyce współczesnej*, tł. z j. ang. S. Ruppert, Warszawa 1961; J. Anandan, *Causality, symmetries and quantum mechanics*, „Foundations of Physics Letters” 15 (2002), no. 5, s. 415-438; V. P. Belavkin, *Quantum causality, stochastics, trajectories and information*, „Reports on Progress in Physics” 65 (2002), no. 3, s. 353-420; R. F. Blute, I. T. Ivanov, P. Panangaden, *Discrete quantum causal dynamics*, „International Journal of Theoretical Physics” 42 (2003), no. 9, s. 2025-2041; D. T. Pegg, *Causality in quantum mechanics*, „Physics Letters A” 349 (2006), no. 6, s. 411-414.

³⁰ To jest indeterminizm w trzech wersjach: indeterminizm w czasie, indeterminizm pomiarowy i indeterminizm związany z zasadą nieoznaczoności.

³¹ S. Mazierski, *Uogólnienie pojęcia przyczynowości*, „Roczniki Filozoficzne” 5 (1955-1957), z. 4, s. 153-171; P. Clayton, *Natural law and divine action: the search for an expanded theory of causation*, „Zygon: Journal of Religion and Science” 39 (2004), no. 3, s. 615-636.

³² J. B. S. Haldane, *Quantum mechanics as a basis for philosophy*, „Philosophy of Science” 1 (1934), no. 1, s. 78-98.

biosystemów i mechanizmów procesów życiowych, zwłaszcza zasad organizacji i sposobu funkcjonowania układów żywych³³.

Można wyróżnić dwie typowe kategorie zastosowania mechaniki kwantowej w naukach biologicznych. Pierwsza z nich zakłada, że najniższym poziomem organizacji jest poziom biochemiczny, na którym dokonuje się regulacja procesów w organizmach za pośrednictwem transportu jonów i cząsteczek. W tym wypadku mechanikę kwantową wykorzystuje się jako teorię wyjaśniającą własności biomolekuł (i innych indywiduów chemicznych) traktowanych jako zbiorowiska tzw. cząstek rozróżnialnych, gdyż zakłada się przy tym, że nieokreśloność położenia i długość koherencji dla cząstek, z których składają się te molekuly nie przekracza ich rozmiarów. Innymi słowy, zakłada się, że wszelkie oddziaływania między nimi mają naturę klasyczną a nie kwantową.

Z kolei druga kategoria – usiłuje opisać zjawiska uwzględniając oddziaływanie kwantowe w skali całego organizmu, stosując kwantową teorię wielu ciał do opisu organizmu jako całości. W tym wypadku zakłada się, że w takich systemach jak organizmy (tj. systemach składających się w wielkiej liczby zrębów atomowych i elektronów) powstaje negentropia (tj. specyficzna postać zorganizowania systemu) wskutek oddziaływań natury kwantowej elementów składowych z resztą otoczenia. Specyficzne zorganizowanie biosystemu powstaje poprzez rozmaite sprzężenia, tj. w drodze zaniku lokalnych więzów między komponentami na korzyść więzów kolektywnych. W efekcie biosystem ma zdolność do samokontroli, która następuje kosztem ograniczenia rozróżnialności kwantowych stanów atomów wchodzących w jego skład,

³³ M. Costato, M. Milani, L. Spinoglio, *Quantum mechanics: A breakthrough into biological system dynamics*, „Bioelectrochemistry and Bioenergetics” 41 (1996), no. 1, s. 27-30; M. Pitkänen, *Biosystems as macroscopic quantum systems*, „Journal of Non-Locality and Remote Mental Interactions” 1 (2003), no. 1 (preprint); C. W. Smith, *Is a living system a macroscopic quantum system?*, „Frontier Perspectives” 7 (1998), no. 1, s. 9-15; R. Rosen, *The role of quantum theory in biology*, „International Journal of Quantum Chemistry: Quantum Biology Symposium” 1974, no. 1, s. 229-232; F. A. Wolf, *The Body Quantum. The New Physics of Body, Mind, and Health*, New York 1986; K. Matsuno, *Forming and maintaining a heat engine for quantum biology*, „BioSystems” 85 (2006), no. 1, s. 23-29; A. Patel, *Why genetic information processing could have a quantum basis*, „Journal of Biosciences” 26 (2001), no. 2, s. 145-151; R. H. Beyler, *Targeting the organism. The scientific and cultural context of Pascual Jordan's quantum biology, 1932-1947*, „ISIS: Journal of the History of Science in Society” 87 (1996), no. 42, s. 248-273; F. H. Thaheld, *An interdisciplinary approach to certain fundamental issues in the fields of physics and biology: towards a unified theory*, „BioSystems” 80 (2005), no. 1, s. 41-56.

a wpływ wzajemny stanów kwantowych biomolekuł tworzy między nimi „kanały informacji”. Okazało się, że kwantowe zjawiska kolektywne, opisywane jako tzw. kondensacja Bose’go³⁴, związane są właśnie z nierozróżnialnością cząstek i nieokreślonością ich położenia oraz korelacją funkcji falowych i długością koherencji porównywalną z rozmiarami obiektów makroskopowych. Co więcej, stwierdzono³⁵, że tak istotne cechy biosystemów, jak stabilność i uporządkowanie w stanach odległych od równowagi termodynamicznej, wskazują na głęboką analogię z własnościami kolektywnymi.

Kwantowo-mechaniczne aspekty badania układów biologicznych objęły również problemy powstania życia³⁶ i jego ewolucji³⁷. Jednakże próby rekon-

³⁴ D. D. Georgiev, *Bose-Einstein condensation of tunnelling photons in the brain cortex as a mechanism of conscious action*, 2004, <http://cogprints.ecs.soton.ac.uk/archive/00003539/01/tunnelling.pdf> (2004-11-12); M. V. Mesquita, Á. R. Vasconcellos, R. Luzzi, *Considerations on undistorted-progressive X-waves and Davydov solitons, Fröhlich-Bose-Einstein condensation, and Cherenkov-like effect in biosystems*, „Brazilian Journal of Physics” 34 (2004), no. 2A, s. 489-503; E. E. Müller, *Bose-Einstein-Kondensation von Photonen: Spielt sie eine vitale Rolle für das Verständnis von Leben?*, [w:] H.-P. Dürr, F.-A. Popp, W. Schommers (ed.), *Elemente des Lebens. Naturwissenschaftliche Zugänge – philosophische Positionen*, (Die Graue Reihe 28), Kusterdingen, Germany 2000, s. 355-370; G. Vitiello, E. Del Giudice, S. Doglia, M. Milani, *Boson condensation in biological systems*, [w:] W. R. Adey, A. F. Lawrence (ed.), *Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems*, New York 1984, s. 469-475.

³⁵ M. Urbański, *Kwantowe wzbudzenia kolektywne w układach żywych*, [w:] W. Sedlak, J. Zon, M. Wnuk (red.), *Bioplasma. Materiały II Konferencji nt. bioplazmy*, Lublin 1988, s. 21-39; M. Urbański, *Kwantowa teoria struktur makroskopowych (układy żywe)*, [w:] W. Sedlak, J. Zon, M. Wnuk (red.), *Bioelektronika. Materiały VI Sympozjum*, Lublin 1990, s. 65-73.

³⁶ H. H. Pattee, *Quantum mechanics, heredity and the origin of life*, „Journal of Theoretical Biology” 17 (1967), no. 3, s. 410-420; P. C. W. Davies, *Does quantum mechanics play a non-trivial role in life?*, „BioSystems” 78 (2004), no. 1-3, s. 69-79; A. Balázs, *On the physics of the symbol-matter problem in biological systems and the origin of life: affine Hilbert spaces model of the robustness of the internal quantum dynamics of biological systems*, „BioSystems” 70 (2003), no. 1, s. 43-54; K. Matsuno, A. Nemoto, *Quantum as a heat engine – the physics of intensities unique to the origins of life*, „Physics of Life Reviews” 2 (2005), no. 4, s. 227-250; M. Wnuk, *Życie ze światła: biosystemogeneza w świetle koncepcji elektromagnetycznej natury życia*, „Studia Philosophiae Christianae” 32 (1996), no. 1, s. 101-123.

³⁷ J. Chela-Flores, *Evolution as a collective phenomenon*, „Journal of Theoretical Biology” 117 (1985), no. 1, s. 107-118; D. N. Stamos, *Quantum indeterminism and evolutionary biology*, „Philosophy of Science” 68 (2001), no. 2, s. 164-184; W. Sedlak, *A possibility of quantum evolution of language*, [w:] S. Puppel (ed.), *The Biology of Language*, Amsterdam-Philadelphia 1995, s. 257-263; J. McFadden, *Quantum Evolution. Life in the Multiverse*, London 2000; J. McFadden, J. Al-Khalili, *A quantum mechanical model of adaptive mutation*, „BioSystems” 50 (1999), no. 3, s. 203-211; F.-A. Popp, *Evolution as expansion of coherent states*, [w:] B. Rubik (ed.), *The Interrelationship Between Mind and Matter*, Philadelphia,

strukcji możliwych scenariuszy biogenezy są jeszcze niewystarczające i mają charakter raczej postulatów. Problematyka przyczynowości, uwzględniająca takie właśnie aspekty, jest bardzo rzadko poruszana³⁸. Na przykład bioelektronika, akcentująca znaczenie teorii kwantów w wyjaśnianiu procesów życiowych, postuluje istnienie w organizmach żywych „kwantowego szwu życia” („sprzężenia chemiczno-elektronicznego”). Jest to optymalny termodynamicznie, kwantowy system otwarty procesów chemicznych i elektronicznych współistniejących dzięki informacji elektromagnetycznej, tj. na nośniku elektromagnetycznym. Wykazuje on samosynchronizację, metastabilny stan energetyczny oraz stałe i niezależne od ewolucji właściwości³⁹. W tym ujęciu śmierć organizmu jest procesem rozsprzężenia kwantowego szwu życia, natomiast powstanie życia polegałoby na „elektromagnetycznym zszyciu” reakcji chemicznych z procesami elektronicznymi. Jeśli ta metafora krawiecka okaże się heurystycznie płodna do badań w zakresie biofotoniki, bioinfoniki czy infodynamiki (jako analogonu elektrodynamiki i termodynamiki), to poznanie warunków koniecznych i wystarczających do tego „zszycia” mogłoby wyjaśnić genezę życia jak również przybliżyć możliwość ewentualnej syntezy życia *in vitro*?

3. CZY POTRZEBNA JEST KWANTOWA LOGIKA ŻYCIA?

Tezy wyrażające związki przyczynowe mogą być ujmowane przez logikę zdań kauzalnych. Taka logika przyczynowości jest od dawna budowana dla nauk przyrodniczych, a w szczególności dla fizyki. Jednakże w odniesieniu do powstania życia kwestia ujęcia przyczynowości w system logiczny jest zapewne niezmiernie trudna, skoro takiego systemu jeszcze nie ma. A może nawet jest jeszcze przedwczesna, nie ma bowiem nawet jakiejś, dostatecznie

PA 1992 s. 249-281; E. Baake, M. Baake, H. Wagner, *Quantum mechanics versus classical probability in biological evolution*, „Physical Review E” 57 (1998), no. 1, s. 1191-1192; A. Goswami, *Consciousness and biological order: toward a quantum theory of life and its evolution*, „Integrative Physiological and Behavioral Science” 32 (1997), no. 1, s. 86-100.

³⁸ K. Matsuno, *The uncertainty principle and the origins of life: An odd couple*, [w:] W. Ługowski, K. Matsuno (red.), *Uroboros, or Biology between Mythology and Philosophy*, Wrocław 1998, s. 107-120; K. Matsuno, *Molecular semantics and the origin of life*, „BioSystems” 42 (1997), no. 2-3 s. 129-139.

³⁹ M. Wnuk, *Istota procesów życiowych w świetle koncepcji elektromagnetycznej natury życia*, Lublin 1996, s. 195.

zadowalającej postaci logiki życia. Powodem tego, zdaniem np. W. Elsasser⁴⁰, jest to, że organizmów i zjawisk życia, zwłaszcza niepowtarzalności obiektów biologicznych i zwiększającej się ilości informacji w rozwijającym się organizmie, nie da się sprowadzić do obiektów czysto fizycznych i w pełni wyjaśnić w języku fizyki.

Z metafizycznego punktu widzenia tylko Absolut jest główną przyczyną sprawczą, a pozostałe są przyczynami sprawczo-narzędnymi lub wyłącznie narzędnymi. Te pozostałe są jedynie tzw. przyczynami drugimi, mającymi najrozmaitsze odmiany. Istnieją przecież różnice między sprawczym działaniem przyczyn rozumnych a nierozumnych, ożywionych a nieożywionych. Otóż zarówno w filozofii, jak i w naukach przyrodniczych pojęcia przyczyny i skutku są traktowane jako kategorie ontologiczne (np. rzecz, cecha, stan, zdarzenie). Bardzo ważnymi terminami są np. „czas” i „zmiana”. Zasada przyczynowości, wyrażająca przeświadczenie, że w świecie panuje stały porządek, jest najogólniejszym założeniem przyjmowanym w jakichkolwiek badaniach, również tych dotyczących biogenezy. W badaniach tych dochodzi się przecież do formułowania praw przyczynowych. W takich prawach logika wyróżnia trzy rozmaite klasy, mianowicie: przyczyn, skutków i warunków. Rozwijane są systemy logiki przyczynowości⁴¹. Są to systemy logiki nieklasycznej, nadbudowywane na klasycznym rachunku zdań. Do nich należą np. systemy logiki mechaniki kwantowej, czyli tzw. logika kwantowa⁴². Doniosłość fizyki kwantowej w wyjaśnianiu procesów życiowych została już wskazana powyżej⁴³.

⁴⁰ W. M. Elsasser, *A form of logic suited for biology*, [w:] R. Rosen (red.), *Progress in Theoretical Biology*, t. 6, Academic Press 1981, s. 23-62.

⁴¹ S. Kiczuk, *Dwie próby konstruowania logiki przyczynowości*, [w:] K. Kłóśak (red.), *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 3, Warszawa 1979, s. 17-47; S. Kiczuk, *Związek przyczynowy a logika przyczynowości*, Lublin 1995; M. Scriven, *The logic of cause*, „Theory and Decision” 2 (1971), s. 49-66.

⁴² A. Baltag, S. Smets, *Complete axiomatizations for quantum actions*, „International Journal of Theoretical Physics” 44 (2005), no. 12, s. 2267-2282; H. Barnum, *Quantum information processing, operational quantum logic, convexity, and the foundations of physics*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 34 (2003), no. 3, s. 343-379; J. Hintikka, *Quantum logic as a fragment of independence-friendly logic*, „Journal of Philosophical Logic” 31 (2002), no. 3, s. 197-209; P. Mittelstaedt, *Quantum physics and classical physics – In the light of quantum logic*, „International Journal of Theoretical Physics” 44 (2005), no. 7, s. 771-781; K. Tokuo, *Extended quantum logic*, „Journal of Philosophical Logic” 32 (2003), no. 5, s. 549-563.

⁴³ Niemniej jednak w świetle nowszych badań okazuje się, że organizmy należy traktować jako nową, szczególną klasę systemów fizycznych, różną od systemów zarówno klasycznych, jak

Logika języka nauk biologicznych jest jednym z ważnych działów filozofii biologii. Odmienność tego języka ma swe podstawy w różnorodności i złożoności struktur, form i zorganizowania układów żywych. Odmienność ta wyraża się swoistością logiczną pojęć, nieprzystługującą pojęciom pozabiologicznym. Te swoiste cechy logiczne to historyczność, funkcjonalność, politypiczność i relacyjność⁴⁴. W piśmiennictwie naukowym funkcjonuje wiele pokrewnych terminów, używanych w najrozmaitszych kontekstach badania życia, jak np. logika biologii⁴⁵, logika ewolucji⁴⁶, logika życia⁴⁷, logika biosystemów⁴⁸, logika kodu genetycznego⁴⁹, logika genomów⁵⁰, logika procesów biologicznych⁵¹, logika biologiczna⁵², logika przypadku⁵³, logika

i kwantowych. Zob. G. Auletta, *Organisms as a new class of physical systems*, [w:] P. Rammellini (red.), *The Organism in Interdisciplinary Context*, Vatican City 2006, s. 87-97.

⁴⁴ S. W. Ślaga, *Czym jest i czym powinna być filozofia biologii?*, [w:] M. Lubański, S. W. Ślaga (red.), *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 13, Warszawa 1991, s. 15-32.

⁴⁵ M. Grene, *The logic of biology*, [w:] M. Grene (red.), *Logic and Personal Knowledge. Essays by various Contributors presented to Michael Polanyi on his seventieth Birthday*, London: Routledge and Kegan Paul 1961, s. 191-205.

⁴⁶ J. F. Miller, *The logic of evolution*, „Southwestern Journal of Philosophy” 3 (1972), no. 1, s. 147-168; L. van der Hammen, *Structure, appearance and knowledge: the logic of evolution*, „Rivista di biologia – Biology Forum” 91 (1998), no. 1, s. 119-124; T. F. Hansen, *Genetics and the Logic of Evolution. By Kenneth M. Weiss and Anne V. Buchanan*, „Quarterly Review of Biology” 79 (2004), no. 4, s. 420.

⁴⁷ G. Cullmann, J.-M. Labouygues, *The mathematical logic of life*, „Origins of Life” 14 (1984), no. 1-4, s. 747-756; C. A. R. Boyd, *Reflections on The Logic of Life*, „Interdisciplinary Science Reviews” 28 (2003), no. 1, s. 2-6; D. Buican, *Hasard, nécessité et logique du vivant*, „La nouvelle revue française” 38 (1971) n° 225, s. 77-85; K. M. Weiss, *The phenogenetic logic of life*, „Nature Reviews Genetics” 6 (2005), no. 1, s. 36-46.

⁴⁸ Z. H. Duan, M. Holcombe, A. Bell, *A logic for biological systems*, „BioSystems” 55 (2000), no. 1-3, s. 93-105; M. A. Arbib, *Warren McCulloch's search for the logic of the nervous system*, „Perspectives in Biology and Medicine” 43 (2000), no. 2, s. 193-216.

⁴⁹ J. M. Labouygues, A. Figureau, *The logic of the genetic code: synonyms and optimality against effects of mutations*, „Origins of Life” 14 (1984), no. 1-4, s. 685-692; G. Cullmann, J.-M. Labouygues, *The logic of the genetic code*, „Mathematical Modelling” 8 (1987), s. 643-646.

⁵⁰ A. Herbert, A. Rich, *RNA processing in evolution. The logic of soft-wired genomes*, „Annals of the New York Academy of Sciences” 1999, s. 119-132.

⁵¹ R. G. Matthews, C. T. Walsh, *Mechanisms – The logic of biological process*, „Current Opinion in Chemical Biology” 9 (2005), no. 5, s. 421-423; E. M. Meyerowitz, *Plants, animals and the logic of development*, „Trends in Cell Biology” 9 (1999), no. 12, s. M65-M68.

⁵² G. C. Huth, J. D. Bond, P. A. Tove, *Nonlinear tunneling barriers at high frequencies and their possible logic processing function in biological membrane*, [w:] W. R. Adey, A. F.

molekularna⁵⁴, logika darwinowska⁵⁵, logika minimalnej protokomórki⁵⁶. Logika może być nawet traktowana jako gałąź biologii⁵⁷. Nie istnieje więc jeszcze forma logiki odpowiednia dla całej biologii.

Powyżej wskazywano, że organizmy żywe można traktować jako makroskopowe systemy kwantowe. Jeśli nimi są, to są również procesorami informacji kwantowej⁵⁸. Budowana jest już nawet biologia informacji kwantowej⁵⁹. Jak wiadomo dla fizyki kwantowej wypracowywane są różne systemy kwantowej logiki i metalogiki⁶⁰. Czy więc przez analogię można mówić o

Lawrence (ed.), *Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems*, New York–London: 1984, s. 227-241.

⁵³ B. E. Kiliç, *John Venn's evolutionary logic of chance*, „Studies in History and Philosophy of Science” 30 (1999), no. 4, s. 559-585.

⁵⁴ R. Axel, *The molecular logic of smell*, „Scientific American” 273 (1995), no. 4, s. 154-159; I. K. Cheah, S. J. Langford, M. J. Latter, *Concept transfer – From genetic instruction to molecular logic*, „Supramolecular Chemistry” 17 (2005), no. 1-2, s. 121-128.

⁵⁵ J. B. S. Haldane, *A logical basis for the genetics?*, „British Journal for the Philosophy of Science” 6 (1955), no. 23, s. 245-248.

⁵⁶ H. J. Morowitz, B. Heinz, D. W. Deamer, *The chemical logic of a minimum protocell*, „Origins of Life and Evolution of the Biosphere” 18 (1988), no. 3, s. 281-287. (Zob. przedruk w: D. W. Deamer, G. R. Fleischaker (ed.), *Origins of Life: The Central Concepts*, Boston–London 1994, s. 263-269).

⁵⁷ R. W. Barnard, *The Evolution of Reason: Logic as a Branch of Biology*, by William S. Cooper, „Philosophical Psychology” 17 (2004), no. 1, s. 128-131; K. R. Benson, *The Evolution of Reason: Logic as a Branch of Biology*. By William S. Cooper, „Quarterly Review of Biology” 77 (2002), no. 3, s. 309-310.

⁵⁸ S. Hameroff, J. Tuszynski, *Search for quantum and classical modes of information processing in microtubules: Implications for “the living state”*, [w:] F. Musumeci, M.-W. Ho (ed.), *Bioenergetic Organization in Living Systems*. Proceedings of the Conference: Energy and Information Transfer in Biological Systems. Acireale, Italy, Singapore 2003, s. 31-62; J. A. Tuszyński, J. A. Brown, P. Hawrylak, *Dielectric polarization, electrical conduction, information processing and quantum computation in microtubules. Are they plausible?*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A” 356:1998, no. 1743, s. 1897-1926; S. Hameroff, A. Nip, M. Porter, J. Tuszynski, *Conduction pathways in microtubules, biological quantum computation, and consciousness*, „BioSystems” 64 (2002), no. 1-3, s. 149-168.

⁵⁹ K. Matsuno, R. C. Paton, *Is there a biology of quantum information?*, „BioSystems” 55 (2000), no. 1-3, s. 39-46; K. Matsuno, R. C. Paton, *Quantum mechanics in the present progressive mode and its significance in biological information processing*, „BioSystems” 49 (1999), no. 3, s. 229-237; E. A. Liberman, S. V. Minina, N. E. Shklovski-Kordi, *Biological information and laws of nature*, „BioSystems” 46 (1998), no. 1-2, s. 103-106; E. A. Liberman, S. V. Minina, *Cell molecular computers and biological information as the foundation of nature's laws*, „BioSystems” 38 (1996), no. 2-3, s. 173-177; E. A. Liberman, S. V. Minina, *Molecular quantum computer of neuron*, „BioSystems” 35 (1995), no. 2-3, s. 203-207.

⁶⁰ P. Mittelstaedt, *The metalogic of quantum logic*, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association” 1 (1978), s. 249-256; J. Stachel. *The ‘lo-*

kwantowej logice życia? Sugeruje się przecież istnienie logiki kwantowej, którą organizmy posługują się w przetwarzaniu informacji biologicznej⁶¹. F.-A. Popp wprost twierdzi⁶², że „materia żywa dysponuje «logiką kwantową», co umożliwia jej optymalne wykorzystanie «informacyjnych» impulsów z otoczenia do własnej stabilizacji i wydobyć się z bezładu kąpieli cieplnej” i, że można ją charakteryzować jako swoistą „odbitkę (odcisk) informacji z otoczenia, jako układ, który wchłania impulsy elektromagnetyczne, magazynuje je i wykorzystuje do tworzenia trwałych struktur”. Informacja jest bowiem uważana za podstawową właściwość nie tylko życia, ale i w ogóle Wszechświata⁶³. Informacja odgrywa zasadniczą rolę we wszystkich układach i procesach fizycznych. Przetwarzanie informacji przez biosystemy dokonuje się już na poziomie nanorozmiarowych struktur dyssypatywnych, co określono terminem „bio-logika”⁶⁴. W związku z tym emergencja życia ma koneksje z fizycznymi granicami procesów komputacyjnych. Najniższa granica określana jest przez zbiór wartości Plancka, natomiast elementarne jednostki realizujące owe procesy nazywane są, za Leibnizem, „monadami”⁶⁵.

UWAGI KOŃCOWE

Badania naukowe mają na celu ustalanie zarówno coraz szerszych, jak i coraz bardziej wiarygodnych schematów przyczynowych. Cokolwiek powstaje, staje się dzięki przyczynie sprawczej. Świat fizyczny, w którym życie kiedyś powstało (tj. pierwszy organizm, czyli układ o lokalnie małej en-

gic’ of ‘quantum logic’, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association” 1974, s. 515-26.

⁶¹ T. O i, *Biological information processing requires quantum logic*, „Zeitschrift für Naturforschung C” 43 (1988), no. 9-10, s. 777; G. Mc Collum, *Systems of logical systems: neuroscience and quantum logic*, „Foundations of Science” 7 (2002), no. 1-2, s. 49-72; G. Mc Collum, *Mutual causality and the generation of biological control systems*, „International Journal of Theoretical Physics” 38 (1999), no. 12, s. 3253-3267.

⁶² F. A. Popp, *Biologia światła*, tł. z j. niem. J. Kuryłowicz, Warszawa 1992, s. 147-148.

⁶³ T. Stonier, *Information as a basic property of the universe*, „BioSystems” 38 (1996), no. 2-3, s. 135-140; T. Stonier, *Information and the Internal Structure of the Universe: An Exploration into Information Physics*, London–Berlin–Heidelberg–New York 1990.

⁶⁴ S. Santoli, *Nanobiological principles and the origin of life*, „Nanobiology” 2 (1993), s. 201-214.

⁶⁵ A. U. Igamberdiev, *Physical limits of computation and emergence of life*, „BioSystems” 90 (2007), no. 2, s. 340-349.

tropii i dużej zawartości informacji), składa się w gruncie rzeczy z informacji, natomiast materia (masa) i energia mają charakter wtórny⁶⁶. W wypadku kwestii powstania życia rozważa się przynajmniej dwie opcje: (1) stawianie się czegoś z elementów nie istniejących poprzednio, (2) stawianie się czegoś z elementów już istniejących. Wydaje się, że obie opcje mają swoje uwarunkowania filozoficzne (metafizyczne). Jednakże druga opcja bliższa jest przyrodniczym teoriom i hipotezom genezy życia, które odwołują się do przyczyn bliższych. Innymi słowy, tam, gdzie występuje powstawanie, czyli zaczynanie się czegoś, co przedtem nie istniało, pojawia się relacja przyczynowa. Logika przyczynowości powinna uwzględniać obie opcje. Nasuwa się pytanie, czy związek przyczynowy można scharakteryzować jako tor informacyjny między przyczyną a skutkiem. Jeśli tak, to postulowana powyżej kwantowa logika życia powinna uwzględniać nie tylko wytwarzanie struktur i ich rozprzestrzenianie się, ale przede wszystkim genezę informacji.

BIBLIOGRAFIA

- Amundson R., Lauder G. V.: Function without purpose: The uses of causal role function in evolutionary biology, „Biology and Philosophy” 9 (1994), no. 4, s. 443-469.
- Anandan J.: Causality, symmetries and quantum mechanics, „Foundations of Physics Letters” 15 (2002), no. 5, s. 415-438.
- Arbib M. A.: Warren McCulloch's search for the logic of the nervous system, „Perspectives in Biology and Medicine” 43 (2000), no. 2, s. 193-216.
- Auletta G.: Organisms as a new class of physical systems, [w:] P. Ramellini (ed.), *The Organism in Interdisciplinary Context*, Vatican City: Libreria Editrice Vaticana 2006, s. 87-97.
- Axel R.: The molecular logic of smell, „Scientific American” 273 (1995), no. 4, s. 154-159.
- Ayala F. J.: Teleological explanations in evolutionary biology, „Philosophy of Science” 37 (1970), no. 1, s. 1-15.
- Baake E., Baake M., Wagner H.: Quantum mechanics versus classical probability in biological evolution, „Physical Review E” 57 (1998), no. 1, s. 1191-1192.
- Balázs A.: On the physics of the symbol-matter problem in biological systems and the origin of life: affine Hilbert spaces model of the robustness of the internal quantum dynamics of biological systems, „BioSystems” 70 (2003), no. 1, s. 43-54.
- Baltag A., Smets S.: Complete axiomatizations for quantum actions, „International Journal of Theoretical Physics” 44 (2005), no. 12, s. 2267-2282.

⁶⁶ T. Stonier, *Information and the Internal Structure of the Universe: An Exploration into Information Physics*, London–Berlin–Heidelberg–New York 1990; H. Lyre, *Quantum theory of ur-objects as a theory of information*, „International Journal of Theoretical Physics” 34 (1995), no. 8, s. 1541-1552; H. Lyre, *Multiple quantization and the concept of information*, „International Journal of Theoretical Physics” 35 (1996), no. 11, s. 2263-2269.

- Barnard R. W.: The Evolution of Reason: Logic as a Branch of Biology, by William S. Cooper, „Philosophical Psychology” 17 (2004), no. 1, s. 128-131.
- Barnum H.: Quantum information processing, operational quantum logic, convexity, and the foundations of physics, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 34 (2003), no. 3, s. 343-379.
- Barr H. J.: The epistemology of causality from the point of view of evolutionary biology. „Philosophy of Science” 31 (1964), no. 3, s. 286-288.
- Bedau M. A.: Downward causation and the autonomy of weak emergence, „Principia” 6 (2002), s. 5-50.
- Belavkin V. P.: Quantum causality, stochastics, trajectories and information, „Reports on Progress in Physics” 65 (2002), no. 3, s. 353-420.
- Benson K. R.: The Evolution of Reason: Logic as a Branch of Biology. By William S. Cooper, „Quarterly Review of Biology” 77 (2002), no. 3, s. 309-310.
- Beyler R. H.: Targeting the organism. The scientific and cultural context of Pascual Jordan's quantum biology, 1932-1947, „ISIS: Journal of the History of Science in Society” 87 (1996), no. 42, s. 248-273.
- Blute R. F., Ivanov I. T., Panangaden P.: Discrete quantum causal dynamics, „International Journal of Theoretical Physics” 42 (2003), no. 9, s. 2025-2041.
- Bohm D.: Przyczynowość i przypadek w fizyce współczesnej, tł. z j. ang. S. Rouppert, Warszawa: KiW 1961.
- Boyd C. A. R.: Reflections on The Logic of Life, „Interdisciplinary Science Reviews” 28 (2003), no. 1, s. 2-6.
- Buican D.: Hasard, nécessité et logique du vivant, „La nouvelle revue française” 38 (1971) n° 225, s. 77-85.
- Calabi L.: On Darwin's 'metaphysical notebooks'. II: "Metaphysics" and final cause, „Rivista di biologia – Biology Forum” 94 (2001), no. 2, s. 277-291.
- Cartwright N.: Causation: one word, many things, „Philosophy of Science” 71 (2004), no. 5, s. 805-819.
- Cheah I. K., Langford S. J., Latter M. J.: Concept transfer – From genetic instruction to molecular logic, „Supramolecular Chemistry” 17 (2005), no. 1-2, s. 121-128.
- Chela-Flores J.: Evolution as a collective phenomenon, „Journal of Theoretical Biology” 117 (1985), no. 1, s. 107-118.
- Clayton P.: Natural law and divine action: the search for an expanded theory of causation, „Zygon: Journal of Religion and Science” 39 (2004), no. 3, s. 615-636.
- Costato M., Milani M., Spinoglio L.: Quantum mechanics: A breakthrough into biological system dynamics, „Bioelectrochemistry and Bioenergetics” 41 (1996), no. 1, s. 27-30.
- Craver C. F., Bechtel W.: Top-down causation without top-down causes, „Biology and Philosophy” 22 (2007), no. 4, s. 547-563.
- Cullmann G., Labouygues J.-M.: The logic of the genetic code, „Mathematical Modelling” 8 (1987), s. 643-646.
- The mathematical logic of life, „Origins of Life” 14 (1984), no. 1-4, s. 747-756.
- Davies P. C. W.: Does quantum mechanics play a non-trivial role in life?, „BioSystems” 78 (2004), no. 1-3, s. 69-79.
- Donceel J.: Causality and evolution: a survey of some neo-scholastic theories, „New Scholasticism” 39 (1965), s. 295-315.
- Dorato M.: Becoming and the arrow of causation, „Philosophy of Science”. Proceedings 67 (2000), s. S523-S534.

- Duan Z. H., Holcombe M., Bell A.: A logic for biological systems, „BioSystems” 55 (2000), no. 1-3, s. 93-105.
- Dyk W. (red.): Egzobiologia czyli poszukiwanie życia w kosmosie, Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 2002.
- Dyk W.: Termodynamiczne aspekty genezy życia, [w:] M. Lubański, S. W. Ślaga (red.), Z zagadnień filozofii przyrodznawstwa i filozofii przyrody, t. 15, Warszawa: Wydawnictwa ATK 1996, s. 13-179.
- El-Hani C. N., Emmeche C.: On some theoretical grounds for an organism-centered biology: Property emergence, supervenience, and downward causation, „Theory in Biosciences” 119 (2000), no. 3-4, s. 234-275.
- Elsasser W. M.: A form of logic suited for biology, [w:] R. Rosen (ed.), Progress in Theoretical Biology, t. 6, Academic Press 1981, s. 23-62.
- Esposito J. L.: Teleological causation, „Philosophical Forum” 12 (1980-1981), no. 2, s. 116-127.
- Ferrari F., Szuszkiewicz E. (red.), Astrobiologia: poprzez pył kosmiczny do DNA, Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego 2006.
- Gargaud M., Barbier B., Claves P. (ed.): Lectures in Astrobiology, t. 2, Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag 2007.
- Gargaud M., Barbier B., Martin H., Reisse J. (ed.): Lectures in Astrobiology, t. 1, Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 2005.
- Gawecki B. J.: Zagadnienie przyczynowości w fizyce, Warszawa: IW PAX 1969.
- Gayon J.: Chance, explanation, and causation in evolutionary theory, „History and Philosophy of the Life Sciences” 27 (2005), no. 3-4, s. 395-405.
- Georgiev D. D.: Bose-Einstein condensation of tunnelling photons in the brain cortex as a mechanism of conscious action. 2004, 41 ss., <http://cogprints.ecs.soton.ac.uk/archive/00003539/01/tunnelling.pdf> (2004-11-12).
- Gillies D.: Causality, propensity, and Bayesian networks, „Synthese” 132 (2002), no. 1-2, s. 63-88.
- Gladyshev G. P.: Thermodynamic self-organization as a mechanism of hierarchical structure formation of biological matter, „Progress in Reaction Kinetics and Mechanism” 28 (2003), no. 2, s. 157-188.
- Goswami A.: Consciousness and biological order: toward a quantum theory of life and its evolution, „Integrative Physiological and Behavioral Science” 32 (1997), no. 1, s. 86-100.
- Greene M.: The logic of biology, [w:] M. Greene (ed.), Logic and Personal Knowledge. Essays by various Contributors presented to Michael Polanyi on his seventieth Birthday, London: Routledge and Kegan Paul 1961, s. 191-205.
- Hajduk Z.: Filozoficzny i fizyczny aspekt przyczynowości w ujęciu Dawida Bohma, „Roczniki Filozoficzne” 23 (1975), z. 3, s. 49-74.
- Haldane J. B. S.: Quantum mechanics as a basis for philosophy, „Philosophy of Science” 1 (1934), no. 1, s. 78-98.
- A logical basis for the genetics?, „British Journal for the Philosophy of Science” 6 (1955), no. 23, s. 245-248.
- Hameroff S., Nip A., Porter M., Tuszyński J.: Conduction pathways in microtubules, biological quantum computation, and consciousness, „BioSystems” 64 (2002), no. 1-3, s. 149-168.
- Hameroff S., Tuszyński J.: Search for quantum and classical modes of information processing in microtubules: Implications for “the living state”, [w:] F. Musumeci, M.-W. Ho (ed.), Bioenergetic Organization in Living Systems. Proceedings of the Conference: Energy and Information Transfer in Biological Systems. Acireale, Italy, Singapore: World Scientific 2003, s. 31-62.

- Hansen T. F.: Genetics and the Logic of Evolution. By Kenneth M. Weiss and Anne V. Buchanan, „Quarterly Review of Biology” 79 (2004), no. 4, s. 420.
- Heidmann J., Klein M. J. (ed.): Bioastronomy: The Search for Extraterrestrial Life – The Exploration Broadens, Berlin: Springer 1991.
- Henson J.: Comparing causality principles, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 36 (2005), nr 3, s. 519-543.
- Herbert A., Rich A.: RNA processing in evolution. The logic of soft-wired genomes, „Annals of the New York Academy of Sciences” 1999, s. 119-132.
- Hillinger C.: A generalization of the principle of causality, which makes it applicable to evolutionary systems, „Synthese” 18 (1968), s. 68-74.
- Hintikka J.: Quantum logic as a fragment of independence-friendly logic, „Journal of Philosophical Logic” 31 (2002), no. 3, s. 197-209.
- Hulswit M.: How causal is downward causation? „Journal for General Philosophy of Science” 36 (2005), no. 2, s. 261-287.
- Huth G. C., Bond J. D., Tove P. A.: Nonlinear tunneling barriers at high frequencies and their possible logic processing function in biological membrane, [w:] W. R. Adey, A. F. Lawrence (ed.), Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems, New York-London: Plenum Press 1984, s. 227-241.
- Igamberdiev A. U.: Physical limits of computation and emergence of life, „BioSystems” 90 (2007), no. 2, s. 340-349.
- Jodkowski K.: Metodologiczne aspekty kontrowersji ewolucjonizm – kreacjonizm, Lublin: Wydawnictwo UMCS 1998.
- Spór ewolucjonizmu z kreacjonizmem. Podstawowe pojęcia i poglądy, Warszawa: Wydawnictwo MEGAS 2007.
- Kavanau J. L.: A theory on causal factors in the origin of life. „Philosophy of Science” 12 (1945), no. 3, s. 190-193.
- Kawalec P.: Przyczyna i wyjaśnianie. Studium z filozofii i metodologii nauk, Lublin: Wydawnictwo KUL 2006.
- Kiczuk S.: Dwie próby konstruowania logiki przyczynowości, [w:] K. Kłóśak (red.), Z zagadnień filozofii przyrodznawstwa i filozofii przyrody, t. 3, Warszawa: ATK 1979, s. 17-47.
- Problematyka wartości poznawczej systemów logiki zmiany, Lublin: RW KUL 1984.
- Związek przyczynowy a logika przyczynowości, Lublin: RW KUL 1995.
- Współczesna logika formalna a nauki przyrodnicze. „Roczniki Filozoficzne” 49 (2001), z. 1, s. 127-150.
- Prawa nauk przyrodniczych a tezy logiki formalnej i metafizyki, „Roczniki Filozoficzne” 50 (2002), z. 1, s. 303-331.
- Logicy i logika a poznanie przyrody, „Roczniki Filozoficzne” 53 (2005), z. 1 s. 129-142
- Kilić B. E.: John Venn’s evolutionary logic of chance, „Studies in History and Philosophy of Science” 30 (1999), no. 4, s. 559-585.
- King C. C.: Biocosmology. 2003, <http://www.dhushara.com/book/biocos/biocos.pdf> (2004-12-15).
- Kłoskowski K.: Filozofia ewolucji i filozofia stwarzania, t. 1: Między ewolucją a stwarzaniem, Warszawa: Wydawnictwo ATK 1999.
- Kłóśak K.: W poszukiwaniu pierwszej przyczyny, t. 1, Warszawa: Wydawnictwo PAX 1955.
- Krąpiec M. A.: Przyczyny bytu, [w:] Powszechna Encyklopedia Filozofii, t. 8, Lublin: Polskie Towarzystwo Tomasza z Akwinu 2007, s. 527-545.
- Kucia T.: Filozofia biogenezy, London: Veritas Foundation Publication Centre 1981.
- Küppers B.-O.: Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia, tł. z j. niem. W. Ługowski, Warszawa: PWN 1991.

- Labouygues J. M., Figureau A.: The logic of the genetic code: synonyms and optimality against effects of mutations, „Origins of Life” 14 (1984), no. 1-4, s. 685-692.
- Lieberman E. A., Minina S. V.: Molecular quantum computer of neuron, „BioSystems” 35 (1995), no. 2-3, s. 203-207.
- Cell molecular computers and biological information as the foundation of nature's laws, „BioSystems” 38 (1996), no. 2-3, s. 173-177.
- Lieberman E. A., Minina S. V., Shklovski-Kordi N. E.: Biological information and laws of nature, „BioSystems” 46 (1998), no. 1-2, s. 103-106.
- Lyre H.: Quantum theory of ur-objects as a theory of information, „International Journal of Theoretical Physics” 34 (1995), no. 8, s. 1541-1552.
- Multiple quantization and the concept of information, „International Journal of Theoretical Physics” 35 (1996), no. 11, s. 2263-2269.
- Ługowski W.: Kategoria zmiany jakościowej a biogeneza, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo PAN 1985.
- Filozoficzne podstawy protobiologii. Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN 1995.
- Marx G. (ed.), Bioastronomy – The Next Steps, Dordrecht: Kluwer Acad. Publ. 1988.
- Matsuno K., Dose K., Harada K., Rohlfing D. L. (ed.): Molecular Evolution and Protobiology, New York-London: Plenum Press 1984.
- Matsuno K., Nemoto A.: Quantum as a heat engine – the physics of intensities unique to the origins of life, „Physics of Life Reviews” 2 (2005), no. 4, s. 227-250.
- Matsuno K., Paton R. C.: Quantum mechanics in the present progressive mode and its significance in biological information processing, „BioSystems” 49 (1999), no. 3, s. 229-237.
- Is there a biology of quantum information?, „BioSystems” 55 (2000), no. 1-3, s. 39-46.
- Matsuno K.: Molecular semantics and the origin of life, „BioSystems” 42 (1997), no. 2-3, s. 129-139.
- The uncertainty principle and the origins of life: An odd couple, [w:] W. Ługowski, K. Matsuno (red.), Uroboros, or Biology between Mythology and Philosophy, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Arboretum – Arboretum Publishing House 1998, s. 107-120.
- Forming and maintaining a heat engine for quantum biology, „BioSystems” 85 (2006), no. 1, s. 23-29.
- Matthews R. G., Walsh C. T.: Mechanisms – The logic of biological process, „Current Opinion in Chemical Biology” 9 (2005), no. 5, s. 421-423.
- Mazierski S.: Uogólnienie pojęcia przyczynowości, „Roczniki Filozoficzne” 5 (1955-1957), z. 4, s. 153-171.
- Zasada przyczynowości w aspekcie fizycznym i metafizycznym, „Zeszyty Naukowe KUL” 1 (1958), nr 4, s. 27-42.
- McCollum G.: Mutual causality and the generation of biological control systems, „International Journal of Theoretical Physics” 38 (1999), no. 12, s. 3253-3267.
- Systems of logical systems: neuroscience and quantum logic, „Foundations of Science” 7 (2002), no. 1-2, s. 49-72.
- McFadden J., Al-Khalili J.: A quantum mechanical model of adaptive mutation, „BioSystems” 50 (1999), no. 3, s. 203-211.
- McFadden J.: Quantum Evolution. Life in the Multiverse, London: Flamingo – An Imprint of Harper Collins Publishers 2000.
- Mesquita M. V., Vasconcellos Á. R., Luzzi R.: Considerations on undistorted-progressive X-waves and Davydov solitons, Fröhlich-Bose-Einstein condensation, and Cherenkov-like effect in biosystems, „Brazilian Journal of Physics” 34 (2004), no. 2A, s. 489-503.
- Meyer S. S.: Aristotle, teleology, and reduction, „Philosophical Review” 101 (1992), no. 4, s. 791-825.

- Meyerowitz E. M.: Plants, animals and the logic of development, „Trends in Cell Biology” 9 (1999), no. 12, s. M65-M68.
- Miller J. F.: The logic of evolution, „Southwestern Journal of Philosophy” 3 (1972), no. 1, s. 147-168.
- Mittelstaedt P.: The metalogic of quantum logic, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association” 1 (1978), s. 249-256.
- Quantum physics and classical physics – In the light of quantum logic, „International Journal of Theoretical Physics” 44 (2005), no. 7, s. 771-781.
- Moreno A.: Closure, identity, and the emergence of formal causation, „Annals of the New York Academy of Sciences” 901 (2000), s. 112-121.
- Morowitz H. J., Heinz B., Deamer D. W., The chemical logic of a minimum protocell, „Origins of Life and Evolution of the Biosphere” 18 (1988), no. 3, s. 281-287. (Zob. przedruk w: D. W. Deamer, G. R. Fleischaker (ed.), *Origins of Life: The Central Concepts*, Boston-London: Jones & Bartlett Publishers 1994, s. 263-269).
- Müller E. E.: Bose-Einstein-Kondensation von Photonen: Spielt sie eine vitale Rolle für das Verständnis von Leben?, [w:] H.-P. Dürr, F.-A. Popp, W. Schommers (ed.), *Elemente des Lebens. Naturwissenschaftliche Zugänge – philosophische Positionen*, (Die Graue Reihe 28), Kusterdingen, Germany: Die Graue Edition 2000, s. 355-370.
- Nussinov M., Maron V., Santoli S., *Self-Organization in the Universe and Life: The Pathways to Quantum Life*, Jerusalem: Verba 1999.
- Oi T.: Biological information processing requires quantum logic, „Zeitschrift für Naturforschung C” 43 (1988), no. 9-10, s. 777 nn.
- Page L. A.: Teleology in biology: who could ask for anything more?, „Zygon: Journal of Religion and Science” 41 (2006), no. 2, s. 427-433.
- Patel A.: Why genetic information processing could have a quantum basis, „Journal of Biosciences” 26 (2001), no. 2, s. 145-151.
- Pattee H. H.: Quantum mechanics, heredity and the origin of life, „Journal of Theoretical Biology” 17 (1967), no. 3, s. 410-420.
- Causation, control, and the evolution of complexity, [w:] P. B. Andersen, C. Emmeche, N. O. Finnemann, P. V. Christiansen (ed.), *Downward Causation. Minds, Bodies and Matter*, Aarhus, Denmark: Aarhus University Press 2000, s. 63-77.
- Pegg D. T.: Causality in quantum mechanics, „Physics Letters A” 349 (2006), no. 6, s. 411-414.
- Pitkänen M.: Biosystems as macroscopic quantum systems, „Journal of Non-Locality and Remote Mental Interactions” 1 (2003), no. 1 (preprint).
- Ponnamperna C. (ed.), *Exobiology*, Amsterdam: North-Holland Publ. Comp. 1972.
- Popp F. A.: *Biologia światła*, tł. z j. niem. J. Kuryłowicz, Warszawa: WP 1992, s. 147-148.
- Popp F.-A.: Evolution as expansion of coherent states, [w:] B. Rubik (ed.), *The Interrelationship Between Mind and Matter*, Philadelphia, PA: The Center for Frontier Sciences, Temple University 1992 s. 249-281.
- Pross A.: Causation and the origin of life. Metabolism or replication first?, „Origins of Life and Evolution of the Biosphere” 34 (2004), no. 3, s. 307-321.
- On the chemical nature and origin of teleonomy, „Origins of Life and Evolution of Biospheres” 35 (2005), no. 4, s. 383-394.
- Raulin-Cerceau F., Maurel M.-C., Schneider J.: From panspermia to bioastronomy, the evolution of the hypothesis of universal life, „Origins of Life and Evolution of the Biosphere” 28 (1998), no. 4-6, s. 597-612.
- Recker D. A.: Causal efficacy: the structure of Darwin’s argument strategy in the “Origin of Species”, „Philosophy of Science” 54 (1987), no. 2, s. 147-175.

- Robinson W. S.: Zooming in on downward causation, „Biology and Philosophy” 20 (2005), no. 1, s. 117-136.
- Rosen R.: The role of quantum theory in biology, „International Journal of Quantum Chemistry: Quantum Biology Symposium” 1974, no. 1, s. 229-232.
- Rutowski T.: Przyczynowość na terenie fizyki, filozofii przyrody, metafizyki i teorii informacji, „Roczniki Filozoficzne” 32 (1984), z. 3, s. 49-71.
- Rutten M. G.: The Origin of Life by Natural Causes, Amsterdam: Elsevier Publishing Company 1971.
- Santoli S.: Nanobiological principles and the origin of life, „Nanobiology” 2 (1993), s. 201-214.
- Sattler R.: Biophilosophy. Analytic and Holistic Perspectives, Berlin: Springer-Verlag 1986.
- Scriven M.: The logic of cause, „Theory and Decision” 2 (1971), s. 49-66.
- Sedlak W.: Zarys biologii relatywistycznej, „Roczniki Filozoficzne” 29 (1981), z. 3, s. 43-64.
- A possibility of quantum evolution of language, [w:] S. Puppel (ed.), The Biology of Language, Amsterdam-Philadelphia: John Benjamins Publishing Company 1995, s. 257-263.
- Skar J.: Introduction: self-organization as an actual theme, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A” 361 (2003), no. 1807, s. 1049-1056.
- Smith C. W.: Is a living system a macroscopic quantum system?, „Frontier Perspectives” 7 (1998), no. 1, s. 9-15.
- Stachel J.: The ‘logic’ of ‘quantum logic’, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association” 1974, s. 515-26.
- Stamos D. N.: Quantum indeterminism and evolutionary biology, „Philosophy of Science” 68 (2001), no. 2, s. 164-184.
- Stoltzfus A.: Mutationism and the dual causation of evolutionary change, „Evolution and Development” 8 (2006), no. 3, s. 304-317.
- Stonier T.: Information and the Internal Structure of the Universe: An Exploration into Information Physics, London-Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag 1990.
- Information as a basic property of the universe, „BioSystems” 38 (1996), no. 2-3, s. 135-140.
- Strick J. E.: Creating a cosmic discipline: The crystallization and consolidation of exobiology, 1957-1973, „Journal of the History of Biology” 37 (2004), no. 1, s. 131-180.
- Sullivan R.: Exobiology, „Perspectives in Biology and Medicine” 43 (2000), no. 2, s. 277-285.
- Ślaga S. W.: Czym jest i czym powinna być filozofia biologii?, [w:] M. Lubąński, S. W. Ślaga (red.), Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody, t. 13, Warszawa: ATK 1991, s. 15-32.
- Teleonomia organizacji biosystemów, „Studia Philosophiae Christianae” 27 (1991), no. 2, s. 65-81.
- Tarozzi G.: Logical positivism, quantum mechanics and the meaning of philosophical principles, [w:] G. Auletta (ed.), The Controversial Relationships between Science and Philosophy: A Critical Assessment, Rome, Vatican City: Libreria Editrice Vaticana 2006, s. 129-166.
- Thaheld F. H.: An interdisciplinary approach to certain fundamental issues in the fields of physics and biology: towards a unified theory, „BioSystems” 80 (2005), no. 1, s. 41-56.
- Tipler F. J.: The Physics of Immortality: Modern Cosmology, God and the Resurrection of the Dead, New York-London-Toronto-Sydney-Auckland: Anchor Books- Doubleday 1995.
- Tokuo K.: Extended quantum logic, „Journal of Philosophical Logic” 32 (2003), no. 5, s. 549-563.
- Tuszyński J. A., Brown J. A., Hawrylak P.: Dielectric polarization, electrical conduction, information processing and quantum computation in microtubules. Are they plausible?, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series A” 356:1998, no. 1743, s. 1897-1926.

- Urbański M.: Kwantowe wzbudzenia kolektywne w układach żywych, [w:] W. Sedlak, J. Zon, M. Wnuk (red.), *Bioplazma. Materiały II Konferencji nt. bioplazmy*, Lublin: RW KUL 1988, s. 21-39.
- Kwantowa teoria struktur makroskopowych (układy żywe), [w:] W. Sedlak, J. Zon, M. Wnuk (red.), *Bioelektronika. Materiały VI Sympozjum*, Lublin: RW KUL 1990, s. 65-73.
- Van der Hammen L.: Structure, appearance and knowledge: the logic of evolution, „*Rivista di biologia – Biology Forum*” 91 (1998), no. 1, s. 119-124.
- Vitiello G., Del Giudice E., Doglia S., Milani M.: Boson condensation in biological systems, [w:] W. R. Adey, A. F. Lawrence (ed.), *Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems*, New York: Plenum Press 1984, s. 469-475.
- Wattles J.: Teleology past and present, „*Zygon: Journal of Religion and Science*” 41 (2006), no. 2, s. 445-464.
- Weiss K. M.: The phenogenetic logic of life, „*Nature Reviews Genetics*” 6 (2005), no. 1, s. 36-46.
- Wnuk M.: Istota procesów życiowych w świetle koncepcji elektromagnetycznej natury życia, Lublin: RW KUL 1996.
- Życie ze światła: biosystemogeneza w świetle koncepcji elektromagnetycznej natury życia. „*Studia Philosophiae Christianae*” 32 (1996), no. 1, s. 101-123.
- Wolf F. A.: *The Body Quantum. The New Physics of Body, Mind, and Health*, New York: MacMillan Publ. Comp. 1986.
- Wysocki J.: Problem wyjaśniania teleologicznego w biologii, [w:] M. Lubański, S. W. Ślaga (red.), *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 13, Warszawa: ATK 1991, s. 33-90.
- Yockey H. P.: *Information Theory, Evolution and the Origin of Life*, Cambridge–New York: Cambridge University Press 2005.

THE PROBLEM OF CAUSALITY IN THE BIOGENESIS RESEARCH: TOWARDS A QUANTUM LOGIC OF LIFE

Summary

The problem of causality is presented in the context of the research devoted to biogenesis. The significant works concerning the philosophy of biogenesis and scientific theories of abiogenesis have been reviewed. Special attention is paid to: (i) the role of the non-equilibrium thermodynamics and quantum mechanics in the explaining of causal relations involved the origins of life, (ii) the need of constructing of a quantum logic of life. It is suggested that the causal connection is established by an information channel between a cause and its result.

Summarised by Marian Wnuk

Słowa kluczowe: przyczynowość, biogeneza, biosystemy kwantowe, logiki nieklasyczne.

Key words: causality, biogenesis, quantum biosystems, non-classical logics.

Information about Author: Prof. Dr MARIAN WNUK – Chair of Philosophy of Biology, Faculty of Philosophy, The John Paul II Catholic University of Lublin; address for correspondence: Al. Raclawickie 14, PL 20-950 Lublin, e-mail: marian.wnuk@kul.lublin.pl