

W GŁĘBINY

**EWOLUCYJNA PODRÓŻ
MORSKICH GADÓW I SSAKÓW**

**DANIEL
TYBOROWSKI**



Wydawnictwo
RN

Warszawa 2025

Spis treści

9 Od autora

15 Skamieniałości kręgowców morskich –
klucz do wiedzy o przeszłości

20 Dla kogo jest ta książka i jak ją czytać

Preludium Po co i jak wrócić do mórz?

25 Dlaczego opuszczać lądy?

27 Adaptacje do środowiska wodnego

Część 1 Pierwszy desant

- 41 Paleozoiczni pionierzy
- 44 Triasowe morza i ich mieszkańcy
- 54 Mezozoiczna rewolucja morska
- 58 Plakodonty – twarde zęby, grube pancerze
- 64 Notozaury – ziemno-wodni drapieżcy
- 67 Fauna gadów morskich z triasu Monte San Giorgio
- 74 Nietypowe zauropterygi
- 79 Pierwotne ichtiozaury
- 83 Wielkie triasowe ichtiozaury

Część 2 Morskie potwory

- 97 Gildie pokarmowe jurajskich gadów morskich
- 103 Ichtozaury jurajskie – ewolucja rybiego kształtu
- 111 Różnorodność jurajskich ichtiozaurów
- 118 Wodni gadzi mistrzowie
- 132 Plezjozaury – nowi władcy oceanu
- 137 Pliozaury – megadrapieżniki
- 141 Pleurozaury – morscy kuzyni jaszczurek

- 146 Talatozuchy – morskie krokodylomorfy
- 153 Początki żółwi morskich
- 162 Paleobiogeografia zespołów morskich gadów w późnojurajskiej Europie

Część 3 Zmierzch ery gadów morskich

- 179 Ostatnie ichtiozaury
- 184 Ewolucja plezjozaurów w kredzie
- 190 Wymieranie gadów morskich w połowie kredy
- 193 Mozazaury – morskie warany i ich sukces ewolucyjny
- 204 Żółwie morskie okresu kredowego
- 209 Morski bestiariusz końca kredy

Część 4 Nowa dynastia

- 221 Skromne początki waleni
- 227 Prawalenie – tryb życia i ewolucja
- 238 Fiszbiniowce – ewolucja filtrujących gigantów
- 246 Zębowce – ewolucja i różnorodność biologiczna
- 251 Płetwonogie – nowa fala ssaków morskich

- 257 Podsumowanie (ale nie koniec historii)
- 262 Nasze źródła. Jeszcze o skamieniałościach
- 267 Co przepadło na zawsze?

- 271 Wnioski
- 273 Podziękowania
- 275 Bibliografia
- 283 Źródła ilustracji
- 286 Indeks terminów paleontologicznych i geologicznych

Awantura! Wybrzeże Oceanu Tetydy w środkowym triasie (235 milionów lat temu) na terenie dzisiejszych Gór Świętokrzyskich. Pierwotne gady morskie, notozaury z rodzaju *Nothosaurus* (z prawej), gromadziły się na plaży, tworząc kolonie niczym współczesne foki. Przypadkowym przybyszem, który zakłócił ich spokój, jest plakodont *Placodus* (z lewej). Triasowa sprzeczka raczej nie skończy się krwawo, gdyż notozaury to rybożercy, a plakodont woli małże i jeżowce.





Pangea środkowy trias 240 mln lat temu



Paleogeografia środkowego triasu. Wszystkie kontynenty połączone w superkontynent Pangea. Kolorem jasnoniebieskim zaznaczone są szelfy kontynentalne, czyli obszary, które obecnie są lądami, a w przeszłości geologicznej były pokryte płytkimi morzami – poziom oceanu był wyższy niż dziś. Dla ułatwienia odczytania mapy dodałśmy współczesne nazwy kontynentów.

Paleozoiczni pionierzy

Powrót kręgowców do mórz kojarzony jest z erą mezozoiczną w odniesieniu do gadów oraz erą kenozoiczną w przypadku ssaków. Warto jednak pamiętać, że pierwsze tego typu próby podejmowane były jeszcze w erze paleozoicznej, a dokładniej na przełomie okresu karbońskiego i permskiego. W tym czasie w morzach nisze ekologiczne dużych drapieżników były zajęte przez wielkie ryby chrzęstnoszkieletowe. Nie było miejsca w oceanach dla gadów (o ssakach nie ma co wspominać, bo na ich pojawienie się trzeba poczekać jeszcze ładnych 80 milionów lat). Nie możemy więc mówić o prawdziwie „morskich gadach” w karbonie czy permie, ale mieliśmy wówczas ich pierwsze zwiastuny.

Grupą, która w owym czasie, około 300 milionów lat temu, dokonała pewnych zmian ewolucyjnych w kierunku środowiska wodnego, były rybożerne mezozauury (rząd Mesosauria). Gady te należały do bardzo starej i stosunkowo pierwotnej linii ewolucyjnej, zwanej anapsydami (podgromada Anapsida). Cechą charakterystyczną anapsydów jest brak jakichkolwiek dodatkowych otworów w czaszce. Nie miały one ani okien skroniowych, ani otworów przedoczodołowych, ani otworów w żuchwie.

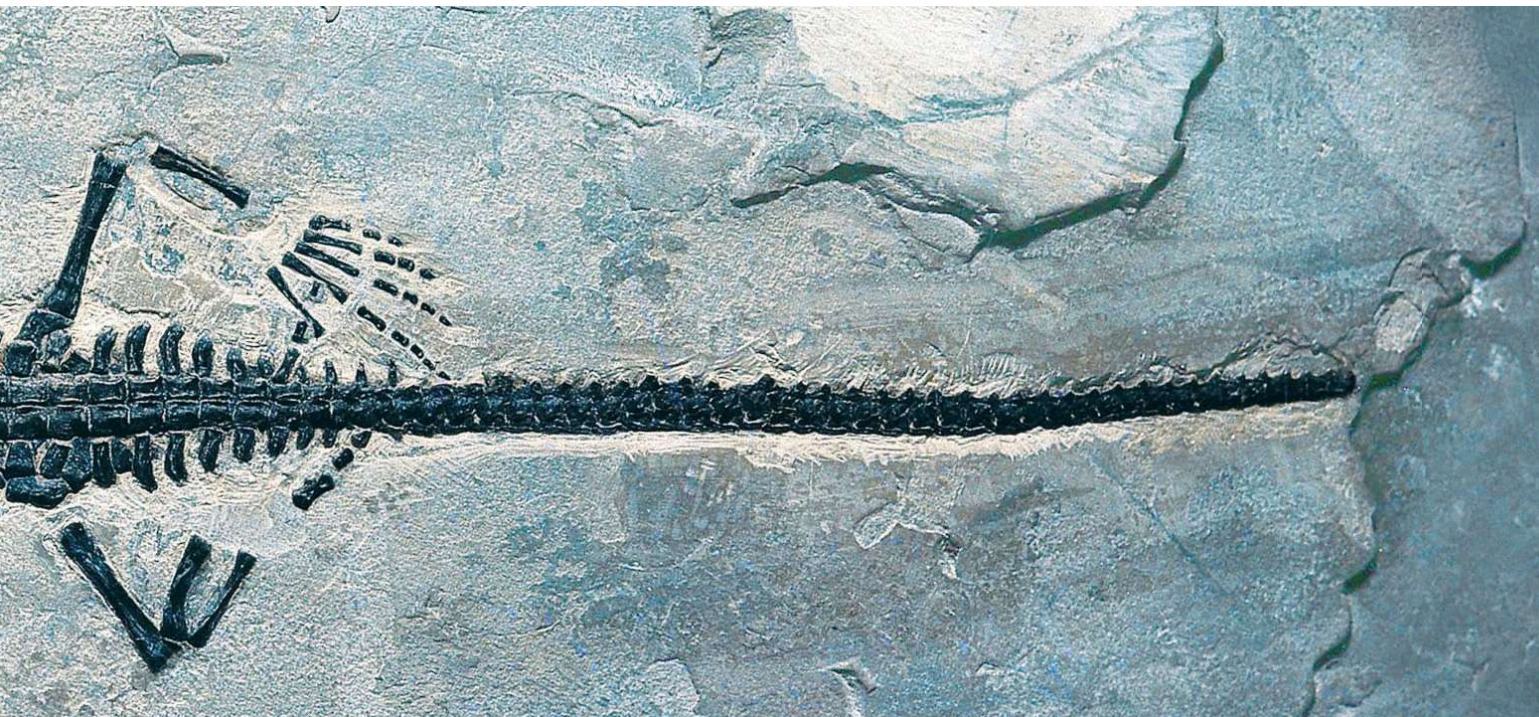
Mezozauury na pierwszy rzut oka wyglądały podobnie do krokodyli. Charakteryzowały się wydłużonymi szczękami, w których tkwiły podłużne zęby, opływowym kształtem ciała i długim, spłaszczonym dwubocznie ogonem, który przypominał ten występujący właśnie u krokodyli lub traszek. Taki pokrój ogona to oczywiście forma swoistej płetwy ogonowej. Przynajmniej częściowa adaptacja do



Skamieniałe szkielety permskich mezozaurów są znajdowane na terenach dawnego południa Pangei – w Afryce i Ameryce Południowej. Fakt ten jest jednym z argumentów, które pomogły sformułować teorię dryfu kontynentów.

warunków wodnych jest tu oczywista. Skoro u mezozaurów źródłem siły napędowej był ogon, to zgodnie z przedstawioną w poprzednim rozdziale zasadą funkcji takiej nie pełniły kończyny. Gady te nie miały płetw, a ich łapy zwieńczone były palcami. Wszystkie mezozaury były nieduże: nie przekraczały metra długości. Badacze wciąż się spierają, czy były one w stanie penetrować zbiorniki morskie, czy też trzymały się rzek i jezior.

Bardzo ciekawa jest paleobiogeografia mezozaurów. Skamieniałości tych zwierząt odnaleziono między innymi w Ameryce Południowej i w Afryce – co stanowiło jeden z argumentów dla Alfreda Wegenera, twórcy teorii dryfu kontynentów. Kiedy żyły mezozaury, wszystkie kontynenty połączone były w jeden superkontynent o nazwie Pangea (Wszechziemia). Choć mezozaury nie okazały się szczególnie skutecznymi zdobywcami środowisk morskich, pozostawione po nich szczątki niosą potężną dawkę informacji o układzie kontynentów i mórz w przeszłości geologicznej. Występowanie przedstawicieli tych samych gatunków mezozaurów na terenach,



które dziś są oddzielone oceanem – w Afryce i w Ameryce Południowej – świadczy o tym, że pod koniec ery paleozoicznej miejsca te znajdowały się znacznie bliżej siebie, a dzieląca je obecnie bariera w postaci Oceanu Atlantyckiego jeszcze wówczas nie istniała. Gdyby mezozaurowy były w pełni morskimi gadami, miałyby zdolność pokonywania dużych odległości na obszarach całych basenów oceanicznych. Taki tryb życia jednak z pewnością u mezozaurów nie występował – były to zwierzęta mocno związane z lądami.

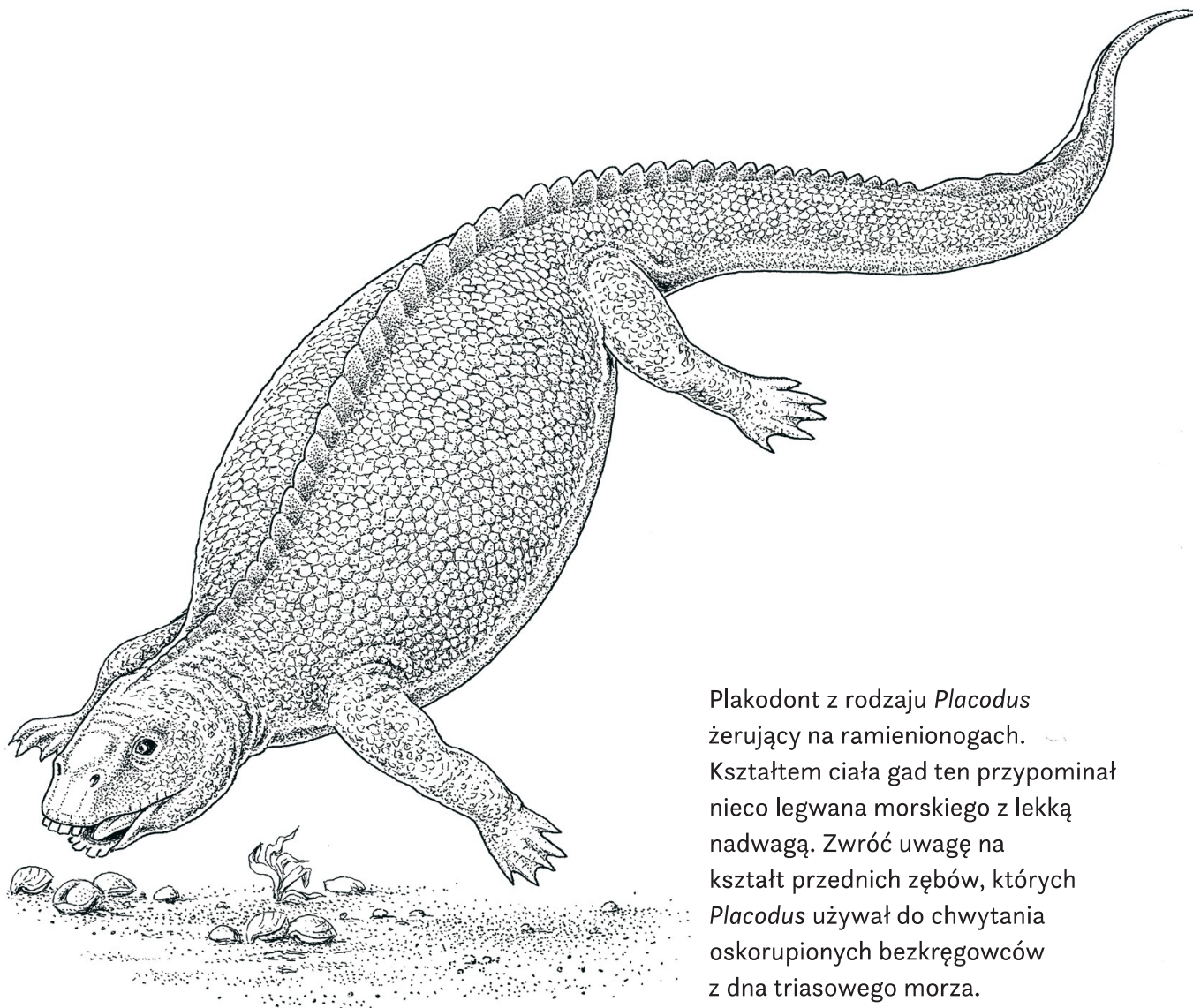
Pomimo stosunkowo skąpej wiedzy o biologii mezozaurów pewne odkrycia na ich temat umożliwiły poznanie szczegółów dotyczących najwcześniejszych przystosowań kręgowców lądowych do życia w wodzie. Znalezione skamieniałe embriony mezozaurów z wczesnego permu pokazują, że gady te były żyworodne lub jajożyworodne. Embriony nie miały zewnętrznych skorupiek, a jeden z nich został odnaleziony jeszcze w ciele matki. (Jajo)żyworodność to jeden z kluczowych warunków prowadzenia w pełni wodnego życia przez wtórnie wodne kręgowce. Mezozaurowy zrobiły zatem krok w dobrym kierunku. Gdyby nie permskie wymierania, być może to mezozaurowy dałyby początek wielkim wodnym zwierzętom. Tak się jednak nie stało – grupa ta wymarła bezpotomnie jeszcze w okresie permskim, po mniej więcej 30 milionach lat istnienia.

Na pojawienie się prawdziwych potworów morskich nie trzeba było jednak zbyt długo – w skali czasu geologicznego – czekać.

Plakodonty – twarde zęby, grube pancerze

Na scenę niech wkroczą pierwsi poważni bohaterowie naszej sagi: zauropterygi (Sauropterygia), zwane po polsku – choć niepoprawnie – płetwojaszczurami (poprawnie byłoby: jaszczuropłetwe). Odkładając semantykę na bok, przyjrzyjmy się ich najważniejszym przedstawicielom.

Była to grupa niezwykle zróżnicowana. Szczególnie w okresie triasowym reprezentowały ją organizmy należące do linii ewolucyjnych przystosowanych do bardzo różnych środowisk i nisz pokarmowych. Jedną z ciekawszych grup zauropterygów tworzyły plakodonty (Placodontia). Ich nazwa doskonale pokazuje kierunek adaptacji ekologicznych, w którym zwierzęta te ewoluowały. „Plakodont” oznacza „płaski ząb” – i rzeczywiście u większości przedstawicieli tej grupy występowały charakterystyczne zęby o szeroko rozbudowanych i płaskich koronach – co sugeruje, że plakodonty były durofagami. Ich ofiarą padały opancerzone bezkręgowce, takie jak małże, ramienionogi, jeżowce czy skorupiaki. Plakodonty radziły sobie z oskorupionymi zdobyczami na dwa sposoby, co wynikało z organizacji ich uzębienia. Pierwszym było klasyczne chwytanie pokarmu do paszczy i miażdżenie go potężnymi zębami. Doskonałym przykładem może być tutaj rodzaj *Macroplacus*. Gdybyśmy zajrzeli do paszczy przedstawicielowi tego rodzaju, naszym oczom ukazałyby się zęby przypominające ziarna żwiru, ułożone na dolnej szczęcie oraz – co ciekawe – na podniebieniu. Im głębiej w paszczę, tym zęby miały większą średnicę.



Plakodont z rodzaju *Placodus* żerujący na ramienionogach. Kształtem ciała gad ten przypominał nieco legwana morskiego z lekką nadwagą. Zwróć uwagę na kształt przednich zębów, których *Placodus* używał do chwytania oskorupionych bezkręgowców z dna triasowego morza.

Drugi sposób reprezentowany jest przez typowego przedstawiciela grupy, czyli przez rodzaj *Placodus*. Gad ten oprócz uzębienia miażdżąco-kruszącego miał również dodatkowe zęby przednie, które przybrały kształt niewielkich palików, często zakończonych delikatną łopatką. Było to uzębienie chwytne. *Placodus* mógł najpierw pochwycić małża lub ramienionoga przednimi zębami, a następnie zgnieść jego muszlę zębami płaskimi, znajdującymi się we wnętrzu aparatu gębowego. Wprawdzie pojawiały się w tej grupie subtelne różnice w sposobie radzenia sobie ze zdobyczą, ostatecznie jednak wszystko sprowadzało się do miażdżenia twardych bezkręgowców zamieszkujących przydenne partie płytkich zbiorników.

Budowa czaszki była u plakodontów mniej więcej taka sama: skrócona trzewioczaszka, spojenie żuchwy i górnej szczęki często przekształcone w krótki „dzióbek”. Stosunkowo duże oczy zajmowały przednią część mózgowiczaszki. Za oczodołami znajdowała się para otworów skroniowych, w które wnikały mięśnie operujące głową. Cała głowa plakodonta była jednak malutka w porównaniu do reszty jego ciała.

Kształtem pierwotne plakodonty przypominały mniej więcej dzisiejsze legwany morskie. Miały długi ogon, łapy zakończone pazurami i beczkowaty tułów. Zapis kopalny miękkich tkanek plakodontów jest ubogi, ale możemy zakładać, że ich palce były spięte swego rodzaju błoną pławną.

Jak morsy

Wczesne plakodonty potrafiły jeszcze wychodzić na ląd i tak jak legwany morskie były zwierzętami ziemno-wodnymi. Już na wstępnym etapie ewolucji ich tułów uległ poszerzeniu i przybrał kształt beczki. Klatka piersiowa była zatem niezwykle szeroka, co w pewien sposób upodabniało je do brzegowców, takich jak manaty i diugonie. Dość powiedzieć, że szkielety pierwotnych brzegowców, żyjących około 30 milionów lat temu (na tym etapie ewolucji te morskie ssaki miały jeszcze widoczne tylne kończyny), na pierwszy rzut oka przypominały układ kostny plakodontów. Za taki stan rzeczy odpowiedzialna jest oczywiście ewolucja konwergentna. Plakodonty moglibyśmy porównać również do żyjących obecnie morsów, których tułów także jest baryłkowaty. Morsy zajmują w dzisiejszych morzach tę samą niszę ekologiczną, którą plakodonty wypełniały w triasie: są zwierzętami ziemno-wodnymi, a pożywienia – małżów i skorupiaków – poszukują, penetrując dno w płytkich partiach mórz. Patrząc więc na dzisiejsze morsy i podobne do nich ssaki, możemy zrekonstruować paleoekologię i zwyczaje żywieniowe plakodontów żyjących ponad 200 milionów lat temu.

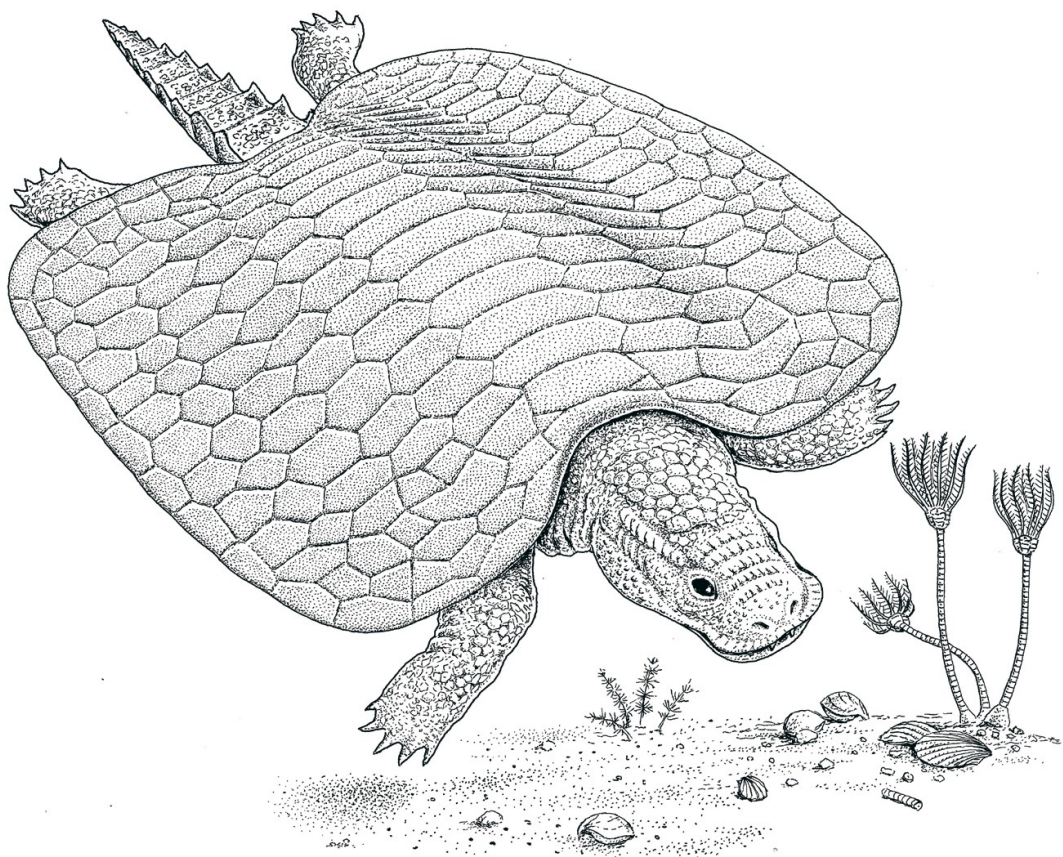
A zatem plakodonty preferowały przybrzeżne partie płytkich mórz śródlądowych oraz laguny morskie. Rozległa łąka ostrygowa albo piaszczysta łąka zamieszкана przez skorupiaki stanowiła

dla nich atrakcyjny bufet. Prawdopodobnie patrolowały również ekosystemy rafowe, obfitujące w różnorodne twarde ofiary, którymi można było się posilić. W połowie triasu w Europie – pokrytej wówczas płytkimi morzami – panowały warunki idealne dla wielu gatunków plakodontów. Nic zatem dziwnego, że większość naszej wiedzy o tych gadach pochodzi z terenu dzisiejszych Niemiec, gdzie w skałach węglanowych tak zwanego basenu germańskiego występuje całe bogactwo ich skamieniałych szczątków. Do najczęściej spotykanych okazów należą zęby plakodontów, którym twarde tkanki mineralne zapewniły wysoki potencjał fosylizacyjny.

Pierwsze pancerze

Ewolucja plakodontów to proces prowadzący od zwierząt o baryłkowatych tułowia, podobnych do wspomnianego legwana morskiego, do gadów o grzbieto-brzusznie spłaszczonym ciele, pokrytym twardym pancerzem przypominającym skorupę żółwia. Prawdopodobny scenariusz zdarzeń ewolucyjnych był taki: rozbudowana klatka piersiowa stanowiła idealną podporę konstrukcyjną dla rozwijającego się kostnego pancerza, a ten z kolei służył do ochrony ciała zaawansowanych plakodontów przed większymi drapieżnikami. Scenariusz ten został później powtórzony przez ewolucję w linii rozwojowej żółwi morskich. Widzimy zatem, że konwergencja ewolucyjna pchała wiele różnych grup późniejszych kręgowców morskich w tym samym kierunku, w którym najpierw podążały plakodonty. Możemy więc o nich myśleć jak o prekursorach różnych typów przystosowawczych, takich jak te realizowane dziś przez manaty, morsy i morskie żółwie, mimo że przecież szczegóły ekologii i zwyczajów pokarmowych wszystkich tych grup są zupełnie inne – patrząc na dzisiejszą faunę, raczej nie porównywalibyśmy żółwia zielonego z morsem. Plakodonty pokazują, że konwergencja działa na różnych poziomach. Możemy więc mówić o konwergencji pokarmowej plakodontów z morskimi oraz o konwergencji ich kształtu ciała i pancerzy – z żółwiami morskimi.

Ewolucja pancerza plakodontów przebiegała dwuetapowo. Najpierw pojawiły się formy o pancerzu złożonym z dwóch części:



Plakodont z rodzaju *Henodus* przymierzający się do ucztowania na dnie triasowego morza. Rozbudowany pancerz może przywołać skojarzenia z morskimi żółwiami, jednak tego typu struktura jest efektem konwergencji. W rzeczywistości plakodony i żółwie nie są ze sobą blisko spokrewnione.

większej przedniej i mniejszej tylnej, które przedzielone były przeżębieniem. Na tym etapie ewolucji ogon plakodontów był jeszcze długi, tak jak u ich nieopancerzonych przodków. Przykładem tego stadium rozwojowego jest rodzaj *Psephoderma*. U najbardziej zaawansowanych plakodontów, takich jak *Placochelys*, pancerz tworzył już jedną dużą powierzchnię. Tego typu zwierzęta miały silnie skrócone ogony, a ich kończyny nabrały bardziej wiosłowych kształtów, chociaż ciągle pozostawały widoczne poszczególne palce zakończone pazurami. Mózgoczaszka *Placochelys* była rozbudowana, a jej tylna

część – przekształcona w niewielką kryzę ozdobioną niskimi wyrostkami kostnymi. Mocno rozwinięty staw szczękowy wskazuje na to, że nawet najbardziej opancerzony małż nie mógł się obronić przed uściskiem szczęk tego drapieżnika.

Najbardziej nietypowym przedstawicielem opancerzonych plakodontów był rodzaj *Henodus*, którego skamieniałości odkryto na terenie południowych Niemiec. Ogólnym planem budowy przypominał inne zaawansowane plakodonty, jednak najwięcej różnic pojawiło się w szczękach.

Charakterystyczne dla większości tej grupy zęby u henodusa zmierniały. Jego szczęki miały kanciasty, prostokątny kształt, a na ich przodzie znajdowały się drobne twory przypominające niewielkie ząbki. Niektórzy badacze sądzą, że pełniły one funkcję zbliżoną do przednich zębów u bardziej prymitywnych plakodontów, takich jak *Placodus*, czyli że zwierzę za ich pomocą podnosiło pokarm z dna morskiego. Większość paleontologów jednak uważa, że wyrostki służyły jako skrobaczka do odzierania podmorskich skał z porastających je glonów i innego rodzaju roślinności. W zdobywaniu drobnego pokarmu roślinnego prawdopodobnie pomagały jakieś struktury filtracyjne, które były zawieszone w wąskich bruzdach przy krawędziach szczęk. Niestety nie wiemy, jak struktury te mogły wyglądać, choć być może przypominały znane u dzisiejszych waleni fiszbiny. Przypadek henodusa świadczy o tym, że roślinożerność – choć rzadziej spotykana wśród wtórnie wodnych kręgowców niż mięsożerność – rozwinęła się stosunkowo wcześnie w historii podboju ekosystemów morskich przez gady.

Redaktorka prowadząca: Karolina Głowacka

Redakcja: Gabriela Niemiec

Korekta: Agnieszka Pawlikowska, Przemysław Żbikowski

Opieka redakcyjna: Anna Radwan-Żbikowska

Opieka produkcyjna: Tomasz Jaroszek, Justyna Jaroszek

Projekt okładki: Ula Pągowska

Opracowanie graficzne ilustracji: Filip Pachla

Rysunki zwierząt: Bogusław Waksmundzki

Obrazy paleoświata: Marcin Ambrozik

Fotografia autora na okładce: Mikołaj Starzyński

Projekt typograficzny i skład: Robert Oleś, d2d.pl

Książkę złożono krojami Questa oraz Questa Sans

Druk: Drukarnia Perfekt s A., ul. Połczyńska 99, 01-303 Warszawa