

## Stawonogi i kręgowce. Dwa różne przepisy na sukces.

Autor tekstu: **Krzysztof Pochwicki**

Biosfera Ziemi pozostaje jedyną znaną. Człowiek jest zresztą, o czym chyba zbyt łatwo zapomina, naturalnym elementem tej misternej, pradawnej sieci. Bezsprzecznie otacza nas kosmos istot, jednak jego bogactwo i niewiarygodną wręcz złożoność dopiero zaczęliśmy poznawać. [1]. Zdumiewające, lecz nawet nie wiadomo z iloma gatunkami dzielimy planetę (zresztą z definicją gatunku też są problemy...). Szacuje się, że biosfera obejmuje od 2 do ponad 5 mln gatunków. [2] Interpretując rzeczywistość mamy kłopotliwą skłonność do postrzegania wybitnie subiektywnego, ogląd nasz skażony jest nie tylko filozofią antropocentryzmu, lecz także swoistym „ssakocentryzmem”. Przywykliśmy uważać kręgowce za najwyższą ewolucyjnie formę życia na Ziemi, ale czy to stwierdzenie jest zasadne? Nawet po pobieżnym zaznajomieniu się z zagadnieniem można przyjąć, że Ziemia była i wciąż pozostaje planetą stawonogów (zwłaszcza owadów). W obliczu tego faktu nasza gatunkowa pycha, duma z owego *sapiens*, wydaje się ulotna, nikła, po prostu nie na miejscu. By uniknąć żmudnych analiz podam znaną nauce liczbę gatunków czterech gromad kręgowców [3]: płazy — od 4 tys. do 4700; gady — 6500 — 7800; ptaki — od 9 tys. do około 9200; ssaki — od 4500 do około 4630. [4] Okazuje się, że płazy i ssaki są taksonami porównywalnymi, a na lądzie triumfują ptaki. Od paleozoiku nieprzerwanie trwa, zaskakująca bogactwem przystosowań, radiacja stawonogów, ekspansja jest szczególnie wyraźna u chrząszczy. [5] Świat nigdy nie należał do kręgowców i raczej nigdy należeć nie będzie. Mimo, iż czas w którym żyjemy — kenozoik, precyzując holocen czwartorzędu — zwykło się określać jako erę ssaków, to sąd ten oparty jest na stereotypach, pozorach i antropocentryzmie. Jako gatunek ssaka należącego do grupy prymatów/naczelnych niestety nie możemy być obiektywni. „Era ssaków” brzmi ładnie, lecz uważam, że rzeczywistość lepiej oddaje zwrot „era chrząszczy”. Jeśli za kryterium przyjmujemy różnorodność gatunkową, wówczas taka jest prawda. Rząd chrząszczy obejmuje około 300 tys. gatunków współczesnych [6]; tymczasem wszystkich zwierząt posiadających kręgosłup jest w najlepszym razie ponad 54 tys. gatunków. Relacja jest oczywista. Przy kręgowcach nawet wije przedstawiają się godnie — zaliczamy do nich około 7,5 tys. gatunków krocionogów (in. dwuparce), oraz około 3,5 tys. gatunków pareczników (m.in. skolopendry, drewniak).

Stawonogi i kręgowce. Pierwsza jednostka w randze typu, druga zwyczajowo stanowi jeden z trzech podtypów w obrębie typu strunowce. [7] Różnice między tymi zwierzętami są oczywiste, dotyczą właściwie każdego aspektu morfologii, reprezentują one bowiem odmienne, funkcjonujące według niezależnie powstałych wzorców i rozwiązań linie rozwojowe życia. A jednak można wskazać niebywale istotną cechę wspólną tych organizmów, mianowicie **zarówno stawonogi jak i kręgowce zalicza się do organizmów celomatycznych** (*Celomata*), tj. posiadających wtórną jamę ciała — celomę. [8] Stawonogi stanowią wyższą grupę prągowców (in. pierwoustych; *Protostomia*). Prągęba zarodka w stadium tzw. gastruli przekształca się u nich w gębę osobnika dorosłego lub też gęba ostateczna powstaje na tym samym miejscu po zasklepieniu prągęby. Obok stawonogów do pierwoustych włącza się pierścienice, mięczaki i *Onychophora*. [9] Kręgowce natomiast to wtórnojębowce (in. wtórouste; *Deuterostomia*). W tym modelu rozwoju, w miejscu prągęby osobnik dorosły posiada odbył, gęba ostateczna formuje się później, niezależnie. Inni przedstawiciele wtóroustych to szkarłupnie i półstrunowce. Trudno w to uwierzyć lecz **szczyt rozwoju ssaki mają już za sobą**; największą różnorodność gromada ta osiągnęła w eocenie trzeciorzędu [10], od tamtych, odległych czasów liczba taksonów [11] ssaków dość równomiernie się zmniejsza. [12]

Najwyżej występującym (nie latającym) zwierzęciem lądowym jest stawonóg, konkretnie pająk *Salcitiidae*, kanibal spotykany na skałach Mount Everestu na wysokości 6600 m. n.p.m., powyżej linii wiecznego śniegu; półtora kilometra ponad granicą bytu najbardziej wytrwałych roślin... Stawonogi są najbogatszym pod względem liczby przedstawicieli typem zwierzęcym, w 1986 r. ilość należących doń gatunków szacowano na 1,5 miliona (łącznie wije, skorupiaki, pajęczaki i owady). Swoją drogą, aż dziw, że z takiego bogactwa człowiek udomowił zaledwie kilka gatunków, najbardziej znane to pszczoła miodna i jedwabnik morwowy. [13] Jakakolwiek próba porównania kręgowców ze stawonogami sprawia niezmiennie, że te pierwsze prezentują się raczej skromnie...

Kręgowce i stawonogi uwidaczniają jak różnie, często dziwnie, wręcz nieszyblonowo natura potrafi rozwiązywać zbliżone problemy wynikające z cech środowiska, czy oddziaływania

międzygatunkowego.

Nie sposób poruszyć w tej pracy wszystkich przystosowań, postaram się przedstawić te które uznałem za najistotniejsze. Zresztą jako autorowi przysługuje mi przywilej subiektywizmu.

Bezapelacyjnie stawonogi są mniejsze od przeważającej części zwierząt kręgowych i nie jest to bynajmniej wada, lecz kompromis osiągnięty w wyniku licznych prób ewolucji w przeszłości. Jako grupa archaiczna stawonogi znacznie wcześniej przeszły próbę wielkości, gigantomania kręgowców (powstawanie największych form) miała miejsce u schyłku mezozoiku oraz na przełomie trzeciorzędu i czwartorzędu. Niejako na pamiątkę mamy dziś — a nie w erze dinozaurów — najpotężniejsze zwierzę wszechczasów (płetwal błękitny) i największego drapieżcę (kaszalot zwany potwalem). Znamienne tylko, że są to akurat gatunki wtórnie przystosowane do środowiska wodnego. W toni można wykorzystać błogosławieństwa wynikające z prawa Archimedesesa, na lądzie wszystkie prawdziwe olbrzymy nie przetrwały próby czasu. Duże stawonogi przyroda „testowała” w paleozoiku. Wspomnę nie istniejące już wielkoraki [14], staroraki [15], w osadach karbońskich odkryto pozostałości po ważkopodobnych owadach o rozpiętości skrzydeł sięgającej 1,15 metra (na ogół przyjmuje się 70 cm, czyli rozmiary mewy!), a w poszyciu paprociowych lasów pokarmu szukały dwumetrowe krocionogi...

Współcześni

rekordziści:

- najdłuższy owad — patyczak singapurski, długość 27 cm (w spoczynku, z wyciągniętymi odnóżami 40 cm);
- rozpiętość skrzydeł — sówka brazylijska: 26 (27) cm, motyl atlas (*Coscinocera hercules*) do 35 cm;
- japoński krab głębinowy (*Macrocheira kaempfferi*) posiada szczypcę o rozpiętości, bagatela, 5 metrów; jest to możliwe, gdyż na znacznych głębokościach woda po prostu jest nieruchoma, najmniejszy jej ruch, falowanie połamało by skorupiakowi odnóża.

Dzięki jakim adaptacjom kręgowce mogą być tak duże? Przyczyna leży w odmienności szkieletów. Ciało stawonogów okrywa chitynowy oskórek/kutykula, tworzący sztywny szkielet zewnętrzny będący zarazem miejscem przyczepu mięśni. Zawiera lipidy, proteiny i przede wszystkim polisacharyd — chitynę. **Chityna** (ściśle: 2-amino-2-deoksy-D-glukan), chemiczny krewny celulozy, jest plastyczną, niezwykle twardą, odporną organiczną substancją azotową (stąd tak wiele roślin owadożernych pokrywających w ten sposób niedobory azotu). Niestety wraz ze wzrostem rozmiarów staje się ona krucha! By mógł dokonać się wzrost konieczne są regularne linienia (wymiany oskórka); jętka przechodzi ich w cyklu rozwojowym, aż 40. Kręgowce mają wewnętrzny szkielet osiowy (chrzęstny lub kostny) złożony z czaszki i kręgosłupa. Małe rozmiary stawonogów wynikają też ze specyfiki ich układu krwionośnego. Jest on otwarty, po raz pierwszy w dziejach życia pojawia się w nim serce. [16]

Dzięki tendencji do zmniejszania, stabilizacji liczby segmentów stawonogi osiągnęły większą odporność szkieletu i wydajność krążenia, cechy którym zawdzięczają swą niebywałą plastyczność ewolucyjną. Ciało kręgowców lądowych chronione jest rozmaicie. U płazów jest to naga skóra z licznymi gruczołami śluzowymi, jadowymi, u gadów zrogowaciały naskórek, nieprzepuszczalny dla wody i gazów, nie posiadający gruczołów zwilżających (zrzucany okresowo podobnie jak oskórek stawonogów, płatem u jaszczurek, w całości u węży) lub kostny pancerz. Pochodnymi (homologami) gadziej łuski są inne, zrogowaciałe twory naskórka - pióro ptaka, włos ssaka (sezonowa wymiana włosów nosi nazwę linienia). Jedynymi ssakami posiadającymi pancerze z łusek wykonanych z substancji rogowej są dwa rodzaje pangolinów- azjatyckie *Manis*, afrykańskie *Phataginus* — liczące 7 gatunków.

„Można powiedzieć, że ruchliwość jest podstawą powodzenia zwierzęcej ewolucji.” [17]

Inne przyczyny sukcesu stawonogów to odnóża (homologi parapodiów wieloszczetów), wielocłonowe, łączone ruchomo stawami; tymczasem kręgowce mają kończyny płetwiaste bądź palczaste. Odnóża działają jak układ dźwigniowy umożliwiający wykonywanie złożonych ruchów, nieskończenie szeroki wachlarz modyfikacji odnóży obserwowany u stawonogów wynika z ich specjalizacji funkcjonalnej. Z odnóży rozwinęły się więc skrzela (skrzelodyszna gromada skorupiaków, szturmem zdominowała środowiska wodne, niebywale liczne są widłonogi), swoiste płuca, różnorodne receptory i skomplikowane narządy gębowe (in. pyszczkowe), mianowicie filtrujące/muskoidalne, kłująco-ssące (pluskwiaki, muchówki, pchły i in.), kłujące parzyste (np. u larwy mrówkolwa), właściwe gryzące/ortopteroidalne u rybników itp., gryząco-liżące, liżące, ssące.

Domeną owadów niewątpliwie są lądy, na świecie spotykamy tylko jeden gatunek morskiego owada (w rejonie wysp Pacyfiku); jest to szary, długonogi pluskwiak (samica do 2 mm długości, samce mniejsze), żywiący się planktonem. I to koniec. Owady wykształciły bowiem system

oddychania poprzez tchawki, bardzo skuteczny i wydajny na lądzie, nie zdający jednak egzaminu w głębokiej wodzie. Składa się on z sieci tchawek/cewek, są to wpuklenia oskórka rozgałęziające się drzewkowato w całym ustroju. System otwiera się na zewnątrz przetchlinkami, zwykle posiadającymi zabezpieczenia przed przenikaniem ciał obcych oraz aparat zamykający (istotny u owadów bytujących w wodach słodkich). Funkcyjnie układ tchawkowy łączy cechy układów krwionośnego i oddechowego.

Od momentu wyjścia na ląd [18] problemem kręgowców było oddychanie tlenem atmosferycznym. Płazy dokonują wymiany gazowej głównie przez skórę co wiąże je ze środowiskami wilgotnymi. Wbrew utartym poglądom ich płuca pełnią raczej rolę swoistego „dopalacza” oddechowego, jeżeli płaz osiągnie rozmiary ciała stanowiące fizjologiczny kompromis w danym środowisku może...zrezygnować z płuc. Istnieją gatunki bezpłucne, pospolite w wilgotnych lasach tropikalnych; w Europie są to pieczarniki (sardyński i włoski), należące do salamander. [19] Nie bez przyczyny grupą, która osiągnęła swego czasu niebywały sukces (dając jednocześnie początek ssakom i ptakom), były gady. Zresztą mimo, iż tzw. era gadów (mezozoik) dawno przeminęła, czasy świetności tej gromady bynajmniej nie należą do przeszłości; po prostu jej przedstawiciele są teraz mniejsi... Trwa rozwój łuskoskórych (in. łuskonośne), czyli jaszczurek i, najmłodszych z gadów, węży. [20] Gady jako pierwsze zrezygnowały z oddychania skórniego dzięki gąbczastym płucom o dużej ilości oskrzeli, z widocznym trendem do podziału na pęcherzyki oraz klatce piersiowej funkcjonującej jako skuteczny mechanizm przewietrzający (płazy musiały łykać powietrze). Ssaki posiadają już asymetryczne (5 płatów) płuca o budowie organowej, złożone z pęcherzyków, pojawia się też potężny płaski mięsień — przepona (in. diafragma) - dzielący jamę ciała na część brzuszną i piersiową. [21] Ewolucyjnie przepona powstała z mięśni podskrzelowych i najdziwniejszą postać przyjęła u waleni. Jest tu głównie mięśniowa i leży skośnie na narządach jamy brzusznej, dzięki czemu płuca sięgają daleko ku tyłowi i, prócz oddechowych, mogą pełnić funkcje narządu hydrostatycznego.

Jednak zasadniczą trudność przy kolonizacji lądów przez kręgowce stanowiła kwestia podpory ciała i ruchu. Obecnie wszystkie kręgowce lądowe mają cztery kończyny, przypuszcza się, że ten plan konstrukcji mechanicznej ciała powstał już w paleozoiku.

„(...) wgłębienia na policzkach to wszystko, co nam pozostało ze szkieletu (...) rybich przodków. Porównanie zarodków różnych kręgowców wskazuje, że pierwsze stadia ich rozwoju są identyczne: wszystkie, z ludzkimi włącznie, mają dużą głowę, dwukomorowe serce, ogon i szczeliny skrzelowe. Te ostatnie przekształcają się u współczesnych ssaków w kanały słuchowe. Historia ewolucji naszych pięciopalczastych dłoni i stóp rozpoczęła się 370 milionów lat temu jako część historii (...) zwierząt lądowych, kiedy to w rozwoju kręgowców nastąpiło zadziwiające wydarzenie, mianowicie przemiana płetwy w odnóże. Wszystkie kręgowce, także człowiek, pochodzą od tych ryb o czterech płetwach w kształcie pagajów.” [22]

Cztery nogi okazały się rozwiązaniem idealnym dla zwierzęcia o szkielecie wewnętrznym. Główny nacisk skierowany jest do dołu, należało więc tak przekształcić kręgosłup i związane z nim mięśnie, by zapobiec opadaniu grzbietu, gdy zwierzę stoi. Potrzebne też były nowe mięśnie podtrzymujące głowę oraz mięśnie w rejonie brzucha chroniące go przed pęknięciem pod ciężarem narządów wewnętrznych. Ot, skutki rezygnacji z prawa wyporu i pozornej utraty wagi w wodzie... Reliktem wyzwań owych czasów jest latimeria, jedyna żyjąca ryba trzonopłetwa („nowożytny” okaz gatunku złowiono w 1938 r., przetrwał w wodach Kanału Mozambickiego w pobliżu Komorów). Intrygująca jest również kwestia pięciopalczastości kręgowców. Ryby trzonopłetwe miały po pięć, sześć, siedem, a nawet osiem palców. Przetrwało jednak tylko pięć z ich planu budowy. Tak naprawdę, nikt nie wie dlaczego... Ten plan ciała jest zakorzeniony bardzo głęboko w genetycznym dziedzictwie kręgowców.

Podczas, gdy kręgowce zdecydowały się na dwie pary kończyn (niektóre, jak węże, generalnie z nich zrezygnowały), owady zdecydowały się na trzy pary. Przodkowie insektów dysponowali pokaznym zbiorem odnóży, jednak redukcja okazała się rozwiązaniem trafnym. Zarazem sześć jest najmniejszą liczbą, która pozwala unieść ponad ziemię połowę nóg i nie przewrócić się (za: John M. Smith).

Korzyści z wodnego trybu życia na nowo odkryli przodkowie współczesnych waleni, którzy zgodnie z zasadami konwergencji upodobnili się do ryb. W oligocenie [23] walenie ostatecznie zróżnicowały się na szczepy fiszbinowców (pływacze, płetwale, wieloryby gładkoskóre) i zęboców (m.in. delfiny, narwał, morświn, kaszalot — łącznie około 40 gatunków), razem 78 gatunków (1990 r.). Nurkują do głębokości 1500 metrów, na czas nawet 75 minut.

U stawonogów wodnych produktem przemian metabolicznych jest amoniak, związek silnie toksyczny, lecz dobrze rozpuszczalny. Na lądzie triumfują **urykoelity** (m.in. owady, gady, ptaki) wydalające kwas moczowy, mało toksyczny, słabo rozpuszczalny (możliwa oszczędna gospodarka wodna w biotopach skrajnie suchych). Ssaki wraz z płazami zaliczamy do **ureotelitów**; tu usuwany jest mocznik; umożliwia on większe stężenie w moczu i jest mniej toksyczny od amoniaku - gromadzą go w płynach ustrojowych np. płazy pustynne. Wśród kręgowców grupą, której wyraźnie nie udało się podbić mórz i oceanów, są właśnie płazy. Mankamentem jest fakt nietolerowania przez ich organizmy soli, wszak nigdy nie piją pobierając niezbędną wodę przez skórę. Chlubnym wyjątkiem jest żaba *Rana cyanophlyctis*, gatunek azjatycki znoszący wodę o dużym stopniu zasolenia.

Ryby zapewniły sobie przewagę nad bezzuchwowcami dzięki następującym aromorfozom (zasadniczym zmianom ewolucyjnym): utracie ciężkiego pancerza, powstaniu szczęk i wiosłowatych płetw parzystych, przebudowie skrzelii z typu workowatego na łukowate (najlepiej jeśli posiadają jeszcze pokrywy, dzięki którym skrzelia omywane są również w czasie odpoczynku zwierzęcia; nie mają ich np. chrzęstnoszkieletowe rekiny), narządowi hydrostatycznemu w postaci pęcherza pławnego (i znów nie posiadają go chrzęstnoszkieletowe). Nie należy jednak przedstawiać rekinów, jak to się często czyni, jako ryb z defektami. Mimo faktycznych „niedociągnięć” zdołały wykształcić około 250 gatunków, o rozmiarach od 30 centymetrów (rekin karłowaty) do 16 metrów (rekin wielorybi), osiągnęły pozycje szczytowe w wielu morskich łańcuchach troficznych. Stawia się je za przykład łowcy doskonałego, perfekcja natury jest tu tak wielka — parametry opływowego ciała, konstrukcja szczęk i oczu, receptory czucia chemicznego, skład krwi, zęby będące w rzeczywistości łuskami plakoidalnymi — że od karbonu, na przestrzeni 300 milionów lat, ryby te morfologicznie właściwie się nie zmieniły.

Owady jako pierwsze organizmy rozwinęły zdolność lotu aktywnego [24], u kręgowców powtórzyły to wymarłe pterozaurowe [25], ptaki [26] oraz, jedyne wśród ssaków, nietoperze. [27] Obserwowany wśród płazów i gadów lot ślizgowy jest tylko kontrolowanym, mniej lub bardziej, spadaniem. Ciekawym wyjątkiem są ryby latające zwane ptaszorami, grupa obejmująca około 150 gatunków o długości ciała do 45 centymetrów (w tym rozbudowane płetwy piersiowe stanowią 2/3). Wykonują one skoki i „lēcąc” na wysokości do 10 metrów przebywają, przy silnym, sprzyjającym wietrze, dystans rzędu 400 metrów.}

Rozwiązaniem działającym tylko w wodzie są narządy elektryczne używane głównie do obrony, ale i ataku oraz orientacji (różnice potencjałów, zakłócenia pola bioelektrycznego). Posiadały je już sylurskie *Ostracodermi* (bezzszczękowce pancerne), przed 435-395 milionami lat. Największą mocą dysponują dziś: węgorz elektryczny (napięcie 300-600 V przy natężeniu poniżej 1 A) z dorzecza Amazonki i Orinoko, sum elektryczny (250 V) z rzek Afryki tropikalnej oraz drętwa (220 V) zamieszkująca oceany i morza pełnosłone. Gatunki wód śródlądowych wytwarzają większe napięcie z prozaicznej przyczyny — woda słodka jest gorszym przewodnikiem. **Ryby są też nie tylko jedynymi kręgowcami, ale i jedynymi zwierzętami, które weszły w symbiozę z organizmami prokariotycznymi.** Efektem tej relacji między tak skrajnymi organizmami jest około 250 gatunków ryb posiadających narządy świetlne, w których przechowują bakterie luminescencyjne; wiele stawonogów, np. krewetki głębinowe, świetliki, osiągnęły podobny rezultat lecz nieco inną drogą.

Przyroda stosuje dwa podstawowe rozwiązania narządu wzroku — **oko złożone** (domena stawonogów) i **soczewkowe** (np. kręgowce). Świat postrzegany przez stawonoga prezentuje się zupełnie inaczej, np. pszczoły nie dość, że widzą w ultrafiolecie (UV) to jeszcze, w pochmurne dni, mogą orientować się według Słońca, ponieważ są wrażliwe na polaryzację światła. Modliszki, dzięki m.in. wyjątkowej u owadów zdolności do obracania głowy względem tułowia, spoglądają na potencjalną ofiarę przestrzennie. Oko ważki tworzy 30 tysięcy oczu prostych, analizą bodźców wzrokowych zajmuje się 80 procent obszaru mózgu. Obracając głowę nawet o 180 stopni, ów zdumiewający owad postrzega świat z prędkością 100 obrazów/sek. (człowiek odp. 24). [28] Niezwykle są oczy morskich skorupiaków — rawek (rząd ustonogich, *Stomatopoda*). Pośrodku oka mają lekkie przewężenie z inaczej ustawionymi ommatidiami (rak rzeczny posiada ich 20 tysięcy w oku). Są one skierowane nie prostopadle względem gałki, lecz rozbieżnie, na te same pola widzenia (szerokość kątowna do 30 stopni), stąd każde oko (nawet osobno!) widzi stereoskopowo.

	<b>TYPY CZOPKÓW</b> (receptory wrażliwe na barwy)
<b>CZŁOWIEK</b>	3 (czerwień, zieleń, błękit)
RAWKA (morski skorupiak)	10 (m.in. także UV)

Zarówno w wodzie jak i na lądzie przyroda prezentuje całą gamę technik rozmnażania. Kręgowce w przeciwieństwie do stawonogów przechodzą zazwyczaj rozwój prosty (wyj. płazy i kręglouste), czyli nie posiadają form larwalnych. U form rozdzielnopłciowych problemem jest znalezienie partnera. Stawonogi lądowe odnajdują się np. dzięki feromonom — samiec jedwabnika lokalizuje samicę z odległości 11 kilometrów ponieważ jest wrażliwy wyłącznie na jeden zapach: feromon płciowy o nazwie bombykol. Szereg gatunków (tu prym wiodą ptaki) opracował skomplikowane wzorce zachowań, wabiki seksualne (szata godowa samca, pieśni itp.). W wodzie często zamiast poszukiwać co jakiś czas „drugiej połówki” lepiej jest trzymać się raz znalezionej partnera, np. samce matronicy Holboella (*Ceratis holboelli*) pasożytują na samicy redukując znacznie wszystkie narządy prócz układu rozrodczego. On jest tu zwykle 10-70 razy mniejszy i milion razy lżejszy od swej karmicielki (nie przekracza 10 cm długości). U ryb powszechne jest obojnactwo (hermafrodytyzm); *Serranellus subligarius*, ryba koralowa (spotykana m.in. w łańcuchu Key u wybrzeży Florydy) potrafi zmienić płeć dosłownie w ciągu sekund; ten sam osobnik może przystąpić do tarła dwukrotnie, raz jako samiec, raz jako samica. W przypadku braku partnera składa ikrę i zapładnia ją własnym nasieniem!

**Protogynia** jest to proces zmiany płci jednego i tego samego zwierzęcia w ciągu jego życia; np. duży strzępiel granik itajara (*Epinephelus itajara*) dojrzewając jest samcem, w wieku lat 5-10 przeistacza się w samicę. U zwierząt występuje też partenogeneza (kłania się wiecznie młoda *Seksmisja* z 1983 r.), modelowym przykładem są tu mszyce, lecz stosują ją także m.in. chrząszcze (np. opuchlak z ryjkowcowatych), płazy.

**Neotenia** (osiągnięcie dojrzałości w stanie larwalnym) jest częsta u płazów — w ten sposób rozmnażają się np. niektóre populacje traszki górskiej bośniackiej (*T.a. reiseri*) z Czarnogóry, aczkolwiek na ogół wymienia się dwa gatunki: odmieńca jaskiniowego (*Proteus anguinus*) — 50 stanowisk na terenie byłej Jugosławii, jedno izolowane we Włoszech — i aksolotla (neoteniczna forma *Ambystoma mexicanum*, pełne przeobrażenie w warunkach sztucznych następuje po podaniu hormonu tyroksyny).

W realiach środowisk lądowych trzeba było zrezygnować z zapłodnienia zewnętrznego (przetrwało jedynie u płazów) [29], powstały rozmaite struktury służące dostarczeniu nasienia samca do narządów rozrodczych samicy — zapłodnienie wewnętrzne. U stawonogów są to pokładelka i inne twory, gady (prócz hatterii, in. tuatary) wykształciły z grzbietowej ściany kloaki penisa. Gady są więc pierwszymi przedstawicielami nowej, prężnej grupy kręgowców — **owodniowców**, inicjując uniezależnienie rozwoju od środowiska wodnego. U samic owodniowców moczowody pierwotne zanikają, u samców zaś przejmują funkcje nasieniowodów. Gady i ptaki (a także owady) składają jaja wielożółtkowe (in. polilecytalne), okryte skórzastą, pergaminową błoną, często przesyconą związkami wapnia. Niemożliwa jest więc wymiana materii między zarodkiem, a jego otoczeniem (konieczność gromadzenia metabolitów) oraz oddychanie tlenem rozpuszczonym w wodzie. Wśród ssaków jako jedyne jajorodne są reliktywne stekowce, gdzie zapłodnione jajo otaczane jest skorupką w macicy i znoszone po dwóch tygodniach. Do rzędu tego należą zaledwie trzy żyjące gatunki, endemity z Australii i Nowej Gwinei, czyli dziobak, prakolczatka (zagrożona), kolczatka. U torbaczy skorupka nie powstaje stąd młode rodzi się w stadium embrionu i kontynuuje rozwój w torbie będącej niejako zewnętrzną macicą, przysane do sutków gruczołów mlecznych. Opos wirginijski (przedstawiciel dydelfów amerykańskich *Didelphidae*) może mieć jednorazowo, aż 22 młode posiadając tylko 10 sutków; przeżywają wyłącznie te, które do nich dotrą.

Główną tendencją w ewolucji łożyskowców było wydłużenie okresu ciąży, tym samym

osiągnięcie przez płód większej dojrzałości (wada — zazwyczaj mniej młodych w miocie). U wyższych owodniowców opieka nad potomstwem staje się przeważającą normą, podczas, gdy u stawonogów jest raczej rzadkością. [30]

Sukces stawonogów, szczególnie owadów, kojarzy się powszechnie z rozwojem roślin kwiatowych. Tymczasem w 1996 r. znaleziono na szczątkach skamieniałej paproci drzewiastej sprzed 302 milionów lat mięsiste wyrośla przypominające współczesne galasy (zgrubienia wytwarzane przez roślinę w reakcji na ingerencję pewnych roślinożernych insektów). Odkrycie jest dyskusyjne sugeruje bowiem, że relacje roślina-owad zaistniały o wiele wcześniej niż się przyjmuje („tylko” jakieś 200 mln lat...) i miały początkowo charakter antagonistyczny, dopiero później natura wprowadziła owadopylność. Intryguje fakt, że na 291 rodzin współczesnych okrytozalążkowych, aż 112 (38,5 procent), w tym prawie wszystkie kwiatowe Australii, korzysta z usług ptaków (około 700 gatunków żywi się niemal wyłącznie nektarem, blisko 100 następnymi płatkami kwiatów). Realna jest więc możliwość, że pierwotnie rozwój kwiatów wiązał się nie z owadami, lecz ptakami (ptakopylność), istnieje wówczas także zbieżność czasowa (Aves zaistniała dobre dopiero w kredzie, 140-65 milionów lat temu).

Prawdziwym wynalazkiem wyższych kręgowców (ptaki, ssaki) jest **endotermia** (dawniej ciepłokrwistość, stałocieplność). [31] Wytwarzanie energii w wyniku reakcji wewnątrzustrojowych, a nie czerpanie jej z otoczenia sprawiło, że zwierzęta te mogły zająć nisze niedostępne dla stawonogów i ektotermicznych płazów, gadów. Mankamentem jest w tym przypadku wysoki poziom przemiany materii, co wymusza większe zapotrzebowanie na pokarm, mniejszą odporność na głód. Niektóre radzą sobie z okresowym brakiem pokarmu wprowadzając się w stan życia utajonego, anabiozy, znany jako hibernacja. U pewnych gryzoni (np. suseł pustynny) występuje estywacja, sen letni. Jedynym hibernującym ptakiem jest lelek zimodrzew odkryty w USA dopiero w 1946 r.; śpiąc ukrywa się tak skutecznie, że do roku 1996 znaleziono zaledwie dwa oszronione okazy. Anabioza jest pospolitym rozwiązaniem u owadów (tzw. diapauza), które bez szkody znoszą spadki temperatur poniżej 0°C. Diapauza zimowa ma miejsce np. u stonki ziemniaczanej, gdzie imago zimuje w glebie na głębokości około 50 centymetrów, a wychodzi gdy jej temperatura przez szereg kolejnych dni nie spada poniżej +15°C. Ze względu na stosunek masy do powierzchni — przy wzroście długości ciała powierzchnia wzrasta w drugiej potęgze, a objętość w trzeciej — im mniejszy jest organizm endotermiczny, tym więcej ciepła wypromieniowuje poprzez skórę, innymi słowy tym większy jest poziom metabolizmu, a krótsze życie. Ryjówka (długość 4-5 cm, masa 2 g) odznacza się tętnem wysokości 1000-1200, zawartością erytrocytów we krwi cztery razy większą niż u człowieka, a nocą zjeść musi blisko 4 gramy (!) pokarmu, gdyż podczas dziennego snu traci każdorazowo 20 procent masy. Gdyby pętał odżywiać się według proporcji ryjówki musiałby zjadać dziennie około 405 ton pokarmu, tymczasem mniejszy fiszbinowiec, wal grenlandzki/szary zadowala się porcją 4 ton kryla, zimą korzystając z rezerw tłuszczu. W przeliczeniu na jednostkę masy ciała tygrys ma dobowe zapotrzebowanie na mięso odpowiadające w przybliżeniu wymaganiom kury...

Zakończę poruszając kwestię porozumiewania się dźwiękiem. Woda jest lepszym przewodnikiem drgań (5 razy przerasta wskaźniki powietrza), na lądzie osiągnięcie pożądanego efektu wymaga sporych nakładów organizmu i specjalnych, wydajnych rozwiązań konstrukcyjnych (rezonatory skórne żab, norki owadów, wole ptaków itp.). Największym krzykaczem jest niewątpliwie wyjec (Ameryka Południowa i Środkowa). Samce wyposażone są w krtań o wyjątkowej strukturze, ich okrzyki słyszalne są z odległości 15 kilometrów!

Pracę o tak szerokiej tematyce można właściwie ciągnąć w nieskończoność, wystarczy pielęgnować w sobie ciekawość świata, pokorę oraz dociekliwość. Obie grupy, stawonogi i kręgowce, dostarczają interesujących przykładów przystosowań, a ich mnogość potwierdza tylko niewyczerpalny zasób pomysłów tajemniczego wynalazcy i projektanta życia — ewolucji.

### Ważniejsze materiały źródłowe:

1. Dogiel W. A., *Zoologia bezkręgowców*, PWRiL, wyd. IV, Warszawa 1986.
2. Gould J. S., *Dzieje życia na Ziemi*, Świat Książki, Warszawa 1998.
3. Razowski J., *Słownik entomologiczny*, PWN, Warszawa 1987.
4. P. Picq, J.P. Digard, B. Cyrułnik, K.L. Matignon, *Najpiękniejsza historia zwierząt*, Wydawnictwo Cyklady, Warszawa 2002.
5. Praca zbiorowa, *Encyklopedia zwierząt — ssaki*, red. oryginału Pressley A., Agencja ELIPSA, Warszawa 1991.
6. Praca pod red. Jura Cz., Krzanowska H., *Leksykon biologiczny*, WP, Warszawa

1992.

7. Praca zbiorowa, *Encyklopedia zwierząt — gady i płazy*, red. oryginału Pressley A., Agencja ELIPSA, Warszawa 1993.
  8. Praca pod red. Otałęga Z., *Encyklopedia biologiczna*, Agencja Publicystyczno-Wydawnicza Opres, (dane z tomów wydanych w latach 1998-2000).
  9. Multimedialne roczniki „Wiedzy i Życia” z lat 1996-1997.
  10. "Encyklopedia multimedialna PWN" — edycja 1999.
- 

Przypisy:

[ 1 ] Chociaż zaskakuje nieco, że nadal właściwie nie istnieje ekologia grzybów i *Prokaryota* (organizmy beźjadrzaste)... Liczba gatunków grzybów występująca na całym świecie nie jest dokładnie znana. Do niedawna oceniano ją na 80 - 199 tys.; obecnie uważa się, że jest ich około 250 - 300 tys. gatunków.

[ 2 ] Niektóre środowiska naukowe prezentują pogląd, że na świecie funkcjonuje około 50 mln gatunków czyli, że gatunki dotychczas opisane stanowią tylko 5 procent organizmów żyjących.

[ 3 ] Świadomie pominąłem związane z hydrosferą ryby oraz mało znane kręglouste (in. smoczkouste) *Cyclostomata*. Szacunkowa liczba: kręglouste (24 gatunki minogów, 18 gatunków śluzic), ryby (do roku 1999 opisano 24 534 gatunki; ocenia się, że ich rzeczywista liczba wynosi 28 tys.)

[ 4 ] [za:] praca zbiorowa, *Encyklopedia biologiczna. Wszystkie dziedziny nauk przyrodniczych*, Kraków (dane z tomów wydanych w latach 1998-2000); [Ochrona dzikich gatunków i ich siedlisk](#)

[ 5 ] Znane od permu, długość ciała 0,3-150 mm.

[ 6 ] Tyle opisano gatunków współczesnych (dane na rok 1987). Nie wiemy, ile gatunków pozostaje nieznanymi nauce.

[ 7 ] Pozostałe podtypy strunowców to beczaszkiowce (np. lancetnik) i osłonice.

[ 8 ] W przeciwieństwie do jamy pierwotnej (spotykana u tzw. obleńców oraz kolcogłowów) celoma posiada własny nabłonek powstający w rozwoju zarodkowym z trzeciego listka zarodkowego - mezodermy.

[ 9 ] Nieliczna grupa - około 70 gat. (dane z 1986 r.) - robakowatych, segmentowanych organizmów lądowych; do niedawna mylnie traktowane jako ogniwo pośrednie między pierścienicami, a wijami.

[ 10 ] Od około 55 do około 38 mln lat temu.

[ 11 ] Jednostka systematyczna, tzn. konkretna kategoria w systematyce organizmów (np. gatunek, rząd, gromada), o ustalonej hierarchii.

[ 12 ] Od eocenu wymarło jedenaście rzędów ssaków, z tego tylko trzy w plejstocenie. Jedynym dzisiejszym rzędem, nie znanym z eocenu, są *Hyracoidea* - góralki. Prawdopodobne jest jednak, że po prostu nie odkryto jeszcze eoceńskich skamielin tych zwierząt.

[ 13 ] Gąsienica wytwarza kokon, który dostarcza od 800 do 1700 metrów cennej nici. Motyl ten hodowany jest w Chinach i na Półwyspie Indyjskim od około 6 tys. lat p.n.e. (źródła podają też, że nastąpiło to 4500 lat temu). Hodowlę jedwabników - także w Chinach - bardzo wcześnie połączono z hodowlą karpi, które karmiono pozostałościami larw. Już 2 tys. lat p.n.e. Chińczycy opanowali nawet sztuczny wylęg rybiej ikry. Obecnie jedwabnik morwowy nie występuje w stanie dzikim - w Europie podejmowane są próby aklimatyzacji 3 gatunków pokrewnych, tzw. jedwabników dębowych. Jeśli potraktować kwestię udomowienia (domestykacji) wnikliwie, wówczas okaże się, że nawet pszczoła jest "niezupełnie" udomowiona, tym samym **prócz jedwabnika człowiek tak naprawdę nie udomowił żadnego innego gatunku owada (sic!)**.

[ 14 ] Około 200 opisanych gatunków (1976 r.); do 180 cm długości.

[ 15 ] Do 2 metrów długości; dzisiejsze relikty tej grupy to skrzyplące zwane też ostrogonami, mieczogonami.

[ 16 ] Schemat obiegu krwi stawonogów:

- hemolimfa (funkcyjny odpowiednik krwi kręgowców) wypływa z serca do aorty i tętnic;

- hemolimfa wylewa się do jamy ciała, gdzie obmywa narządy;

- poprzez aortę i tętnice powraca do serca.

[ 17 ] P. Picq, J.P. Digard, B. Cyrulnik, K.L. Matignon, *Najpiękniejsza historia zwierząt*, Warszawa 2002, s.16.

[ 18 ] W późnym dewonie, 395-345 mln lat temu, przypuszczalnie kolonizację rozpoczęli przedstawiciele ryb trzonopłetwych.

[ 19 ] Biotop jaskiń jest stabilny termicznie i cechuje go wysoka wilgotność. Zwierzę ma niski poziom metabolizmu (tym samym nieduże potrzeby tlenowe), wymiana gazowa odbywa się bez przeszkód przez skórę.

[ 20 ] Bogactwo gatunkowe gadów jest współcześnie znacznie większe niż ssaków, w dodatku jeżeli przyjmujemy, że ptaki to w rzeczywistości opierzone gady wówczas sukces tych kręgowców jest bezsporny.

[ 21 ] Stąd też bywa nazywany przegrodą piersiowo-brzuszną.

[ 22 ] P. Picq, J.P. Digard, B. Cyrulnik, K.L. Matignon, op. cit., s.27.

[ 23 ] 37-22,5 mln lat temu.

[ 24 ] Pochodzenie owadzich skrzydeł jest zwykle pomijane. Rzadko spotykane wyjaśnienia wydają mi się nazbyt uproszczone i optymistyczne; przykładowy cytat: "To (...) rezultat równie prostych, jak niezwykłych genetycznych przemian. Mutacja może przekształcić czułki w odnóża. To samo się działo ze skrzydłami owadów i członkami kręgowców lądowych. Zmutowany gen pozwolił przeistoczyć cztery skrzydełka motyla w dwa skrzydełka muchy". [w:] P. Picq, J.P. Digard, B. Cyrulnik, K.L. Matignon, op. cit., s.30. Historia owadziego lotu wciąż skrywa wiele tajemnic, np. w 2004 r. odkryto bursztyny dominikańskie z inkluzjami motyli świadczące o tym, że owady te mogły fruwać już przeszło 65 mln lat temu.

[ 25 ] Wśród nich znajdowały się spektakularne, największe zwierzęta latające w dziejach życia ziemskiego. *Quezalcoatlus* (Kecalkoatl) miał przeszło 15-metrowej rozpiętości skrzydła, przy czym ważył od 15 do 45,8 kg masy (możliwe, że nawet 200 kg)

[ 26 ] Posiadają m.in. kości pneumatyczne lub spneumatyzowane, worki powietrzne, oddychanie dwufazowe zwiększające wydajnie zużycie tlenu podczas lotu, pióra będące płaszczyzną nośną, kończyny przednie przekształcone w skrzydła, grzebień na mostku do którego uciepione są mięśnie skrzydeł.

[ 27 ] I odniosły olbrzymi sukces ewolucyjny! Po gryzoniach jest to najliczniejszy rząd ssaków - około 970 gatunków, w Polsce stwierdzono 25. Co czwarty gatunek ssaka w Polsce jest nietoperzem.

[ 28 ] W kinie ważka postrzegając odrębne klatki na taśmie celuloidowej, zamiast filmu widziałaby monotonną serię slajdów.

[ 29 ] Chociaż niekiedy samce potrafią wysuwać część kloaki, in. steku, i stykać ją z kloaką samicy; kloaka jest dużą komorą do której uchodzą przewody płciowe, moczowe i samo jelito.

[ 30 ] W Polsce troskę o młode wykazuje samica skorka pospolitego (*Forficula auricularia*); przez 5-6 tygodni dba o jaja, potem larwy zostają przy niej do drugiego linienia, matka chroni je nawet po wyjściu z norki na powierzchnię. Inne pozytywne, rodzime przykłady to zieminki (pareczniki), murarka leśna (*Osmia bucola*). Wyszukuje ona pustą muszlę ślimaka, napełnia ją pyłkiem i nektarem, buduje ścianki z przeżutych liści, a po złożeniu jaj maskuje całość igłami, źdźbłami.

[ 31 ] Stałocielność niektórych mezozoicznych gadów pozostaje kwestią dyskusyjną.



**Krzysztof Pochwicki**

Nauczyciel, publikował w piśmie "Gameranking", obecnie współpracuje z miesięcznikiem "21. Wiek".

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 07-09-2009)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,6770) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,6770>)

Contents Copyright © 2000-2009 Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2009 Michał Przech

Autorem portalu Racjonalista.pl jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.  
Właścicielami portalu są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

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

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

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

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

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

Wszelkie pytania prosimy kierować do [redakcja@racjonalista.pl](mailto:redakcja@racjonalista.pl)