

## Plan budowy morfologicznej i anatomicznej bezkręgowców

Na świecie opisanych zostało ponad 1,3 mln gatunków zwierząt (większość z tej liczby stanowią bezkręgowce *Invertebrata*). Rzeczywistą liczbę gatunków szacuje się wg różnych danych na kilka, kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt milionów. Wielkość ciała zwierząt bezkręgowych waha się od kilkudziesięciu mikrometrów (np. 50  $\mu\text{m}$ , niektóre brzuchorzęski – *Gastrotricha*) do kilkunastu metrów (głowonóg *Architeuthis*), a nawet kilkadziesięciu metrów (wstężniaki).

### Symetria w budowie zwierząt

Najogólniejszą cechą budowy zwierząt jest rodzaj symetrii. Do jej opisanego używa się dwóch podstawowych terminów: płaszczyna symetrii i oś symetrii.

Organizmami wykazującymi **brak jakiegokolwiek symetrii** są niektóre pierwotniaki (Protista) (np. ameba) oraz większa część gąbek (Porifera) i płaskowce (Placozoa), zwierzęta takie nazywamy **bezosiowymi**. Formy kuliste, zwykle planktonowe (swobodnie unoszące się w toni wodnej), mają nieskończoną liczbę płaszczyzn i osi symetrii, takie organizmy nazwane są **formami równoosiowymi**. Gdy zwierzę jest wydłużone, a oba jego końce spełniają różne funkcje, wyróżnia się dwa bieguny ciała: **oralny (wegetatywny)** i **aboralny (animalny)**. Wtedy występuje tylko jedna oś symetrii oraz pewna liczba płaszczyzn symetrii, przechodzących przez tę oś. Takie formy nazywane są **różnobiegunowymi jednoosiowymi**. Liniją łączącą dwa bieguny ciała nazywa się główną (pierwotną) osią ciała. Zwierzęta różnobiegunowe jednoosiowe wykazują trzy typy symetrii.

**Zwierzęta o symetrii promienistej (Radiata)**. Ten typ symetrii wykazują parzydełkowce (Cnidaria). Główna oś ciała jest równocześnie w ciągu całego życia osią symetrii. W różnych przypadkach symetrii promienistej przez oś symetrii przechodzi różna ilość płaszczyzn symetrii. W zależności od tego, ile płaszczyzn symetrii można przeprowadzić przez organizm, określić można jej rodzaj. Istnieją zwierzęta o symetrii czteropromiennej (których ciało podzielić można na 4 ćwiartki (cyklomery) np. meduzy), sześciopromiennej (korale sześciopromienne Hexacoralia) lub ośmiopromiennej (korale ośmiopromienne Octocorallia).

**Zwierzęta o symetrii dwupromienistej (Biradiata)**. Typ symetrii spotykany u żebroplawów (Ctenophora). Przez ciało można poprowadzić dwie płaszczyzny symetrii: jedną wyznaczoną przez ramiona i drugą do niej prostopadłą. Niektóre struktury ciała (pasma płytek rzęskowych, gonady) rozmieszczone są promieniście wokół głównej osi ciała, co wskazuje na wyraźne cechy symetrii promienistej.

**Zwierzęta o symetrii dwubocznej (Bilateria)**. Pierwotnym typem symetrii pozostałych zwierząt poza wymienionymi powyżej typami, jest symetria dwuboczna. Zwierzęta takie mają jedną płaszczyznę symetrii dzielącą ciało na dwie części (antymery) podobne do siebie. Wszystkie odstępstwa tego planu budowy, jak na przykład asymetria ślimaków lub symetria promienista szkarłupni, powstały wtórnie, jako adaptacja do warunków życia.

### **Bruzdowanie i gastrulacja**

Podstawą podziału świata zwierząt, poza aspektem architektonicznym, jest również rozwój embrionalny i związane z nim powstawanie form o zróżnicowanej budowie wewnętrznej i odmiennym położeniu otworu gębowego i odbytowego.

Po zapłodnieniu jajo zaczyna okres rozwoju zarodkowego nazywany **bruzdowaniem**. Za początek bruzdowania uważa się pojawienie się pierwszego podziału mitotycznego, w wyniku którego powstają dwie komórki potomne (stadium 2 **blastomerów**), a za koniec tego procesu powstanie wielokomórkowego tworu - **blastuli**, w którym zwykle pomiędzy komórkami pojawia się szczelinowata jama – **pierwotna jama ciała, blastocel**. Kolejnym etapem rozwoju jest **gastrulacja**, podczas której, powstają tzw. listki zarodkowe, z których różnicują się tkanki i narządy. W pierwszej fazie gastrulacji, komórki zarodka różnicują się na dwie warstwy: zewnętrzną (**ektodermę**) i wewnętrzną (**endodermę**). Zwierzęta, które zatrzymują się na tym etapie rozwoju nazywane są **dwuwarstwowcami (Diblastica)** – zalicza się do nich parzydełkowce (Cnidaria) i żebroplawy (Ctenophora). W okresie różnicowania się ścian ciała na ekto- i endodermę, pierwotna jama ciała (blastocel) zostaje zacieśniona do niewielkich szczelin lub zredukowana. W drugiej fazie gastrulacji (zachodzącej tylko u typów zwierząt wyżej uorganizowanych) pomiędzy ektodermą i endodermą powstaje trzecia warstwa zarodkowa – **mezoderma**. Zwierzęta o tym typie rozwoju to **trójwarstwowce (Triploblastica)** – zalicza się do nich wszystkie zwierzęta poza typami wymienionymi powyżej.

### **Jama ciała**

Brak lub istnienie jamy ciała oraz sposób jej wykształcenia jest ściśle powiązane z ogólnym planem budowy. Jama ciała jest wolną przestrzenią pomiędzy narządami. Wyróżnia się **pierwotną i wtórną jamę ciała**.

Cechą najbardziej charakterystyczną pierwotnej jamy ciała jest brak własnej wyściółki nabłonkowej - jest to po prostu przestrzeń między narządami nie mająca własnej struktury. Wtórna jama ciała jest zawsze wysłana własnym nabłonkiem, w związku z czym ma odrębną strukturę i można ją traktować jako swego rodzaju odrębny narząd budujący ciało zwierząt.

W związku z występowaniem u organizmów pierwotnej i wtórnej jamy ciała zwierzęta zaliczane do Bilateria (dwubocznie symetrycznych) dzielone są na trzy grupy:

**1. Acelomata – Pierwotnojamowce.** Zwierzęta, których pierwotna jama ciała, wypełniona parenchymą lub płynem, jest pozostałością blastocelu.

**1.1. Parenchymia – Parenchymowce.** Pierwotna jama ciała wypełniona jest tkanką łączną **parenchymą**. Występuje u płazińców (Platyhelminthes) i wstęźniaków (Nemertini).

**2.2. Pseudocelomata – Pseudojamowce.** Pierwotna jama ciała, określana jako **schizocel**, powstaje przez rozsunięcie się lub rozpad komórek mezodermy. Schizocel jest zwykle wypełniony płynem. Występuje u wrotków (Rotatoria), kolcogłowców (Acanthocephala), niezmgowców (Priapulida), nicieni (Nematoda) i nitnikowców (Nematomorpha).

**2. Coelomata – Wtórnojamowce.** Zwierzęta o wtórnej jamie ciała (celoma), posiadającej własną wyściółkę nabłonkową. Występuje u mszywiolów (Bryozoa), ramienionogów (Brachiopoda), mięczaków (Mollusca), pierścienic (Annelida), pratchawców (Onychophora), niesporczaków (Tardigrada), stawonogów (Arthropoda) i szkarłupni (Echinodermata).

Wtórna jama ciała może łączyć się z jamą pierwotną, tracąc swoje ściany i powstaje wtedy mieszana jama ciała – **miksocel** (typowy dla stawonogów Arthropoda). Miksocel może być wypełniony hemolimfą i wtedy nazywany jest **hemocelelem** (stawonogi – Arthropoda).

### **Pierwo- i wtóroustość**

Przekształcenie jednowarstwowej blastuli w dwuwarstwowy zarodek następuje w wyniku gastrulacji. Otwór powstały w wyniku wpuklenia to **pragęba (blastopor)**, zaś utworzona w ten sposób jama to **jama prajelita (archenteron)**. W przypadku bezkręgowców o najprostszej budowie (parzydełkowce, żebroplawy, płazińce) pragęba pozostaje przez całe życie jedynym otworem układu pokarmowego.

Pozostałe zwierzęta dzielone są na dwie grupy: **pierwouste (Prostomia)**, u których po wykształceniu się otworu odbytowego pragęba pozostaje otworem gębowym oraz **wtórouste (Deuterostomia)**, gdzie pragęba przekształca się w otwór odbytowy, zaś otwór gębowy tworzy się na nowo na przeciwnym końcu ciała. Do pierwoustych należy większość typów, np. pierścienice (Annelida), Mięczaki (Mollusca) i stawonogi (Arthropoda). Zwierzęta wtórouste to szkarłupnie (Echinodermata) i strunowce (Chordata).

### **Kolonijność**

U niższych zwierząt, takich jak stułbiopławy - Hydrozoa, koralowce – Anthozoa, mszywiolę – Bryozoa, rurkopławy – Siphonophora występują formy kolonijne. Poszczególne osobniki kolonii (zooidy) są z reguły niezwykle małe, ale poprzez wytworzenie dużych kolonii zyskały sukces ewolucyjny niejako zwiększając „cały organizm”. Cechą typową dla form kolonijnych jest specjalizacja osobników i tworzenie form polimorficznych (różnopostaciowych).

**Systematyka zwierząt z poziomami organizacji na podstawie hipotezy jam ciała z uwzględnieniem pierwo- i wtóroustości oraz symetrii<sup>1</sup>****Królestwo:** Zwierzęta wielokomórkowe - Metazoa**Podkrólestwo:** Nibytkankowce – Parazoa**TYP:** Gąbki – Porifera**Podkrólestwo:** Tkankowce – Epitheliozoa**Naddział:** Płaskowce – Placozoa**TYP:** Płaskowce – Placozoa**Naddział:** Tkankowce właściwe – Eumetazoa**Dział:** Promieniste – Radiata**TYP:** Parzydełkowce – Cnidaria**Dział:** Dwupromieniste – Biradiata**TYP:** Żebroptawy – Ctenophora**Dział:** Dwubocznie symetryczne – Bilateria**Poddział:** Pierwouste – Prostomia**Nadsekcja:** Pierwotnojamowce – Acelomata**Sekcja:** Parenchymowce – Parenchymia**TYP:** Płazińce – Plathelminthes**TYP:** Wstężniaki – Nemertini**Sekcja:** Pseudojamowce – Pseudocelomata**TYP:** Wrotki – Rotatoria**TYP:** Kolcogłowy – Acanthocephala**TYP:** Niezmozogowce – Priapulida**TYP:** Nicienie – Nematoda**TYP:** Nitnikowce – Nematomorpha**Nadsekcja:** Wtórnojamowce – Coelomata**TYP:** Mszywioly – Bryozoa**TYP:** Ramienionogi - Brachipoda**TYP:** Mięczaki – Mollusca**TYP:** Pierścienice – Annelida**TYP:** Pratchawce – Onychophora**TYP:** Niesporczaki – Tardigrada**TYP:** Stawonogi – Arthropoda**Poddział:** Wtórrouste – Deuterostomia**TYP:** Szkarłupnie - Echinodermata

---

<sup>1</sup> systematyka pierwotniaków zwierzęcych (Protista) została podana w materiałach dotyczących tej grupy organizmów

### Charakterystyka gąbek (Porifera)

Gąbki są najprostszymi zwierzętami wielokomórkowymi wyraźnie różniącymi się od pozostałych grup. Nie mają ściśle określonego kształtu, są zwierzętami osiadłymi i kolonijnymi. Ciało z reguły workowate lub dzbankowate, przyczepione do podłoża. Ściana ciała przebita kanalikami, przez które woda ze środowiska zewnętrznego wpływa do **jamy paragastralnej**, skąd jest wyrzucana otworem wypustowym (**osculum**). Wszystkie gąbki są organizmami wodnymi, większość występuje w morzach (około 8000 gatunków) i tylko niewiele (ok. 150 gatunków) zasiedla wody słodkie. Ciało bez właściwych organów i tkanek, zbudowane z aglomeracji komórek. Zwykle występuje szkielet mineralny (igły krzemionkowe lub wapienne) lub organiczny (spongina). W galaretowatej macierzy ciała występują różnego typu komórki, mogące się przemieszczać. Ściana ciała zbudowana jest z warstwy płaskich komórek leżących na powierzchni (**pinakocyty**) i z leżących wewnątrz, wyścielających jamę paragastralną, **komórek kołnierzykowatych** z wiciami (**choanocyty**). Między warstwami komórek leży galaretowata **mezoglea**, zawierająca komórki o różnych funkcjach (m.in. komórki niezróżnicowane – archeocyty, komórki odpowiedzialne za transport – amebocyty, komórki odpowiedzialne za tworzenie igieł szkieletowych – skleroblasty). Rozmnażanie bezpłciowe przez pączkowanie, fragmentację i pąki przetrwalnikowe (gemmule). Rozmnażanie płciowe z różnymi stadiami larwalnymi. Oddychanie i pobieranie pokarmu odbywa się dzięki przepływowi wody przez kanały w ścianie ciała i jamę paragastralną.

### Charakterystyka parzydełkowców (Cnidaria)

Zwierzęta o **symetrii promienistej**. Ciało w postaci dwuwarstwowego i dwubiegunowego worka, z otworem gębowym (pełniącym jednocześnie funkcję odbytą) prowadzącym do **jamy gastralnej**. Występują dwie warstwy komórek: ektoderma, tworząca warstwę zewnętrzną (**epiderma**) i endoderma wyścielająca jamę gastralną (**gastroderma**). Między warstwami komórek zalega bezkomórkowa **mezoglea**. Ciało może wzmocnione zewnętrznym lub wewnętrznym szkieletem pochodzenia organicznego lub nieorganicznego. Cechą swoistą i dla całego typu jest obecność komórek parzydełkowych (**knidoblastów**) zawierających parzydełka (knidocyty) będące organami do łowienia zdobyczy lub obrony. Zwierzęta wodne, głównie morskie, drapieżne. Żyją pojedynczo lub tworzą **kolonie**. Kolonie mogą być **monomorficzne**, w których każdy polip pełni wszystkie funkcje życiowe lub **polimorficzne**. W drugim przypadku poszczególne grupy polipów odpowiadają za wybrane funkcje całej kolonii (odżywianie, rozmnażanie, obronę). Znanych jest około 10 000 gatunków. Osiągają różną wielkość, od kilku milimetrów aż po liczące setki metrów kolonie koralowe. Cnidaria występują w postaci osiadłych **polipów** i wolno pływających **meduz**. W rozwoju występuje orzęsiona larwa **planula**. Dla większości parzydełkowców, swoistą cechą jest przemiana pokoleń (metageneza), czego wyrazem jest występowanie przemiennie pokoleń płciowych (meduzy) i bezpłciowych (polipy). Wyróżnia się cztery gromady parzydełkowców: Anthozoa – koralowce (ukwiały i korale), Scyphozoa – krążkopławy, Cubozoa – kubomeduzy i Hydrozoa – stułbiopławy.

### Charakterystyka żebroplawów (Ctenophora)

Zwierzęta morskie, mogą występować zarówno w strefie przypowierzchniowej jak i w głębinach morskich. Opisano około 100 gatunków. Osiągają niewielkie rozmiary ciała, od kilku milimetrów do kilkunastu centymetrów, wyjątkowo do 1 m długości. Ciało zwykle bezbarwne. Kształt ciała u form unoszących się w wodzie: workowaty, kulisty, walcowaty; u form przydennych - tarczowaty, mocno

spłaszczony. Są zwierzętami dwupromienistymi. Zaliczane są do dwuwarstwowców, ektoderma okrywa z zewnątrz całe ciało. Endoderma wyściela znaczną część układu pokarmowego. Między obiema warstwami komórek znajduje się gruba warstwa galaretowatej mezenchimy. U większości żebroplawów na powierzchni ciała biegnie 8 pasm płytek rzęskowych pełniących funkcje lokomotoryczne. Cechą typową dla żebroplawów jest występowanie pary ramion służących do zdobywania pokarmu. Ramiona po brzusznej stronie wyposażone są w komórki klejące (koloblasty).

### **Charakterystyka płazińców (Platyhelminthes)**

Płazińce są typem reprezentowanym przez ponad 23 000 gatunków, z czego ponad 18 000 jest pasożytami. Formy wolnożyjące, związane są ze środowiskiem morskim, część gatunków typowa dla wód słodkich. Typowe dla tej grupy zwierząt jest spłaszczenie grzbieto-brzuszne ciała. Maksymalne rozmiary sięgają kilku centymetrów, poza tasiemcami, które mogą osiągać długość kilkunastu metrów. Platyhelminthes mają **symetrię dwuboczną** i zaliczane są do organizmów o **pierwotnej jamie ciała**. Przestrzeń między ekto- a endodermą wypełniona jest **parenchymą**, tkanką pochodzenia mezodermalnego. Ciało nie jest podzielone na odcinki, poza tasiemcami, u których wyróżnić można odcinek głowowy. Układ pokarmowy otwiera się otworem gębowym prowadzącym do ślepego jelita. Aparat pokarmowy nie występuje u form pasożytniczych. Bardzo rozbudowany układ rozrodczy, często obojnaczy (hermafrodytyczny). Rozwój prosty lub z złożony, z licznymi formami larwalnymi i żywicielami pośrednimi i ostatecznymi.

Błaszak Cz. (red.) 2009. Zoologia. Bezkręgowce. Tom 1. Wydawnictwo Naukowe PWN

Moore J. 2009. Wprowadzenie do zoologii bezkręgowców. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego

Rajski A. 1991. Zoologia. Część ogólna. Tom 1. PWN

Jura Cz. 1996. Bezkręgowce. Wydawnictwo Naukowe PWN

Dr Grzegorz Tończyk