

Małgorzata Leśniewska, Piotr Leśniewski

## CIAŁO „NIENORMALNE”. O ROLI ANOMALII W ROZWOJU NAUK BIOLOGICZNYCH

*It is clear from Darwin's notebooks of the late 1830s  
that he became fascinated with monsters in Hunter's collection  
and Hunter's opaque teratology theories.*

Stephen T. Asma (2009, 166)

*To, co potworne, jest czymś niezwykłym na wspak,  
ale niezwykłym mimo wszystko.*

Georges Canguilhem (2003, 225)

*Można wyobrazić sobie kulturę, w której dyskursy  
krążyłyby bez najmniejszej troski o autora.  
Każdy dyskurs, niezależnie od formy,  
wartości i sposobu traktowania,  
rozwijalby się w bezimiennym mamrotaniu.*

Michel Foucault (1999, 219)

### **STRESZCZENIE**

W ostatnich latach odkryto szereg anomalii u osobników gatunku *Haplophilus subterraneus* (Shaw, 1789) w gromadzie Chilopoda. Ten szczególny przypadek ciała zdeformowanego prowokuje do ponownego odczytania historii i kształtowania się postaw kulturowych wobec ciał obarczonych anomaliami. W artykule prezentujemy zmiany postrzegania, postaw oraz interpretacji form anomalnych od zdziwienia czy przerażenia aż po odczytanie, które umożliwiło olbrzymi postęp w nauce i wyjaśnieniu wielu elementów procesu rozwoju organizmów oraz ich ewolucji.

**Słowa kluczowe:** anomalia, ewolucja, rozwój, evo-devo.

### **1. UWAGI WSTĘPNE**

W tym artykule omawiamy zwięźle problematykę, która wiąże się z odkryciem i rolą anomalii w rozwoju nauki, a zwłaszcza w rozwoju nauk biologicznych.

Formy anomalne organizmów – w tym, w szczególności, zwierząt i ludzi – przypuszczalnie zawsze budziły zainteresowanie. I choć pytania o przyczy-

ny powstawania, rozwój, procesy życiowe form anomalnych stawiano równie dawno, to radykalną zmianę nastawienia wobec ciał „nienormalnych” wiążemy z powstaniem nowożytnego przyrodoznawstwa. Od tego momentu badanie organizmów obarczonych anomaliami zaowocowało już wielokrotnie istotnym postępem w całych dziedzinach wiedzy takich, jak medycyna, embriologia, czy w latach ostatnich – ewolucyjna biologia rozwoju.

W dość szczególnym i przenośnym sensie można jednocześnie stwierdzić, że historia spotkania człowieka z formami anomalnymi występującymi w naturze jest zarazem historią stopniowego przechodzenia „od irracjonalności do racjonalności” w ramach systemów kulturowych, w których nauki przyrodnicze odgrywają rolę istotną. Zmiany nastawienia wobec organizmów obarczonych wadami, zachodzące w obrębie systemów kulturowych, bylibyśmy skłonni zarazem odczytywać jako szczególnego rodzaju świadectwa postępującego samowyzwolenia w sensie Cassirerowskim podmiotów uczestniczących w owych systemach. Tę zmianę nastawienia – w poniższym cytacie odnoszącą się tylko do zachowań „nienormalnych” – ilustruje np. fragment następujący:

“The unfortunate separation of the «abnormal» from the «normal» in behavior studies will disappear, and the abnormal, pathological and criminal behavior reactions *will appear not as «disease»* but as socially (and individually) undesirable behavior reactions in given situations, and from this standpoint they will lend themselves more readily to study from the behavioristic standpoint” [podkreślenie nasze – ML, PL] (Thomas, Thomas, 1928, 572–573).

Celem naszego artykułu jest ukazanie – rzecz jasna, w zwięzłej formie – jak zmieniały się postawy, postrzeganie i interpretacje form anomalnych od zdziwienia i przerażenia aż po racjonalne odczytanie, które przyczyniło się do olbrzymiego postępu w nauce i wyjaśnieniu wielu elementów procesów rozwoju organizmów oraz ich ewolucji. Ze względu na ograniczoną objętość pracy ograniczymy się do przeglądu wybranych zagadnień. W związku z tym nie należy traktować tekstu niniejszego w żadnym przypadku jako wyczerpującego omówienia poruszanej problematyki.

Dla porządku odnotujmy w tym miejscu jeszcze, iż rzeczownik *τέρας* ma – zgodnie z *Słownikiem grecko-polskim* – trzy znaczenia. Po pierwsze, jest to *znak, cud, zjawisko cudowne, zadziwiające, niezwykle i/lub dziw*. W znaczeniu drugim – *zwierzę potworne, potwór, poczwara, dziwoląg, istota potworna, stwór osobliwy*. W znaczeniu najszerszym to *rzecz dziwna, zadziwiająca, osobliwa, cudowna, cudna* (Jurewicz, 2001, 390).<sup>1</sup> Tera-

<sup>1</sup> Dodajmy, iż słowo języka łacińskiego *monstrum* – zgodnie ze *Słownikiem łacińsko-polskim* – przekładamy następująco: (1) zjawisko niezwykle, uważane za wróżbę; (2) zjawisko dziwne, dziw, (1–1) (o żywych istotach pod względem wyglądu lub pod względem charakteru) potwór, (1–2) (o rzeczach) rzecz dziwna, rzecz osobliwa. Zob. (Plezia, 1998, 532).

tologia, zajmująca się wadami wrodzonymi, zawdzięcza swoją nazwę temu właśnie greckiemu słowu. Wypada przy tym zwrócić uwagę, iż każdą z owych trzech grup znaczeń można potraktować jako niezwykle trafną – aczkolwiek tylko hasłową – charakterystykę problematyki, którą omawiamy w niniejszym artykule.

## 2. PYTANIE O ANOMALNOŚĆ/PYTANIE O NORMALNOŚĆ

Willard van Orman Quine napisał o roli anomalii w dynamice nauki wprost: „Pomijając to, co niesamowite i ponadzmysłowe, napięcie między prawem i anomalią odgrywa istotną rolę w postępie nauki. Naukowiec robi wszystko, żeby natrafić na taki przypadek” (Quine, 1995, 16). Gdy o anomaliach pisał Tomas S. Kuhn, sformułował kilka pytań podstawowych. W *Strukturze rewolucji naukowych* czytamy:

„Uczony, który przerywa swoje badania, aby rozpatrywać każdą napotkaną anomalię, rzadko kiedy zdoła wykonać poważną pracę. Musimy zatem zapytać, co sprawia, że jakaś anomalia wydaje się warta szczegółowego badania? Na pytanie to nie da się zapewne odpowiedzieć w sposób ogólny” (Kuhn, 2001, 151).

I kilka stron dalej:

„W jaki sposób anomalia staje się czymś prawidłowym? W jaki sposób postępują uczeni, gdy zdają sobie sprawę z tego tylko, że coś jest zasadniczo nie w porządku, i gdy nie dysponują narzędziami, które nie pozwoliłyby im sobie z nimi poradzić? Pytania te wymagają dalszych badań i to nie tylko historycznych” (Kuhn, 2001, 157).

W tym miejscu należy wyraźnie podkreślić, iż opozycja *ciało „normalne”/ciało „nienormalne”* nie ma w żadnym przypadku charakteru absolutnego. Wraz z postępem badań nad okazami anomalnymi niewątpliwie będzie ona ulegała istotnym modyfikacjom. Badacze okazów anomalnych wielokrotnie dochodzili bowiem do wniosku, iż anomalie stanowią część zakresu zmienności określonej cechy. Granice między tym, co normalne i tym, co anomalne są płynne i nie zawsze łatwe do uchwycenia. By choć w skrócie przedstawić ten aspekt badań nad anomaliami, przejdziemy w części następnej do szkicowej prezentacji dziejów badań nad organizmami z wadami wrodzonymi.

### 3. CIAŁO ZDEFORMOWANE – U POCZĄTKÓW ZADZIWIENIA

Anomalie morfologiczne przykuwały uwagę od najdawniejszych czasów i zachowały się zapisy takich przypadków. Poważne wady wrodzone wzbudzały przede wszystkim zaniepokojenie, strach i zdziwienie oraz domagały się wyjaśnień. Brak rzetelnej wiedzy o rozwoju zwierząt i człowieka prowadził do wskazywania takich uzasadnień, które określane są współcześnie mianem wyjaśnień nieracjonalnych. Narodzenie dziecka z wadą wrodzoną było traktowane jako rodzaj znaku danego przez bogów. Na pochodzącej sprzed ponad czterech tysięcy lat glinianej tabliczce odkrytej w pobliżu rzeki Tygrys są wymienione 62 anomalie morfologiczne człowieka wraz z zestawieniem, które z nich zwiastują śmierć, zniszczenie czy głód (Blumberg, 2009, 18).

Na przykład dość obszerny fragment księgi czwartej dzieła Arystotelesa *O rodzeniu się zwierząt* zawiera rozważania związane z *potworami* i przyczynami ich powstawania (767b – 773a). Warto na marginesie odnotować, iż we fragmencie 771a występuje rzeczownik rodzaju żeńskiego πῆρωσις (*pērōsis*), który został przełożony jako *deformacja*. Wspomniany rzeczownik oznacza również ułomność, uszkodzenie oraz kalectwo. Ten ostatni termin bywa oddawany za pomocą rzeczownika rodzaju nijakiego πῆρωμα (*pērōma*). W trzeciej księdze *Zoologii* (fragment 507a) Arystoteles wspomina o czworonożnym zwierzęciu, u którego śledziona znajdowała się po stronie prawej ciała, a wątroba – po lewej. Fakt ów i jemu podobne zostają przez Stagirytę określone mianem *monstrualnych*.

Nas interesują głównie prace związane z formowaniem się nowożytnego przyrodoznawstwa. W 1573 roku Ambroise Paré (uznawany za prekursora nowoczesnej chirurgii) opublikował pracę znaną powszechnie pod tytułem *Des monstres et des prodiges*. Ponieważ skoncentrował się na wskazaniu przyczyn urodzeń z wadami, została ona uznana przez historyków za przełom w naukowej dyskusji o anomaliami. Paré wyróżnił 13 przyczyn anomalii. Obok tych, które zgodnie z dzisiejszymi standardami określilibyśmy mianem racjonalnych (przy czym niekoniecznie wskazanych trafnie) – jak dziedziczenie, małe rozmiary macicy czy uszkodzone nasienie – zostają wymienione w owym zestawieniu m.in. gniew Boży, podstępny złośliwych żebraków, demony i diabły (Blumberg, 2009, 23). Paré wyróżnił w swoim dziele *potwory* (fr. *monsters*) i *stworzenia zadziwiające* (fr. *prodiges*). *Potwory* to stworzenia, których istnienie wykracza poza i/lub narusza porządek natury (ang. *outside the course of Nature*) – np. dziecko urodzone z jedną ręką. Pies lub wąż, które miały być urodzone przez kobiety byłyby przykładami *stworzeń zadziwiających* (innymi słowy – *cudów*), czyli przypadków przeciwnych naturze (ang. *things completely against Nature*). Wspomniana książka – którą wypada w dużej mierze zaklasyfikować jako dzieło z zakresu teratologii fantastycznej – zawierała jednak zupełnie poprawne opisy różnych wad wrodzonych (Blumberg, 2009, 24–25).

Wkrótce stworzenia zadziwiająco zniknęły z publikowanych ksiąg a organizmy anomalne zaczęły być traktowane jako pomyłki, błędy czy defekty. Do zerwania z irracjonalną przeszłością przyczynił się w szczególności włoski uczony Fortunio Liceti (1577–1657). Można powiedzieć, iż w jego pracy opublikowanej w 1616 roku *De monstrorum caussis, natura et differentiis* nadprzyrodzoność została wyeliminowana. Liceti uważał, że wszelkie osobniki anomalne powstają na skutek problemów występujących w początkowych etapach rozwoju (Blumberg, 2009, 26).

Problematyką teratologiczną zajmował się, między innymi, Hieronimus Fabricius (wł. Girolamo Fabrici d'Acquapendente, 1537–1619), zwany ojcem embriologii. W połowie XVII wieku William Harvey (znany przede wszystkim jako autor pierwszego poprawnego opisu krążenia krwi) sformułował hipotezę podobną do Hipokratesowej, iż wady wrodzone mogą być wynikiem zahamowania rozwoju płodu na pewnym etapie (Barrow, 1977, 22). Do dalszego do rozwoju wiedzy na temat wad wrodzonych przyczynili się ginekolodzy i lekarze w XVII i XVIII wieku. Dokonała się wówczas ogromna zmiana w sposobie myślenia o wadach wrodzonych.

#### 4. POWSTANIE I ROZWÓJ TERATOLOGII

W XIX wieku Étienne Geoffroy Saint-Hilaire ufundował teratologię jako odrębną dziedzinę nauki i przyczynił się do rozwoju teratologii *eksperymentalnej*. Przez blisko 30 lat ten słynny biolog wykonywał doświadczenia z zarodkami kurzymi, badając, jaki wpływ na powstawanie anomalii mają różnorodne czynniki fizyczne. Swoje wyniki opisał w 1822 roku w dziele *Philosophie anatomique du monstrosities humaines*. Zamierzał sformułować klasyfikację form anomalnych, w podobny sposób, jak Linneusz sklasyfikował formy normalne. Geoffroy Saint-Hilaire dostrzegł, że rozwój i budowa form anomalnych są podporządkowane regułom identycznym z tymi, które regulują prawidłowy rozwój zwierząt. Ostatecznie to jego syn, Isidore, dokonał pierwszej klasyfikacji wad i wprowadził terminologię teratologiczną opartą o grekę. Nazewnictwo to jest w dużej mierze stosowane do dzisiaj. To właśnie praca Geoffroy Saint-Hilaire przeniosła badania form anomalnych daleko poza obszar fantazji i przesądów (Blumberg, 2009, 26–27).

Pod koniec XIX wieku teratologia ukształtowała się jako samodzielna dyscyplina naukowa. Spośród bardziej znanych prac wspomnijmy obszernie dzieło George'a M. Goulda i Waltera L. Pyle'a, poświęcone zjawiskom teratologicznym, pod tytułem *Anomalies and Curiosities of Medicine*, w którym autorzy zamieścili zdjęcia i dokładne ilustracje – dla współczesnego czytelnika są one być może szokujące (Blumberg, 2009, 27–29). W drugiej połowie XIX wieku ważne prace z zakresu teratologii eksperymentalnej wykonał Camille Dareste (1822–1899). Wywoływał on wady wrodzone

w zarodkach kurzych poprzez ogrzewanie, kołysanie, rażenie prądem itp. Co ważniejsze, z ogromną dokładnością opisywał tysiące płodów w różnych fazach rozwoju. Wśród ważnych nazwisk dla rozwoju embriologii i teratologii należy wymienić Hansa Spemanna (1869–1941), pierwszego embriologa, który otrzymał nagrodę Nobla (Carroll, 2005, 41).

## 5. NARODZINY EWOLUCYJNEJ BIOLOGII ROZWOJU (EVO-DEVO)

Pod koniec XX wieku anomalie nieoczekiwane stały się znowu niezwykle istotne dla nauki i miały swój wielki udział w powstaniu nowej, rewolucyjnej, interdyscyplinarnej dziedziny wiedzy – ewolucyjnej biologii rozwoju (evo-devo). Żeby pokazać jak do tego doszło, przypomnimy miejsce anomalii w teorii ewolucji Darwina.

Darwin i darwiniści przyjmowali tezę o ciągłości gatunku. Zgodnie z tym podejściem, obserwowana zmienność powstaje losowo, narasta i jest produkowana bez żadnych ograniczeń ze strony organizmu. A zatem siła napędzająca zmianę ewolucyjną, tj. dobór naturalny, jest zewnętrzna. Darwin rozważył i odrzucił rolę *potworów* w swoim ujęciu planu ewolucyjnego. Dla niego monstrualności to tylko nagle wypadki, które mogą pojawiać się, ale nie są to adaptacyjne zmienności wyprodukowane, rozprzestrzeniające się i następnie podtrzymane w odpowiedzi na warunki środowiska naturalnego (Blumberg, 2009, 30–35).

William Bateson (1861–1926), brytyjski biolog,<sup>2</sup> zajmował się w sposób szczególny badaniem zmienności w kontekście teorii ewolucji. Uważał on, że nie każda zmienność jest w jednakowym stopniu możliwa i że rozwojowe czynniki wewnętrzne organizmu ograniczają albo przechylają zakres form, które wytwarza natura. W swojej słynnej pracy *Materials for the Study of Variation, Treated with Especial Regard to Discontinuity in the Origin of Species* (1894) zamieścił ogromną galerię form anomalnych. Uważał, że anomalie mogą stać się podstawą dla zmiany ewolucyjnej. Anomalne, nieregularne i nietypowe zwierzęta ujawniają nieciągłość, reprezentując formy biologiczne nieskażone wymaganiami doboru naturalnego i umożliwiają dostęp do wewnętrznych reguł i mechanizmów rozwoju. Bateson udokumentował także w swojej książce fakt, że *potwory* nie są rzadkie. Nieciągły charakter *monsters* podważał zatem ciągłość, którą zakładał Darwin. Darwiniści, jak już wspomnieliśmy, nie mogli tolerować *monsters* (jako realizacji czy „wcieleń” nieciągłości), niezależnie od ich formy i pochodzenia. Koncepcja Batesona nie została zatem przyjęta przez darwinistów (Blumberg, 2009, 33–35).

<sup>2</sup> Dla porządku dodajmy, iż to on po raz pierwszy użył słowa *genetyka* na określenie badań nad dziedziczeniem.

Podobnie jak Bateson, wiele lat później Pere Albrech (1954–1998) w artykule *The Logic of Monsters* (1989, 21–57) zwrócił uwagę, że na rozwój mają wpływ zarówno złożone procesy genetyczne, jak i pozagenetyczne. Nie wytwarzają one nieograniczonej liczby form, ponieważ razem z nimi istnieją pewne reguły rozwoju, które ograniczają sferę możliwych wariacji i stawiają granicę procesowi adaptacji. Albrech sądził, że *potwory*, reprezentując czystą formę (brak funkcji adaptacyjnej), są idealnymi obiektami do badania owych wrodzonych reguł i wzorów.

A zatem – podobnie jak Bateson – Albrech odróżniał *zewnątrzną* siłę doboru naturalnego od *wewnętrznej* dynamiki rozwoju. Apelował przy tym o ponowne położenie nacisku na badanie form z perspektywy internalistycznej. Rozumiał potrzebę określenia, jak wszystkie komponenty systemu, genetyczne i pozagenetyczne, współpracują, by wyprodukować formy typowe i nowe. Zarówno myśl Batesona, jak i Albrecha powróciły w ewolucyjnej biologii rozwoju, a temat ograniczeń w wytwarzaniu form stał się jednym ze sztandarowych zagadnień podejmowanych w evo-devo (Albrech, 1989, 21–57; Blumberg, 2009, 40–44).

Anomalie zaczęto specjalnie produkować w laboratoriach manipulując komponentami genetycznymi. Okazało się też, iż te same komponenty genetyczne biorą udział w regulacji rozwoju tych samych części ciała u niespokrewnionych ze sobą blisko zwierząt – tak naprawdę u każdego organizmu zbadanego pod tym kątem.

Muszka owocowa *Drosophila melanogaster* szczególnie zasłużyła się w laboratorium od momentu, gdy genetyk Calvin Bridges uzyskał w 1915 roku pierwszego mutanta muszki, którego nazwał *bithorax*. U *Drosophila* z tą mutacją trzeci segment tułowia jest powieleniem segmentu drugiego, i w rezultacie otrzymujemy fenotyp z czterema skrzydłami. W laboratorium uzyskano więcej mutantów homeotycznych, czyli takich, u których prawidłowo rozwinięta część ciała rozwija się w nietypowym miejscu. Do szczególnie znanych należy mutant *Antennapedia*, u którego zamiast czułka rozwija się odnóże. Właśnie owe homeotyczne mutanty rozpoczęły rewolucyjne odkrycia w embriologii i genetyce rozwojowej oraz przyczyniły się do powstania ewolucyjnej biologii rozwoju (Carroll, 2005, 50–51; Minelli, 2009, 40–42).

Na przełomie lat 70. i 80. dwaj genetycy – Christiane Nüsslein-Volhard i Eric Wieschaus – przyczynili się szczególnie do zidentyfikowania wszystkich genów niezbędnych do „konstrukcji” larwy muszki owocowej (Carroll, 2005, 75–79). Wiele z tych genów ma swoje odpowiedniki u kręgowców i innych zwierząt. Wraz z Edem Lewisem otrzymali za swoje odkrycia nagrodę Nobla w 1995 roku. Najbardziej uderzającymi – i korzystnymi z punktu widzenia rozwoju nauki – cechami kolekcji mutantów było to, że miały wyraźne defekty w organizacji i wzorze embriona. Np. niektórym mutantom brakowało całych bloków segmentów, podczas gdy u innych – dokładnie

połowy segmentów. W jeszcze innej grupie mutantów była zakłócona bieżącość każdego segmentu. Nie stwierdzono przy tym żadnego przypadku, żeby rozwój po prostu się zatrzymał – niektóre działania uległy zaburzeniu, podczas gdy inne zachodziły normalnie.

Odkrycie, że ten sam zestaw genów kontroluje tworzenie się i wzór regionów ciała o podobnych funkcjach u owadów, kręgowców i innych zwierząt, wymusił całkowitą rewizję historii zwierząt, pochodzenia struktur i natury różnorodności. Biologowie porównawczy i ewolucyjni długo zakładali, że różne grupy zwierząt, oddzielone przez olbrzymie okresy czasu, były skonstruowane i wyewoluowały zupełnie inaczej.

W kontekście rozważań nad anomaliami ich interpretacją, nie sposób pominąć Richarda Goldschmidta (1878–1958). Ten amerykański biolog był znany głównie z wysunięcia swojej hipotezy *hopeful monsters*, czyli „obietujących potworów”, jako mechanizmu makroewolucji. Uważał on, że połączenie nieciągłości, które oddzielają gatunki, wymaga całkowicie nowych konstrukcji anatomicznych i że te konstrukcje mogą powstać za pomocą jednego kroku, makromutacji. A zatem według Goldschmidta, ewolucja zachodziłaby nie tylko na skutek kumulacji małych zmian (gradualizmu), lecz także skokowo (na drodze saltacjonizmu). Pomysł Goldschmidta został przez darwinistów odrzucony; jego koncepcję przedstawiano nawet w formie ironicznej i przerysowanej. Idei Goldschmidta bronił chyba jedynie Stephen Jay Gould (1977) wróżąc jej odrodzenie. I oto niespodziewanie hipoteza *obietujących potworów* została znów przypomniana i odżyła w kontekście nowych odkryć z zakresu evo-devo. Günther Theißen w swoim artykule z 2009 roku zatytułowanym *Saltational Evolution: Hopeful Monsters Are Here to Stay* przekonuje, iż używanie pojęcia *hopeful monster*, jak i pojęcia ewolucji skokowej jest w pełni uzasadnione w zakresie biologii<sup>3</sup> oraz że wyjaśnienie złożoności i różnorodności życia na Ziemi wymaga odwołania się do ewolucji zarazem stopniowej i skokowej (Theißen, 2009, 43).

„Obietujące potwory” są organizmami „obietującymi” w innym znaczeniu niż myślał Goldschmidt; dają nam one nadzieję na zrozumienie procesów rozwojowych. Przy takim podejściu są zatem jednocześnie, jak trafnie zauważył Carroll (2005, 48), *potworami pomocnymi* – *helpful monsters*.

Anomalie odegrały więc rolę fundamentalną w procesie kształtowania się ewolucyjnej biologii rozwoju. Carroll pisze:

“One of the most successful approaches to figuring out how animal forms develop correctly has been the study of dramatic monsters with the wrong numbers of parts, or parts in the wrong places. Some of these forms were man-made creations, some the products of accidents and injuries during gestation, and others the result of rare mutational events in nature. The insights

<sup>3</sup> W oryginale Theißen stosuje w tym miejscu pojęcie *valuable biological concepts*.



gained from study of these kinds of monsters have recently converged to reveal specific mechanisms underlying the assembly of all animal bodies and body parts” (Carroll, 2005, 38).

Oprócz doniosłych odkryć z zakresu genetycznych podstaw rozwoju, dzięki badaniom anomalii uzyskano niezwykle cenną wiedzę o czynnikach wpływających na przebieg rozwoju organizmów, w tym człowieka (Kalter, 2010). Okazy anomalne odgrywają często rolę wskaźnika skażenia środowiska, wsobności lub niestabilności rozwojowej organizmów. A zatem nie tylko zmieniła się postawa wobec anomalii – od ich niezrozumienia i irracjonalnych interpretacji po postawę racjonalną. Odegrały one także wielką rolę w rozwoju nauki, zwłaszcza medycyny i biologii. Stanowią przy tym nieustannie cenne źródło wiedzy i często stawiają nas wobec nowych pytań i problemów do rozwiązania.

## 6. EVO-DEVO I CHILOPODA

Nurt evo-devo ukonstytuował się w 1992 roku wraz z pierwszym wydaniem książki Briana K. Halla *Evolutionary Developmental Biology*. Jak wspomnieliśmy wyżej, jest to nowa interdyscyplinarna dziedzina badań w zakresie teorii ewolucyjnej lub – innymi słowy – nowa perspektywa badawcza w ramach biologii ewolucyjnej. Ujmuje ona zmianę ewolucyjną w sposób bardziej dynamiczny w stosunku do ujęcia tradycyjnego, tzn. nie jako zachodzącą w czasie zmianę genotypów i fenotypów, lecz raczej jako zachodzącą w czasie zmianę procesów rozwojowych. Interesującym obiektem dociekań podejmowanych w obrębie evo-devo dość szybko stała się gromada wijów – paręczniki (Chilopoda). Gatunek *Strigamia maritima* został wybrany gatunkiem modelowym w badaniach nad rozwojem i ewolucją segmentacji. Symbolicznym momentem oficjalnego wprowadzenia paręczników w obszar evo-devo było zamieszczenie zdjęcia *S. maritima* na okładce pierwszego numeru czasopisma *Evolution & Development* (1999), a później ponownie na okładce tego czasopisma w roku 2010 i 2014 (Leśniewska, 2014, 103).

Innym gatunkiem Chilopoda interesującym dla evo-devo okazał się w ostatnich latach *Haplophilus subterraneus* (Shaw, 1794) ze względu na anomalie morfologiczne występujące licznie u osobników tego gatunku (Leśniewska et al., 2009; Leśniewska, 2012; Fusco et al., 2015). Anomalie te okazały się intrygujące z kilku względów. Dotknięte nimi są wszystkie badane dotychczas populacje gatunku, pochodzące z całego zasięgu występowania *H. subterraneus*, niezależnie od tego, czy żyją w środowisku naturalnym czy synantropijnym (Leśniewska, 2012). Wśród anomalii spotyka się zarówno drobne defekty, jak i wady niezwykle poważne. Na szczególną uwagę za-

sługuje przy tym anomalia polegająca na wykształceniu okazu z parzystą liczbą segmentów z odnóżami. Jest ona tak niezwykle, ponieważ sądzono wcześniej (Minelli, Bortoletto, 1988), że powstanie okazu parecznika z parzystą liczbą segmentów tułowia jest niemożliwe ze względu na charakter systemu rozwojowego tej grupy zwierząt. Parecznik o tego typu morfologii zewnętrznej został określony jako *fenotyp zakazany*. Anomalie gatunku *H. subterraneus* przyczyniły się do poznania procesu rozwojowego u tej grupy zwierząt, a także wyjaśniły pewne zagadnienia dotyczące procesu i ewolucji segmentacji u stawonogów. Mimo podjętych badań nie udało się dotąd wyjaśnić przyczyn tak niezwyklej częstości zmian teratologicznych u *H. subterraneus* (Leśniewska et al., 2009; Leśniewska, 2012; Fusco et al., 2015).

## 7. UWAGI PODSUMOWUJĄCE

Okazy anomalne przyczyniały i przyczyniają się wciąż do sformułowania praw rządzących normalnym rozwojem organizmów. Należy podkreślić również okoliczność, że bez okazów anomalnych poznanie genów rozwojowych i ich działania byłoby po prostu niemożliwe. Wskazaliśmy powyżej, iż okazy owe odegrały fundamentalną rolę w ramach ewolucyjnej biologii rozwoju i stanowią jeden z zasadniczych czynników determinujących dynamiczny postęp w tym nurcie badań współczesnego przyrodoznawstwa.

Wypada również dodać, iż organizmy zdeformowane są inspiracją dla twórców sztuki i mitologii, kina, teatru, literatury oraz pop-kultury.

Jak trafnie zauważył Blumberg: „Anomalies are difficult to ignore; they matter for development and they matter for evolution; they reveal hidden capabilities and processes in individuals and groups, and in bodies and behaviours” (2009, 13). Mircea Eliade w *Traktacie o historii religii* pisał: „Gryfy i potwory stają zawsze na straży dróg do zbawienia, tzn. pełnią straż przed drzewem żywota lub innym podobnym symbolem” (Eliade 1993, 282).

Gdy zatem rozważamy dzieje spotkania nauki z organizmami anomalnymi i gdy mozolnie zaczynamy zdawać sobie powoli sprawę ze struktury dynamiki procesów rozwojowych i tworzymy scenariusze opisujące dynamikę form cielesności w perspektywie nauk biologicznych, to być może należałoby powiedzieć, iż u podstaw wiedzy również o naszej, człowieczej cielesności spotykamy właśnie organizmy anomalne. To one pełnią straż *pod drzewem żywota* – i jeśli wysiłki ich wyjaśnienia będą systematycznie kontynuowane, to owe organizmy poprowadzą nas dalej.

## BIBLIOGRAFIA

- P. Alberch, *The Logic of Monsters: Evidence for Internal Constraint in Development and Evolution*, Geobios, mémoire spécial 12, 1989, 21–57.
- S. T. Asma, *On Monsters. An Unnatural History of Our Worst Fears*, Oxford University Press, Oxford–New York 2009.
- M. A. Barrow, *Brief History of Teratology to the Early 20th Century*, w: *Problems of Birth Defects. From Hippocrates to Thalidomide and after*, T. V. N. Persaud (red.), Lancaster: St. Leonard's House 1977, 18–28.
- M. S. Blumberg, *Freaks of Nature and What They Tell Us about Development and Evolution*, Oxford University Press, Oxford–New York 2009.
- G. Canguilhem, *Potworność i to, co potworne*, przeł. D. Leszczyński, *Nowa Krytyka* 14, 2003, 223–236.
- S. B. Carroll, *Endless Forms Most Beautiful. The New Science of Evo Devo and the Making of the Animal Kingdom*, W. W. Norton & Company, New York–London 2005.
- M. Eliade, *Traktat o historii religii*, przeł. J. Wierusz-Kowalski, Wyd. Opus, Łódź 1993.
- M. Foucault, *Kim jest autor?*, przeł. M. P. Markowski, w: idem, *Powiedziane, Napisane. Szaleństwo i literatura*, Aletheia, Warszawa 1999, 199–219.
- G. Fusco, Leśniewska, M., Congiu, L., Bertorelle, G., *Population Genetic Structure of a Centipede Species with High Levels of Developmental Instability*, 2015, PLoS ONE 10 (6): e0126245. doi: 10.1371/journal.pone.0126245.
- S. J. Gould, *The Return of Hopeful Monsters*, *Natural History*, 86(6), 1977, 24–30.
- B. Hall, *Evolutionary Developmental Biology*, Kluwer, Dordrecht–Boston–London 1999.
- O. Jurewicz (opr.), *Słownik grecko-polski. A–Ω, t. 2*, Wyd. Szkolne PWN, Warszawa 1999.
- H. Kalter, *Teratology in the Twentieth Century Plus Ten*, Springer, Dordrecht–Heidelberg–London–New York 2010.
- T. S. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, przeł. H. Ostromecka, Aletheia, Warszawa 2001.
- M. Leśniewska, *Morphological anomalies in Haplophilus subterraneus (Shaw, 1794) – (Chilopoda: Geophilomorpha)*, *Kontekst*, Poznań 2012.
- \_\_\_\_\_. (2014). *Fenotyp zakazany. Segmentacja Chilopoda i evo-devo*, *Kontekst*, Poznań 2014.
- M. Leśniewska, Bonato, L., Minelli, A., Fusco, G., *Trunk Anomalies in the Centipede Stigmatogaster Subterranean Provide Insight into Late-Embryonic Segmentation*, *Arthropod Structure & Development*, 38, 2009, 417–426.
- A. Minelli, Bortoletto, S., *Myriapod Metamerism and Arthropod Segmentation*, *Biological Journal of the Linnean Society*, 33, 1988, 323–343.
- M. Plezia (red.), *Słownik łacińsko-polski*, t. III. I–O, PWN, Warszawa 1998.
- W. V. O. Quine, *Różności. Słownik prawie filozoficzny*, przeł. C. Cieśliński, Aletheia, Warszawa 1995.
- G. Theißen, *Saltational Evolution: Hopeful Monsters Are Here to Stay*, *Theory in Biosciences*, 128, 2009, 43–51.
- W. I. Thomas, Thomas, D. S., *The Child in America. Behavior Problems and Programs*, Alfred A. Knopf, New York 1928.

**“NON-NORMAL BODY.” ON THE ROLE OF ANOMALY  
IN THE DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL SCIENCES**

**ABSTRACT**

In recent years a number of anomalies in specimens of the species *Haplophilus subterraneus* (Shaw, 1789) in the class Chilopoda were discovered. This particular case of the deformed body provokes to reinterpretation of the history and evolution of cultural attitudes towards the body affected by malformations. In this paper we

present changes of perceptions, attitudes and interpretations of anomalous forms—from surprise or horror to an interpretation which results in a great progress in science and in explanations of many elements of developmental processes and evolution of organisms.

**Keywords:** anomaly, evolution, development, evo-devo.

#### O AUTORACH:

Małgorzata Leśniewska – dr hab., Zakład Zoologii Ogólnej, Instytut Biologii Środowiska UAM, ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań (afiliacja).

E-mail: malgorzata.lesniewska@amu.edu.pl

Piotr Leśniewski – dr hab., Zakład Logiki i Metodologii Nauk, Instytut Filozofii UAM, ul. Szamarzewskiego 89c, 60-568 Poznań (afiliacja).

E-mail: grus@amu.edu.pl