

EMILIA WITWICKA

KILKA UWAG Z HISTORII BADAŃ I MORFOLOGII OTWORNIC

OTWORNICAMI nazywamy grupę jednokomórkowych zwierząt wodnych, należących do pierwotniaków.

Najwcześniejsze wzmianki o otwornicach, zresztą fałszywe, podaje w roku 66 przed naszą erą Strabo, który uważał numulity, znalezione w sąsiedztwie egipskich piramid za skamieniałe ziarna soczewicy, pozostawione przez niewolników, wznoszących te olbrzymie budowle.

Sredniowiecze nie przyczyniło się do rozszerzenia wiadomości o tych pierwotniakach, co jest łatwo zrozumiałe wobec ich drobnych rozmiarów i braku odpowiednich do ich badania przyrządów optycznych w tym okresie historii ludzkości. Wynalezienie mikroskopu pchnęło między innymi i tę gałąź wiedzy przyrodniczej na nowe tory.

Bianchi opisuje w 1730 roku otwornice, znalezione w piasku morskim w Rimini, ale zalicza je do amonitów, opierając się na podobieństwie kształtu skorupki. Ten błąd systematyczny utrzymywał się stosunkowo długo, jeszcze w 1824 roku dzieli Alcide d'Orbigny amonity na *Amonites siphonofera*, tj. posiadające przewód zwany *sipho* i *Amonites foraminifera*, czyli posiadające w przegrodach komór otworki, ułatwiające komunikację między komorami. Ten szczegół budowy wpłynął niewątpliwie na ustalenie nazwy otwornic, nadawanej dziś tym zwierzętom.

W miarę rozwoju nauk przyrodniczych w XVIII i XIX wieku rozpoczyna się gruntowniejsze opracowywanie otwornic morskich, a nawet słodkowodnych.

Alcide d'Orbigny pierwszy tworzy w 1826 roku ich systematykę niezgodną z obowiązującą wówczas nomenklaturą linneuszowską. Dzieli on rząd otwornic *Foraminifera* na pięć rodzin w zależności od kształtu skorupki i ustawienia komór. W systematyce swej uwzględnił on wyłącznie otwornice wielokomorowe.

Kiedy w 1835 roku Dujardin wykrył wewnątrz skorupki otwornic grudkę protoplazmy i udowodnił, że należą one do pierwotniaków, d'Orbigny zrewidował kilkakrotnie swój sy-

stem, opierając się jednak wciąż na tych samych cechach morfologicznych. Ostatnia klasyfikacja, opublikowana w 1852 roku, dzieliła otwornice na następujące rzędy:

Rząd I	<i>Monostegina</i>
„ II	<i>Cyclostegina</i>
„ III	<i>Stichostegina</i>
„ IV	<i>Helicostegina</i>
„ V	<i>Entomostegina</i>
„ VI	<i>Enallostegina</i>
„ VII	<i>Agathistegina</i>

Max Schultze wprowadził w 1854 roku nową systematykę otwornic, przyjmując jako podstawy ich podziału kształt i liczbę komór, ich ułożenie oraz kształt samej skorupki.

Oba te systemy obala W. C. Williamson, uważając je za sztuczne, ponieważ opierały się wyłącznie na cechach morfologicznych, nie uwzględniając wzajemnego pokrewieństwa i zmienności tych zwierząt. W pracach swych publikowanych w latach 1848—1858 rozwija Williamson wyrażone wyżej zapatrywania i po tej linii idzie odtąd większość angielskich badaczy otwornic, doszukując się ich ewolucji w ciągu czasu geologicznego. Przyrodniczy z innych krajów Europy odnosili się do tych poglądów z pewną rezerwą.

System otwornic podany w 1861 roku przez Reussa był dalszym postępem na drodze do stworzenia naturalnej systematyki. Obejmował on 21 rodzin i 109 rodzajów. Klasyfikacja opierała się na: 1. liczbie komór, 2. materiale budulcowym i strukturze ścian skorupki, 3. na ułożeniu komór oraz na zewnętrznym kształcie skorupki.

Reuss wyłączył formy chitynowe otwornic w osobną grupę, nazywając je *monothalamus* (jednokomorowe). Za właściwe otwornice uważał tylko formy posiadające trwałą, nie chitynową skorupkę.

Systematykę, będącą odtąd obowiązującym schematem klasyfikacji otwornic, podał w 1884 roku jeden z najwybitniejszych badaczy tych pierwotniaków H. B. Brady. Brady nie tworzył klasyfikacji genetycznej ani jednostek syste-

matycznych w oparciu o jedną wzorcową zasadę, lecz wyróżnił szereg typowych gatunków, wokół których tworzył jednostki systematyczne.

Na stopniu wzajemnego pokrewieństwa opierał się system M. Neumayra z 1887 roku. Za formy starsze uważał on formy najprostsze, natomiast bardziej skomplikowane za filogenetycznie młodsze. Podział ten, choć w zasadzie dobry, okazał się zwodniczy w praktyce, wobec trudności ściśłego rozgraniczenia różnych zbliżonych do siebie form otwornic.

Podstawowe znaczenie dla genetycznej klasyfikacji otwornic miały prace R. J. Schuberta, publikowane w latach 1907—1920. Sądził on, że typ ujścia ma duże znaczenie przy oznaczaniu stopnia pokrewieństwa tych drobnych istot. Za kardynalne kryteria klasyfikacji filogenetycznej otwornic uważał: geologiczne występowanie rodzajów i przystosowanie życiowe gatunku w kolejnych stadiach rozwoju ontogenetycznego.

Ze wszystkich wyżej wymienionych systemów otwornic systemy Schultza, Reussa i Brady'ego oparte były na najrealniejszych danych.

W wieku XX wysuwają się na pierwszy plan klasyfikacje J. A. Cushmana w Ameryce i M. F. Glaessnera w Europie. Pierwszy z nich podzielił otwornice na 50 rodzin, drugi zgrupował te pierwotniaki w siedmiu nadrodzinach.

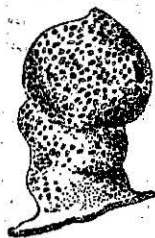
Wielkie ekspedycje w głąb oceanów wniosły wiele nowych wiadomości do studiów nad otwornicami, a zainteresowanie się nimi stało się tym żywsze, gdy przekonano się, że obecność skorupki niektórych ich gatunków, charakterystyczna dla pewnych poziomów stratygraficznych, ułatwia poszukiwanie surowców skalnych.

Pionierem zastosowania mikropaleontologii do tych celów był uczony polski Grzybowski, który pierwszy przeprowadził korelację wierceń naftowych, opartą na stratygraficznym rozmieszczeniu otwornic.

Skorupki otwornic w postaci mikroskamielin spotyka się w różnych warstwach ziemi od kambru począwszy, natomiast żywe okazy zamieszkują w olbrzymiej ilości morza i oceany. Nieliczne gatunki tych mikroorganizmów występują też w wodach słabo zasolonych, a wyjątkowo spotykamy je i w wodach słodkich.

Większość otwornic morskich to formy denne, pełzające wolno po dnie morza lub przyczepiające się do kamieni i roślin podwodnych np.

Planorbulina, *Sorites* i inne. Rafy koralowe są siedliskiem licznych otwornic z rodziny *Miliolidae*, na szelfach występują obficie przedstawiciele rodziny *Lagenidae*. Do form osiadłych należą: *Carpentaria*, *Rupertia* i *Homotrema*.



Rys. 1

CARPENTARIA PROTEIFORMIS

Otwornica prowadząca osiadły tryb życia

Specjalną wreszcie grupę otwornic stanowią otwornice planktoniczne, pływające w górnych warstwach wody, unoszone przez prądy morskie.

W pierwszych stadiach życia wszystkie otwornice są organizmami nieosiadłymi, dopiero później, zależnie od tego, do jakiego rodzaju należą i jakie warunki życia są im właściwe, osiadają na stałym podłożu, ale nawet te spośród nich, które zachowują zdolność samodzielnego ruchu, nie odznaczają się zbyt dużą chyżością.

Obserwacje robione nad otwornicami hodowanymi w akwariach dowiodły, że przeciętna szybkość pełzania wynosi u *Sorites duplex* 12 mm na godzinę, u *Discorbis* 6 mm na godzinę, a u *Iridia diaphana* zaledwie 1 mm na godzinę.

Pod względem pożywienia otwornice nie są istotami zbyt wymagającymi: drobne cząstki organiczne, pierwotniaki i małe widłogony stanowią dla nich pokarm wystarczający.

Uzależnienie otwornic od składu mineralnego wody łączy się ze sprawą budowy skorupki. Rodzaje używające węglanu wapnia jako materiału budulcowego trzymają się wód bogatych w ten składnik, a unikają głębokości, na której ulega on rozpuszczeniu, natomiast te otwornice, których skorupka jest utworzona z innego budulca, żyją blisko dna morskiego.

Skorupka jest częścią składową organizmu żywej otwornicy i stanowi z nim nierozłączną całość. Wielkość skorupki, czyli wielkość dorosłych organizmów, waha się od 0,01 cm do kilkunastu centymetrów. Budowa, wielkość, kształt i rzeźba skorupki są cechami, na których podstawie przeprowadzamy klasyfikację systematyczną otwornic, dlatego też musimy się nimi obszerniej zająć.

Najpierwotniejszą postacią skorupki jest osłona chitynowa, wydzielona przez żywą protoplazmę, która jako twór miękki nie może za-

chować się w stanie skamieniałym. Otwornice nie wytwarzające skorupek chitynowych budują je w sposób skomplikowany i ciekawy. Wiele z nich używa jako budulca materii nieorganicznej np. piasku, igieł gąbek, blaszek miki, mułu dennego, cząstek węgla wapnia, a nawet skorupek innych otwornic. Materiał ten spoczywa na podstawie chitynowej i bywa scementowany związkami żelazistymi, wapienymi lub krzemionką. Skorupki tego typu nazywamy zlepieńcowatymi. Rodzaj wybranego materiału zależy od gatunku otwornicy i środowiska, w jakim ona żyje. *Psammosphaera fusca* używa do budowy skorupek tylko ziarn piasku, *Psammosphaera testacea* tylko skorupki innych otwornic, *Psammosphaera bowmani* blaszek miki, a *Psammosphaera rustica* tylko igieł gąbek.

Badania Cushmana wykazały, że prócz skorupki krzemionkowych, zbudowanych z ziarn SiO_2 , pobranych z podłoża, istnieją skorupki, zbudowane z substancji krzemionkowej pierwotnej, wydzielonej przez samo zwierzę (rodzina *Silicinidae*).

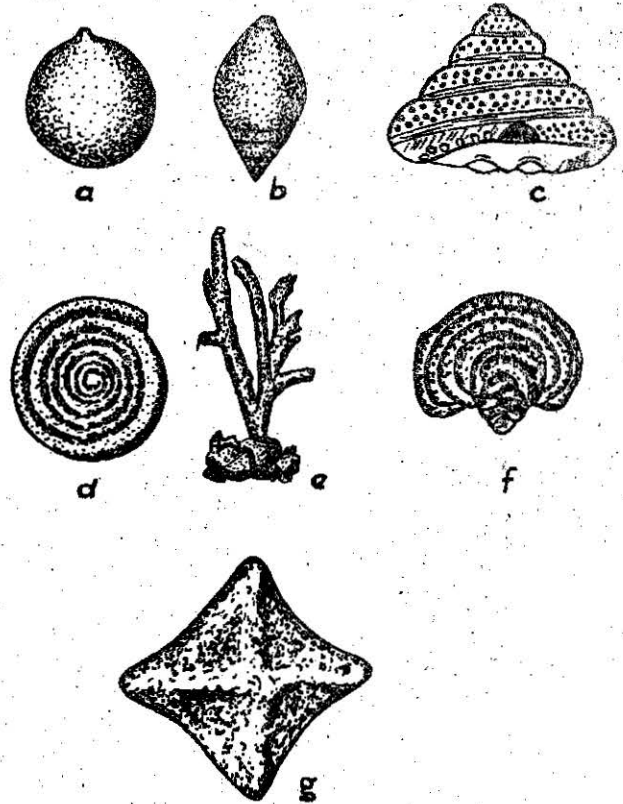
Wody obfitujące w węgiel wapnia zamieszkują otwornice o skorupkach wapiennych jak *Globigerina*, *Globotruncana* i inne. Jedne z nich mają skorupki perforowane, inne pozbawione otworków. Skorupki wapienne mogą być gładkie albo chropawe, zbliżone w wyglądzie do zlepieńcowatych. Odrębnym typem skorupki są skorupki zwane porcelanowymi. Ściany ich, zbudowane z masy wapiennej, są grube, nieperforowane, błyszczące i gładkie. Według poglądów Cushmana i Wernera materiałem budulcowym jest tu chityna zmieszana z cząstkami wapiennymi.

Pod względem wyglądu zewnętrznego wykazują skorupki otwornic zadziwiającą różnorodność. Każda skorupka składa się z komór, których kształt i wielkość decydują o jej ostatecznym wyglądzie. Najprostsze formy to skorupki kuliste, jednokomorowe (*Lagena*, *Globobulimina*); inne są soczewkowate, wrzecionowate, stożkowate lub zwinięte spiralnie; znamy też skorupki gwiazdziste albo rozgałęzione. Te różnorodne kształty wytwarzają się dzięki rozrostowi komór.

Komora kulista nie zmienia się w czasie wzrostu, natomiast komora w kształcie rury może w miarę wzrostu wytwarzać rozgałęzienia gwiazdziste lub nieregularne, albo zwiąć się: 1. planispiralnie, gdy zwój jest ułożony w jed-

nej płaszczyźnie, 2. trochospiralnie, czyli stożkowato, 3. nieregularnie.

Kształt komór skorupki wielokomorowych bywa też rozmaity. Istnieją komory: kuliste, jajowate, cylindryczne, pryzmatyczne i półksiężycowate. Dla systematyki otwornic te



Rys. 2

RÓŻNE
KSZTAŁTY SKORUPEK
OTWORNIC

- a — skorupka kulista
- b — „ wrzecionowata
- c — „ stożkowata (trochospiralna)
- d — „ spiralna
- e — „ rozgałęziona
- f — „ wachlarzowata
- g — „ gwiazdzista

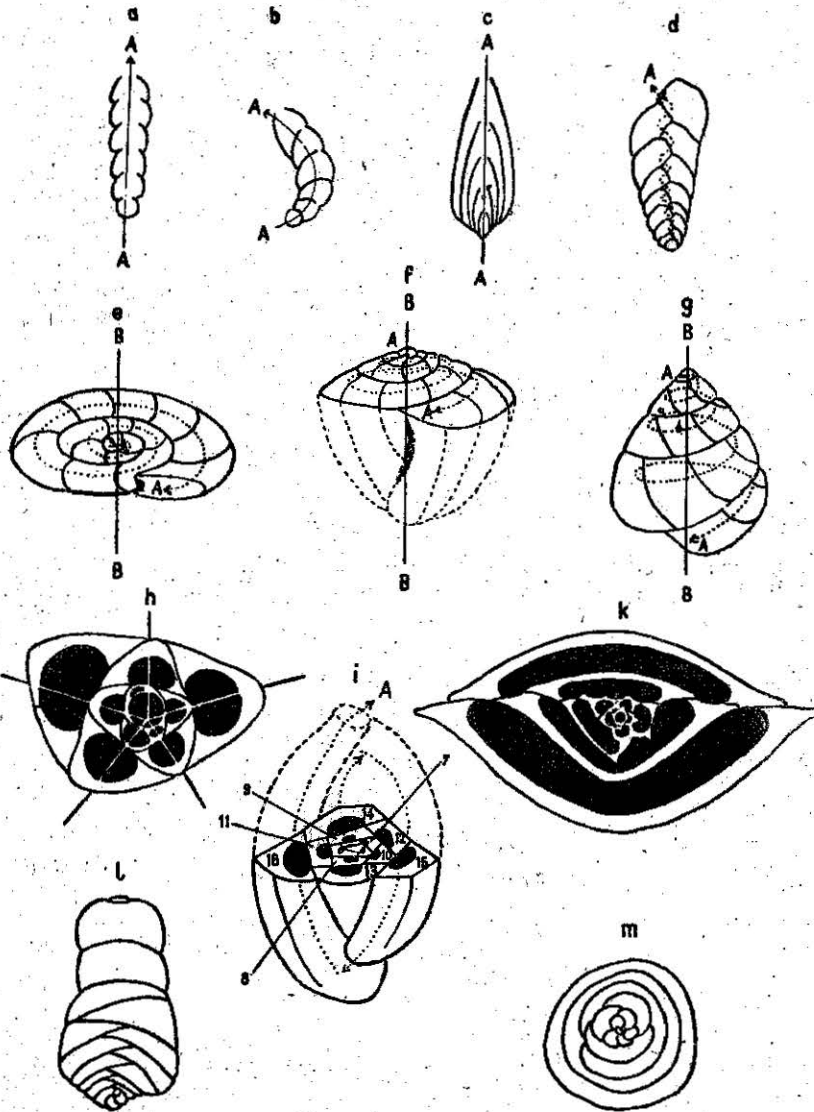
szczegóły morfologiczne mają znaczenie podstawowe. Miejsca połączenia komór nazywamy szwami. Przekrój poprzeczny i podłużny komór wykazuje również dużą różnorodność. Istnieją komory, których światło jest podzielone przegródkami na mniejsze komórki, i tak *Amphisteginidae* i *Ceratobuliminidae* mają komory całkowicie lub częściowo podzielone na dwie części. Komory rozdzielone przez septa mają też *Fusulina*, *Orbitololina*, *Dictyocomus*, *Heterostegina* i *Cycloclypeus*. Ścianki sąsiadujących ze sobą komór łączą się niejednokrotnie przez zawiły system kanałów. Kanały mogą też

znajdować się w zewnętrznych ścianach skorupki.

Sposób rozrastania się i uszeregowania komór stanowi również jedną z ważnych podstaw systematyki otwornic. Wyróżniamy następujące typy ułożenia komór: 1. ułożenie jednoseryjne, gdy komory narastają kolejno w linii prostej lub krzywej, 2. ułożenie dwuseryjne, kiedy komory rozrastają się wzdłuż dwóch lub więcej prostych, skierowanych od pierwszej komory ku ujściu, 3. ułożenie planispiralne powstaje przy narastaniu komór wzdłuż spirali zwiniętej

woju osobniczego mają wszystkie skorupki kształt zbliżony do kulistego. U pewnych form zachowuje się on przez całe życie, u innych zmienia się w miarę przyrastania nowych komór. Przyrastanie to odbywa się w ten sposób, że przez ujście ostatniej komory wydziela się kropla plazmy, która otacza się własną osłonką, stanowiącą ściankę nowej komory.

Pojedyncze, następujące po sobie komory są jednakowe, ale zdarza się, że w skład tej samej skorupki wchodzi komórki różniące się między sobą kształtem i budową zewnętrzną.



Rys. 3

UŁOŻENIE KOMÓR W SKORUPKACH OTWORNIC

- a, b, c — ułożenie komór jednoseryjne;
- d — ułożenie komór dwuseryjne;
- e — ułożenie komór planispiralne;
- f, g — ułożenie komór trochospiralne;
- h, i, k — ułożenie komór quincuncultmowe, charakterystyczne dla rodziny Miliolidae;
- l — ułożenie komór kombinowane, początkowo planispiralne, potem dwuseryjne i jednoseryjne;
- m — ułożenie komór kombinowane, początkowo spiralne, potem pierścieniowe.

w jednej płaszczyźnie, 4. ułożenie trochospiralne ma miejsce, gdy zwój skręca się stożkowato. Czasem komory rozrastają się nieregularnie, w kilku płaszczyznach, albo też ustawiają się do siebie pod kątem — czasem tworzą postać rozgałęzioną.

Dzięki przyrostowi komór odbywa się wzrost całego organizmu. W pierwszym stadium roz-

Wiele skorupki wapiennych, szczególnie porcelanowe, posiada gładką powierzchnię zewnętrzną, inne natomiast wytwarzają całą masę ozdób w postaci kolców, żeberk, perełkowatych guzków i innych tworów.

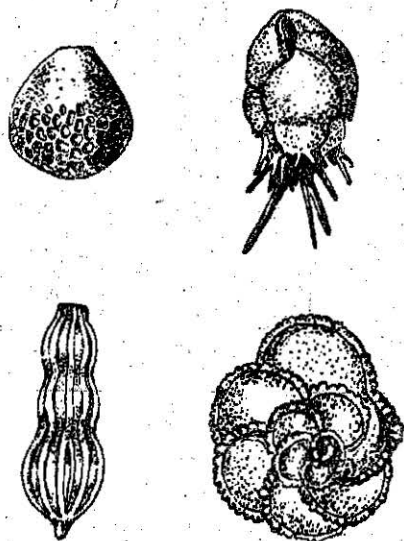
Kolce pokrywają wielokomorowe skorupki całkowicie albo są umieszczone tylko na poszczególnych komorach (*Bulimina aculeata*).

Ornamentów tych nie należy uważać za broń zwierzęcia, bowiem wymiary ich w stosunku do wielkości zwierząt, mogących zagrażać

ka, tworzące niejednokrotnie piękne, zawile wzory na powierzchni skorupek, szczególnie w okolicy szwów, służą prawdopodobnie do wzmacniania jej ścian.

Do tworów wtórnych, podobnych do wymienionych wyżej żeber, listewek i kolców, zaliczamy też złogi wapienne, znane pod nazwą szkieletu zewnętrznego. Mają one inną strukturę niż sama skorupka i są umieszczone w jej wgłębieniach. U otwornic o budowie bardziej skomplikowanej występują czasem wewnątrz skorupki zgrubienia w postaci stożkowatych filarów, których szersze części wystają nad jej powierzchnię w postaci zgrubień i brodawek. Filarki te należą też do szkieletu wewnętrznego i grają rolę umocnień. Wspaniałe ornamentacje skorupek z wiekiem ulegają najczęściej zniszczeniu.

W ostatniej komórce skorupki każdej otwornicy znajduje się niewielki otworek, zwany ujściem. Przez ujście plazma wydostaje się na zewnątrz w momencie przyrostu komór. Umiej-

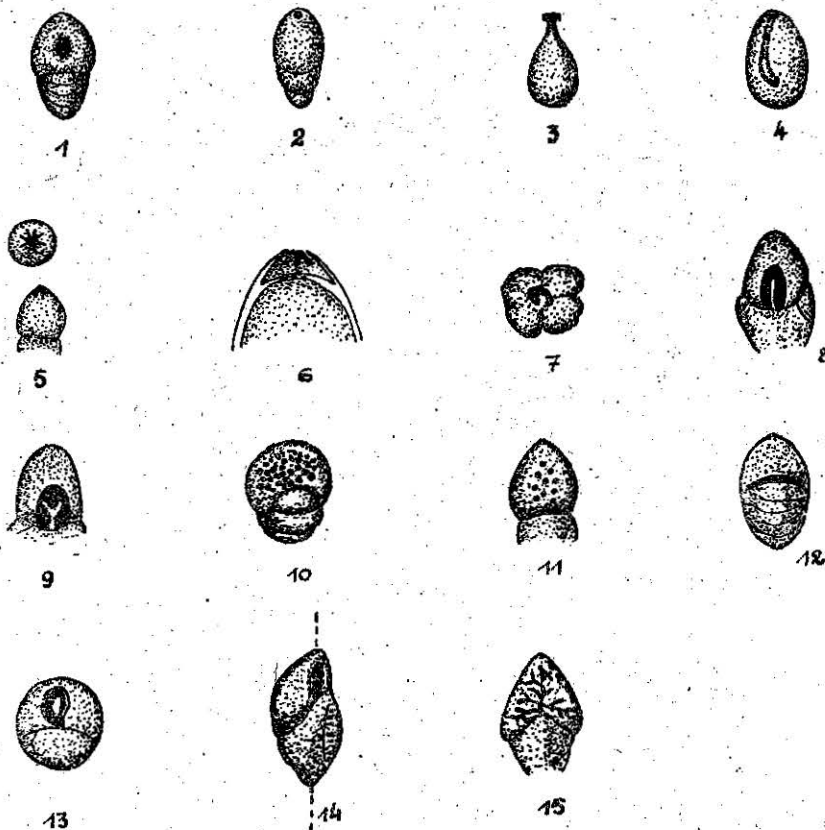


Rys. 4

ORNAMENTY NA SKORUPKACH OTWORNIC

Rys. 5
RÓŻNE TYPY UJŚĆ U OTWORNIC

- 1, 2 — ujście okrągłe
- 3, 4 — „ w kształcie rurki
- 5, 6 — „ gwiaździste
- 7, 8, 9 — „ z zębem
- 10, 11 — „ w postaci sita
- 12 — „ w postaci szpary
- 13, 14 — „ półksiężycowate
- 15 — „ dendrytyczne

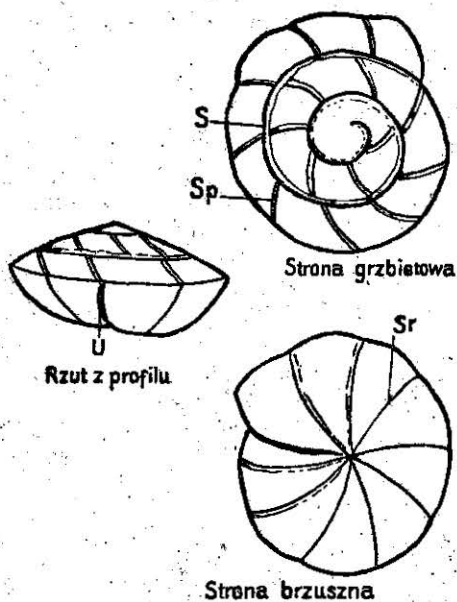


otwornicom, są zbyt małe, raczej służą one do zwiększania powierzchni ciała otwornicy albo do przyczepiania się do podłoża. Listwy i żeber-

scowienie ujścia zależy od ułożenia komór. W najprostszym przypadku stanowi ono okrągły otwór w ostatniej komórce, położony syme-

trycznie lub asymetrycznie w stosunku do jej osi. Z ujściem tego typu spotykamy się najczęściej w skorupkach jednoseryjnych. W skorupkach skręconych spiralnie ujście może być położone centralnie, tj. w środku zwoju, po stronie brzusznej, albo peryferycznie. W skorupkach tróchospiralnych ujście występuje najczęściej u podstawy. Zarówno położenie, jak i kształt ujścia grają ważną rolę przy klasyfikacji systematycznej otwornic. U większości gatunków cechy te są stałe i zachowują się w rozwoju ontogenetycznym. Ujścia dzielimy według kształtu na: 1. okrągłe, 2. w kształcie rurki, 3. w kształcie gwiazdki, 4. zaopatrzone ząbkami, 5. w postaci sitka, 6. w postaci szpary, 7. półksiężycowate i 8. dendrytyczne (rozgałęzione).

W celu ułatwienia orientacji w ogólnej budowie skorupki ustalono dla poszczególnych jej części nazwy podane na rys. 6.



Rys. 6

BUDOWA SKORUPKI

- S — szew spiralny
 Sp — „ przegrodowy
 Sr — „ promienisty
 U — ujście

Powierzchnię skorupki, na której uwidoczony jest zwój, nazwano w skorupkach skręconych spiralnie stroną spiralną lub grzbietową, w przeciwstawieniu do strony przeciwnej, zwanej brzusznią lub pępkową. Po stronie tej

jest zwykle widoczny tylko ostatni zwój. U otwornic wielokomorowych nazywamy tę część komory, na której znajduje się ujście, powierzchnią ujściową. Miejsca zetknięcia się ścian poszczególnych komór określamy nazwą szwów. Mogą one być wypukłe lub wklęsłe.

Sprawa rozmnażania otwornic nie jest dotychczas zupełnie dokładnie poznana, dlatego nie będziemy się nią tu szerzej zajmować. Należy jednak wspomnieć, że zwierzęta te wykazują tzw. dimorfizm, czyli dwupostaciowość. Od dawna zaobserwowano, że wśród pozornie jednakowo zbudowanych otwornic występują dwa rodzaje okazów. Jedne z nich, z większą komorą początkową, nazwano megalosferycznymi, drugie — z komorą początkową mniejszą — mikrosferycznymi. Osobniki megalosferyczne są liczniejsze, ale ich rozmiary są mniejsze. Osobniki mikrosferyczne są mniej liczne, odznaczają się natomiast większymi rozmiarami.

Badanie życia współczesnych otwornic wyjaśniło tę sprawę. Okazy megalosferyczne mają duże jądro i wiele jąderka, mikrosferyczne posiadają tylko liczne mniejsze jąderka.

Dwupostaciowość posiada związek z rozmnażaniem. Formy megalosferyczne rozmnażają się bezpłciowo. Rozmnażanie to ma przebieg następujący: jądro dzieli się na kilka części, z których każda przyłącza część plazmy i jąderka, otacza się błoną i zamienia w gametę pływającą swobodnie za pomocą dwóch wici. Jeżeli dwie wolno pływające gamety połączą się ze sobą, to plazma ich zlewa się, jądra łączą się w formę mikrosferyczną, powstała z połączenia dwóch osobników, czyli drogą płciową. Zatem formy megalosferyczne i mikrosferyczne można uważać za dwa pokolenia zwierzęcia tego samego gatunku, z których jedno powstało drogą bezpłciową, drugie przez rozmnażanie płciowe.

Stosunkowo młoda gałąź wiedzy przyrodniczej, zwana mikropaleontologią, zajmuje się badaniem otwornic. Mikropaleontologia rozporządza głównie martwym materiałem otwornicowym, wydobytym ze skał przez specjalne preparowanie.

Metody badań mikropaleontologicznych są powolne i często żmudne, ale wiedza ta wywalczyła sobie obywatelstwo dzięki usługom, jakie oddaje geologom przy badaniu historii Ziemi oraz wykrywaniu ukrytych w niej bogactw, tak bardzo potrzebnych przemysłowi.