



# Boje duge sa dna mora

**N**ajpoznatiji izvori bisera su morski mekušci, pretežno školjke, mađa bisere mogu praviti i puževi i slatkovodne školjke, kada su lošijeg kvaliteta. U drevnoj Grčkoj reč biser je označavala "savršenu čistoću", a u starom Rimu „ljupkost i uživanje“. Pravi prirodni biser nastaje u mekušcima bez ljudske intervencije. Formiranje traje godinama, a kao krajnji rezultat tog procesa dobija se sjajni dragulj kojeg nazivamo biser. Postoje i kultivisani biseri koji se takođe svrstavaju u prirodne, mađa nastaju gajenjem školjaka u posebnim uslovima, odnosno uz pomoć čoveka.

Proces nastanka bisera u prirodi nije sasvim jasan. Ranije se pretpostavljalo da je zrnce peska koje prodre u unutrašnjost školjke uzrok nastanka bisera. Međutim, nauka je odbacila ovu pretpotavku jer zrnca peska ne može imati nikakvog uticaja na promene u unutrašnjosti školjke koja živi na morskom dnu. Nastanak bise-



ra prouzrokuju povrede u tkivu plašta školjke. Povrede izazivaju razni parazitski pljosnati crvi i niz drugih organizama iritirani koji se nađu između plašta i ljuštura, uključujući i perforirajuće organizme koji buše njihove ljuštura da bi došli do mekog tela kojim se hrane ili da bi se nastanjivali u njima. Ako ih školjka ne može izbaciti, onda njen odbrambeni mehanizam počne da luči tanke slojeve sedefa oko iritanta, sloj po sloj. Izlučeni sedef se sastoji od naizmenično raspoređenih koncentričnih i providnih slojeva aragonita (kristalni oblik kalcijum karbonata) i konhiolina (organskog proteina koji vezuje kristale). Mikroskopski sitni kristali i njihov raspored su savršeno usklađeni, a svetlost koja padne na površinu bisera prolazi kroz njih i prelama se u vidu duginih boja.

## Opsena iznutra

Jedna od najvažnijih odlika bisera je njegov sedefasti sjaj koji je najvažniji za lepotu i procenu vrednosti. Sjaj zavisi od unutrašnje strukture bisera, a nastaje odbijanjem i prelamanjem svetlosnih zraka na granicama kristala kalcijum-karbonata od kojeg je izgrađen. Posmatranjem prirodnog bisera stiče se utisak da svetlost dolazi iz njegove unutrašnjosti. Zapravo, objašnjenje leži u

Biseri od davnina izazivaju interesovanje ljudi. Mnoge kulture su ih sakupljale kroz istoriju, a danas su još uvek simbol vrednosti, elegancije i lepote.

Za razliku od drugog dragog i poludragog kamenja, biseri sadrže organsku materiju jer ih životinje formiraju prirodnim putem. Biseri su pravi prirodni dragulji, proizvedeni unutar tela živih organizama i, za razliku od drugih, to su jedini dragulji koji se mogu koristiti bez ikakve dodatne obrade.

## KAO RETKI FOSILI

Prirodni biseri su veoma retki, a među najređe prirodne bisere spadaju fosilni. Loptastog su oblika, na poprečnom preseku imaju koncentrične krugove, a kod nekih se sačuva i sedefasti sjaj.

Iako su se prvi mekušci pojavili pre oko 530 miliona godina u „kambrijumskoj eksploziji“, pronađeno je samo nekoliko vrsta školjaka sa fosilnim biserima. Međutim, „kambrijumska eksplozija“ predstavlja prvu fazu razvoja mekušaca, kada se pojavio veliki broj porodica, rodova i vrsta, ali taj broj je ostao na niskom nivou sve do druge faze poznate kao „velika ordovicijumska diverzifikacija“.

višestrukim slojevima sedefa koji se ponašaju kao male prizme i odražavaju faze rasta bisera.

Boja bisera zavisi od vrste mekušca koja je izradila biser, sredine u kojoj je životinja živela i konhiolina koji sadrži organske pigmente. I ako se za belu boju često kaže da je biserno bela, prirodni biseri se javljaju u nizu boja - od bele, zlatne i ljubičaste do crne. Kristali aragonita su beli ili bezbojni.

## Poreklo sedefa

Najstarije poznate školjke iz kambrijuma su *Pojetaia* i *Fordilla* koje imaju laminastu mikrostrukturu. Ona podsećaju na strukturu izumrlih kambrijumskih predstavnika klase mekušaca *Monoplacophora* (*Anabarella* i *Watsonella*), kao i na strukturu savremenih *Monoplacophora*. To je navelo naučnike na zaključak da je sedef konvergentno evoluirao kroz razvoj više grupa.

Pored *monoplakofora* u ove grupe spadaju puževi, školjke i glavonošci. Ovako nezavisno poreklo sedefa kod navedenih grupa dogodilo se tokom ili neposredno pre Velike ordovicijumske diverzifikacije, a sedef se najverovatnije pojavio negde između srednjeg kambrijuma i kasnog ordovicijuma. Nastao je kao odgovor na pojavu sve većeg broja predatora. Ova "eksplozija biodiverziteta" se poklopila sa periodom u istoriji Zemlje u kojem je došlo do pomeranja kontinenata i snažnog vulkanizma.

Promenom mikrostrukture ljuštura i pojavom sedefa došlo je do ojačavanja ljuštura mekušaca. Kod nekih mekušaca sedef nije razvijen, ali su u borbi protiv predatora uspeali da razviju neke druge strategije. Pojava sedefa u ljušturama je bio veliki korak u trci između grabljivaca i njihovog plena mekušaca, što se odrazilo na uspešan razvoj ove grupe životinja koje su kasnije zavladaile svim vodenim sredinama, odnosno doživele su pravi evolucioni procvat.

Sposobnost da se izgradi čvrst mineralizovan spoljašnji skelet u kambrijumu jedan je od ključnih faktora koji pokrenuo razvoj organizama koji mogu da se kreću, reaguju na okolinu i hrane drugim organizmima. Njihove ljuštura su vrlo složene i izgrađene su od slojeva sa različitim mikrostrukturama kalcijum-karbonata, kao što su prizmatična, sedefasta, listasta, lamelasta. Svaki od ovih slojeva ima odgovarajuću funkciju, ali poreklo prizmatičnog i sedefarstog sloja još uvek nije razjašnjeno. Utvrđeno je da kombinacija prizmatično-sedefastih mikrostrukture u ljušturama mekušaca, sa evolucione tačke gledišta, takođe potiče iz kambrijuma. Sedef je praktično evoluirao horizontalnom podelom vertikalnih prizmi, zbog čega se ljuštura sastoji iz više slojeva. Tako, na primer, ljuštura najpoznatijih bisernih školjaka iz roda *Pinctada* pokazuje strukturu sastavljenu od tankog organskog spoljašnjeg (kožastog površinskog) sloja periostakuma, spoljašnjeg prizmatičnog kalcitskog i unutrašnjeg sedefastog aragonitskog sloja.

Kod fosilnih bisera se može sačuvati sedefasti sjaj u zavisnosti od uslova u kojima su fosilizovani, a na preseku pokazuju koncentrične slojeve kao i biseri današnjih školjaka. Tokom fosilizacije bisera, aragonit (mineral koji





čini najveći deo bisera kod mnogih školjaka) se zamenjuje kalcitom ili drugim mineralom. Najstariji za sada poznati fosilni biser datira iz trijaskih sedimenata (pre oko 230-210 miliona godina). Nešto su češći nalazi fosilnih bisera u sedimentima gornje krede (mastrihtu) Teksasa, gde su uvek nalazeni zajedno sa školjkama *Inoceramus*, pa se pretpostavlja da su one imale mogućnost da prave bisere. Veličina bisera se kreće od 1mm u prečniku do 3 cm. Boja im varira od sive do crne.

Od mladih fosilizovanih bisernih školjaka zabeleženi su nalazi *Pinna affinis* iz eocena Engleske (pre 50 miliona godina). Sedefasti sjaj ovih bisera se sačuvao zahvaljujući tome što su školjke upale u fini, glinoviti sediment, tada najdublje tople morske sredine na terenima Londona. U ovako finoj glini, koja se kasnije koristila za pravljenje opeka i razne grnčarije, nije došlo do rastvaranja sedefa prilikom fosilizacije.

U donjem miocenu okoline Beča (pre oko 16,5 miliona godina) izgrađen je greben sa veoma krupnim školjkama *Crassostrea gryphoides*. Dužina njihovih kapaka je oko 80 cm. Oko 15000 primeraka je nađeno na površini od oko 400 m<sup>2</sup>. Zajedno sa njima nađeni su fosilizovani biseri.

U gornjem miocenu Japana je pronađen biser sfernog



Biserna školjka  
*Inoceramus*

oblika koji se sastoji od pravilno listastih do finolaminastih kristala. Sadrži i proslojke prizmatične strukture igličastih kristala. Ova struktura odgovara strukturi ostrige *Crassostrea gigas* koja je naverovatnije i napravila taj biser.

### ■ Fosilni biseri u Srbiji

Biseri pretežno imaju oblik sitnih malih kuglica i nije ih lako zapaziti u sedimentu izgrađenom od različitih materijala. Često se u nalazištima fosila nalaze i različite konkretne loptastog oblika, pa su u svetu ponekad pogrešno određivane kao biseri - a verovatno se događalo i obrnuto. Na osnovu do sada poznatih podataka o školjkama bisericama iz geološke prošlosti i njihovih fosilizovanih bisera, može se pretpostaviti da postoji mogućnost nalaska fosilnih bisera u onim sedimentima u kojima su sačuvane biserne školjke.

Tereni Srbije su velikim delom u prošlosti bili prekriveni morem u kojem su živeli preci mnogih današnjih bisernih školjki, ali i biserne školjke koje su u svetu poznate po fosilizovanom biserima (*Inoceramus*, *Pinna*, *Crassostrea*), ali biseri još uvek nisu pronađeni. Biseri se veoma teško čuvaju u fosilnom obliku naročito ako je došlo do razdvajanja kapaka.

*Inoceramus* je izumrla rod, živio je u juri i kredi (pre

### SNLAŽLJIVI LJUBITELJI BISERA

Arheološki ostaci pronađeni u grobnicama starim više hiljada godina u kojima su sahranjeni ljudi sa biserima svedoče o njihovoj tadašnjoj ulozi i značaju. Kako se društvo razvijalo, pored verskih obreda, biseri su sve više postajali simbol bogatstva, statusa i vere. U novije vreme se razvila prava i za neke veoma unosna industrija bisera. Postoje različite tehnike pravljenja bisera, počev od kultivisanih bisera, zatim onih koji se prave od prirodnih materijala kao što su u svetu vrlo cenjeni ohridski biseri, pa do veštačkih bisera koji se proizvode mehaničkim procesom u industriji i koji nemaju vrednost prirodnih ili kultivisanih bisera.

### NASTAJANJE BISERA

Potruga za prirodnim biserima traje hiljadama godina; mnogima je to bio jedini posao do pronalaska gajenja bisernih školjaka i formiranja prirodnih kultivisanih bisera u telu školjke. Strano telo koje izaziva formiranje bisera se u tkivo plašta školjke ugrađuje hirurškim putem. Često se dogodi da školjke ne prežive implantaciju ili ne prihvate implantant. Samo kod 30% školjki uspešno se formira biser oko implantanta. Od toga, oko 10% su komercijalno upotrebljivi, različitog su oblika, a samo 3% imaju pravilan okrugli oblik. Procenti variraju od zemlje do zemlje, a samo 0,5% imaju visok kvalitet oblika, boje, strukture i sjaja. Pošto se školjka ne sme otvarati na silu jer se može povrediti i uginuti, postepeno se podiže temperatura vode, nakon čega školjka otvara kapke. Dobro obučeni tehničari stalno prate temperaturu vode i protok hrane i pomeraju školjke u skladu sa najboljim uslovima gajenja. Za gajenje morskih bisera često se koriste školjke *Pinctada*, neke ostrige, a od slatkovodnih školjke one iz roda *Hyriopsis*. Proces rasta bisera traje nekoliko godina.

oko 199,6 miliona do 65 miliona godina), vrlo je rasprostranjen u sedimentima kredne periode mnogih svet-skih lokaliteta. Ova školjka je dostizala preko 1 m. Imala je prepoznatljiv trapezoidalni, jajast ili kružni oblik ljuštore sa krupnim koncentričnim rebrima u vidu nabora. Bravni aparat je bez zuba. Najpoznatije vrste su *Inoceramus concentricus*, *I. labiatus*, *I. elongatus* i dr. Imale su široko geografsko rasprostranjenje ne samo na terenima Srbije. U velikom broju su fosilizovani u pločastim i bankovitim krečnjacima kredne starosti Struganika.

U srednjo-miocenskim (badenskim) sedimentima, pre oko 15 - 14 miliona godina, sačuvani su ostaci tankih ljuštura školjaka *Pinna*, sa odlično sačuvanim sedefom na ljušturi. Živele su na teritoriji Fruške gore, Beograda, Golupca i Koceljeve.

Kamenice ili ostrige pripadaju bisernim morskim



Fosilna školjka  
sa oba kapka  
*Pinna*

školjkama. Ova grupa je poznata iz davne geološke prošlosti, ali se tek u kredu (pre oko 100 miliona godina) pojavljuje sa desetinama različitih vrsta. Vode nepokretan način života, uspravno u odnosu na podlogu, vrhom okrenutim nadole. Imaju jaku bravu sa elastičnim ligamentom koji kapke drži zajedno. Zbog veoma čvrste i debele ljuštore, služile su kao podloga za nastanjivanje mnogih drugih organizama, što je moglo prouzrokovati različite povrede tkiva školjke i dovesti po početka procesa formiranja bisera. Mogu biti različitih dimenzija. Često za života grade slojeve u plitkim priobalnim delovima mora kao što su estuari a ponegde grade i čitave grebene.

Pored donjo-miocenskih *Crassostrea* u okolini Beča, na više evropskih nalazišta srednjo-miocenske (badenske) starosti nađene su biserne školjke *Crassostrea gryphoides*. Ovaj rod nema zube u bravnom aparatu i ima samo jedan mišić za pokretanje kapaka. Kolonija ove vrste je nađena na terenima Beograda, Golupca i Arandelovca, a najvećih dimenzija su u sedimentima Golupca, gde su zajedno fosilizovane mlade i odrasle jedinke, na mestu gde su i živele. To je najveća do sada nađena školjka na terenima Srbije, dobro očuvanih ljuštura - međutim, biser još uvek nije nađen. ☺

■ Gordana Jovanović

