

# P

**PALEONTOLOGIJA**, znanost o životu u geološkoj prošlosti, uključuje proučavanje fosilnih životinja (paleozoologija) i biljaka (paleobotanika). Ona istražuje morfologiju, sistematiku, način života i rasprostranjenost nekadašnjih organizama, a u širem smislu bavi se evolucijom i historijom života na Zemlji. Fosili i stijene u kojima se oni nalaze daju osnovne podatke za paleontološka proučavanja. Paleontologija je u uskoj vezi s biologijom, stratigrafijom (v. *Geologija*, TE 6, str. 168), petrologijom (v. *Petrologija*), paleoekologijom, paleogeografijom te drugim prirodnim znanstvenim disciplinama. Praktična primjena paleontologije očituje se u njenu značenju za korelaciju sedimentnih stijena i određivanju njihove relativne starosti. Fosili zajedno s litološkim karakteristikama stijena osnova su za izradbu paleogeografskih karata, a također mogu dati važne podatke o nekadašnjim sredinama sedimentacije. Ti podaci mogu biti vrlo korisni u eksploataciji nafte i drugih mineralnih sirovina.

**Fosili i fosilizacija.** Fosili su ostaci i tragovi organizama geološke prošlosti. Rijetko se nalaze zajedno tvrdi i meki dijelovi tijela, kao npr. ostaci pleistocenskih mamuta sačuvanih u vječitom ledu Sibira. Najčešće su sačuvani tvrdi dijelovi organizama (kosti, zubi, ljušture, čahure i sl.). Proces koji se zbiva od uginuća organizama do konačnog stvaranja fosila naziva se *fosilizacija*.

*Petrifikacija* (okamenjivanje) najčešći je način fosilizacije. Nastaje tako da mineralna tvar koja se nalazi u vodi ulazi u sve pore skeleta nakon uginuća organizma i tu se istaloži. Skelet postaje teži, čvršći, ali se potpuno sačuva njegov oblik.

*Karbonizacija* (pougljenjivanje) zbiva se kada organizam dospije u gusti medij (mulj, smola) i tako se potpuno izolira od utjecaja zraka. Proces brže napreduje ako je veći tlak i izolacija potpunija. Organski spojevi prelaze u vodu i djelomično nestaju u obliku plinova, a kao konačni produkt nastaju očvrsljeli ugljikovodici bogati ugljikom. Pri naglom pougljenjivanju može nastati čisti ugljik.

*Inkrustacija* je proces kojim se organizam nakon uginuća oblaže mineralnom masom, najčešće kalcitom, aragonitom ili kremenom. Mineralna kora redovito je porozna, što omogućuje da se organski ostatak naknadno razori i nestane. Takva organska prevlaka predočuje nekadašnji organizam.

*Konzervacija* je vrlo rijetka, a nastaje kad je tijelo zaledeno ili prožeto solima i uljima, i tako izolirano od utjecaja zraka.

*Mumifikacija* nastaje u pustinjskim predjelima kada se leševi isuše i, pošto dospiju u neki sediment, sačuvaju se kao mumije.

Fosili mogu biti očuvani u obliku otisaka, tragova, bušotina i dr., što upućuje na životne djelatnosti organizama (*ihnofosili*). Neki su fosili kroz dugo vremensko razdoblje ostali nepromijenjeni (*perzistentni fosili*), dok su drugi imali brz, eksplozivan razvoj i bili su široko rasprostranjeni (*provodni ili karakteristični fosili*). Fosili mogu biti dobar indikator sredine taloženja (*facijalni fosili*), a mnogi su pridonijeli stvaranju sedimentata (*lito-genetski fosili*). Ugljen i nafta često se nazivaju fosilnim gorivima zato što su u njihovu postanku sudjelovali i fosili.

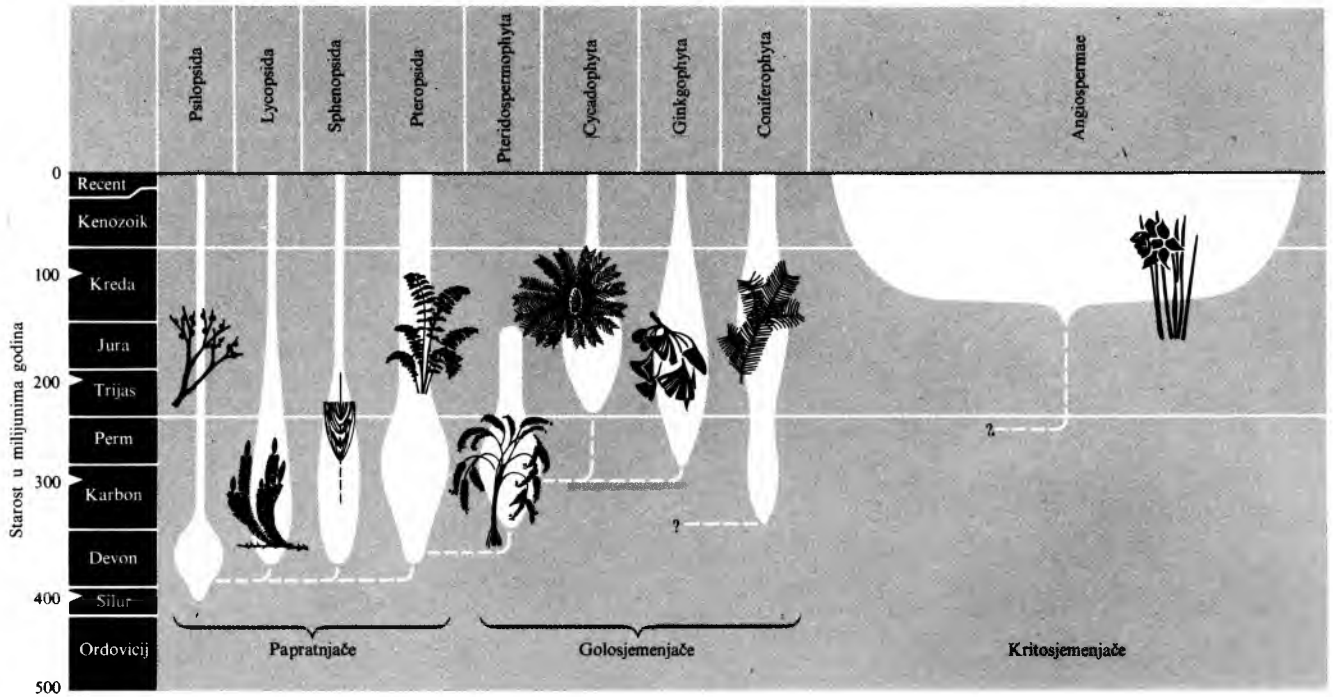
Fosile su zapazili već prehistorijski ljudi. U mnogim razdobljima i kulturama spominje se i objašnjava njihovo porijeklo. Prvo pravilno tumačenje da su fosili ostaci nekadašnjih životinja dali su grčki učenjaci (Herodot, Ksenofon i dr.). Najstariji opisi fosila potječu iz srednjeg vijeka (K. Gesner, 1565, E. Lhuyd, 1699). U to doba postojala su različita pogrešna shvaćanja o fosilima. Ispravnu interpretaciju dao je R. Hooke (1635—1703), koji upućuje na značenje fosila za rekonstrukciju paleoklime. Paleontologija kao znanost počinje se razvijati u XIX stoljeću. Važne radove objavili su mnogi istraživači (J. B. Lamarck, G. Cuvier, A. d'Orbigny i dr.). J. B. Lamarck dao je prvu opširnu teoriju o razvoju životinja (1809). Premda ona nije cijela prihvaćena, neki poznati istraživači potkraj XIX i na početku XX stoljeća (E. D. Cope, C. Depéret, O. Abel i dr.) oživjeli su i modernizirali Lamarckove ideje pod imenom *neolamarkizam*. W. Smith je istakao značenje fosila za stratografsku korelaciju (1915). Osobit impuls razvoju paleontologije dala je Darwinova teorija o evoluciji prirodnim odabiranjem (1859). Svoj nauk o porijeklu vrsta Ch. Darwin proteže i na čovjeka (1870).

**Paleobotanika.** Fosilni ostaci biljaka uključuju listove, sjemenje, drveće, polene i spore, te, rjeđe, plodove i cvijeće. Neke biljke imaju svojstvo da izlučuju mineralne skelete i tako sudjeluju u stvaranju fitogenih stijena. Na osnovi fosilnih nalaza paleobotaničari mogu rekonstruirati biljni pokrivač Zemlje u geološkoj prošlosti, pa se tako utvrđuje evolucija biljnih grupa (sl. 1) i klimatske promjene, te rekonstruiraju sredine u kojima su biljke živjele i određuje relativna starost stijena. Među fosilne biljne vrste ubrajaju se stelnjjače (*Thallophyta*), papratnjače (*Pteridophyta*), golosjemenjače (*Gymnospermae*) i kritosjemenjače (*Angiospermae*).

*Stelnjjače* (*Thallophyta*) su niže biljke koje se nisu morfološki diferencirale u korijen, stablo i list. Stelnjjače obuhvaćaju bakterije, alge i neke druge biljne skupine. Pojavljuju se u pretkambriju. Bakterije su odigrale važnu ulogu u geološkoj prošlosti. Sudjelovale su u procesu stvaranja nafte i bitumena. Alge (sl. 2) su veoma česte u vodenim sredinama. Mnoge imaju vapnenačke ili silicijske skelete, što je omogućilo da se fosilno dobro sačuvaju. Često se nagomilavaju u velikim oceanskim dubinama (4000—6000 m) tvoreći različite muljeve.

*Papratnjače* (*Pteridophyta*) najprimitivnije su i najstarije kopnene biljke, pa im morfološka diferencijacija nije na visokom stupnju. Karbonska vegetacija osobito je karakterizirana papratnjačama koje su dale materijal za tvorbu ugljena. Najraširenije su bili srodnici crvotočine (*Lycopside*, i to *Lepidodendron*, *Sigillaria* i *Ulodendron*) i preslice (*Articulatae*, i to *Calamites* i *Sphenophyllum*). Bila su to gorostasna stabla, visoka do 30 m, duguljastih listova koji su ostavljali karakteristične ožiljke na debeloj kori. I u donjem permu postoje karbonske papratnjače, ali veće promjene nastaju sredinom perma kada mnogi oblici izumiru. U mezozoiku i kenozoiku papratnjače nemaju ono značenje koje su imale u paleozoiku.

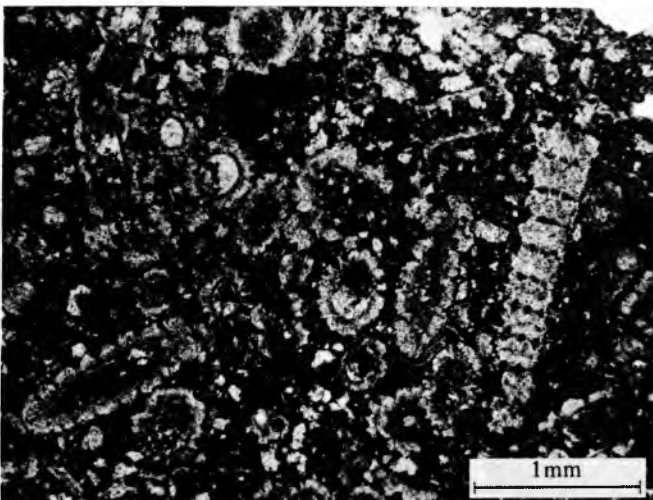
Ugljen i nafta često se nazivaju fosilnim gorivima zato što su u njihovu postanku sudjelovali i fosili.



Sl. 1. Povijest evolucije kopnenih biljaka

**Golosjemenjače (Gymnospermae).** Općenito se smatra da se pojavljuju u gornjem devonu (*Archaeospermae*), premda se kao važni floristički element javljaju od karbona. Gornjopaleozojske primitivne sjemenjače (*Pteridospermophyta*) imaju još neke odlike paprati te im se pridaje veliko filogenetsko značenje koje se sastoji u povezivanju paprati i golosjemenjača. Zajedno s primitivnim sjemenjačama na početku karbona javljaju se i prave sjemenjače (*Cordaites*) u obliku drvenastih vitkih stabala viših od 30 m. Njima se pridružuju četinjače (*Coniferales*), od kojih su izumrle *Lebachiaceae* (*Walchiaceae*) karakteristične za karbon i perm. *Taxodiaceae* (*Sequoia*, *Taxodium*) česte su u kredi i tercijaru, a *Pinaceae* (*Pinus*, *Picea*, *Abies* i dr.) pojavljuju se u kredi i danas su najvažnije. U permu nastupaju *Ginkgophyta* i *Cycadophyta*, a početkom mezozoika pridružuju im se *Cycadeoidophyta*. Općenito uzevši, od karbona do jure velik broj golosjemenjača imao je nagli razvoj, a mnoge su od tih biljaka izumrle i ne pokazuju nikakvu evolutivnu povezanost s današnjim oblicima.

**Kritosjemenjače (Angiospermae)** glavni su elementi današnje flore s približno 220 000 vrsta, 12 000 rodova i 330 porodica. Kao fosili pojavljuju se u donjoj kredi, a već od srednje krede dalje postaju dominantne kopnene biljke.

Sl. 2. Algalni vapnenac s brojnim presjecima vrste *Salpingoporella dinarica* Carozzi. Gornji malm; dolina Kupe, južno od Starog Trga

**Paleontologija beskralješnjaka (Evertebrata).** Današnji beskralješnjaci čine oko 95% svih životinjskih vrsta, a od ukupnog broja oko 3/4 pripada insektima. Fosilni se beskralješnjaci (sl. 3) pojavljuju rano u razvoju životinjskog svijeta, i to pretežno u morskim oblicima s povoljnim prilikama za fosilizaciju, pa su njihovi ostaci mnogobrojni i široko rasprostranjeni. Među njima poznate su mnoge izumrle skupine.

**Protozoa (praživi).** Veće fosilno značenje imaju jedino korjenonošci (*Rhizopoda* ili *Sarcodina*). To su jednostanični organizmi koji izlučuju raznolike i komplicirano građene skelete od hitina, kalcita, aragonita ili kremena. Skeleti mogu biti aglutinirani, nastali sljepljivanjem čestica okolišnog materijala (kremena, vapnenačkih zrnaca, kokolita, iglica spužvi i dr.).

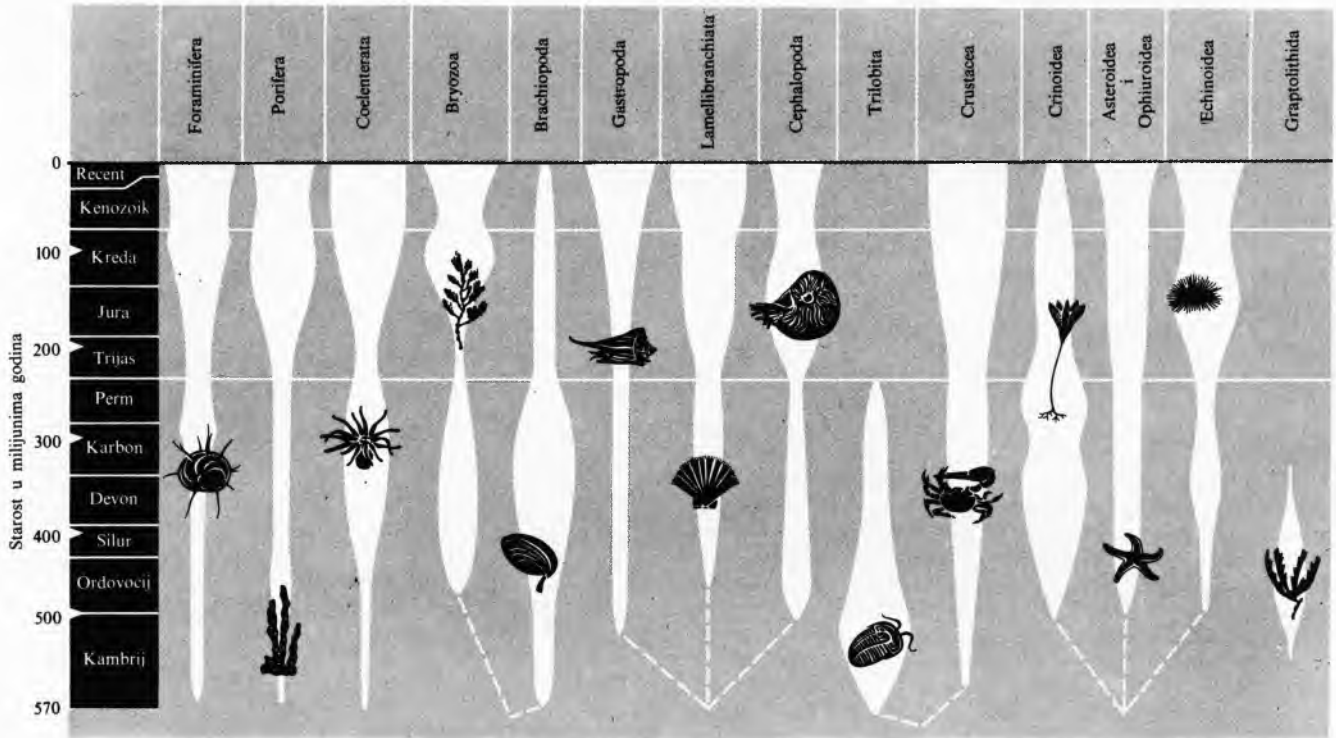
Red *zrakaša (Radiolaria)* iz porodice korjenonožaca (*Rhizopoda*) jesu morski, planktonski organizmi. Veličina im iznosi od 0,2 do nekoliko milimetara, a najveći su veliki i do 32 mm. Žive od površine vode do abisalnih dubina, a najbrojniji su u bazi epipelagičke zone. Pojavljuju se u prekambriju.

**Foraminifera** su praživotinje pretežno morskih oblika, a tijelo im je u veoma raznoliko građanim kućicama. Najčešće imaju promjer približno 1 mm, a veličina im iznosi od nekoliko mikrometara do više centimetara. Većinom žive bentoski, neke se pričvršćuju za podlogu, a jedan dio foraminifera pribraja se planktonu.

Najstariji predstavnici foraminifera pojavljuju se u stijenama kambrija i ordovicija. Prvi veliki razvoj doživljavaju u gornjem paleozoiku, koji karakteriziraju mala *Endothyraea* i velike foraminifere (*Fusulinacea*). Foraminifere su zbog svoje velike stratigrafske važnosti i filogenetske zanimljivosti veoma dobro istražene. Veći uspon foraminifera nastaje u kredi, a u paleogenu dosežu novi cvat; tu su ne samo provodni ili vodeći nego i litogenetski fosili *Nummulites*, *Alveolina*, *Discocyclina* i dr. (sl. 4). Na prijelazu iz paleogena u neogen značajne su makroforaminifere *Miogypsinidae*, dok su u neogenu i pleistocenu brojne mikroforaminifere (*Globigerina*, *Alphidium*, *Cibicides*, različite vrste *Miliolida* i dr.).

Višestanični organizmi obuhvaćaju se nazivom *Metazoa*.

**Spužve (Porifera)** jednostavni su višestanični organizmi. Većina ih ima unutrašnji skelet sastavljen od iglica (*spiculae*) koje mogu biti vapnenačke, kremene ili od organske tvari (*spongin*). Današnje spužve su morske, a samo jedna porodica nastava slatke vode. Sesilne su, rijetko leže na morskom dnu. Nalaze se od obale do abisalnih dubina. Sigurno su utvrđene u kambriju, a možda se pojavljuju i ranije. Značajne su litogenetski.



Sl. 3. Razvoj karakterističnih morskih beskrležnjaka u geološkoj prošlosti

*Archaeocyatha* su izumrla skupina mnogostaničnih organizama koji su nastavali topla plitka mora u donjem i srednjem kambriju i sudjelovali u tvorbi grebena.

Mješinci ili dupljari (*Coelenterata*) uključuju solitarne i kolonijske beskrležnjake. Karakterizira ih zrakasta simetrija. Većinom su polimorfni i u toku svoga životnog ciklusa uključuju stadije polipa i meduze. Mješinci su u osnovi morski organizmi, premda su neki iz razreda *Hydrozoa* veoma rasprostranjeni u slatkim vodama. Mnogi oblici su veoma osjetljivi na promjenu temperature, svjetla i slanosti. Posebno se ističu kao litogenetski fosili.

Koralji (*Anthozoa*), iz razreda mješinaca, u toku geološke prošlosti izgrađivali su grebene. Koraljni grebeni bili su predmet opsežnih znanstvenih istraživanja, posebno zbog njihova značenja za pronalaženje nafte.

Mekušci (*Mollusca*) značajna su i velika grupa beskrležnjaka. Poznato je oko 100 000 vrsta. Prvi mekušci pojavljuju se u donjem kambriju (*Monoplacophora* i *Gastropoda*). Pred-

stavnici puževa (*Gastropoda*) u početku su imali simetrično savijene kućice (*Bellerophonitidae*), ali uskoro se pojavljuju asimetrične kućice koje dominiraju u puževa od paleozoika do danas. Većina oblika živi u moru, ali nastavaju i slatke vode i kopno. *Pteropoda* su planktonski organizmi, a nagomilani u velikim množinama na morskom dnu tvore pteropodne ooze (engl. ooze mulj). Poznati su od karbona. Kopneni puževi, plućnjaci (*Pulmonata*), susreću se od gornje jure.

Školjkaši (*Lamellibranchiata*) pojavljuju se u srednjem kambriju, a kao faunistički element postaju karakteristični u gornjem paleozoiku; veći razvoj doživljavaju u toku mezozoika i kenozoika.

Glavonošci (*Cephalopoda*) najviše su organizirani veliki mekušci. Neke skupine su izvrsni provodni fosili. U recentnoj fauni brojčano veoma zaostaju za onima iz paleozoika i mezozoika. Žive samo u moru. Glavonošci s vanjskim skeletom (*Ectocochlia*), od kojih danas živi samo jedan rod, indijska lađica (*Nautilus*), uključuju *Nautiloidea*, organizme koji su karakteristični za paleozoik, i amonite (*Ammonoidea*), koji su živjeli od devona do kraja krede. Stratigrafsko značenje amonita očituje se u mogućnosti izdvajanja pojedinih zona u mezozoiku na osnovi takvih fosila.

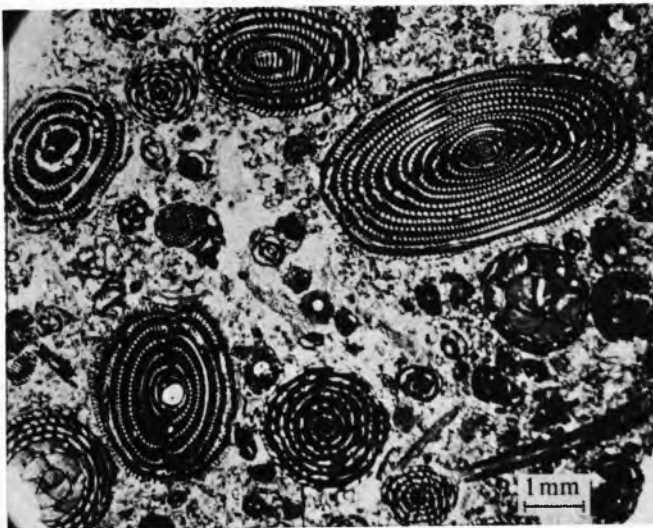
Kolutičavi crvi (*Annelida*) su raznovrsni beskrležnjaci, poznati od prekambrija. Mnogo ih ima u morskim zajednicama, ali nastavaju i slatke vode i kopno. Posebno se u posljednje vrijeme pridaje stratigrafsko značenje čeljustima polihetnih crvi (*Scolecodonta*).

*Conodonta* su značajni mikrofosili od kambrija do trijasa.

Mahovnjaci (*Bryozoa*) vođeni su sesilni beskrležnjaci koji tvore kolonije veoma različita oblika, a nastavaju morske, rjeđe slatkovodne sredine. Pojavljuju se u ordoviciju.

Ramenonošci (*Brachiopoda*) pojavljuju se u donjem kambriju. Primitivniji, *Inarticulata*, razvijaju se u kambriju, ordoviciju i siluru, a kasnije su rijetki. Napredniji, *Articulata*, postiču vrhunac razvoja u devonu. Mnogi su ramenonošci česti u karbonu i permu i među njima ima izvrsnih provodnih fosila.

Člankonošci ili zglavkari (*Arthropoda*). Veliko i raznorodno stablo člankonožaca polifiletskog je porijekla. Obuhvaća pet velikih grupa: trorežnjaci (*Trilobitomorpha*), rakovi (*Crustacea*), klještari (*Chelicerata*), *Pycognida* i *Uniramia*. Posljednja grupa

Sl. 4. Alveolinski vapnenac s presjecima vrste *Alveolina laxa* Hottinger. Paleocen; Veliko Gradišće

uključuje stonoge (*Myriapoda*) i kukce (*Insecta*). Izumrla skupina rakova *Trilobita* živjela je samo u paleozoiku (kambrij—srednji perm). Nastavala je plitka mora. Oblici su obično bili veliki od 1–10 cm, premda su poznati i neki do 70 cm. Vrhunac je razvoja trilobita u kambriju i ordoviciju (*Olenellus*, *Redlichia*, *Calymene*).

*Chelicerata* su nastavala morske i slatkovodne sredine (*Merostomata*), ali su živjela i na kopnu (paučnjaci — *Arachnida*). Ističu se *Eurypterida*, krupni oblici koji su bili dugi i do 2 m. To su najveći poznati člankonošci, a živjeli su samo u paleozoiku.

*Raci* (*Crustacea*) morski su organizmi, neki žive u slatkoj i bočatoj (brakičnoj) vodi, a ima ih i parazitnih oblika. Poznati su od kambrija. Sitni organizmi *Ostracoda* veoma su važni mikrofosili.

*Kukci* (*Insecta*) važni su facijelni fosili, posebno kao indikatori klime geološke prošlosti. U gornjem paleozoiku živio je najveći kukac svih vremena (*Meganeura*), s krilima promjera oko 70 cm.

*Bodljikaši* (*Echinodermata*) morski su beskralješnjaci s izrazitom peterozrakastom simetrijom. Skelet je bodljikaša mezodermalnog porijekla, a sastavljen je od vapnenih pločica koje ovijaju tijelo. Uključuju pet većih sistematskih jedinica: *Crinozoa* (stapčari), *Blastozoa*, *Homalozoa*, *Asterozoa* (zvjezdace) i *Echinozoa* (ježinci). Većina ih se pojavljuje u kambriju. Stapčari ili morski ljljani (*Crinoidea*, od donjeg ordovicija do danas) dostižu vrhunac u devonu i karbonu, a potkraj perma nazaduju. Izvršni su provodni fosili i svojim skeletnim elementima sudjeluju u gradnji stijena. Ježinci (*Echinoidea*), danas najčešći bodljikaši, pojavljuju se u ordoviciju. Dobri su provodni fosili.

*Graptoliti* (*Graptolithida*) paleozojski su morski kolonijski organizmi. Prvi su graptoliti bili bentoski. U siluru se pojavljuju planktonski oblici, koji su upravo zbog takva načina života široko rasprostranjeni. Veoma su važni za stratigrafiju.

**Paleontologija kralješnjaka** (*Vertebrata*). Kralješnjaci pripadaju stablu svitkovaca (*Chordonia*). Primitivni vodeni kralješnjaci uključuju beščeljusnice (*Agnatha*), primitivne ribe oklopnjače s čeljustima (*Placodermi*), hrskavičave ribe (*Chondrichthyes*), bodljikave ribe (*Acanthodii*) i koštunjave ribe (*Osteichthyes*). Skupnim nazivom četveronošci (*Tetrapoda*) obuhvaćeni su ostali kralješnjaci: vodozemci (*Amphibia*), gmazovi (*Reptilia*), ptice (*Aves*) i sisavci (*Mammalia*).

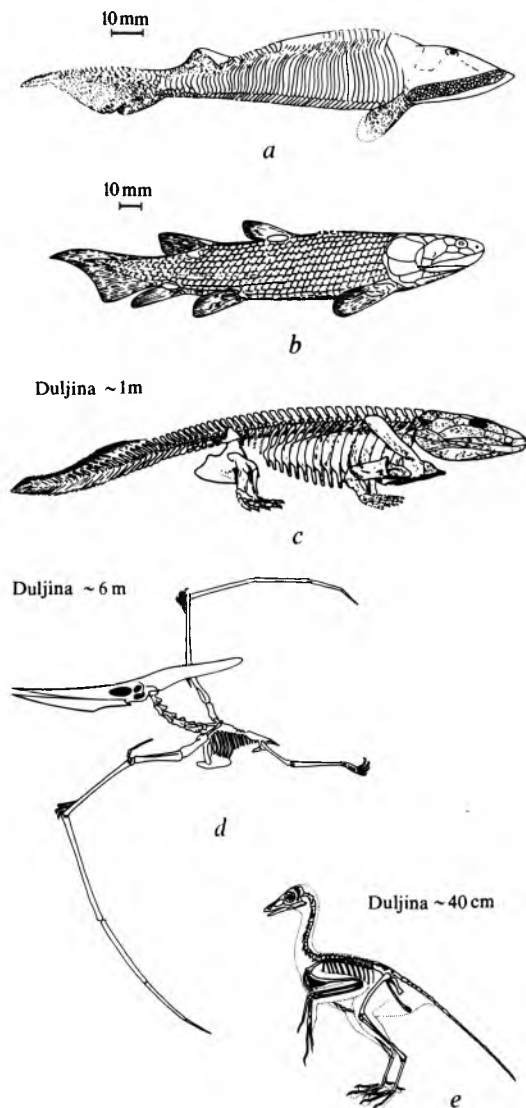
Paleontologija kralješnjaka važna je za organsku evoluciju. Utvrđeni su mnogi filogenetski nizovi. Fosilni kralješnjaci služe za geološku korelaciju, posebno u sedimentima koji nisu morski. Kralješnjaci također daju važne dokaze o nekadašnjim geološkim vezama među kontinentalnim masama.

*Beščeljusnice* (*Agnatha*) karakterizirane su nedostatkom donje čeljusti. Današnje kružnouse (*Cyclostomata*) nemaju vapnenačkog skeleta i njihovi fosili nisu poznati. *Ostracodermi* (sl. 5a) imaju vanjski skelet od koštanih bodljika, ploča ili krupnijih štitova. Sigurno se pojavljuju u ordoviciju, razvijaju se u siluru i donjem devonu, a krajem devona izumiru.

*Ribe* (*Pisces*). Najstarije primitivne ribe (*Acanthodii*) poznate su od silura, a živjele su do perma. *Placodermi* (silur—devon) vanjšinom nalikuju na beščeljusnice. *Chondrichthyes* su ribe s hrskavičavim ili djelomično okoštanim skeletom. Koštane ploče peraja i zubi su od dentina, što omogućuje da se sačuvaju u dubokovodnim sedimentima gdje nema drugih fosila. Razvile su se u devonu od plakoderma, a među današnjim oblicima najpoznatiji su morski psi i raže (*Selachii*). U donjem devonu pojavljuju se koštunjače (*Osteichthyes*), koje, osim ostalih, uključuju ribe dvodihalice (*Dipnoi*) i resoperke (*Crossopterygii*). Živjele su u morskim i slatkim vodama. Resoperke su (sl. 5b) ishodišna skupina za razvoj prvih četveronožaca i od njih počinje razvoj kralješnjaka na kopnu.

*Vodozemci* (*Amphibia*) prvi su, najprimitivniji četveronošci. Pojavljuju se u gornjem devonu, a veću ulogu imali su u toku gornjeg paleozoika i trijasa kada su nastavali različite kopnene predjele i dosezali znatne veličine. *Ichthyostega* (sl. 5c) najstariji je poznati četveronožac. Njegova primitivna građa podsjeća na ribe i dokazuje porijeklo od resoperki, pa je to, prema tome, prijelazni oblik između riba i četveronožaca. U trijasu je živio *Mastodonsaurus*, najveći poznati vodozemac. Imao je tijelo dulje

od 3 m. U recentnoj fauni vodozemci su predstavljeni žabama (*Anura*), daždevnjacima (*Salamandra*) i drugim oblicima, a njihovi fosilni predstavnici susreću se u trijasu i u kasnijim razdobljima. Već su u juri vodozemci slabije razvijeni i sitniji, premda i u tercijaru a i danas ima vrsta duljih od 1 m.



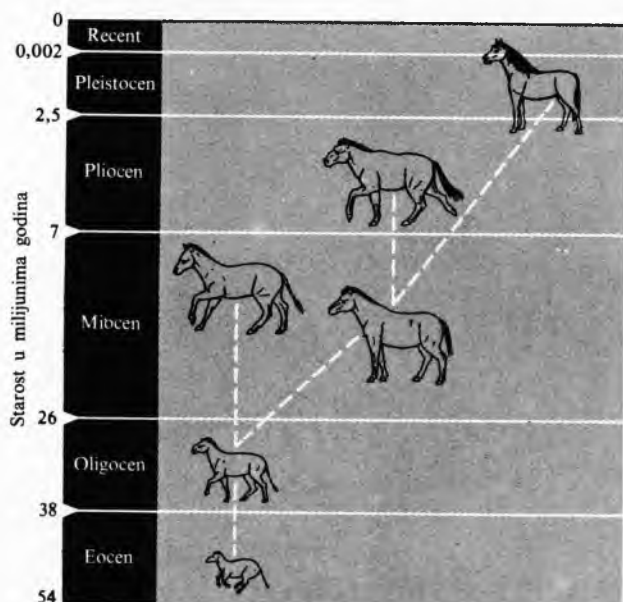
Sl. 5. Neki fosilni kralješnjaci. a beščeljusnice (*Hemicyclaspis*), b ribe (resoperka — *Osteolepis*), c vodozemci (*Ichthyostega*), d gmazovi (*Rhamphorhynchus*), e ptice (*Archaeopteryx*)

*Gmazovi* (*Reptilia*) razvili su se u gornjem paleozoiku, a veoma su rasprostranjeni u mezozoiku (doba gmazova). Današnji su reducirani na četiri roda: *Chelonia* (kornjače), *Crocodylia* (krokodili), *Squamata* (gušteri i zmije) i *Rhinchocephalia* (premosnici). Općenito se smatra da su se gmazovi razvili od vodozemaca, premda nedostaju prijelazni oblici. Najstariji i najprimitivniji gmazovi *Cotylosauria* (gornji karbon—trijas) ishodišna su skupina za razvoj ostalih gmazova. Fosilni gmazovi osvojili su različite životne prostore. Riboliki gušteri *Ichthyosauria* (srednji trijas—gornja kreda) bili su najbolje prilagođeni životu u moru. Leteći gmazovi *Pterosauria* (sl. 5d) prvi su među kralješnjacima koji su uspjeli poletjeti. Među njima poznate su najveće leteće životinje koje su ikada živjele, s krilima raspona većega od 8 m (*Pteranodon*). Mnogi rodovi izumrlih gmazova bili su golema rasta. Najveći su živjeli u gornjoj juri i donjoj kredi (*Brontosaurus*, *Brachiosaurus*, *Tyrannosaurus*, *Stegosaurus*, *Triceratops* i drugi). Većina se hranila biljem, a bili su unatoč svome, ponekad zastrašujućem, izgledu potpuno bezopasni. Zvijeroliki gmazovi, *Therapsida*, po građi zubala približavaju se sisavcima, pa u toj skupini treba tražiti njihove pretke.



*Ptice (Aves)* pojavljuju se posljednje od svih kralješnjaka u gornjoj juri. Praptica *Archaeopteryx* (sl. 5e) nosi uz izrazito ptičje i niz gmazovskih odlika. Tako je to prijelazni tip u filogenetskom razvoju. Kredne i kasnije ptice mnogo se razlikuju od praptica. U eocenu se pojavljuju prve trkačice.

*Sisavci (Mammalia)* razvili su se od gmazova u trijasu. U juri i kredi bili su sitnijeg rasta i imali su primitivne karakteristike. Naglo se razvijaju u kenozoiku (doba sisavaca) i danas su na vrhuncu razvoja. Najstariji fosilni tobolčari (*Marsupialia*) poznati su iz gornje krede. U geološkoj prošlosti bili su veoma rasprostranjeni. Placentalni sisavci naglo se razvijaju u tercijaru, zahvaljujući svojoj inteligenciji i prikladnijem načinu održavanja vrste. Kukcožderi (*Insectivora*) pojavljuju se u kredi i najprimitivniji su placentalni sisavci; predstavljaju ishodišnu skupinu plodvaša (*Placentalia*), bitnih za razvoj svih sisavaca. Od zvijeri (*Carnivora*, *Fissipedia*) prazvijeri (*Creodontia*) su najstarije (paleocen—miocen). Zvijeri (*Miacidae*, psi — *Canidae*, medvjedi — *Ursidae*, hijene — *Hyaenidae*, mačke — *Felidae* i dr.) razvijaju se od gornjeg eocena. Jedna od rijetkih izumrlih razvojnih linija mačaka jesu *Machairodontidea* (gornji oligocen—pleistocen). Perajari (*Pinnipedia*) su zvijeri prilagođene životu u vodi. Fosilno su poznati od miocena. Kitovi (*Cetacea*) i morske krave (*Sirenia*) također su adaptirani životu u moru. Među kopitarima (*Ungulata*) neparnoprstaši (*Perissodactyla*) su napredna grupa, većinom velika rasta i različita načina života (nosorozi — *Rhinoceroidea*, konji — *Equoidea*). Unutar te grupe ima više filogenetskih nizova, od kojih je najpoznatiji i najbolje proučen razvojni niz konja (sl. 6). Parnoprstaši (*Artiodactyla*) počinju se razvijati u donjem eocenu. Obuhvaćaju neke izumrle skupine (*Paleodonta*, *Bunoselenodontia* s antrakoteridama, dok su druge (jeljeni — *Cervidae*, goveda — *Bovidae*) postigle vrhunac razvoja tek u kvartaru. Među fosilnim sisavcima dobro je proučena skupina rilaša (*Proboscidea*). Poznat je filogenetski niz mastodontida. Glodavci (*Rodentia*) su danas na vrhuncu razvoja.



Sl. 6. Filogenija konja (*Equidae*)

*Primati (Primates)* razvili su se od kukcoždera u paleocenu. Paleontologija primata veoma je detaljno razrađena, a osobito dio koji obuhvaća ljude (*Hominidae*). Dio paleontologije koji prikazuje porijeklo i filogeniju čovjeka, morfologiju fosilnih hominida i na temelju ostataka donosi zaključke o životu i kulturi fosilnih hominida naziva se *paleoantropologija*.

**Praktično značenje paleontologije.** Paleontologija se primjenjuje u stratigrafskim istraživanjima radi utvrđivanja relativne starosti stijena. Jedna je od najznačajnijih njenih praktičnih primjena u korelaciji sedimentnih naslaga. Stijene istoga lito-

loškog sastava, taložene u istim uvjetima i u isto vrijeme, obično sadrže iste fosile. Premda fosili određuju relativnu starost stijena, oni označuju i određeni položaj u kronostratigrafskoj ljestvici. Na osnovi utvrđene starosti može se izvršiti korelacija naslaga na većoj ili manjoj udaljenosti. Korelacija je važna za geološko kartiranje, koje se upotrebljava u razne svrhe, a bitno je u istraživanju nafte, u hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji. Novija istraživanja, osobito u mikropaleontologiji, pokazuju da korelacija može biti veoma detaljna. *Mikropaleontološka* istraživanja posebno su pogodna pri analiziranju fosilnog sadržaja u bušotinama. Makrofaunistički ostaci rjeđe se zahvaćaju profilom bušotine, često su oštećeni i nedovoljni za odredbu, dok samo malen komadić stijene može sadržavati brojnu asocijaciju mikrofosila. Upravo se zbog toga mikropaleontologija kao grana paleontologije posebno razvila u okviru naftnih istraživanja. Druga mikropaleontološka disciplina, *palinologija* (analiza polena i spora), osobito se primjenjuje pri istraživanju ugljena. Na osnovi kvalitativnog i kvantitativnog sadržaja polena i spora izrađuju se palinospektri koji su osnova za korelaciju ugljenih naslaga. I druge paleontološke metode imaju široku primjenu u istraživanju različitih mineralnih sirovina.

Za utvrđivanje tektonskih odnosa određenog područja fosili su posebno važni. Pomoću njih se može pratiti prirodni slijed naslaga, a i poremećeni odnosi uvjetovani tektonskim pokretima. U novije vrijeme fosili pridobivaju značenje u tumačenju tektonike ploča. Prema ostacima fosila nađenim na pojedinim kontinentima objašnjava se nekadašnja povezanost kontinenata, odnosno njihovo razdvajanje u geološkoj prošlosti.

Paleontološki podaci omogućuju i izradbu paleogeografskih karata koje pokazuju geografske odnose pojedinih vremenskih intervala tijekom geološke prošlosti. Oni mogu poslužiti i pri izradbi paleoklimatoloških karata. Fosili su indikatori uvjeta sredina u kojima su nastale stijene. Upoznavanje sredina sedimentacije veoma je važno u geologiji, posebno za utvrđivanje ležišta mineralnih sirovina.

Biogeno-kemijska aktivnost organizama utječe na stvaranje sedimentata, a kad se nakupi mnogo organizama, nastaju stijene biogenog porijekla. Njihovo je značenje višestruko. Tako korjalni grebeni i neke druge biogene stijene svojom primarnom šupljikavošću u određenim prilikama mogu biti kolektori nafte ili mjesta odlaganja drugih korisnih mineralnih sirovina. Riblji škriljavci se upotrebljavaju u farmaciji za izradbu nekih preparata (Ichthyol ili Gyrodal). Veće nakupine ljušturica fosila mogu se iskoristavati i upotrijebiti kao dodatak hrani za ptice. Stijene koje sadrže fosile veoma su cijenjene u građevinarstvu kao ukrasni kamen.

Značenje paleontologije vidi se i u tome što je ona historijska znanost. Fosilni ostaci pružaju osnovne podatke nauci o evoluciji. Paleontologija omogućuje praćenje evolucije većine grupa organizama, u nekim primjerima i veoma detaljno (npr. evolucija konja). Premda još uvijek ima praznina u poznavanju razvoja organizama, fosilni ostaci nesumnjivo daju jedinstvenu osnovu evolucije živog svijeta.

LIT.: V. Kochansky-Devide, Paleozoologija. Školska knjiga, Zagreb 1964. — A. L. McAlester, The History of Life. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1969. — E. Themius, Fossils and the Life of the Past. English Universities Press, London, Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin 1973. — R. W. Fairbridge, D. Jablonski, The Encyclopedia of Paleontology. Dowden, Hutchinson & Roos, Stroudsburg, Pa., USA, 1979.

A. Sokač

**PAPIR**, tanka plosnata tvorevina, načinjena prepletanjem vlakana uglavnom biljnog porijekla. Papir je dobio ime prema tropskoj trajnici, biljci *Cyperus papyrus*, od koje se u davnini, prvobitno u Egiptu, izrađivao materijal za pisanje. Pronalazak papira jedan je od glavnih i prijelomnih momenata u razvoju i širenju ljudske misli, kulture i civilizacije. Papir se u prvo vrijeme upotrebljavao samo za pisanje. Danas je bez papira gotovo nemoguće zamisliti civilizirani svijet i život suvremenog