

Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Ines Franetović

**Čeljusti Jadranskih glavonožaca (Cephalopoda)  
u određivanju njihove vrste i veličine**

Diplomski rad

Zagreb, 2002.

## SADRŽAJ:

1.	<u>U V O D</u> .....	2
1.1	<u>KRATAK PRIKAZ PROBAVNOG SUSTAVA DUPINA</u> .....	3
1.2	<u>PREGLED SISTEMATIKE GLAVONOŽACA (Cephalopoda)</u> .....	4
1.3	<u>ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA GLAVONOŽACA</u> .....	5
1.3.1	<u>Vanjska građa</u> .....	5
1.3.1.1	<u>Glava</u> .....	5
1.3.1.2	<u>Krakovi i tentakuli</u> .....	5
1.3.1.3	<u>Prianjalke</u> .....	7
1.3.1.4	<u>Plášť</u> .....	9
1.3.1.5	<u>Peraje</u> .....	10
1.3.1.6	<u>Lijevak</u> .....	11
1.3.1.7	<u>Otvor plašta i način zatvaranja</u> .....	12
1.3.1.8	<u>Usta, čeljusti i radula-trenica</u> .....	12
1.3.1.9	<u>Koža i kromatofore</u> .....	14
1.3.2	<u>Unutrašnja građa</u> .....	16
1.3.2.1	<u>Gladius</u> .....	16
1.3.2.2	<u>Hrskavičasti kostur</u> .....	17
1.3.2.3	<u>Organi šupljine plašta</u> .....	17
1.3.2.4	<u>Coelom</u> .....	17
1.3.2.5	<u>Cirkulacijski sustav</u> .....	18
1.3.2.6	<u>Škrge</u> .....	19
1.3.2.7	<u>Ekskrecijski sustav</u> .....	20
1.3.2.8	<u>Probavni sustav</u> .....	21
1.3.2.9	<u>Vrećica sa crnilom</u> .....	23
1.3.2.10	<u>Reprodukcijski sustav</u> .....	24
1.3.2.11	<u>Središnji živčani sustav</u> .....	27
1.3.2.12	<u>Osjetni organi</u> .....	28
1.3.2.13	<u>Endokrini i neurosekretorni organi</u> .....	29
1.4	<u>FAUNA CEPHALOPODA JADRANSKOG MORA</u> .....	30
1.5	<u>KLJUČ DETERMINACIJE ČELJUSTI PET VRSTA JADRANSKIH GLAVONOŽACA</u> .....	33
1.5.1	<u>Osnovna obilježja čeljusti decapoda</u> .....	33
1.5.2	<u>Osnovna obilježja čeljusti octopoda</u> .....	33
1.5.3	<u>Čeljusti decapoda</u> .....	33
1.5.3.1	<u>Mali lignjun (<i>Illex coindetii</i>)</u> .....	34
1.5.3.2	<u>Obična lignja (<i>Loligo vulgaris</i>)</u> .....	35
1.5.3.3	<u>Obična sipa (<i>Sepia officinalis</i>)</u> .....	36
1.5.4	<u>Čeljusti octopoda</u> .....	37
1.5.4.1	<u>Mrki muzgavac (<i>Eledone moschata</i>)</u> .....	37
1.5.4.2	<u>Obična hobotnica (<i>Octopus vulgaris</i>)</u> .....	38
2.	<u>MATERIJAL I METODE</u> .....	39
3.	<u>REZULTATI</u> .....	43
4.	<u>RAZMATRANJE</u> .....	73
5.	<u>ZAKLJUČAK</u> .....	78
6.	<u>LITERATURA</u> .....	79

## 1. U V O D

More je najveći životni prostor, a geološki gledano i najstariji. More je prakolijevka života i u njemu nije prestao život od svog prapočetka do danas. U njemu su se razvili svi tipovi životinja, od najprimitivnijih do svitkovaca (Chordata). Ribe su skupina koja je najzastupljenija. Ribarstveni stručnjaci – ihtiolozi do sada su ustanovili i znanstveno determinirali oko 400 vrsta riba u Jadranu, s tim da najveći broj vrsta stalno obitava u njemu a manji broj su ponekad gosti (Milišić, 1994.).

Na hrvatskom jeziku su objavljene knjige «Ribe Jadrana» (Šoljan, 1948.) i Jadranska ihtiofauna (Jardas, 1996) u kojoj se pomoću slikovnog ključa može determinirati jadranska riba. U knjizi «Pregled riba Jadranskog mora s obzirom na taksonomiju i utvrđeni broj» (Jardas, 1985.) objavljen je popis naziva ribe.

U ovom diplomskom radu su obrađeni glavonošci Jadranskog mora, odnosno dan je prikaz njihove anatomije i fiziologije i to pet različitih vrsta: obična lignja (*Loligo vulgaris*), obična sipa (*Sepia officinalis*), mali lignjun (*Illex coindetii*), obična hobotnica (*Octopus vulgaris*) i mrki muzgavac (*Eledone moschata*). To je nazivlje prema Gomerčiću (Gomerčić, 1996).

Interes za glavonošce stalno raste, za što postoje mnogi razlozi. Glavonošci su jako važni za ribolov zbog njihove visoke hranjive vrijednosti, kratkog životnog vijeka i brzog rasta. Za neurofiziologe su jako važni zbog proučavanja provodljivosti živčanih impulsa. Fiziolozima su zanimljivi zbog njihove dobro razvijene inteligencije (primati mora). Za paleontologe proučavanje indijske ladice (*Nautilus*) je ključ za razumijevanje načina života procesa fosilizacije i izumiranja Ammonoidea i Belemnoida. Nama su glavonošci zanimljivi, osobito njihove rožnate čeljusti, jer se prilikom razudbe dupina (Cetacea) u njihovom želucu često nađu neprobavljene čeljusti glavonožaca, pa bi se na osnovi veličine tih čeljusti moglo dobiti uvid u prehrambene navike dupina odnosno koje vrste i veličine glavonožaca su bile njihov plijen. U Jadranskom moru živi 41 vrsta glavonožaca koji bi mogli postati plijen dupina, a u ovom radu je obrađeno njih pet vrsta.

Svrha rada je da se na osnovi građe i veličine rožnatih čeljusti glavonožaca može odrediti njihova vrsta i veličina. U ovom radu također je dan ključ za determinaciju čeljusti različitih vrsta glavonožaca, provedena su mjerenja čeljusti i dužine plašta glavonožaca. Svrha

tih mjerenja je da se na osnovi pronađene čeljusti u želucu dupina može odrediti kojoj vrsti glavnošca je ta čeljust pripadala te njegova dužina plašta.

Prikazane su i fotografije čeljusti glavonožaca, kao i shematski prikaz tih čeljusti s njihovim detaljnim opisom. Osim toga, da bi bolje shvatili kakve su to životinje glavonošci (Cephalopoda) opisana je njihova anatomija i fiziologija s detaljnim crtežima i slikama.

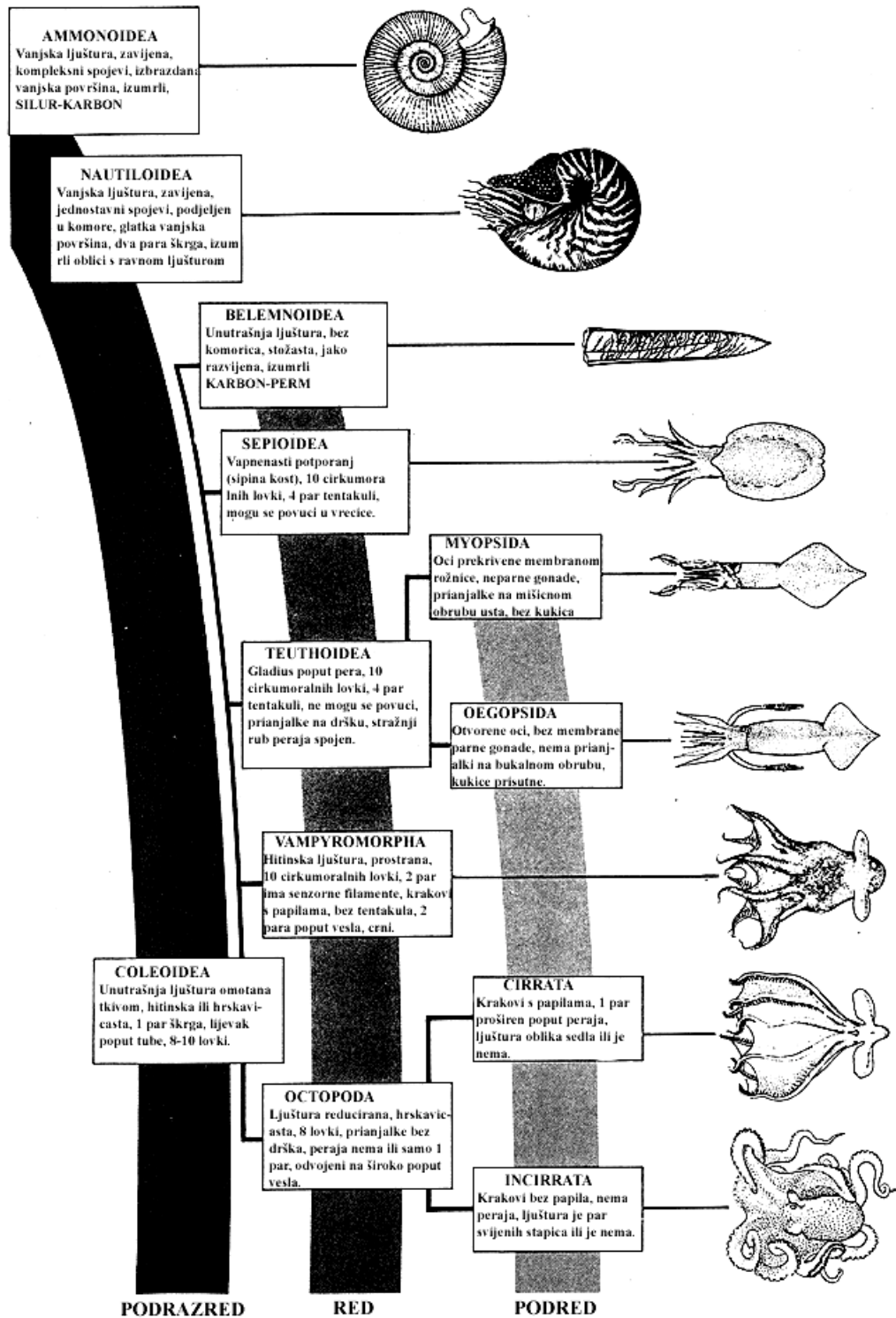
Dupini, koji se hrane i glavonošcima i u čijem želucu se nađu njihove čeljusti, spadaju u razred sisavaca, red Cetacea, podred Odontoceta. Tijekom evolucije, prije otprilike 50 milijuna godina, jedna grupa sisavaca se vratila u vodu i tako započela razvoj prvih kitova. Njihova su se tijela izmijenila, prednji udovi su se pretvorili u prsne peraje, dok su stražnji rudimentirani. Propulzivni organ postao je rep koga pokreće moćna muskulatura. Na leđima se formirala kožna duplikatura kojoj čvrstinu daje vezivno tkivo– to je leđna peraja. Vrat je nestao i neki kralješci su se stopili. Ulogu termoizolacije preuzelo je potkožno masno tkivo. Nosnice su se premjestile na dorzo–kaudalni dio glave. Osim ovih anatomskih prilagodbi slijedile su i fiziološke prilagodbe na način života u vodi.

## **1.1 KRATAK PRIKAZ PROBAVNOG SUSTAVA DUPINA**

Probavni sustav u dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) započinje dugom i uskom usnom šupljinom u kojoj se nalazi homodontno zubalo. Glavna zadaća zubi je hvatanje i držanje skliskog plijena. U usnoj šupljini se nalazi kratak, mišićav jezik prekriven kutanom sluznicom. Limfno tkivo duž probavnog trakta nije organizirano kao nakupina limfnih čvorića već se nalaze pojedinačni limfni čvorići.

Mehaničko usitnjavanje te tako priprema za probavu zadatak je prvog od tri dijela od kojih se sastoji želudac. U stvari, radi se o predželucu jer je njegova sluznica kutana s velikim naborima i bez žlijezdi. Enzimatska probava započinje u predželucu, a dalje se odvija u slijedećem odjeljku želuca u pravom želucu s debelom žlijezdanom sluznicom s mnoštvom tubularnih žlijezda. U slijedećem piloričnom odjeljku želuca nalaze se samo sporedne stanice (tipično mukozne stanice u vratu želučanih žlijezda). Crijeva su poput cijevi istog promjera od pilorusa pa sve do oko 30 cm prije anusa. Sluznica koja pokriva njihovu unutrašnjost ista je kao i ona u tankom crijevu ostalih sisavaca. Kao i u svih sisavaca u probavni sustav dupina uklopljene dvije najveće i po svojoj funkciji jako važne žlijezde: gušterača i jetra.

## 1.2 PREGLED SISTEMATIKE GLAVONOŽACA (Cephalopoda)



Slika 1. Shematski prikaz evolucije glavonožaca

## **1.3 ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA GLAVONOŽACA**

- Razred Cephalopoda se sastoji od bilateralno simetričnih glavonožaca s vanjskim oklopom (*Nautilus*), s unutarnjim reduciranim oklopom u vidu vapneničastog potpornja (Sepiidae), sa savnutim (spiralnim) potpornjem (*Spirula*), ili s tankim prozirnim rožnatim potpornjem, gladius (u teutoida); u nekih hobotnica oklop je ili jako reduciran ili ga nema.

### **1.3.1 Vanjska građa**

#### **1.3.1.1 Glava**

Glava u sipa i liganja je dobro odvojena od tijela vratom odnosno vratnim suženjem.

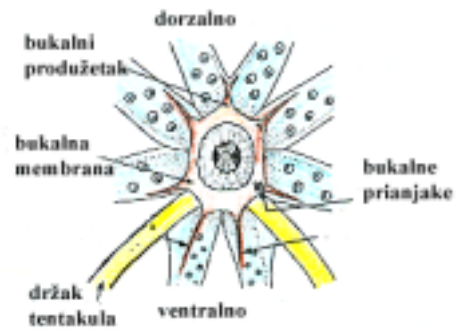
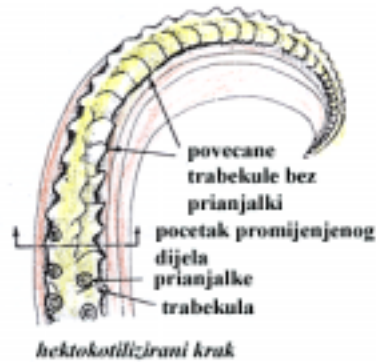
U hobotnica glava je nejasno odvojena od tijela. U većine hobotnica glava postepeno prelazi u tijelo. Glava liganja i sipa može biti šira, jednaka ili uža od širine plašta, odnosno njegovog prednjeg kraja. U slučaju kad je glava uža od plašta može se povući u plašt, a to je svojstveno za neke oceanske lignje, uglavnom samo u stadiju razvoja.

Uobičajen oblik očiju je okrugao, gledan bočno gotovo polukuglast. Uglavnom su oba oka sličnog oblika i veličine. Oči su organ za vid. Njušni organi se nalaze na kaudolateralnoj površini obiju strana glave, između očiju i vrata. U lignji i sipa njušni organi su u obliku olfaktornog izbočenja, dok su u hobotnica u obliku olfaktornog udubljenja.

#### **1.3.1.2 Krakovi i tentakuli**

Krakovi dvoškržnih glavonožaca su valjkastog oblika i na njima se nalaze 1, 2 ili 4 (rijetko više) nizova prianjalki. Krakovi se broje od dorzalnog para prema ventralnom paru. Dorzalno središnji je prvi par, krak neposredno do njega s lijeve i desne strane čini drugi par, zatim treći itd. Dužina krakova je različita od para do para.

Lijevi i desni krak istog para su većinom isti po dužini osim hektokotiliziranog kraka koji je većinom duži ili kraći od drugog kraka, a imaju ga hobotnica i sipa. Hektokotilus je krak modificiran za prijenos spermatofora do ženke. Na njemu mogu biti promijenjene prianjalki, držak prianjalki, zaštitna membrana i trabekule. ( Slika 2. )

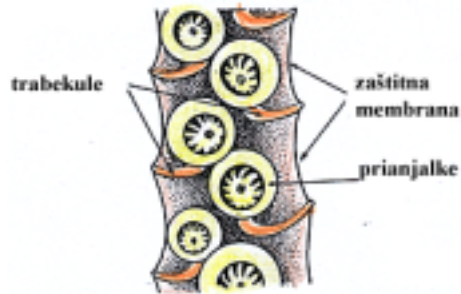


Slika 2. Hektokotiluzni krak sipe i hobotnice Slika 3. Prikaz usta i krakova

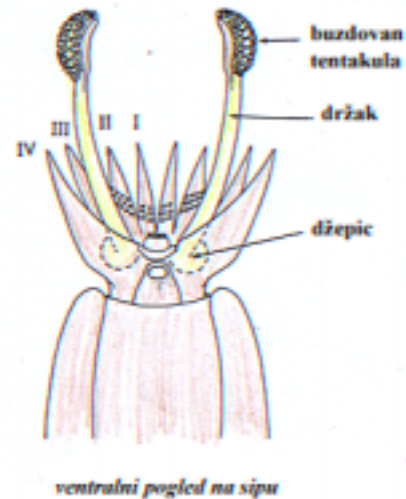
Krakovi lignji i sipa su pričvršćeni u području oko usnog otvora. Za vanjsku usnu usana ili usnog lijevka pridržava se usna (bukalna) membrana koja se dotiče usnica ili usnog lijevka. Zvezdastog je oblika, a sastoji se od šest, sedam ili osam produžetaka. Zapravo je osam produžetaka, jer su oni prvih i četvrtih krakova spojeni.

Usni lijevak je pričvršćen za krakove s posebnim podupiračima, bukalnim vezama, koji su zapravo produženje vrhova bukalnih produžetaka. Glavna funkcija je da drže krakove u obliku stošca tijekom plivanja. Hobotnice nemaju tih pridrživača, tako da one moraju snagom mišića onemogućiti pokretanje krakova, jer bi im u protivnom to otežalo kretanje. U poprečnom presjeku krakovi lignji i sipa su obično trokutasti, unutrašnji (oralni) dio je ravan i na toj plohi krakova se nalaze prianjalka, dok je vanjski (aboralni) dio kraka uglast, oštar. Uobičajeno, na vrhu prvih krakova nalazi se malen greben. Drugi i treći krakovi nose oštro trokutasto proširenje – plivaću membranu. Uloga tih proširenja je da održavaju horizontalnu stabilnost. Četvrti krakovi su većinom spljošteni i nemaju trokutastih proširenja.

Unutarnja ploha krakova s prianjalkama je sa strana ograničena zaštitnom membranom, odnosno tankim kožnim slojem koji je ojačan mišićnim produženjima s kraja krakova – trabekulama koje su obično naizmjenične s prianjalkama (Slika 4.)



Slika 4. Oralna ploha kraka



Slika 5. Prikaz džepića u obične sipe

Tentakuli su uvijek smješteni između trećih i četvrtih krakova, nisu povezani s usnim lijevkom. Sastoje se od okruglog ili četvrtastog elastičnog drška i od ovalnog obično proširenog buzdovana. Pomoću njih lignje i sipe love plijen. U sipa držak tentakula je jako elastičan i kontraktilan i oni se mogu povući, spremite u posebne džepiće. Ti džepići su zapravo udubljenje na oroventralnom dijelu glave u sipa i tentakuli se u njih povuku kad nisu u funkciji (Slika 5.).

U liganja tentakuli se malo mogu rastegnuti, ali se ne mogu povući odnosno spremite u potpunosti. To rastezanje se postiže kontrakcijama kružnih i poprečnih mišićnih vlakana, dok se povlačenje postiže kontrakcijom uzdužnih mišićnih vlakana. Kad je buzdovan tentakula raširen obično na dorzalnoj strani ima trokutasto proširenje i zaštitnu membranu s obje strane.

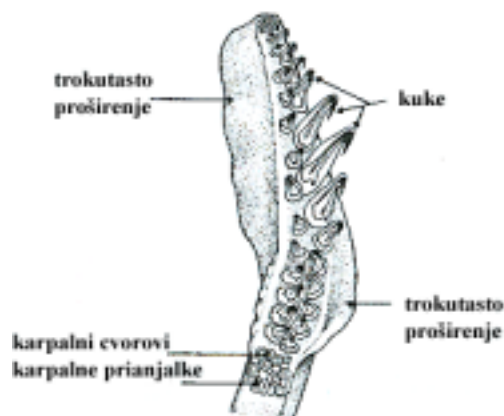
### 1.3.1.3 Prianjalke

Prianjalke su mišićne strukture za prianjanje koje se nalaze na krakovima i tentakulima. Prianjalke lignji i sipa su uobičajeno na dršku i imaju oblik polukugle. Držak je ili kratak ili dug, nježan ili debeo, jak. U lignji i sipa prianjalke su većinom poredane u dva, a nekad i u četiri niza na jednom kraku. Ponekad se broj prianjalke povećava na samom vrhu krakova, to može biti osebujno za mužjaka ili i kod oba spola. Često su četvrti krakovi drukčije opremljeni od ostalih krakova. Potpuno drugačije su opremljeni hektokotilusi. Prianjalke buzdovana tentakula su najčešće u četiri niza, ali u nekih može biti 6-8 ili više nizova. Na proksimalnom dijelu buzdovana (carpus) nalaze se male prianjalke i izbočenja, najveće

prianjalke se nalaze u sredini buzdovana (manus) i postaju sve manje što su bliže vrhu (dactylus). Karpalni čvorovi su mala okrugla polukuglasta izbočenja i na njih prionu karpusne prianjalke drugog buzdovana tijekom čvrstog spajanja (Slika 8.).



Slika 6. Prianjalke buzdovana tentakula



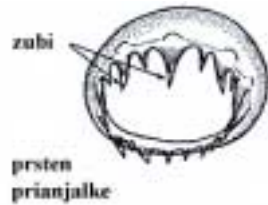
Slika 7. Prianjalke s kukama na buzdovanu

Mehanizam za međusobno pridržavanje tentakula se sastoji od nekoliko prianjalki s nježnim obrubom i izbočenja (čvorova) koji se nalaze na karpalnom kraju buzdovana. Karpalna izbočenja jednog buzdovana prionu nasuprot karpalnim prianjalkama drugog buzdovana. Dok lignja brzo pliva i lovi plijen buzdovani su pritisnuti jedan nasuprot drugom u čvrstu formu. To svojstvo imaju samo lignje.



Slika 8. Shematski prikaz dijelova buzdovana

Prianjalke lignji i sipa su snabdjevene rožnatim prstenovima. Rub tih prstenova je ili gladak ili ima zube (Slika 9.). Ti zubi su duži i oštrij na distalnom kraju prstena nego na lateralnim rubovima, a na proksimalnom dijelu mogu potpuno nedostajati ili su jako reducirani. Često se veliki zubi izmjenjuju s malima (Lolliginidae). U nekih oceanskih lignji prianjalke su pretvorene u kuke (Slika 7.).



Slika 9. Rožnati prsten unutar prianjalki



Slika 10. Shematski prikaz prianjalki

Krakovi hobotnica imaju samo prianjalki koje mogu biti različitog oblika, ali nemaju ni peteljku, ni rožnati prsten. Unutrašnja šupljina prianjalki je presvučena tankom kožnatom opnom koju hobotnice često odbacuju (Slika 10.). Prianjalke su smještene u jednom nizu u muzgavaca, a u dva niza u hobotnica. Veličina prianjalki se povećava od usta prema distalnom dijelu, postičući maksimum obično oko trećine dužine kraka. U nekih mužjaka hobotnice nekoliko prianjalki koje se nalaze u razini ruba plivaće kožice, na svim krakovima ili samo na lateralnim krakovima, su jako povećani, što je karakteristika odraslog mužjaka. Mužjak pokaže te prianjalki ženki tako da ne dođe do sukoba.

#### 1.3.1.4 Plašt

Oblici plašta uvelike variraju. U sipa plašt je obično spljošten i ovalan. U lignji normalno je vretenast, ali nekad je stožast, oblika šalice ili čak potpuno okrugao. Plašt hobotnice može biti oblika jaja ili oblika vreće.

Na poprečnom presjeku plašta prvo se ističe koža, zatim dolazi vanjski hipodermalni sloj s brojnim kolagenim vlaknima i tankim slojem uzdužnih mišića, zatim pravi plašt koji se sastoji od: sloja mišića, zatim tankog unutarnjeg sloja ili tunike (također s vlaknima i nešto uzdužnih mišića) i tanke epidermalne prevlake šupljine plašta, koja za razliku od ostale kože je bez kromatofora i iridocita.

Pravi plašt je glavni jestivi dio lignji i sipa. Sastoji se od naizmjeničnih prstena poprečnih i koso ispruganih mišića. Mišićni sloj također se sastoji i od kolagenih vlakana koja su usmjerena naizmjenice na lijevo i desno tvoreći spiralno savijenu tvorbu koja dobro

podnosi kompresiju. Naizmjenična kontrakcija kosih i prstenastih mišića omogućuje dilataciju i kontrakciju plašta, uzimanje vode u šupljinu plašta i njeno izbacivanje lijevkom, dok elasticitet kolagenih vlakana omogućuje ponovno vraćanje plašta u prvobitno stanje nakon kontrakcije mišića.

### **Tijek brzo plivajućeg bijega:**

Prvo se opuštaju poprečni mišići plašta, plašt postaje tanji i konveksniji na ventralnoj strani (dorzalna strana je pojačana skeletnim potpornjom i ne može mijenjati oblik), otvori između plašta i lateralnih strana glave se širom otvaraju, a ljevak je zatvoren. Voda ulazi u šupljinu plašta i ispunjava je. Zatim se mišići snažno kontrahiraju i plašt postaje deblji, ventralni zid se diže, mišić koji povlači glavu i ljevak lagano podiže glavu zatvarajući otvore sa strane, otvor lijevka se širom otvara i voda je potisnuta kroz uzak otvor što životinju snažno gurne unazad. Takvo potiskivanje slijedi jedno za drugim. Dinamika plašta i lijevka većinom služi lignjama i hobotnici za disanje. Za plivanje upotrebljavaju peraje, a oni koji imaju dobro razvijenu plivaću kožicu mogu plivati kao meduze (neke hobotnice).

### **1.3.1.5 Peraje**

Peraje su uvijek mišićne, a mogu biti pojačane hrskavičastim skeletom. Više je oblika peraja: rubni oblik, oblik srca ili romba, bubrežasti oblik, okrugli oblik i oblik jezika. Rubne peraje su uski rub koji okružuje cijeli plašt ili samo njegov stražnji dio. Te peraje su karakteristične za sipu. Životinje s takvim perajama plivaju horizontalno i relativno su spore, ali jako dobro manevriraju. Peraje oblika romboida i srca su osebujne za brzo plivajuću lignju. Najbrže među njima su one s romboidnim perajama. Lignje s perajama oblika srca su nešto sporije, ali zato bolje manevriraju. Također plivaju horizontalno. Peraje bubrežastog oblika su karakteristične za manje vrste (Sepiolidae). Životinje s takvim perajama se kreću više poput aviona ili helikoptera. Peraje su organ koji služi za sporo pokretanje, kada plivaju polako pokreću se u obliku vala. Kod brzog plivanja čvrsto su priljubljene uz tijelo ili obavijaju plašt i tada se životinje pokreću vodenim mlazom uz pomoć lijevka.

### 1.3.1.6 Lijevak

Lijevak je stožasta cijev proširena u stražnjem dijelu i sužena u prednjem dijelu. Smješten je na postero-ventralnom dijelu glave paralelno s podužnom osi tijela. U lignji i sipa lijevak je slobodan cijelom svojom dužinom i leži u posebnom udubljenju – tzv. lijevčanom žlijebu. U hobotnice je potpuno ili djelomično utonuo u tkivo glave i često jedino njegov kraj ostaje slobodan. Prednji dio lijevčanog žlijeba je omeđen od ispred lijevčanog otvora s kožnatim grebenom u mnogih brzo plivajućih lignji.



Slika 11. Građa lijevka



Slika 12. Različitosti lijevčanih kopčica

Dorzalna strana lijevka je povezana s donjom stranom glave parom mišića za privlačenje (adductori), a postero-lateralna strana je povezana s dorzalnom stranom plaštalne šupljine sa snažnim dugim mišićima za uvlačenje (retractori). Ti mišići mogu povući lijevak unazad ili ga gurnuti prema gore ili ga okrenuti u stranu. Sloj kružnih mišića u zidu lijevka omogućuju sužavanje ili širenje njegovog lumena. Prednji dio lijevka je jako rastezljiv i može se okrenuti postrano ili čak unatrag, omogućujući okrete i promjenu smjera kretanja životinje. U sipa i većine lignji nalazi se unutar lijevka na dorzalnom dijelu distalnog otvora polumjesečasti mišićni poklopac – lijevčani zalistak (Slika 11.). Funkcija tog zalistka (poklopca) je da učvrsti zid lijevka kad se otvor okrene unazad za brzo plivanje s glavom prema naprijed.

Toga nema u hobotnica. Taj zalistak služi i kod izbacivanja tinte. Kad se tinta izbacuje s podignutim zalistkom stvara se kružni ili izduženi zastor crnila iza kojeg se lagano može razaznati oblik životinje. Ako je zalistak spušten tada tinta stvara gusti oblak koji ostaje u

vodi. Svi dvoškržni glavonošci imaju žlijezdanu strukturu tzv. lijevčani organ (Verilijev organ) koji se nalazi na dorzalnoj strani lijevka s unutrašnje strane, malo iznad zalistka. Funkcija tog organa još nije u potpunosti poznata, ali se pretpostavlja da sluz koju luči lijevčani organ pomaže ispiranju lijevka vodom. S obje ventro-lateralne strane stražnjeg dijela lijevka nalaze se lijevčane hrskavičaste kopče koje se spajaju s kopčama plašta (Slika 12.).

### **1.3.1.7 Otvor plašta i način zatvaranja**

Otvor plašta, odnosno ulaz u šupljinu plašta se nalazi oko vrata. Taj je prostor podijeljen u tri dijela: zatiljak i posterio-lateralne strane kojima se plašt spaja s glavom. Pravilo je da se tu nalaze dvije hrskavičaste kopče za zatvaranje plaštalne šupljine, plaštno-lijevčane hrskavičaste kopče. Te plaštno-lijevčane kopče se zatvaraju tijekom kretanja, tako da se voda izbacuje jedino kroz lijevak, a ne kroz cijeli otvor.

U nekih sipa i u svih hobotnica ventralni dio utrobe je povezan s unutrašnjom površinom ventralnog zida plašta pomoću kratke podužne mišićne pregrade koja dijeli šupljinu plašta u desnu i lijevu polovicu, ali prolaz postoji u prednjem i stražnjem dijelu šupljine. Pregrada se može kontrahirati tako da povuče ventralni zid plašta dorzalno prema utrobi i uslijed te kontrakcije postaje vidljivo plitko udubljenje na trbuhu životinje.

Glavni prolaz vode u šupljinu plašta tijekom inhalacije je uzduž lateralnih površina vrata blizu zatiljne regije. U tim područjima brzo plivajući glavonošci, posebno lignje, imaju posebne vodeće longitudinalne brazde i lateralne vratne grebene. Longitudinalni žlijebovi reguliraju protok vode, a postrani (lateralni) grebeni omogućuju bliži kontakt između ruba plašta i glave kad se voda izbacuje. U hobotnica plašt je stopljen s glavom, ali ne s lijevkom. Otvor plašta hobotnice je manje, više sužen. Ponekad otvor doseže razinu sredine ili gornjeg ruba očiju, ali ponekad obuhvaća samo donji dio glave.

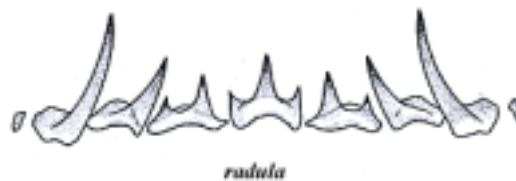
### **1.3.1.8 Usta, čeljusti i radula-trenica**

Usni otvor je okružen s vanjskim i unutarnjim usnama. Vanjska usna ili ventralni dio bukalne membrane u ženki mnogih vrsta lignji i sipa sadrži seminalni receptakulum (to je područje na kojem mužjak polaže spermatofore). U ustima se nalazi jaki rožnati kljun

podijeljen u gornji i donji dio (čeljusti). Gornja čeljust kljuna je kraća od donje, tako da se donja preklapa preko gornje čeljusti. Obje čeljusti sastoje se od lateralnih stijenki (ždrijelne ploče) i od kape (frontalna ploča) koja pokriva prednji dio lateralnih stijenki poput krova. Lateralne stijenke i kapa spajaju se u prednjem dijelu kljuna, formirajući vršak kljuna - rostrum i rezajuće rubove - ramena čeljusti. Gornji dio kape i lateralnih stijenki su izbrazdani. Kapa ventralne čeljusti prelazi preko ruba lateralnih stijenki formirajući krila. U svih dvoškržnih glavonožaca lateralne stijenke donje čeljusti su nešto manje i izdužene, dok su one gornje čeljusti kratke i visoke. Uobičajeni oblik, relativna veličina, struktura lateralnih stijenki i kape, veličina rostruma, prisutnost ili odsutnost zupčastog ureza na reznom rubu ramena čeljusti bitno se razlikuju kod glavonožaca. Struktura kljuna je potpuno karakteristična za porodicu i zajednička za rod (genus) ili čak za vrstu i spol i tako je omogućena identifikacija lignji i sipa po njihovom kljunu. Čeljusti hobotnice su više jednolične i teže je identificirati vrstu. Kljun hobotnice se lako razlikuje od kljuna lignji i sipa po kratkom i tupom rostrumu. Kljunovi mladih glavonožaca su poluprozirni. Postepeno tamne sa starošću, počevši od krila, a u odraslih su potpuno crni ili smeđi. To razdoblje intenzivnog tamnjenja kljuna se poklapa sa spolnim sazrijevanjem.

U usnoj šupljini na mišićnom izbočenju poput jezika - odontofori smještena je radula. To je hitinski greben poput ribeža koji sadrži nekoliko poprečnih nizova zubi (Slika.13.).

Novi zubi se formiraju u stražnjim donjim dijelovima odontofore, dok su stari postepeno istrošeni zubi smješteni u gornjem prednjem dijelu. S rastom glavonožaca širina njihove usne šupljine se povećava, tako da širina novijih nizova zubi radule bolje odgovara širini usne šupljine nego nizovi zubi formirani u mlađoj dobi.



Slika 13.

Prikaz zubi radule (trenice)

Radula dvoškržnih glavonožaca obično se sastoji od sedam longitudinalnih nizova zubi, središnji - rahidian zub te prvi, drugi i treći lateralni zub.

Rubna ploča može biti prisutna na oba kraja. Te ploče nisu prisutne u svim vrstama, one su ili reducirane ili ih nema u Sepiolida i većine Oegopsida, ali su jako razvijene u nekim hobotnicama. U lignji i sipa srednji zub ima jedan ili tri šiljka.

U hobotnicama može imati jedan, tri ili pet simetričnih ili asimetričnih šiljaka.

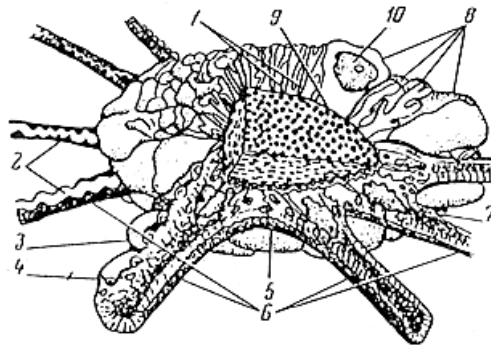
Prvi lateralni zub u dvoškržnih glavonožaca ima jedan ili dva šiljka.

U lignji i sipa drugi i treći lateralni zub su isti. Građeni su od kratke baze sa šiljkom sličnim bodežu ili sablji. U većini hobotnica drugi zub je sličan prvom, a jedino treći zub je sabljast. Radula u sipa i lignji većinom služi za hvatanje djelića hrane odgriženih kljunom i za premještanje u ždrijelo. Zato su drugi i treći postrani zub koji drže komadiće hrane jako razvijeni, dok je srednji zub relativno slabo razvijen jer služi sprječavanju hrane da sklizi duž radularnog grebena. U hobotnicama funkcija radule je drugačija – one koriste srednji zub za bušenje školjaka i vađenje djelića hrane iz rakovih nogu. Njihov srednji zub je jako velik i jak. To objašnjava jači razvoj rubnih ploča jer one pružaju potporu zubu kad je u radnoj poziciji. Postrani zubi, osobit prvi, su manji.

### **1.3.1.9 Koža i kromatofore**

Koža glavonožaca je vrlo tanka i vrlo složene građe. Gornji sloj - epidermis je građen od jednoslojnog cilindričnog epitela s brojnim sluznim stanicama. Sluz čini tijelo glavonožaca sluzavim, kliskim, što omogućuje lakše kretanje u vodi. Ispod epidermisa se nalazi vezivno tkivo koje sadrži mišićna vlakna, kromatofore i iridocite. Površina kože može biti glatka ili hrapava, kvrgava ili bradavičasta.

Mnoge hobotnice i sipe mogu uzdići ili izravnati kvрге i bradavice. To je vrlo dobra metoda kamuflaže. Postoje područja hrapave kože na donjoj strani plašta i na četvrtom kraku nekih sipa. Sipe to područje koriste da prionu na stijene. To prijanjanje odvija se uz pomoć sekrecije epitelnih stanica koje luče neutralni polisaharid, a otpuštanje od podloge je potaknuto drugim tipom epitelnih stanica, ovalne stanice koje luče visoko kiseli mukopolisaharid.



Slika. 14. Shematski prikaz kromatofore: 1. potporne stanice, 2. živčani završeci, 3. glija stanice, 4. axon, 5. mišićne stanice, 6. i 7. mišićna vlakna, 8. stanična membrana, 9. vrećica s pigmentom, 10. jezgra.

Kromatofore – stanice koje sadrže pigment su postavljene u nekoliko slojeva. Razlikuju se prave kromatofore (crvene, narančaste i žute) i melanofore (crne ili smeđe). Kromatofore su zvjezdastog oblika. Sastoje se od središnje vrećice pune pigmenta, mišićnih stanica, koje se šire radijalno i mreže potpornih živaca i neuroglia stanica. Kad je životinja primirena pigment je koncentriran u središnjem dijelu vrećice, a kromatofore izgledaju kao točka boje. Kad je životinja podražena, uzbuđena, mišićna vlakna se kontrahiraju i šire pigment preko cijele stanice tako formirajući obojanu mrlju nepravilnog izgleda. Kromatofore su inervirane lokalno i iz središnjeg živčanog centra. Živčana vlakna nekoliko susjednih kromatofora su međusobno povezana, a na živčane impulse reagiraju kao cjelina.

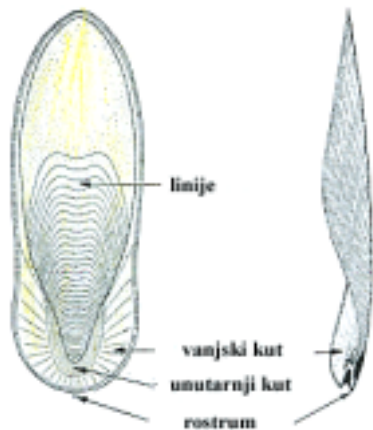
Iridociti su stanice koje sadrže pločice kristala - guanina koje mogu odbiti ili lomiti zrake svjetla. Ti kristali mogu biti položeni paralelno s površinom ili pod različitim kutovima, tako da imaju funkciju malih ogledala ili prizmi.

Zahvaljujući raznolikoj kombinaciji kromatofora i iridocita i brzini živčane kontrole, glavonošci mogu mijenjati boju brzo i prilagoditi se bilo kojem okolišu.

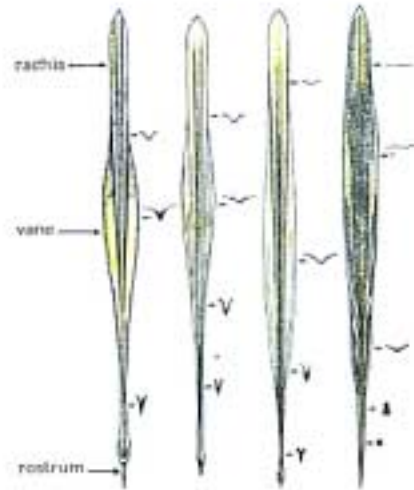
## 1.3.2 Unutrašnja građa

### 1.3.2.1 Gladius

Gladius je skeletni potporanj glavonožaca. Leži na medijalnoj liniji dorzalne strane tijela ispod sloja kože ili mišića plašta.



Slika.15. Shematski prikaz sipine kosti



Slika.16. Različiti oblici gladiusa teutoida

Potporanj (reducirana ljuštura) sipa se zove sipina kost (Slika 15.). To je debela, hrapava, vapnenasta ovalna ili oblika jezika, ploča koja prekriva cijelu dorzalnu stranu životinje ili njen medijalni dio, a prekrivena je samo s kožom. Sipina kost se sastoji od mnogobrojnih tankih ploča – septe, koso posloženim u debelim svežnjevima. Septe su međusobno povezane s brojnim potpornjima jasno vidljivim s ventralne strane sipine kosti, kao tanke pruge i valovite linije. U umjerenim morima dvije ili tri septe se formiraju svaki tjedan ljeti, ali zimi se skoro uopće ne formiraju. Gladius lignji se sastoji od čvrstog stupca – rachis koji je obično uzdužno rebrast, od tankog pera - vane prisutnog u mnogih oceanskih vrsta, i od krajnjeg vrška (rostrum) formiranog od zavijenih krajeva stražnjeg dijela pera (Slika 16.). Oblik gladiusa znatno varira, ali je konstantan u određene vrste.

### 1.3.2.2 Hrskavičasti kostur

Glavna hrskavična struktura unutrašnjeg kostura je hrskavična ovojnica glave, koja se sastoji od tri dijela u kojima se nalazi mozak i statociste. Oči i optički režanj mozga su smješteni u konkavnim stranama ovojnice glave. Oči su zaštićene malim produženjima hrskavice koji se sprijeda spajaju s ovojnicom glave. Postoje otvori za esophagus (jednjak), živce i krvne žile.

Vratna hrskavica je izduženo pravokutna ili trapezoidna s ravnim ili lagano konkavnim stranama, s tri uzdužne brazde. Lijevčana hrskavica Sepiidae je izduženo ovalna s dubokom brazdom a hrskavica plašta je ovalna u *Sepia*.

### 1.3.2.3 Organi šupljine plašta

### 1.3.2.4 Coelom

Coelom je nježna vreća u kojoj su smješteni unutrašnji organi. Podijeljen je u dva dijela: perikardijalni i visceralni odnosno genitalni coelom - gonocel. U lignji i sipa oba dijela su povezana s gonoperikardialnim kanalom. Perikardijalni coelom sadrži srce, škržna srca, perikardijalne žlijezde i povezan je s renalnim vrećicama. Genitalni coelom sadrži gonade i želudac. Coelom hobotnica se razlikuje, u njih je srce smješteno izvan coeloma. Perikardijalni coelom je malen i sadrži jedino džep za škržno srce i kratki kanal koji ga povezuje s kanalima preko kojih šupljine gonada komuniciraju s renalnim vrećama. Glavna funkcija coeloma se sastoji od zaštite srca, ekskrecije, metabolizma soli i odstranjivanje genitalnih produkata. Tijekom evolucije ekskretorna funkcija se sve više unapređivala, dok se zaštitna funkcija postepeno gubi.

### 1.3.2.5 Cirkulacijski sustav

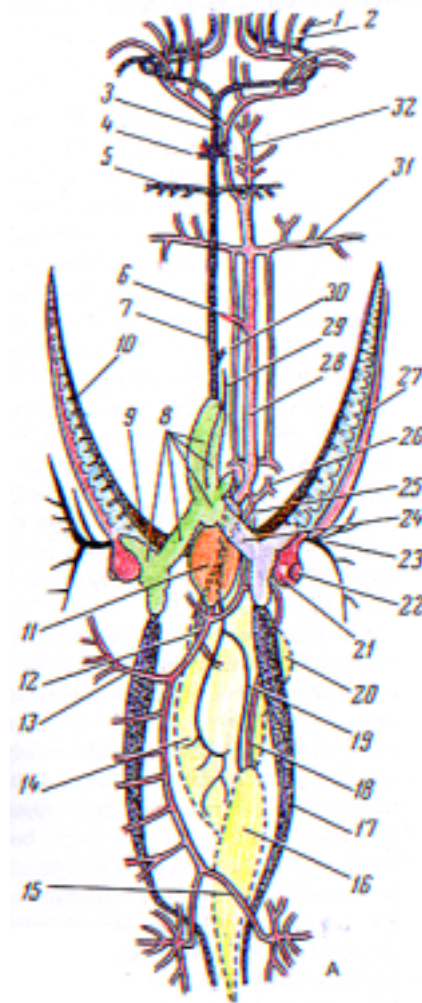
Cirkulacijski sustav sastoji se od srca, škržnih srca, škržnih žlijezda i krvnih žila. Cirkulacijski sustav u sipa i lignji je gotovo zatvoren. U hobotnica postoje lakune, šupljine gdje krv prolazi između organa. Krv glavonožaca je lagano plavkasta, gotovo bezbojna. Krvni pigment je hemocianin. Njegova funkcija je slična funkciji hemoglobina, ali umjesto atoma željeza, sadrži atom bakra.

Afinitet hemocianina prema kisiku je niži (3-5%), nego kapacitet hemoglobina prema kisiku (15-20%).

Arterijski pritisak je visok i omogućava intenzivnu cirkulaciju krvi. Krvni optok je omogućen otkucajima srca (koji u *Octopus vulgaris* iznosi 40-45 otkucaja u minuti pri 22°C, u mirovanju), škržnih srca i vjerojatno kontrakcijama lateralne vene cave.

Srce se sastoji od dvije pretkljetke i jedne kljetke. Dvije aorte anterior i posterior izlaze iz kljetke. Krv iz aorte anterior opskrbljuje glavu, mozak, usta, lijevak, prednji dio plašta, želudac i jetru. Aorta posterior opskrbljuje plašt, peraje, gonade, crijeva, vrećicu s crnilom.

Venoznu krv iz prednjeg dijela tijela skuplja vena cephalica, a zatim ulazi u par vena cavae. Stražnji dio vene cephalicae i vene cavae su okruženi renalnim produžecima (privjescima) koji spadaju u ekskrecijski sustav, ali su usko povezani s cirkulacijskim sustavom. Vena cava vodi u škržne žile, a zatim u škržno srce. Venozna krv iz stražnjeg dijela tijela prelazi ventralnim venama u škržno srce. Škržna srca su mišićne vrećice debele stjenke koje se nalaze na bazi škrge. Osim mišića njihove stjenke sadrže i žlijezde. Ritmično se kontrahiraju i tjeraju krv u škrge. Vena cava vjerojatno pomaže u tom procesu. Iz škrge krv obogaćena kisikom ide u pretkljetke. Krvne žile, posebno arterije, su debelih stjenki koje su vrlo elastične i pulsiraju, pomažu trima srcima da tjeraju krv kroz kapilare, koje su posebno razgranate u krakovima, tentakulima i stražnjem dijelu plašta. Tijekom plivanja u hobotnica se otkucaji srca ne mijenjaju, već se mijenja udarni volumen krvi koji se može udvostručiti. Škržna žlijezda se proteže uzduž škrge smještena na mjestu gdje se škrge drže plašta. Ta žlijezda je glavno mjesto sinteze hemocianina. Hemocianin je otopljen u krvnoj plazmi. Krvne stanice u glavonožaca su leukociti, a oni nastaju sintetizirani u bijeloj žlijezdi koja je smještena u glavi u blizini očiju. Fagociti su koncentrirani u toj žlijezdi, kao i u slinskoj i škržnoj žlijezdi i škragama.



Slika 17. Cirkulacijski sustav: 1.i 2.vene i arterije krakova, 3. glavna brahijalna vena, 4.vene mozga 5.vene lijevka, 6.jetrena arterija, 7.vena cephalica, 8.bubrežni privjesci vene cave, 9.pretklijetka, 10. škržna vena, 11.klijetka, 12.aorta posterior, 13.arterije plašta,14.cekum, 15.arterije peraja, 16. linija gonada, 17.abdominalna vena, 18.genit arterija, 19.genitalna vena, 20.linija želuca, 21.škržno srce, 22.privjesak škržnog srca, 23.vena plašta, 24.vena cava, 25. želučana arterija, 26.arterija gušterače, 27. škržna arterija, 28.aorta anterior, 29. crijevna vena, 30.jetrena vena, 31.prednja arterija plašta, 32.bukalna arterija.

### 1.3.2.6 Škrge

*Nautilus* ima dva para škrge, ali svi drugi glavonošci imaju jedan par. Škrge su smještene s obje strane trbuha. Jedna strana škrge je pričvršćena na unutarnjoj stijenci plašta tankom membranom, dok je druga strana slobodna. Škrge se sastoje od središnje osi i resica koje se šire postrano lijevo i desno (Slika 18.). Voda cirkulira između resica. Broj resica u lignji i sipa je od 20-80 na svakoj strani. Resice škrge su nabrane što znatno povećava

površinu. Krvne žile prolaze na obje strane škržnih resica. Venozna krv prolazi sa strane gdje su škrge prislonjene uz plašt, a arterijska krv ide s druge strane. Tijekom disanja škrge se ritmično kontrahiraju što također pomaže bržem protoku krvi.



Slika.18. Shematski prikaz škržne resice

Respiratorne kretnje su iste kao i kod brzog plivanja, voda ulazi u šupljinu plašta tijekom inhalacije zahvaljujući kontrakciji radijalnih i kružnih mišića, prelazi preko škrge i zatim se izbacuje tijekom ekspiracije kroz ljevak zaobilazeći škrge. U lignji i sipa frekvencija disanja je 20-30 pokreta u minuti. Tijekom plivanja frekvencija disanja je 120-180/min tijekom sporog plivanja i 300-350/min kod brzog plivanja.

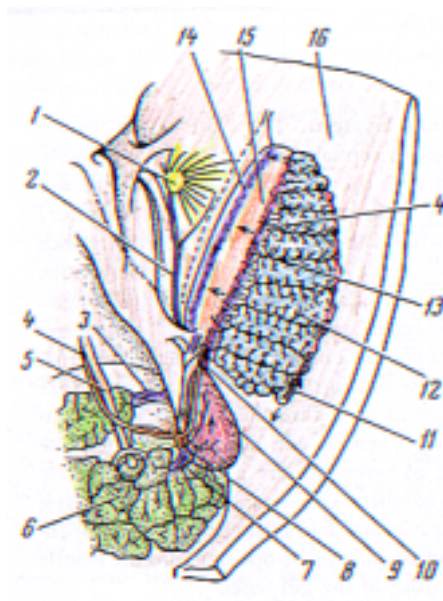
### 1.3.2.7 Ekskrecijski sustav

Nekoliko je ekskrecijskih organa i oni su usko povezani s cirkulacijskim i respiracijskim sustavom. Ekskrecijski sustav se sastoji od: bubrežnih vreća, perikardialne žlijezde, renoperikardialnog kanala, renalnih privjesaka vene cavae, gušterača (pankreasni privjesci probavnog kanala). Bubrežna vreća u sipa i lignji je prostrana, a formirana je u obliku tri reznja, dva ventralna i jedan dorzalni. Bubrežne vreće hobotnica su par potpuno odvojenih komorica koje odgovaraju ventralnim vrećama u lignji i sipa. Bubrežni otvori su na malom otvoru papile unutar šupljine plašta ispred baze škrge. Perikardialna žlijezda je pokraj škržnih srca i povezana je s njima preko krvnih žila.

Škržna srca i perikardialne žlijezde zajedno tvore organ za ultrafiltraciju, gdje se pod pritiskom krvi, tvari koje su otopljene u plazmi, a trebaju se odstraniti, prolaze iz škržnog srca u šupljinu perikardialne žlijezde. U hobotnica te tvari ulaze u renoperikardialni kanal, gdje se vrši reapsorpcija soli, aminokiselina, šećera i drugih malih molekula. U lignji i sipa reapsorpcija se vrši u renalnim privjescima vene cavae i djelomično u škragama. Renalni

dodaci vene cavae su glavni ekskrecijski organ. Oni također sudjeluju u osmotskoj regulaciji. Perikardialna žlijezda je dodatni ekskrecijski organ.

Pankreasni privjesci probavnog kanala u sipa vrše ulogu dodatnog organa za osmotsku regulaciju i stvaranje urina. Važnu ulogu imaju škrge u ekskreciji dušičnih spojeva i osmotskoj regulaciji. Renalne vreće su uglavnom rezervoar za urin, ali također imaju i ekskrecijsku ulogu.



Slika. 19. Ekskrecijski sustav: 1.zvijezdasti gangliji, 2.vena plašta, 3.genito-mezenterijalna vena, 4.škržni živac, 5.jajovod, 6.bubreg, 7.vena cava, 8.škržni ganglij, 9.škržno srce, 10.i 11.afherentne i eferentne škržne žile, 12.škrge, 13.škržna arterija, 14.škržna vena, 15.škržna žlijezda, 16.plašt.

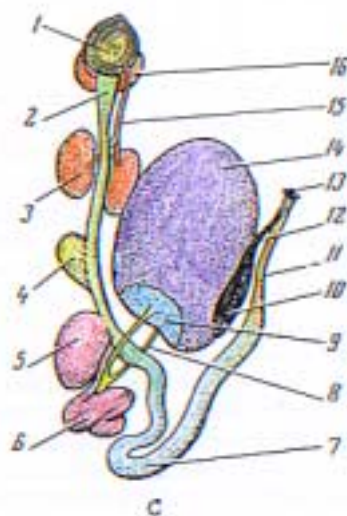
Periodičke pulzacije renalnih privjesaka vene cavae se prenose na stijenke bubrežnih vreća, uzrokujući miješanje urina i otapanje granula izlučenih od epitelnih žlijezda bubrežnih vreća i dodataka. Glavni sastojak urina je amonijak, odnosno amonijev ion  $\text{NH}_4^+$ .

Ekskrecija znatne količine amonijaka u okružujuću vodu je glavni uzrok lošeg preživljavanja glavonožaca u zatvorenim prostorima gdje se voda ne mijenja, otruju same sebe amonijakom.

### 1.3.2.8 Probavni sustav

Probavni sustav sastoji se od: usnog kompleksa s kljunom i radulom, jednjaka, slinske žlijezde, volje, želudca, probavne žlijezde (jetre), žlijezde srednjeg crijeva (gušterače), slijepi

kraj želuca (cekum), crijevo, anus. Vreća s crnilom je povezana anatomski, ali ne i funkcionalno s probavnim traktom. Jednjak je nježna cijev koja spaja usnu šupljinu s želucom. Glavonošci moraju hranu otkidati u male komadiće, progutan cijeli plijen može oštetiti vitalne organe. Voljka je prisutna samo u nekih hobotnica (*Incirrata*) gdje služi za skladištenje komadića hrane dok ne uđu u želudac. Tri su slinske žlijezde: podjezična - sublingvalna, prednja - kranijalna, stražnja - kaudalna. Funkcija podjezične žlijezde nije jasna, prednje žlijezde sadrže proteolitičke enzime. Stražnja žlijezda ima dvojnu funkciju: to je žučna žlijezda (nije prava žučna žlijezda ali zbog jednostavnosti ćemo je u daljnjem tekstu spominjati kao žučnu žlijezdu) i ujedno najvažniji izvor probavnih enzima, posebno proteolitičkih. Slina s žučnom sekrecijom se otpušta preko slinske papile ili subradularni organ koji je smješten pod jezikom - odontoforom. To mišićno slinsko rilce je vrlo fleksibilno i može se gurnuti van usta. Slina se izbacuje pod pritiskom, male hobotnice mogu pljunuti. Žuč odnosno sekret stražnje slinovnice koji je po funkciji sličan žuči u hobotnica (*Octopus*) sadrži dva toksina  $\alpha$  i  $\beta$  – cephalotoxin. Oba su smrtonosna za rakove, tako da su rakovi paralizirani u nekoliko minuta nakon ugriza. Sekret stražnje slinske žlijezde kod sipa također sadrži cephalotoxin. Sekret u lignji ne sadrži toksin.



Slika.20. Probavni sustav, pogled sa strane: 1.bukalni (usni)dio, 2.jednjak, 3.stražnja slinska žlijezda, 4.voljka, 5.želudac, 6.cekum, 7.prednji dio crijeva, 8.probavni kanal, 9.pankreasni privjesci probavnog trakta (gušterača),10.vrećica s crnilom, 11.stražnji dio crijeva, 12.kanal vrećice s crnilom, 13.anus, 14.probavna žlijezda (jetra), 15.slinski kanal, 16.prednja slinska žlijezda.

Želudac glavonožaca je mišićni i kao i jednjak prekriven je kutikulom. Prima komadiće hrane zajedno s probavnim sokovima usne šupljine, jetre i gušterače. Muskulatura želuca omogućava stalno miješanje hrane s probavnim sokovima. Primarna probava odvija se u

želucu, a aktivnost probavnih enzima je jako visoka. tako da u slijedećem dijelu probavnog trakta se nalazi samo bezoblična masa. Probavljena hrana se resorbira u cekumu, jetri i gušterači. Poluprobavljena hrana prelazi iz želuca u cekum. Želudac i cekum su smješteni u sredini tijela, u ligidinida cekum se proteže gotovo do stražnjeg dijela tijela. U cekumu se završava probava, a apsorpcija masnoća, aminokiselina i ugljikohidrata započinje.

Probavni kanal koji spaja želudac s probavnim žlijezdama otvara se u cekumu blizu mjesta gdje kanal spaja želudac s cekumom i crijevima. Sistem zalistaka i žljebova omogućava protok tekućine u jednom smjeru. Hrana prolazi iz želuca u cekum zatim u probavnu žlijezdu (jetru) i crijevo. Veliki komadići hrane ne mogu proći iz želuca u cekum. S vremena na vrijeme sadržaj cekuma prolazi kroz probavni kanal u jetru i gušteraču i tu se apsorbira, i za to vrijeme se ne luče enzimi. Na kraju probave preostala hrana prelazi u crijevo.

Jetra je veliki, ovalni, smeđkasti organ smješten ispred želuca. Ona luči i stvara probavne sekrete, služi kao mjesto resorpcije aminokiselina i služi kao spremište rezervnih hranjivih tvari (masnoće) i ima ulogu u procesu ekskrecije.

Pankreasni privjesci probavnog kanala, odnosno gušterače, su mala, razgranata, svijetlo obojena žlijezda koja sudjeluje u ekskreciji, osmotskoj regulaciji, stvaranju urina i apsorpciji ugljikohidrata i aminokiselina.

Crijevo je kao i cekum obloženo ciliarnim i mukoznim epitelom. Kontrahira se periodički. Crijeva stvaraju sluz koja ulazi u želudac i pomaže neprobavljenim ostacima hrane da zaobidu cekum i idu direktno u crijevo. Ostaci se evakuiraju preko anusa, otvor poput pukotine koji je obično okružen dvjema analnim papilama ili analnim režnjom.

Probava ovisi o načinu života, temperaturi vode, starosti, spolnom nagonu.... što je viša temperatura brža je probava.

### **1.3.2.9 Vrećica sa crnilom**

Vrećica sa crnilom leži s ventralne strane trbušnih organa, s dorzalne strane crijeva. Sastoji se od žlijezde za crnilo koja je smještena s unutrašnje strane, na dorzalnoj stijenci vreće, zatim sama vrećica sa crnilom (koja služi kao rezervoar crnila) i dugog kanala sa dva sfinktera. Crnilo luče žlijezdane stanice u obliku granula pigmenta melanina koji je otopljen u bezbojnoj tekućini. Količina crnila spremna za izbacivanje se nalazi u proširenom dijelu kanala između dvaju sfinktera. Iz kanala crnilo ulazi u crijevo, a zatim se izbacuje kroz anus. Kad je kanal prazan, nova količina crnila ulazi u njega. Crnilo većinom služi da zbuni

neprijatelja. Nakon što izbace crnilo glavonošci postaju jako svijetli, naglo mijenjaju smjer kretanja i nestaju. Crnilo je bogato s tirozinazom, koja iritira oči i privremeno paralizira njušni organ neprijatelja.

### 1.3.2.10 Reprodukcijski sustav

U svih glavonožaca spolovi su odvojeni. Spolovi su genetski određeni.

Ženski reprodukcijski sustav u glavonožaca se sastoji od: jajnika, jajovoda, jajovodnih nidamentalnih žlijezda i akcesornih nidamentalnih žlijezda.

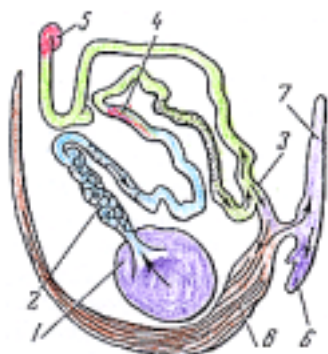
Jajnik slični na grozd i u pravilu je neparan. Nalazi se u stražnjem dijelu šupljine plašta. Stožastog je oblika u lignji, a oblika polukugle u sipa i hobotnica. Zreli jajnik je vrlo velik, često potiskuje sve ostale tjelesne organe, prema naprijed. Jajnici su parni u sipa. U lignji jajašce koje sazrijeva prelazi iz jajnika u jajovod, gdje ostaju do mriješta, tako da neposredno prije mriješta veličina jajovoda može znatno premašiti veličinu jajnika. Jajovodi nezrelih lignji su zakrivljeni i spiralno zavijeni. U sipa i hobotnica jajašca koja sazrijevaju i zrela jajašca se skupljaju u gonocelu do momenta mriještenja.

Svi desetokraki glavonošci imaju jajovodne nidamentalne žlijezde, njihov broj odgovara broju jajovoda. U lignji i sipa jajovodne žlijezde su u obliku srca i spajaju se s jajovodom blizu njegovog kraja. Prstenaste jajovodne žlijezde u hobotnica nalaze se u sredini jajovoda. Jajovodne žlijezde luče svijetlu prijanjajuću tvar - bjelanjak, koja tvori treću ovojnica jaja u sipa i lignji (jedna ovojnica je jajna membrana, druga je horion). U sipe tvori vršak drška jajašca i ljepilo koje lijepi jajašce za podlogu.

Akcesorne nidamentalne žlijezde su prisutne u sipa i lignji. U zrelih ženki zauzimaju sredinu ventralne strane šupljine plašta. Oblika jezika su u lignji i ovalne u sipa. One formiraju četvrtu ovojnica jajašca, tvrdi vanjski pokrov jajašca. Sekret tih žlijezda je znatno gušći nego sekret jajovodnih žlijezda, tako da je nakupina jajašaca znatno teža od vode u skupina koje polažu jajašca na dnu, ili neutralnog uzgona. Sekret tih žlijezda jako se lijepi i brzo se stvrdne u vodi. Male dodatne nidamentalne žlijezde su prisutne u oba spola, ali su zakržljale u mužjaka. U nezrelih ženki su bijele, ali tijekom sazrijevanja mijenjaju boju preko žute i narančaste u crvenu kod zrelih ženki. Ta crvena boja je objašnjena s posebnim karotidnim pigmentom sepiaxantin kojeg luče bakterije, koje se nalaze u malim tubulima tih žlijezda. Jajnik lignji sastoji se od velikog broja komorica koje predstavljaju male odvojene

gonade, i u svakoj komorici je nakupina oocita koje su povezane s kapilarama, svaka ima svoju krvnu žilu. Mreža krvnih žila je poput stabla. Oocite svih stupnjeva razvoja mogu biti nađene u svakoj komorici, najmanje oocite su najbliže krvnim žilama.

Šest je stadija razvoja gonada: juvenilni, nezreli, pripremni, zreli, zrele gonade i izbacivanje jajnih stanica. Cijeli proces reprodukcije se svodi na dva dijela: prvi je sazrijevanje gonada, jajovoda i žlijezda, a drugi je nakupljanje zrelih jajašaca u jajovodu.



Slika.21. Muški spolni organi glavonožaca: 1. testis, 2. vas deferens 3. spermatoformni kanal, 4. spermatoforme žlijezde 5. prostata 6. terminalni organ (penis), 7. slijepi dio penisa 8. spermatoforna vreća.



Slika.22. Ženski spolni organi glavonožaca: 1. jajovod 2. ovarijski mezenterij 3. jajnik 4. jajovodne žlijezde, 5. genitalni otvor

Muški reproduktivni sustav sastoji se od: testisa, sjemenovoda – vas deferens, spermatoforme žlijezde – Nidamova žlijezda, dodatne žlijezde - prostate, spermatoforme vreće i penisa odnosno terminalnog organa.

U gotovo svih glavonožaca muški spolni organi su neparni. Leže u lijevoj polovici plašta.

Testis je okrugao u hobotnice, a izdužen u sipa i lignji. To je bijeli organ cjevaste građe smješten u stražnjem dijelu tijela, na stražnjoj strani genitalnog coeloma. Nježni, dugi, spiralno zavijen vas deferens prelazi u spermatoformnu žlijezdu, a počinje u testisu.

Sjemenovod nije direktno vezan s testisom već počinje lijevkom koji se otvara u coelomu preko coelomostome. Svi dijelovi spermatoformnog sustava su usko povezani i okruženi s prevlakom koja formira genitalnu vreću. U lignji i sipa vas deferens prelazi u mukoznu žlijezdu. Zatim slijedi niz žlijezdi: žlijezda ejakulatornog aparata, žlijezda srednjeg i vanjskog dijela spermatoforme prevlake i voluminozna dodatna žlijezda - prostata sa slijepim krajem.

Spermatoforna vreća ima dva duga izdanka, jedan od njih ide paralelno sa spermatofornim kanalom i završava slijepo, a drugi ide paralelno s penisom i završava otvorom u šupljini plašta. Spermatoforni kanal ulazi u spermatofornu vreću koja prelazi u penis. U sipa i lignji koje imaju hektokotilus penis je kratak i seže do lijevka.

U hobotnica struktura spermatofornog sustava je jednostavnija. Sastoji se od duge, šupljikave spermatoforne žlijezde i velike prostate sa slijepom vrećom.

Spermatoforni kanal je kratak, ali je spermatoforna vreća duga. Penis počinje odvojeno blizu mjesta gdje spermatoforni kanal ulazi u vreću. Penis u hobotnica nije dug, ali mu je građa složenija.

Spermatogeneza se odvija cijelom dužinom cjevčica testisa i njihovih izdanaka.

Spermatogonia se razvija od terminalnog epitela, preko stadija spermatide, spermatociste prelazi u spermij koji ima usku glavu i dugi tanak rep ili flagelum. Razlika između spermija glavonožaca i sisavaca je u tome što spermiji glavonožaca imaju veliku količinu glikogena u glavi i što mogu koristiti ugljikohidrate izvana, te tako mogu preživjeti dugo - do 3,5 mjeseca, nakon ulaska u seminalni receptakulum ženki. Tekućina u kojoj su spermiji uronjeni u spermatofori sprječava njihovo kretanje i disanje, dok morska voda potiče njihovo kretanje. U seminalnom receptakulumu ponovno gube aktivnost.

Glavna funkcija spermatofora je da omogući prelaz spermija od mužjaka do ženki bez gubitaka. Morska voda potiče kretanje spermija i oni pune seminalne receptakulume ženke u blizini gdje mužjaci izbacuju spermu. Seminalni receptakulumi u lignji i sipa su oblika potkove udubljenja u bukalnoj membrani ispod usta.

Zrenje genitalnih produkata u mužjaka i ženki je kontrolirano optičkom žlijezdom koja luči tvar sličnu gonadotropinu. Proces zrenja je i pod utjecajem vanjskih faktora kao temperatura, svjetlo, prehrana. Pod utjecajem visoke temperature glavonošci dozrijevaju ranije i manjih su dimenzija nego kad dozrijevaju pod niskim temperaturama.

Obična sipa (*Sepia officinalis*) se razmnožava u proljeće i ljeto u plitkim vodama. Mladi provode zimu u dubini, gdje slaba rasvjeta ubrzava sazrijevanje, ali niske temeperature i kratak dan sprječavaju prerano sazrijevanje, dok ne dođe proljeće. Mlade sipe koje se izlegu iz jaja rastu za vrijeme najvećih temperatura, što ubrzava rast prije migracije u dubinu. Nekoliko tjedana prije mrijesta glavonošci prestaju uzimati hranu ili je drastično smanje. Glad ubrzava zrenje jajašaca i sperme. U cjelini, faktori okoliša služe kao signal, ali glavni faktori sazrijevanja su endokrini.

Životni ciklus je oko jedne godine.

### 1.3.2.11 Središnji živčani sustav

Mozak dvoškržnih glavonožaca se nalazi u hrskavičastoj ovojnici glave. Njegova veličina je približno kao i u riba, ali je manja nego u ptica i sisavaca. SŽS dvoškržnih glavonožaca je smješten iznad i ispod jednjaka. Sastoji se od četiri dijela: supraesophagealni, subesophagealni, zatim optički režanj s vidnim živcem te pridružujući živčani gangliji i žlijezde s usnim i brahialnim ganglijem. Svi se dijelovi sastoje od simetrične lijeve i desne polovice koje su povezane živčanim vezama. Kad su prekinute svaka polovica može funkcionirati samostalno. Usni ganglion inervira usta, kljun, trenicu i slinske žlijezde. Brachialni ganglion inervira krakove.

Lignje i sipe se hrane relativno velikim plijenom, jedu ga brzo odgrizajući relativno velike komade. To zahtijeva fizički napor, tako da se kljun i usni lijevak brzo naizmjenice pokreću tako da se pojača učinak kljuna. Mozak upravlja usnim i brahialnim ganglijem tako da su oni u skladu.

U optičkom režnju vizualna informacija se kodira, svrstava i šalje u druge dijelove mozga, uglavnom u viši motorički centar supraesophagealnog reznja, vidno-statički centar, centar vidne memorije. Optički režanj upravlja i mišićnim tonusom. Povezan je s mozgom debelim živcem – vidnim živcem. S lijeve i desne strane vidnog živca su smještene optičke žlijezde, najvažniji endokrini organ, koji regulira sazrijevanje gonada i razvoj sekundarnih spolnih karakteristika, te upravlja izmjenama boje kože.

Subesophagealni dio mozga sadrži: centre koji upravljaju finim pokretima krakova; kromatoforni režanj koji regulira boju glave i udova; lateralni pedalni režanj – oculomotorni centar koji regulira pokrete očiju; prednji lateralni pedalni režanj koji vjerojatno regulira pokrete krakova i tentakula; stražnji lateralni pedalni režanj koji upravlja plivanjem; magnocellularni režanj koji upravlja brzinom plivanja; palliovisceralni režanj koji inervira plašt, peraje, vrećicu s crnilom; stražnji kromatoforni režanj koji upravlja promjenom boje plašta, lijevka, peraja; visceralni režanj koji inervira utrobu i lijevak; vazomotorni režanj koji upravlja mišićima krvnih žila; režanj za peraje. U tom dijelu mozga su motorički živci.

Supraesophagealni dio mozga sadrži: više motoričke centre, peduncularni režanj koji prima informacije iz statocista o poziciji i kretanjama glave i signale iz optičkog reznja o položaju i kretanjama očiju i optički režanj.

Svi organi tijela glavonožaca su bogato inervirani i pod kontrolom SŽS-a.

### 1.3.2.12 Osjetni organi

Osjetni organi u glavonožaca su oči, ekstraokularni foto receptori odnosno na svijetlo osjetljivi mjehurići, statociste, njušna papila, kemoreceptori na usni te mehanoreceptori na prianjalkama.

Oči dvoškržnih glavonožaca su veoma velike. Njihova struktura je ista kao i u kralježnjaka. Nalaze su u udubljenju hrskavičaste opne glave. Glavonošci imaju dva na svijetlo osjetljiva pigmenta, a to su: rhodopsin i retinohrom. Njihove oči su toliko velike da je vidno polje oba oka skoro 360°.

Ekstraokularni foto receptori ili na svijetlo osjetljivi mjehurići u hobotnice su zvjezdasta tjelešca pojedinačno raspršena na stražnjoj strani zvjezdastog ganglija. Obično su narančasti ili žuti, ali u hobotnica su bezbojni. Leže na unutarnoj strani gangliona tako da svijetlo može doći do njih jedino kroz stjenku plašta ili za vrijeme inhalacije kada se plašt proširi, a zvjezdasti ganglion se nalazi nasuprot otvora. U lignji i sipa se nalaze na optičkom živcu kao mala tjelešca ili su uronjeni u tkivo optičkog živca.

Statociste – par statocista je smješten u okcipitalnom dijelu hrskavičaste ovojnice glave. To je organ za ravnotežu odnosno za određivanje pozicije životinje u odnosu na gravitaciju i za ubrzanje.

Kemoreceptori nalaze se i u mirisnom organu. To je u sipa, lignji i hobotnica mala papila smještena na strani glave između očiju i otvora plašta.

### 1.3.2.13 Endokrini i neurosekretorni organi

Optička žlijezda je jedini organ unutrašnje sekrecije. To su mala, okrugla, parna tjelešca smještena između optičkog režnja i SŽS.

Hormon optičke žlijezde ima gonadotropna svojstva: potiče dijeljenje germinativnih stanica; započinje sintezu žumanjka u folikularnim stanicama ovarija; kontrolira posljednje stadije razvoja oocite i folikularnih stanica; kontrolira sekretornu aktivnost dodatnih nidamentalnih žlijezda; nadzire rast i razvoj jajnika, jajovodnih žlijezda, spermatoforni kompleks i penis; kontrolira stvaranje spermija i nadzire proces parenja. U ženki hobotnica određuje prestanak hranjenja prije mrijesta, budi refleks čuvanja jaja i određuje gotovo trenutnu smrt poslije mrijesta.

Glavonošci imaju jako razvijenu sposobnost regeneracije oštećenih i otkinutih dijelova tijela. Rane na tijelu zarastaju veoma brzo, bez ožiljaka ili tragova. Izgubljeni krakovi ili tentakuli regeneriraju se u potpunosti i dosta brzo.

## **1.4 FAUNA CEPHALOPODA JADRANSKOG MORA**

Kod ukupne rasprostranjenosti i sklonosti jadranskih cefalopoda, razlikujemo dva područja, sjeverozapadno i jugoistočno područje Jadrana. Prvo područje, koje pokriva plići dio jadranskih bazena, odlikuje se siromaštvom teutofaune. Drugo, mnogo dublje područje, odlikuje se, međutim, većom raznolikošću faune cefalopoda koja, izgleda, nalikuje više onoj iz istočnog Sredozemlja (Bello, 1990.).

To što neke oceanske vrste teutoida nisu zabilježene u Jadranu vjerojatno je posljedica nedovoljne istraženosti ovog područja.

Prvi popis cefalopoda Jadranskog mora objavljen je 1972.god. (Gamulin – Brida i Ilijanić, 1972.), nakon toga pojava nekolicine novih vrsta zabilježena je u literaturi koja se bavi ovim predmetom: *Sepiola ligulata*, *Sepietta neglecta*, *Rondeletiola minor*, *Rossia macrosoma*, *Abralia verany*, *Scaeguris unicolor*, *Pteroctopus tetracirrus*, *Heteroteuthis dispar*, *Neorossia caroli* i *Histioteuthis bonnellii*.

Cjelovit sastav jadranske i mediteranske teutofaune (prema: Bello, 1986; 1990.):

Područje	Sepioidea	Teuthoidea	Octopoda	Ukupno
Jadranske vrste	16	15	10	41
Mediteranske vrste	18	27	13	58

Lista cefalopoda Jadranskog mora:

Red: SEPIOIDEA

Obitelj: SEPIIDAE

- *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758.

- *Sepia orbignyana* Ferussac, 1826.

- *Sepia elegans* Blainville, 1827.

Obitelj: SEPIOLIDAE

- *Sepiola rondeletii* Leach, 1817.

- *Sepiola streenstrupiana* Levy, 1912.

- *Sepiola intermedia* Naef, 1912.

- *Sepiola ligulata* Naef, 1912.
- *Sepiola robusta* Naef, 1912.
- *Sepiola affinis* Naef, 1912.
- *Sepietta oweniana* (Orbigny, 1840.)
- *Sepietta neglecta* Naef, 1916.
- *Sepietta obscura* Naef, 1916.
- *Rondeletiola minor* (Naef, 1912.)
- *Heteroteuthis dispar* (Ruppell, 1844.)
- *Rossia macrosoma* (Delle Chiaje, 1830.)
- *Neorossia caroli* (Joubin, 1902.)

Red: TEUTHOIDEA

Obitelj: LOLIGINIDAE

- *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798.
- *Loligo forbesii* Steenstrup, 1856.
- *Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758.)
- *Alloteuthis subulata* (Lamarck, 1798.)

Obitelj: ENOPLOTEUTHIDAE

- *Abralia verany* (Ruppell, 1844.)

Obitelj: ONYCHOTEUTHIDAE

- *Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817.)
- *Ancistroteuthis lichtensteinii* (Ferussac, 1848.)

Obitelj: HISTIOTEUTHIDAE

- *Histioteuthis bonnellii* (Ferussac, 1835.)
- *Histioteuthis reversa* (Verrill, 1880.)

Obitelj: BRACHIOTEUTHIDAE

- *Brachioteuthis riisei* (Steenstrup, 1882.)

Obitelj: OMMASTREPHIDAE

- *Ommastrephes bartramii* (Leseur, 1821.)
- *Illex coindetii* (Verany, 1839.)
- *Todaropsis eblanae* (Ball, 1841.)
- *Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1798.)

Obitelj: CHIROTEUTHIDAE

- *Chiroteuthis veranyi* (Ferussac, 1835.)

Red: OCTOPODA

Obitelj: OCTOPODIDAE

- *Octopus vulgaris* Cuvier 1797.
- *Octopus macropus* Risso, 1826.
- *Octopus salutii* Verany, 1839.
- *Scaevurgus unicolor* (Delle Chiaje, 1840.)
- *Pteroctopus tetracirrus* (Delle Chiaje, 1830.)
- *Eledone moschata* (Lamarck, 1798.)
- *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798.)

Obitelj: TREMOCTOPODIDAE

- *Tremoctopus violaceus* Delle Chiaje, 1830.

Obitelj: OCYTHOIDAE

- *Ocythoe tuberculata* Rafinesque, 1814.

Obitelj: ARGONAUTIDAE

- *Argonauta argo* Linnaeus, 1758.

## **1.5 KLJUČ DETERMINACIJE ČELJUSTI PET VRSTA JADRANSKIH GLAVONOŽACA**

### **1.5.1 Osnovna obilježja čeljusti decapoda**

Kapa gornje čeljusti je jako velika u odnosu na lateralne stjenke, a nalazi se dorzalno iznad njih.

- stražnji kut gornje čeljusti je često prisutan
- krilo gornje čeljusti se ne spušta niže od lateralnih stjenki, a prednji rub mu je slobodan
- kut čeljusti donje čeljusti je poput usjeka
- lateralne stjenke donje čeljusti su relativno kratke i visoke.

### **1.5.2 Osnovna obilježja čeljusti octopoda**

Kapa gornje čeljusti je mala u odnosu na lateralne stjenke i nije tako visoko iznad njih.

- stražnji kut gornje čeljusti je odsutan, a stražnji rub kape je izbočen
- prednji rub lateralnih stjenki gornje čeljusti je slobodan, a krilo se spušta ispod njega
- lateralne stjenke donje čeljusti su duge i uske.

### **1.5.3 Čeljusti decapoda**

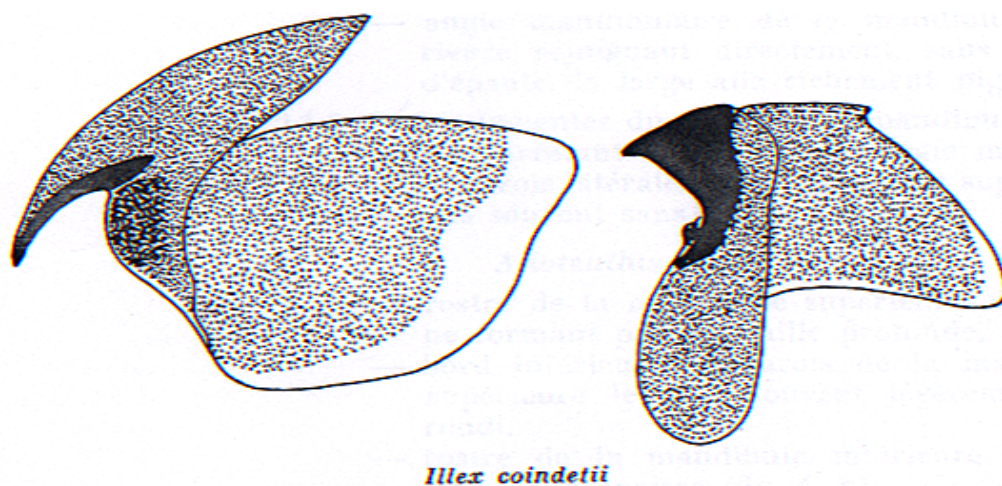
Lateralne stjenke, a posebno one gornjih čeljusti sadrže veliku prozirnu zonu. Nikada nisu jako pigmentirane, već su tamnosmeđe boje i nikada nisu mutne, neprozirne.

Lateralne stjenke donje čeljusti jako su kratke i visoke.

Vršak gornje čeljusti ima vretenastu pigmentacijsku zonu koja je vrlo gusta, izražena s oštrim stražnjim rubom.

### 1.5.3.1 Mali lignjun (*Illex coindetii*)

Donji rub vrška gornje čeljusti je uvinut. Kut čeljusti je šiljast, skoro 90°. Stražnji rub krila i vršak kape donjih čeljusti smješteni su otprilike na središnjoj osi. -između rostruma i ramena gornje čeljusti dosta često se nalazi prilično velik usjek, -stražnji rub kape gornje čeljusti prilično je nagnut, -ramena donje čeljusti imaju jedan dobro razvijen zubić.



Slika 23. Shematski prikaz gornje( lijevo) i donje( desno) čeljusti malog lignjuna

### 1.5.3.2 Obična lignja (*Loligo vulgaris*)

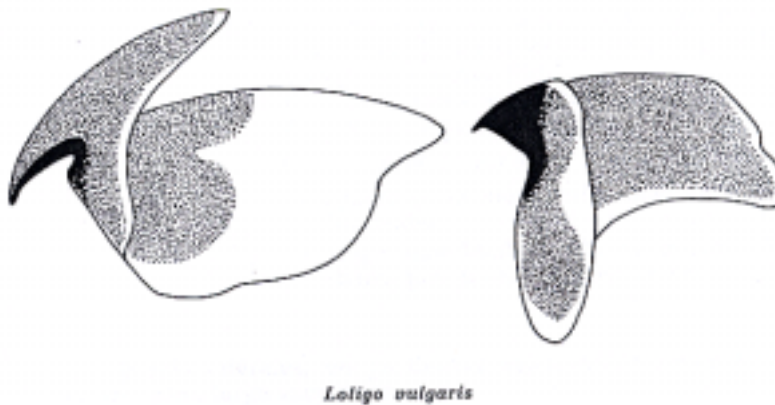
Rostrum gornje čeljusti je šiljast. Pigmentna zona rostruma prelazi i na kut čeljusti.

Lateralne stijenke gornje čeljusti su pigmentirane.

-između rostruma i ramena gornje čeljusti nalazi se izraženi usjek,

-donji rub lateralnih stijenki gornje čeljusti je najčešće horizontalan (vodoravan),

-kut čeljusti donje čeljusti direktno je spojen tako formirajući ramena, a krila su velika i dobro pigmentirana.

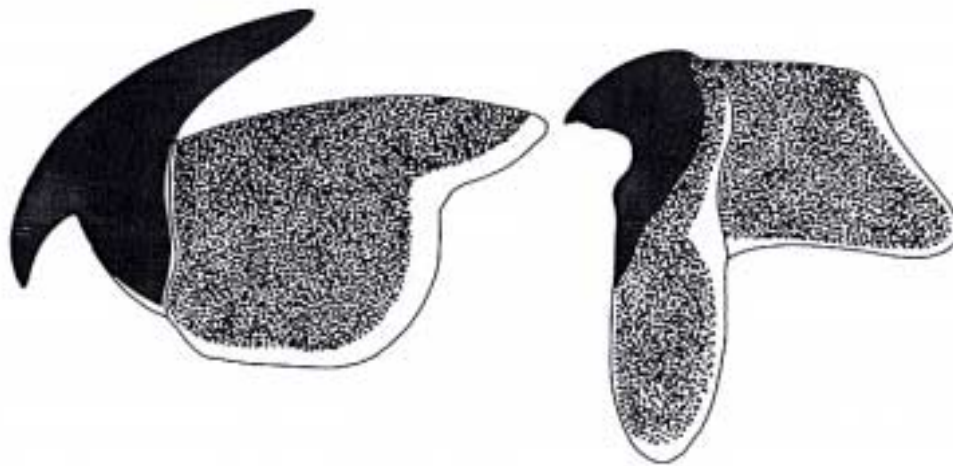


Slika 24. Prikaz gornje (lijevo) i donje (desno) čeljusti obične lignje

### 1.5.3.3 Obična sipa (*Sepia officinalis*)

Kut čeljusti donje čeljusti je polukružan, ramena su dobro razvijena, oblika zuba. Kut stražnjeg ruba kape gornje čeljusti je dobro označen i uglast.

- uski prozirni obrub,
- jaka pigmentacija,
- velike čeljusti.



*Sepia officinalis*

Slika 25. Prikaz gornje (lijevo) i donje (desno) čeljusti obične sipe

### **1.5.4 Čeljusti octopoda**

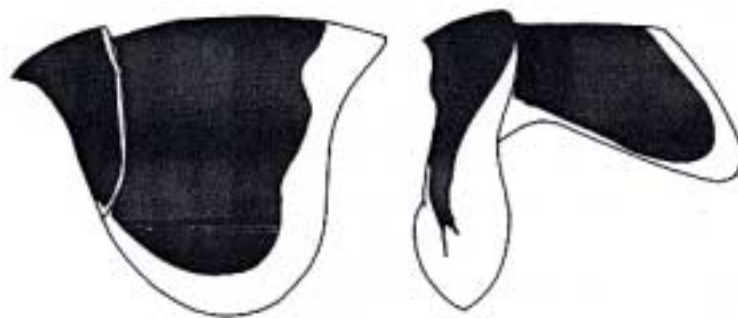
Lateralne stijenke s velikim prozirnim obrubima. Lateralne stijenke gornje čeljusti jako velike u poprečnom presjeku.

#### **1.5.4.1 Mrki muzgavac (*Eledone moschata*)**

Rostrum jako malen, onaj donje čeljusti je često teško odrediti.

-krilo donje čeljusti je s velikom trokutastom prozirnom zonom,

-stražnji dijelovi lateralnih stijenki su vrlo prošireni.



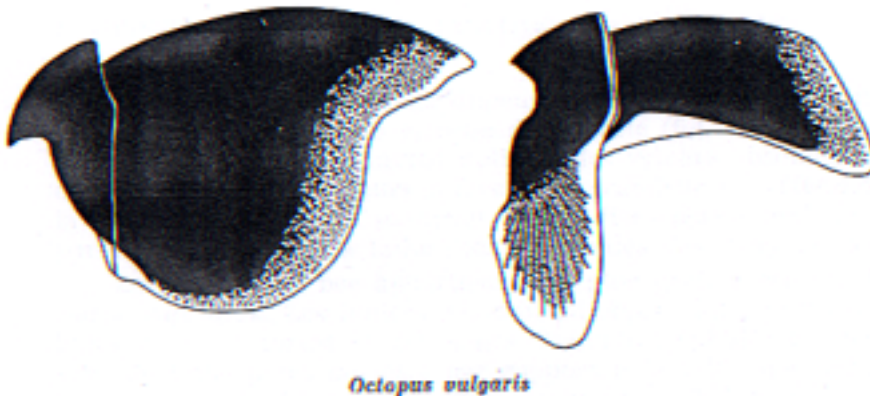
*Eledone moschata*

Slika 26. Prikaz gornje (lijevo) i donje (desno) čeljusti mrkog muzgavca

### 1.5.4.2 Obična hobotnica (*Octopus vulgaris*)

Ramena gornje čeljusti su jako raširena, spuštajući se prema dolje. Kapa, posebno ona gornje čeljusti, je uska nasuprot kresti. Rostrum gornje čeljusti je kratak, tup.

- ramena gornje čeljusti su slabo ispupčena,
- donji rub lateralnih stijenki gornje čeljusti je blago zaokružen,
- rostrum donje čeljusti ima dva izbočenja,
- krilo donje čeljusti najčešće je snabdjeveno vrpcom zagasitog pigmenta lepezasto rasprostranjenog,
- donji rub pigmentne zone donje čeljusti je uglast.



Slika 27. Prikaz gornje (lijevo) i donje (desno) čeljusti obične hobotnice

## 2. MATERIJAL I METODE

Prilikom ovog istraživanja prikupljena su 133 uzorka gornjih i donjih čeljusti glavonožaca, a od toga:

- 53 uzorka obične lignje (*Loligo vulgaris*),
- 20 uzoraka malog totnja, lignjuna (*Illex coindetii*),
- 20 uzoraka obične sipe (*Sepia officinalis*),
- 20 uzoraka mrkog muzgavaca (*Eledone moschata*) i
- 20 uzoraka obične hobotnice (*Octopus vulgaris*).

Uzorci su prikupljeni od ožujka do prosinca 2001.god. i to uzorci lignji su prikupljeni na području Kaštelanskog zaljeva i bliže okolice Splita, dok su ostali uzorci prikupljeni s područja Srednjeg Jadrana.

Za mjerenje veličine glavonožaca uzete su dvije mjere:

- dužina plašta (Roper *et al.* 1984.) i
- masa glavonožaca.

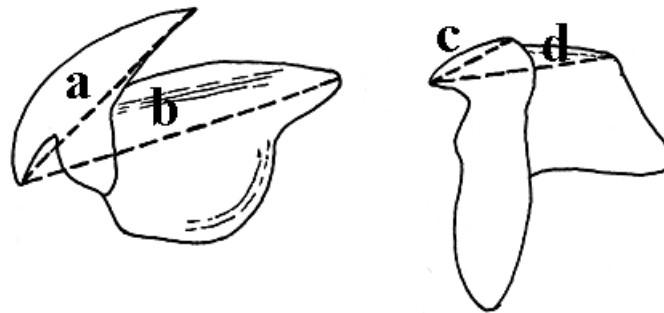
Veću važnost masi glavonožaca pridaje Clarke ( 1961.), dok dorzalnoj dužini plašta veću važnost pridaju Mangold & Fioroni(1966.). Po mom mišljenju dužina plašta je važnija od same mase. Dužina plašta, odnosno dorzalna dužina plašta, mjerena je tehničkim metrom i izražena je u milimetrima. Na slici 30. shematski je prikazan način mjerenja dorzalne dužine plašta. Masa glavonožaca je mjerena kuhinjskom vagom, a izražena je u gramima (točnost 2g.).

Kod čeljusti su mjerena po dva parametra za svaku čeljusti (Slika 28):

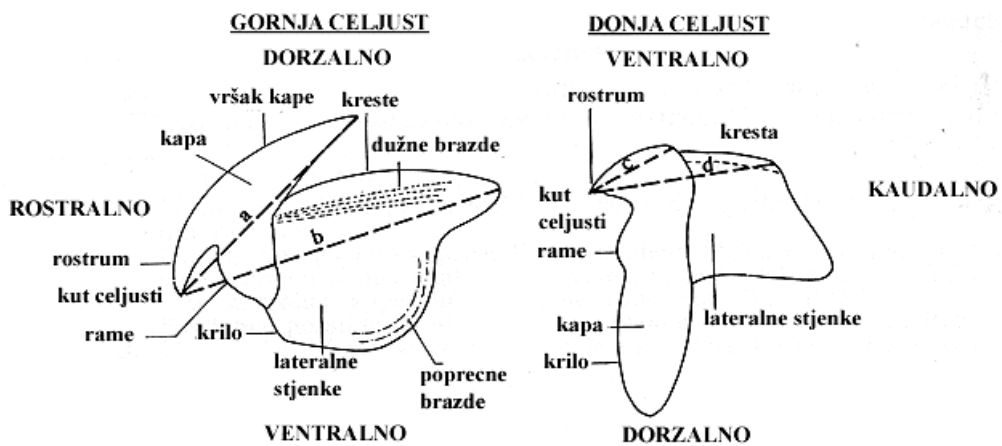
- dužina kape i
- dužina kreste.

Dužina kape za gornju čeljust je označena kao **a**, dužina kreste gornje čeljusti je označena kao **b**. Parametar **c** označava dužinu kape donje čeljusti, dok **d** označava dužinu kreste donje čeljusti (Mangold & Fioroni, 1966.). Veličine čeljusti su izražene u milimetrima a mjerene su pomičnim mjerilom (Shubler). Termini čeljusti koji su korišteni prikazani su na slici 29. i u Tablici 1.

Ti termini su: kapa, prednji vršak kape, kresta, krila, dužne linije, poprečne linije, lateralne stijenke, rostrum, kut čeljusti, ramena.



Slika 28. Shematski prikazan način mjerenja gornje(lijevo) i donje (desno) čeljusti

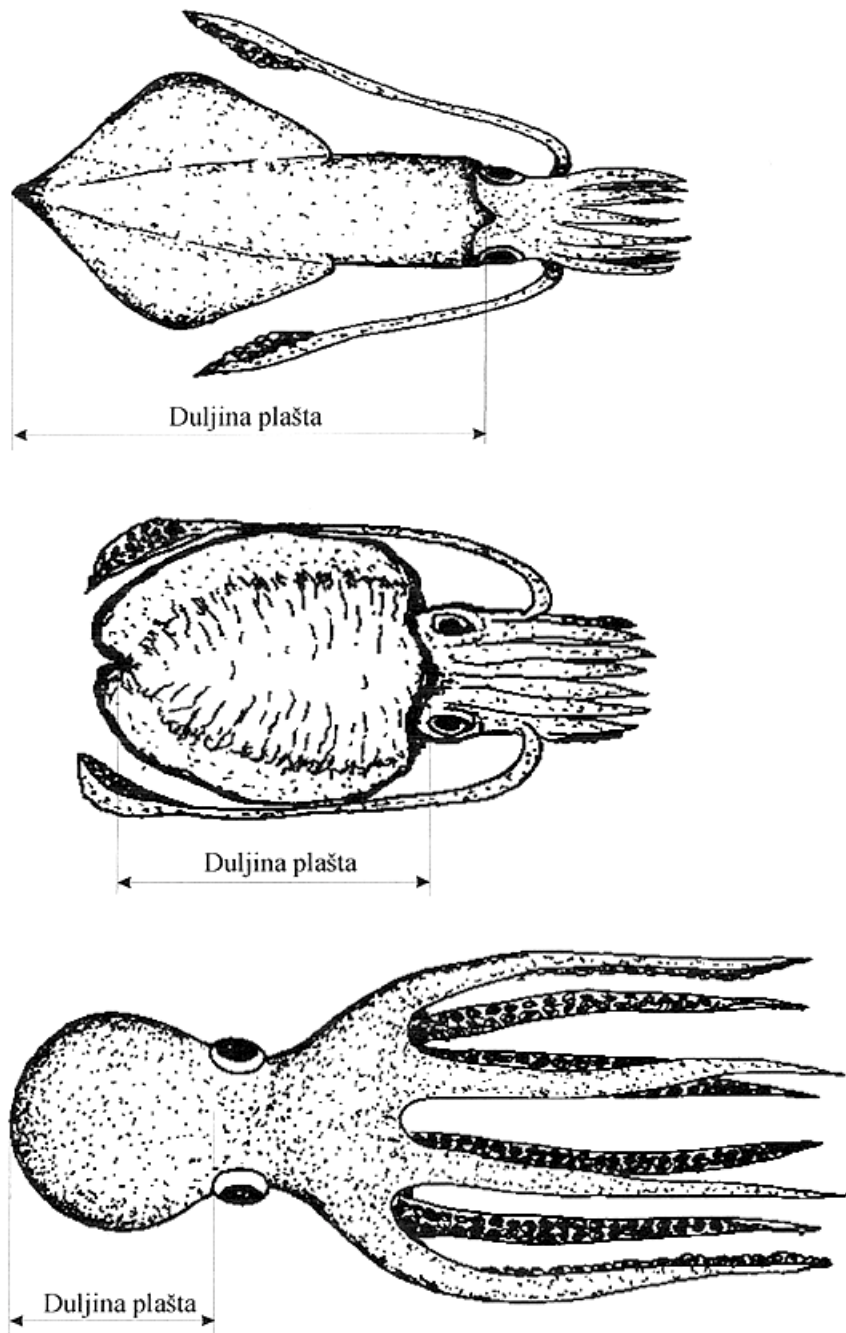


Slika 29. Shematski označeni nazivi gornje i donje čeljusti

Tablica 1. Terminologija (stručni nazivi)

Usporedni prikaz engleskih, francuskih i hrvatskih naziva morfologije čeljusti glavonožaca

<b>Morfološki dio</b>	<b>Mangold&amp;Fioroni(1966.)</b>	<b>Prijevod autora</b>	<b>Objašnjenje termina</b>
<b>Clarke(1962.)</b>			
rostre shoulder wing	capuchon  rostre epaule aile crochet	kapa  rostrum ramena krilo vršak kape(samo kod gornje čeljusti)	svi rostralni dijelovi čeljusti na koje se nastavljaju lateralne stijenke. Kapa se sastoji od rostruma, ramena, krila, vrška kape. vršak kljuna rezajući rubovi čeljusti
lateral wall crest jaw angle	paroi laterale crete angle mandibularie  stries d accroissement stries longitudinales	lateralne stijenke kresta kut čeljusti  poprečne brazde uzdužne brazde	stražnji dio kape  lateralne stijenke kresta kut čeljusti  poprečne brazde uzdužne brazde
<b>biometrički dio</b>			
hood length	longueur du capuchon(a)	dužina kape(a)	Od vrha rostruma do kraja kape
crest length	longueur de la crete(b)	dužina kreste(b)	
hood length	longueur du capuchon(c )	dužina kape(c)	
crest length	longueur de la crete (d)	dužina kreste(d)	



Slika 30. Shematski prikaz načina mjerenja dorzalne duljine plašta(DP)

### **3. REZULTATI**

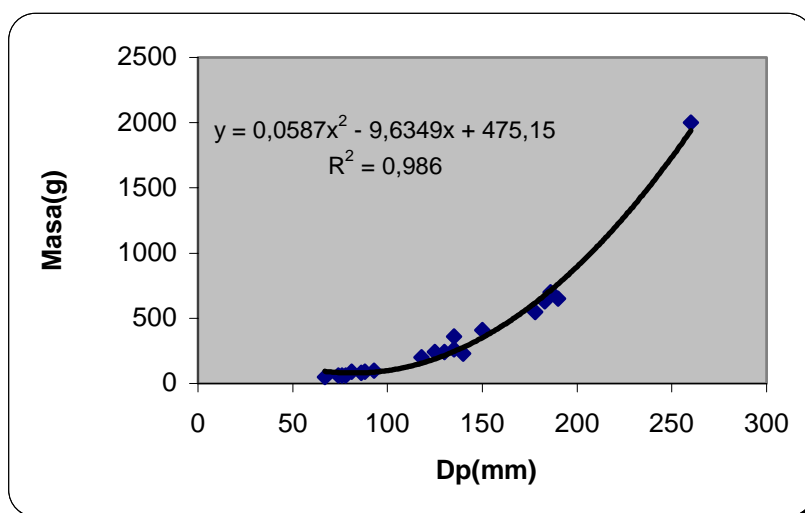
U ovom dijelu diplomskog rada su prikazani dobiveni rezultati mjerenja dužina plašta i masa glavonožaca kao i rezultati dobivenih mjera gornjih i donjih čeljusti odgovarajućih glavonožaca. Ujedno ovdje se nalaze i slike preparata unutrašnjih organa obične lignje (*Loligo vulgaris*), obične sipe (*Sepia officinalis*) i mrkog muzgavca (*Eledone moschata*), te slike čeljusti glavonožaca. Dio slika je snimljen na Zavodu za anatomiju, histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a dio je snimljen amaterskom kamerom.

Također će biti izneseni i dobiveni rezultati odnosa mjera dužine plašta i dimenzija čeljusti. Na grafičkim prikazima odnosa dužine plašta i mase odgovarajućih glavonožaca, te odnosa dužine plašta s dobivenim dimenzijama čeljusti dane su formule iz kojih se može odrediti visina međusobne ovisnosti (faktor korelacije  $=R^2$ ), te veličina rasta.

Tablica 2. Dužine plašta i mase istraženih običnih sipa ( *Sepia officinalis* )

Oznaka životinje	Dužina plašta (mm)	Masa (g)
1	135	360
2	260	2000
3	125	240
4	150	410
5	190	650
6	186	700
7	178	550
8	130	240
9	183	630
10	140	230
11	93	100
12	86	80
13	81	90
14	118	200
15	74	60
16	78	60
17	88	90
18	67	50
19	135	260
20	76	60

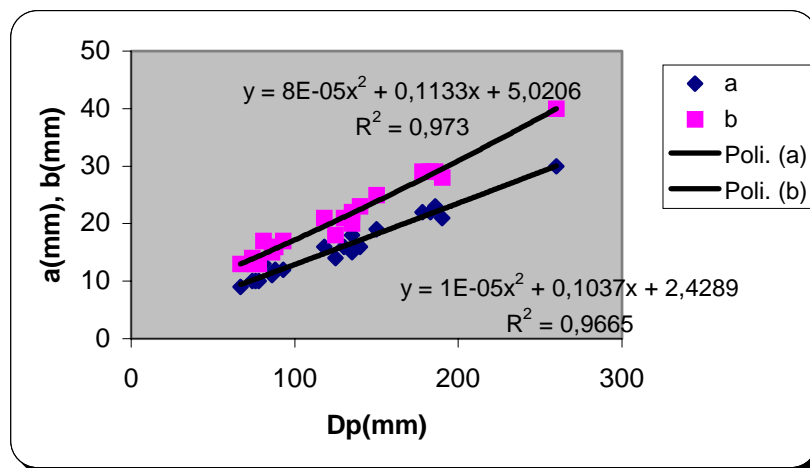
Tablica 2a. Grafički prikaz odnosa dužine plašta i mase u obične sipe



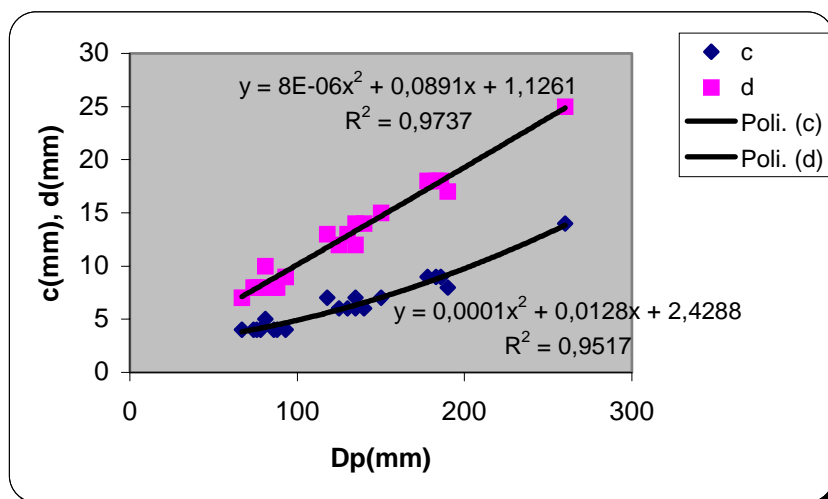
Tablica 3. Veličine čeljusti (mm) istraženih običnih sipa (*Sepia officinalis*)

Oznaka životinje	a	b	c	d
1	18	22	7	14
2	30	40	14	25
3	14	18	6	12
4	19	25	7	15
5	21	28	8	17
6	23	29	9	18
7	22	29	9	18
8	16	21	6	13
9	22	29	9	18
10	16	23	6	14
11	12	17	4	9
12	11	15	4	8
13	13	17	5	10
14	16	21	7	13
15	10	14	4	8
16	10	13	4	8
17	12	16	4	8
18	9	13	4	7
19	15	20	6	12
20	10	13	4	8

Tablica 3a. Grafički prikaz odnosa dužine kape (a) i dužine kreste (b) gornje čeljusti prema dužini plašta u obične sipe



Tablica 3b. Grafički prikaz odnosa dužine kape (c) i dužine kreste (d) donje čeljusti prema dužini plašta u obične sipe



Mjerenje je provedeno na uzorku od 20 sipa i dobiveni su rezultati dimenzija čeljusti u odnosu na dužinu plašta odgovarajućih glavonožaca. Zbog različitosti u dimenzijama čeljusti u odnosu na dužinu plašta, čeljusti sipa su podijeljene u skupine u kojima određene dimenzije čeljusti odgovaraju određenim dužinama plašta. Te dužine plašta podijeljene su u 5 skupina i to:

1. dužini plašta od 67 do 78 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

- a. 9 do 10 mm
- b. 13 do 14 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara :

- c. 4 mm
- d. 7 do 8 mm;

2. dužini plašta od 81 do 93 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

- a. 11 do 13 mm
- b. 15 do 17 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

- c. 4 do 5 mm
- d. 8 do 10 mm;

3. dužini plašta od 118 do 140 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

a. 14 do 18 mm

b. 18 do 23 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

c. 6 do 7 mm

d. 12 do 14 mm;

4. dužini plašta od 150 do 190 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

a. 19 do 23 mm

b. do 29 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

c. 7 do 9 mm

d. 15 do 18 mm;

5. dužini plašta od 260 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

a. 30 mm

b. 40 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

c. 14 mm

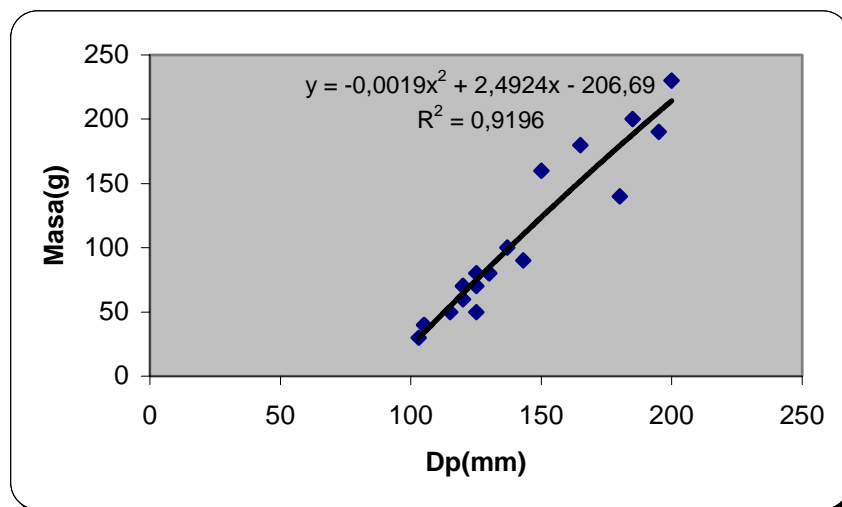
d. 25 mm.

Na osnovi formule iz tablice 2a. dobiven je faktor korelacije za odnos dužine plašta i mase obične sipe i taj faktor korelacije iznosi 0.986, što je pokazatelj visoke međusobne ovisnosti tih dvaju parametara. Na osnovu te formule je dobiveno i da za svaki milimetar rasta sipe u dužinu masa se povećava za 9.63 g. U tablici 3a. se nalazi jedna formula za odnos dužine plašta prema dužini kape gornje čeljusti (a), a faktor korelacije za njihovu ovisnost je 0.9665, što također pokazuje njihovu visoku međusobnu ovisnost i dobiveno je da za svaki milimetar rasta sipe u dužinu, dužina kape se povećava za 0.1 mm. Po drugoj formuli iz tablice 3a. dobivamo faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kreste gornje čeljusti (b) koji iznosi 0.973, a dužina kreste se povećava za 0.11 mm po milimetru dužine plašta. Faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kape donje čeljusti (c) iz tablice 3b. iznosi 0.9517, a rast kape donje čeljusti je 0.01 mm po milimetru rasta dužine plašta. Za odnos dužine kreste donje čeljusti (d) i dužine plašta, faktor korelacije iznosi 0.9737 (iz tablice 3b.), a rast kape (mm) prema rastu dužine plašta (mm) iznosi 0.08 mm.

Tablica 4. Dužina plašta i mase istraženih malih lignjuna (*Illex coindetii*)

Oznaka životinje	Dužina plašta(mm)	Masa(g)
1	125	80
2	105	40
3	103	30
4	115	50
5	130	80
6	125	70
7	180	140
8	120	60
9	130	80
10	200	230
11	125	50
12	185	200
13	165	180
14	105	40
15	195	190
16	143	90
17	150	160
18	120	70
19	120	70
20	137	100

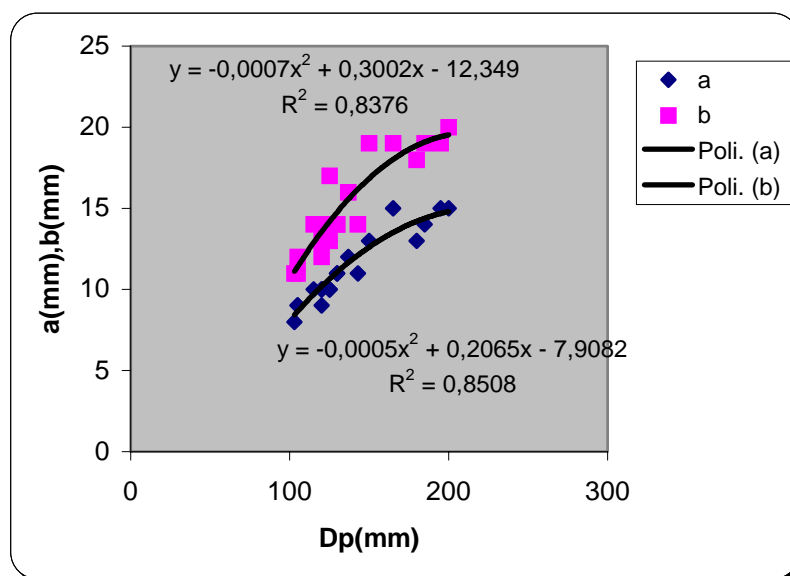
Tablica 4a. Grafički prikaz odnosa dužine plašta i mase u malog lignjuna



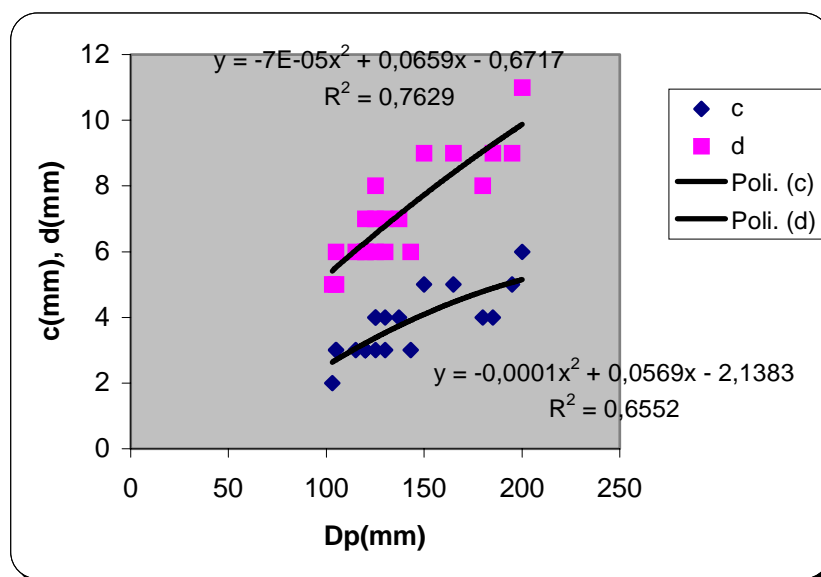
Tablica 5. Veličine čeljusti (mm) istraženih malih lignjuna (*Illex coindetii*)

Oznaka životinje	a	b	c	d
1	13	17	4	8
2	9	12	3	6
3	8	11	2	5
4	10	14	3	6
5	11	14	4	7
6	10	14	4	7
7	13	18	4	8
8	9	12	3	6
9	11	14	3	6
10	15	20	6	11
11	10	13	3	6
12	14	19	4	9
13	15	19	5	9
14	9	11	3	5
15	15	19	5	9
16	11	14	3	6
17	13	19	5	9
18	10	13	3	6
19	10	14	3	7
20	12	16	4	7

Tablica 5a. Grafički prikaz odnosa dužine kape (a) i dužine kreste (b) gornje čeljusti prema dužini plašta u malog lignjuna



Tablica 5b. Grafički prikaz odnosa dužine kape (c) i dužine kreste (d) donje čeljusti prema dužini plašta u malog lignjuna



Mjerenje je provedeno na uzorku od 20 malih lignjuna i dobiveni su rezultati dimenzija čeljusti u odnosu na dužinu plašta odgovarajućih glavonožaca. Zbog različitosti u dimenzijama čeljusti u odnosu na dužinu plašta, čeljusti lignjuna su podijeljene u skupine u kojima određene dimenzije čeljusti odgovaraju određenim dužinama plašta. Te dužine plašta podijeljene su u 3 skupine i to:

1. dužini plašta od 103 do 120 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 8 do 10 mm
  - b. 11 do 14 mm
 i donja čeljust s dimenzijama parametara :
  - c. 2 do 3 mm
  - d. 5 do 7 mm;
2. dužini plašta od 120 do 143 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 10 do 13 mm
  - b. 13 do 17 mm
 i donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 3 do 4 mm
  - d. 6 do 8 mm;

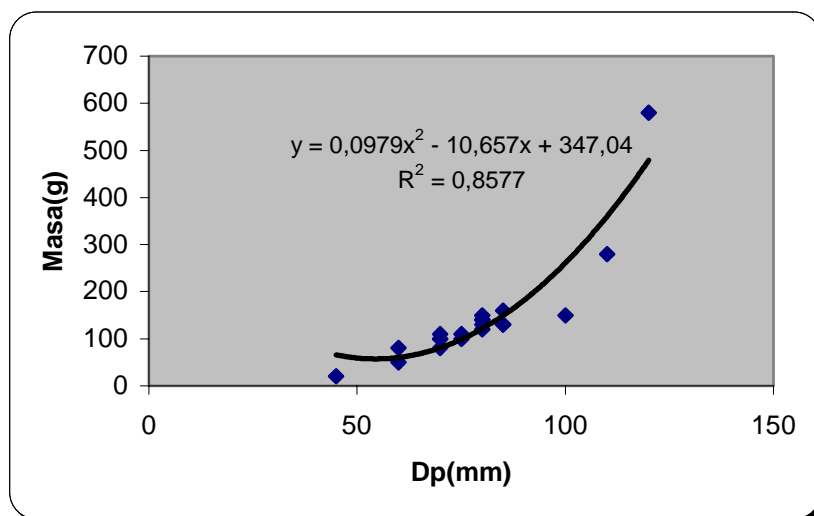
3. dužini plašta od 150 do 200 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 13 do 15 mm
  - b. 18 do 20 mm
- i donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 4 do 6 mm
  - d. 8 do 11 mm.

Na osnovi formule iz tablice 4a. dobiven je faktor korelacije za odnos dužine plašta i mase malog lignjuna i taj faktor korelacije iznosi 0.9196, što je pokazatelj visoke međusobne ovisnosti tih dvaju parametara. Na osnovu te formule je dobiveno i da za svaki milimetar rasta lignjuna u dužinu masa se povećava za 2.49 g. U tablici 5a. se nalazi jedna formula za odnos dužine plašta prema dužini kape gornje čeljusti (a), a faktor korelacije za njihovu ovisnost je 0.8508, što pokazuje njihovu dosta dobru međusobnu ovisnost i dobiveno je da za svaki milimetar rasta lignjuna u dužinu, dužina kape se povećava za 0.2 mm. Po drugoj formuli iz tablice 5a. dobivamo faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kreste gornje čeljusti (b) koji iznosi 0.8376, a dužina kreste se povećava za 0.3 mm po milimetru dužine plašta. Faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kape donje čeljusti (c) iz tablice 5b. iznosi 0.6552, a rast kape donje čeljusti je 0.05 mm po milimetru rasta dužine plašta. Za odnos dužine kreste donje čeljusti (d) i dužine plašta, faktor korelacije iznosi 0.7629 (iz tablice 5b.), a rast kape (mm) prema rastu dužine plašta (mm) iznosi 0.06 mm.

Tablica 6. Dužine plašta i mase istraženih mrkih muzgavaca (*Eledone moschata*)

Oznaka životinje	Dužina plašta(mm)	Masa(g)
1	75	100
2	70	80
3	110	280
4	45	20
5	80	120
6	60	50
7	80	150
8	70	100
9	75	110
10	70	100
11	85	160
12	120	580
13	100	150
14	80	140
15	85	130
16	80	130
17	85	130
18	80	140
19	60	80
20	70	110

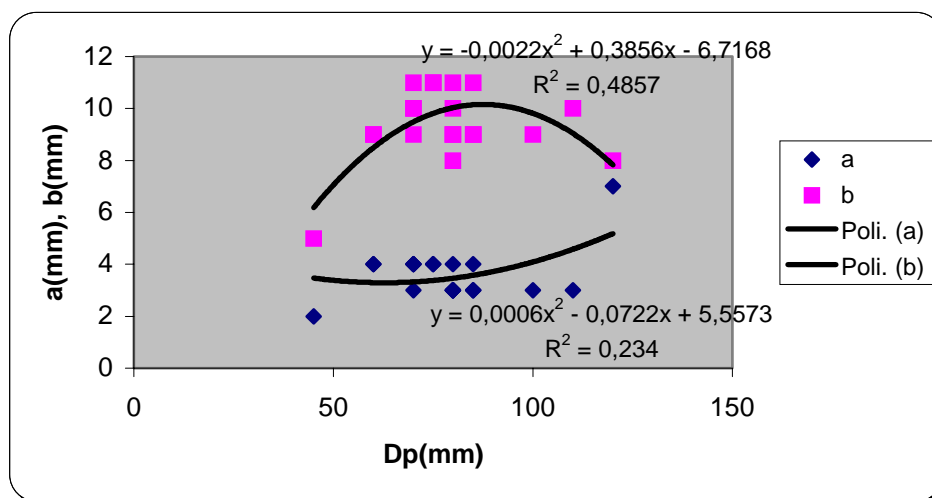
Tablica 6a. Grafički prikaz odnosa dužine plašta i mase u mrkog muzgavca



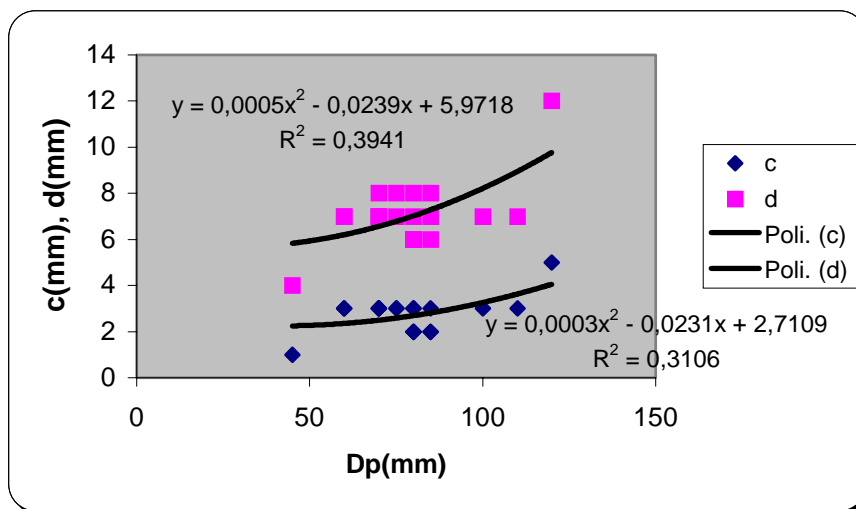
Tablica 7. Veličina čeljusti (mm) istraženih mrkih muzgavaca (*Eledone moschata*)

Oznaka životinje	a	b	c	d
1	4	11	3	7
2	4	10	3	7
3	3	10	3	7
4	2	5	1	4
5	3	8	2	6
6	4	9	3	7
7	3	10	3	7
8	4	11	3	8
9	4	11	3	8
10	4	10	3	7
11	3	9	2	7
12	7	8	5	12
13	3	9	3	7
14	3	9	2	6
15	4	11	3	8
16	4	11	3	8
17	3	9	2	6
18	3	9	2	6
19	4	9	3	7
20	3	9	3	7

Tablica 7a. Grafički prikaz odnosa dužine kape (a) i dužine kreste (b) gornje čeljusti prema dužini plašta mrkog muzgavca



Tablica 7b. Grafički prikaz odnosa dužine kape (c) i dužine kreste (c) donje čeljusti prema dužini plašta mrkog muzgavca



Mjerenje je provedeno na uzorku od 20 mrkih muzgavaca i dobiveni su rezultati dimenzija čeljusti u odnosu na dužinu plašta odgovarajućih glavonožaca. Zbog različitosti u dimenzijama čeljusti u odnosu na dužinu plašta, čeljusti muzgavaca su podijeljene u skupine u kojima određene dimenzije čeljusti odgovaraju određenim dužinama plašta. Te dužine plašta podijeljene su u 3 skupine i to:

1. dužini plašta od 45 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 2 mm
  - b. 5 mm
 i donja čeljust s dimenzijama parametara :
  - c. 1 mm
  - d. 4 mm;
2. dužini plašta od 60 do 100 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 3 do 4 mm
  - b. 8 do 11 mm
 i donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 2 do 3 mm
  - d. 6 do 8 mm;

3. dužini plašta od 120 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

- a. 7 mm
- b. 18 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

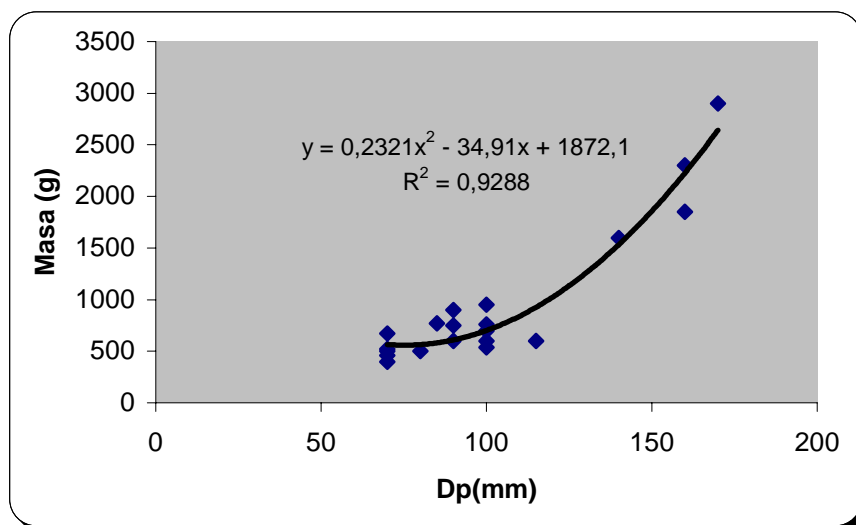
- c. 5 mm
- d. 12 mm.

Na osnovi formule iz tablice 6a. dobiven je faktor korelacije za odnos dužine plašta i mase mrkog muzgavca i taj faktor korelacije iznosi 0.8577, što je pokazatelj ne tako visoke međusobne ovisnosti tih dvaju parametara. Na osnovu te formule je dobiveno i da za svaki milimetar rasta muzgavca u dužinu masa se povećava za 10.6 g. U tablici 7a. se nalazi jedna formula za odnos dužine plašta prema dužini kape gornje čeljusti (a), a faktor korelacije za njihovu ovisnost je 0.234, što pokazuje njihovu lošu međusobnu ovisnost i dobiveno je da za svaki milimetar rasta muzgavca u dužinu, dužina kape se povećava za 0.07 mm. Po drugoj formuli iz tablice 7a. dobivamo faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kreste gornje čeljusti (b) koji iznosi 0.4857, a dužina kreste se povećava za 0.38 mm po milimetru dužine plašta. Faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kape donje čeljusti (c) iz tablice 7b. iznosi 0.3106, a rast kape donje čeljusti je 0.02 mm po milimetru rasta dužine plašta. Za odnos dužine kreste donje čeljusti (d) i dužine plašta, faktor korelacije iznosi 0.3941 (iz tablice 7b.), a rast kape (mm) prema rastu dužine plašta (mm) iznosi 0.02 mm.

Tablica 8. Dužine plašta i mase istraženih običnih hobotnica (*Octopus vulgaris*)

Oznaka životinje	Dužina plašta(mm)	Masa(g)
1	170	2900
2	160	2300
3	90	600
4	70	500
5	100	950
6	85	770
7	70	520
8	70	670
9	90	900
10	100	760
11	70	460
12	70	400
13	90	750
14	80	500
15	100	540
16	160	1850
17	140	1600
18	100	600
19	100	700
20	115	600

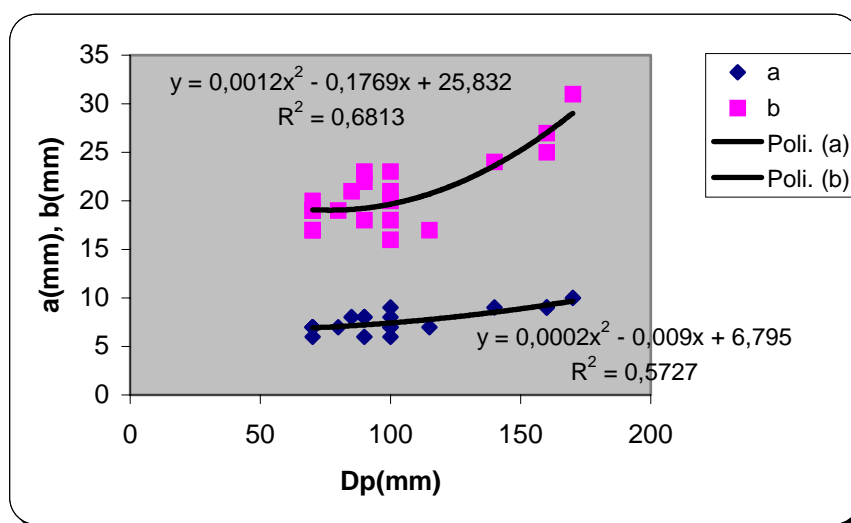
Tablica 8a. Grafički prikaz odnosa dužine plašta i mase u obične hobotnice



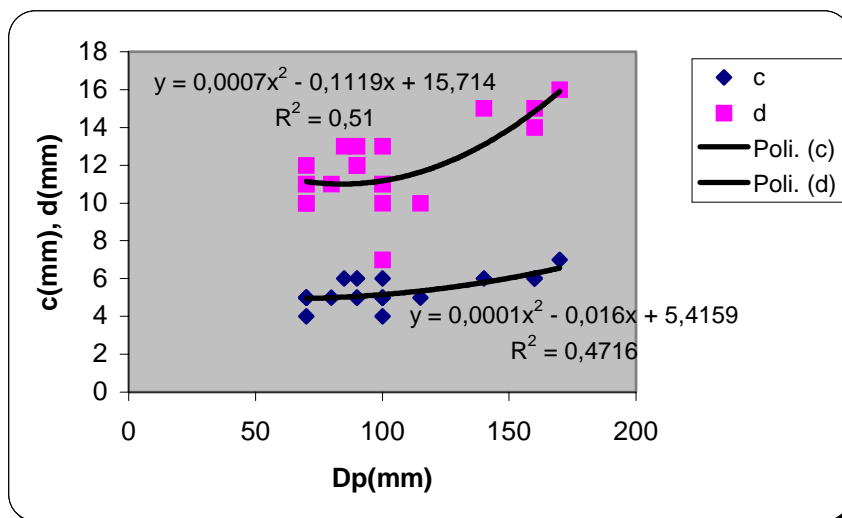
Tablica 9. Veličine čeljusti (mm) istraženih običnih hobotnica (*Octopus vulgaris*)

Oznaka životinje	a	b	c	d
1	10	31	7	16
2	9	25	6	14
3	6	18	5	12
4	7	17	5	11
5	9	23	6	13
6	8	21	6	13
7	7	19	5	11
8	7	20	5	12
9	8	23	5	12
10	8	21	5	11
11	6	19	4	10
12	7	17	5	10
13	8	22	6	13
14	7	19	5	11
15	7	16	5	7
16	9	27	6	15
17	9	24	6	15
18	6	18	4	10
19	7	20	5	11
20	7	17	5	10

Tablica 9a. Grafički prikaz odnosa dužine kape (a) i dužine kreste (b) gornje čeljusti prema dužini plašta obične hobotnice



Tablica 9b. Grafički prikaz odnosa dužine kape (c) i dužine kreste (d) donje čeljusti prema dužini plašta obične hobotnice



Mjerenje je provedeno na uzorku od 20 običnih hobotnica i dobiveni su rezultati dimenzija čeljusti u odnosu na dužinu plašta odgovarajućih glavonožaca. Zbog različitosti u dimenzijama čeljusti u odnosu na dužinu plašta, čeljusti hobotnica su podijeljene u skupine u kojima određene dimenzije čeljusti odgovaraju određenim dužinama plašta. Te dužine plašta podijeljene su u 3 skupine i to:

1. dužini plašta od 80 do 115 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 6 do 8 mm
  - b. 16 do 23 mm
 i donja čeljust s dimenzijama parametara :
  - c. 4 do 6 mm
  - d. 10 do 13 mm;
2. dužini plašta od 100 do 160 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 9 mm
  - b. 23 do 27 mm
 i donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 6 mm
  - d. 3 do 15 mm;

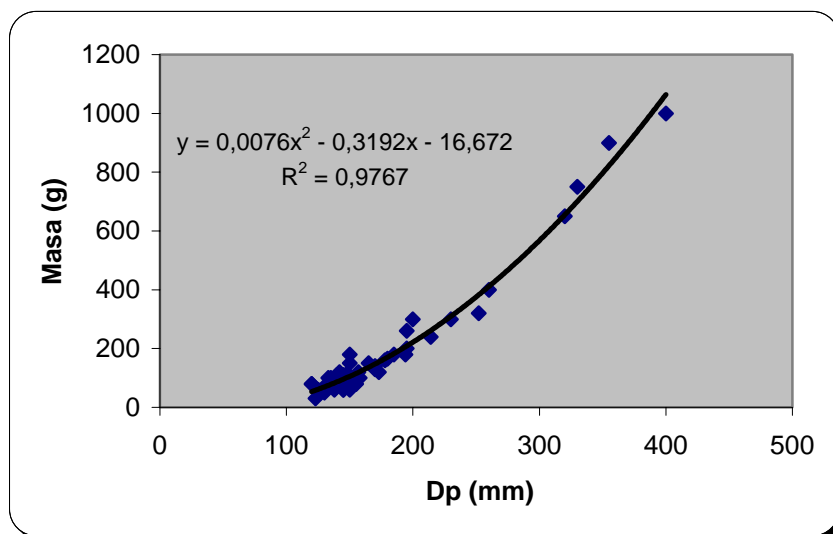
4. dužini plašta od 170 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
- a. 10 mm
  - b. 31 mm
- i donja čeljust s dimenzijama parametara:
- c. 7 mm
  - d. 16 mm.

Na osnovi formule iz tablice 8a. dobiven je faktor korelacije za odnos dužine plašta i mase obične hobotnice i taj faktor korelacije iznosi 0.9288, što je pokazatelj visoke međusobne ovisnosti tih dvaju parametara. Na osnovu te formule je dobiveno i da za svaki milimetar rasta hobotnice u dužinu masa se povećava za 34.9 g. U tablici 9a. se nalazi jedna formula za odnos dužine plašta prema dužini kape gornje čeljusti (a), a faktor korelacije za njihovu ovisnost je 0.5727, što pokazuje njihovu osrednju međusobnu ovisnost i dobiveno je da za svaki milimetar rasta hobotnice u dužinu, dužina kape se povećava za 0.009 mm. Po drugoj formuli iz tablice 9a. dobivamo faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kreste gornje čeljusti (b) koji iznosi 0.6813, a dužina kreste se povećava za 0.17 mm po milimetru dužine plašta. Faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kape donje čeljusti (c) iz tablice 9b. iznosi 0.4716, a rast kape donje čeljusti je 0.01 mm po milimetru rasta dužine plašta. Za odnos dužine kreste donje čeljusti (d) i dužine plašta, faktor korelacije iznosi 0.51 (iz tablice 9b.), a rast kape (mm) prema rastu dužine plašta (mm) iznosi 0.11 mm.

Tablica 10. Dužine plašta i mase istraženih običnih lignji (*Loligo vulgaris*)

Oznaka životinje	Dužina plašta(mm)	Masa(g)
1	132	75
2	170	130
3	178	160
4	140	90
5	150	100
6	194	180
7	195	260
8	260	400
9	200	300
10	127	50
11	137	90
12	130	50
13	155	80
14	252	320
15	230	300
16	148	90
17	145	60
18	158	100
19	132	80
20	138	60
21	150	150
22	133	100
23	150	180
24	355	900
25	180	165

Tablica 10a. Grafički prikaz odnosa dužine plašta i mase u obične lignje



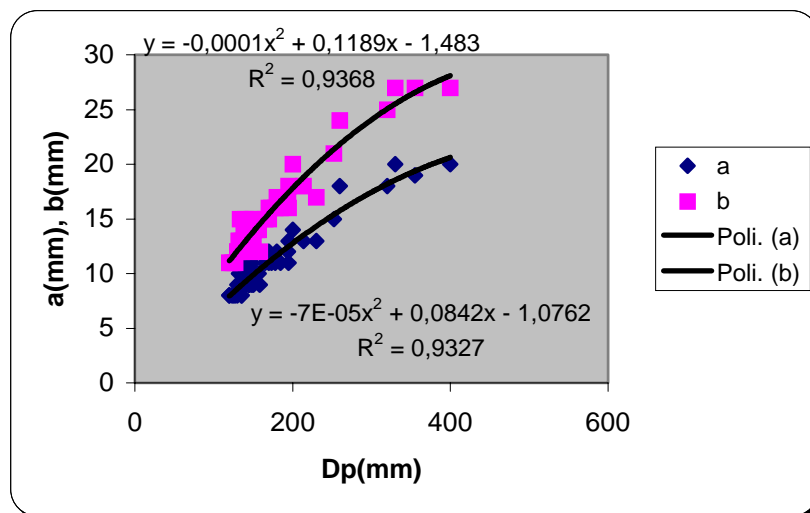
Tablica 11. Dužine plašta i mase istraženih običnih liganja (*Loligo vulgaris*)

Oznaka životinje	Dužina plašta(mm)	Masa(g)
26	148	115
27	138	85
28	214	240
29	152	90
30	330	750
31	320	650
32	123	30
33	145	110
34	135	100
35	145	100
36	140	110
37	135	95
38	145	60
39	165	150
40	147	70
41	170	140
42	120	80
43	142	120
44	130	60
45	157	120
46	125	60
47	173	120
48	195	200
49	150	60
50	185	180
51	135	80
52	120	80
53	400	1000

Tablica 12. Veličine čeljusti (mm) istraženih običnih lignji (*Loligo vulgaris*)

Oznaka životinje	a	b	c	d
1	9	13	4	8
2	12	16	4	9
3	11	16	5	9
4	10	15	4	9
5	10	14	4	8
6	12	17	4	10
7	13	18	5	11
8	18	24	7	14
9	14	20	5	12
10	8	11	3	7
11	9	12	3	7
12	9	12	3	7
13	10	14	4	9
14	15	21	6	13
15	13	17	5	11
16	9	12	3	7
17	9	13	3	8
18	9	12	3	7
19	10	13	4	8
20	9	13	4	8
21	9	13	3	7
22	11	15	4	9
23	10	14	4	9
24	19	27	6	15
25	12	17	4	10
26	11	15	5	10

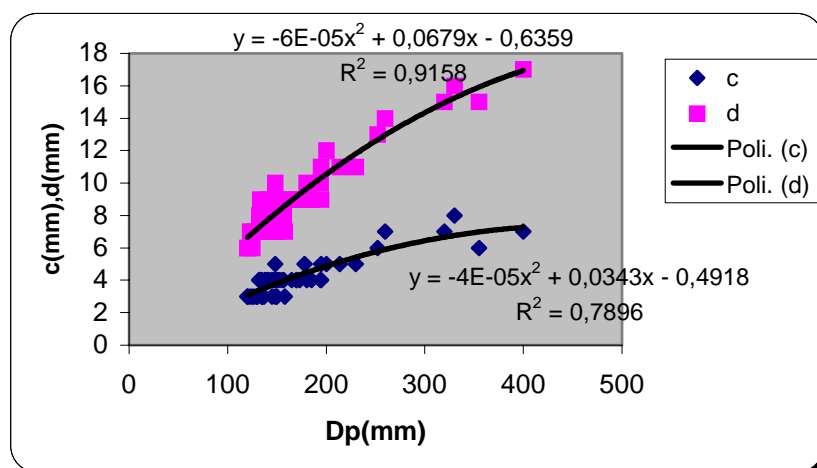
Tablica 12a. Grafički prikaz odnosa dužine kape (a) i dužine kreste (b) donje čeljusti prema dužini plašta u obične lignje



Tablica 13. Veličine čeljusti (mm) istraženih običnih lignji (*Loligo vulgaris*)

Oznaka životinje	a	b	c	d
27	10	14	4	8
28	13	18	5	11
29	10	14	4	8
30	20	27	8	16
31	18	25	7	15
32	8	11	3	7
33	9	13	4	8
34	8	12	3	7
35	10	13	4	8
36	9	13	4	8
37	9	13	4	8
38	9	13	4	8
39	11	15	4	9
40	10	14	4	8
41	11	15	4	9
42	8	11	3	6
43	10	13	4	8
44	8	12	3	7
45	10	14	4	8
46	8	11	3	6
47	11	16	4	9
48	11	16	4	9
49	10	15	4	8
50	11	16	4	9
51	8	12	3	7
52	8	11	3	6
53	20	27	7	17

Tablica 12b. Grafički prikaz odnosa dužine kape (c) i dužine kreste (d) donje čeljusti prema dužini plašta u obične lignje



Mjerenje je provedeno na uzorku od 53 obične lignje i dobiveni su rezultati dimenzija čeljusti u odnosu na dužinu plašta odgovarajućih glavonožaca. Zbog različitosti u dimenzijama čeljusti u odnosu na dužinu plašta, čeljusti liganja su podijeljene u skupine u kojima određene dimenzije čeljusti odgovaraju određenim dužinama plašta. Te dužine plašta podijeljene su u 6 skupina i to:

1. dužini plašta od 120 do 135 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 8 mm
  - b. 11 do 12 mmi donja čeljust s dimenzijama parametara :
  - c. 3 mm
  - d. 6 do 7 mm;
2. dužini plašta od 130 do 158 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 9 do 11 mm
  - b. 12 do 15 mmi donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 3 do 4 mm
  - d. 7 do 9 mm;
3. dužini plašta od 148 do 195 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 11 do 12 mm
  - b. 15 do 17 mmi donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 4 do 5 mm
  - d. 9 do 10 mm;
4. dužini plašta od 195 do 252 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:
  - a. 13 do 15 mm
  - b. 17 do 21 mmi donja čeljust s dimenzijama parametara:
  - c. 5 do 6 mm
  - d. 11 do 13 mm;

5. dužini plašta od 260 do 330 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

- a. 18 mm
- b. 24 do 25 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

- c. 7 mm
- d. 14 do 15 mm.

6. dužini plašta od 330 do 400 mm odgovara gornja čeljust s dimenzijama parametara:

- a. 19 do 20 mm
- b. 27 mm

i donja čeljust s dimenzijama parametara:

- c. 6 do 8 mm
- d. 15 do 17 mm.

Na osnovi formule iz tablice 10a. dobiven je faktor korelacije za odnos dužine plašta i mase obične lignje i taj faktor korelacije iznosi 0.9767, što je pokazatelj visoke međusobne ovisnosti tih dvaju parametara. Na osnovu te formule je dobiveno i da za svaki milimetar rasta lignje u dužinu masa se povećava za 0.31 g. U tablici 12a. se nalazi jedna formula za odnos dužine plašta prema dužini kape gornje čeljusti (a), a faktor korelacije za njihovu ovisnost je 0.9327, što također pokazuje njihovu visoku međusobnu ovisnost i dobiveno je da za svaki milimetar rasta lignje u dužinu, dužina kape se povećava za 0.08 mm. Po drugoj formuli iz tablice 12a. dobivamo faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kreste gornje čeljusti (b) koji iznosi 0.9368, a dužina kreste se povećava za 0.11 mm po milimetru dužine plašta. Faktor korelacije za odnos dužine plašta prema dužini kape donje čeljusti (c) iz tablice 12b. iznosi 0.7896, a rast kape donje čeljusti je 0.03 mm po milimetru rasta dužine plašta. Za odnos dužine kreste donje čeljusti (d) i dužine plašta, faktor korelacije iznosi 0.9158 (iz tablice 12b.), a rast kape (mm) prema rastu dužine plašta (mm) iznosi 0.06 mm



Slika 31. Fotografija gornje (lijevo) i donje (desno) čeljusti obične hobotnice (*Octopus vulgaris*)



Slika 32. Fotografija gornje(lijevo) i donje (desno) čeljusti obične lignje (*Loligo vulgaris*)



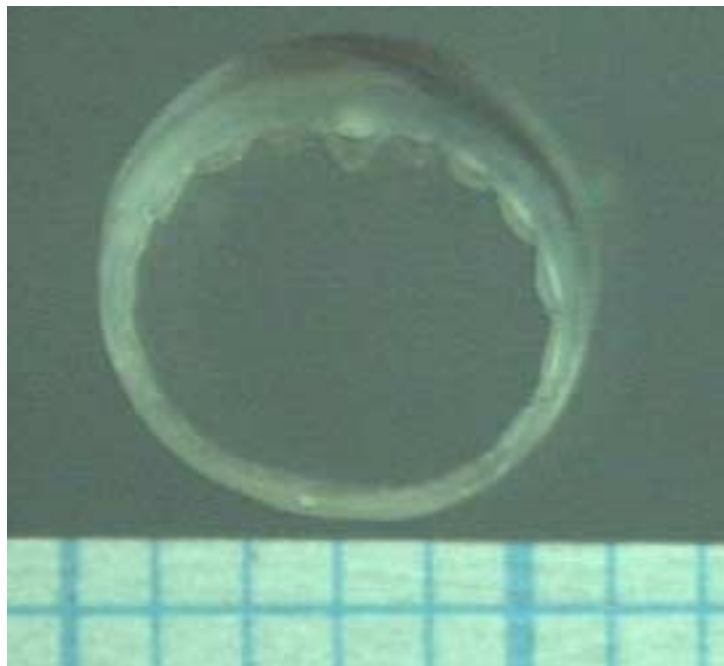
Slika 33. Fotografija gornje(lijevo) i donje(desno) čeljusti obične sipe (*Sepia officinalis*)



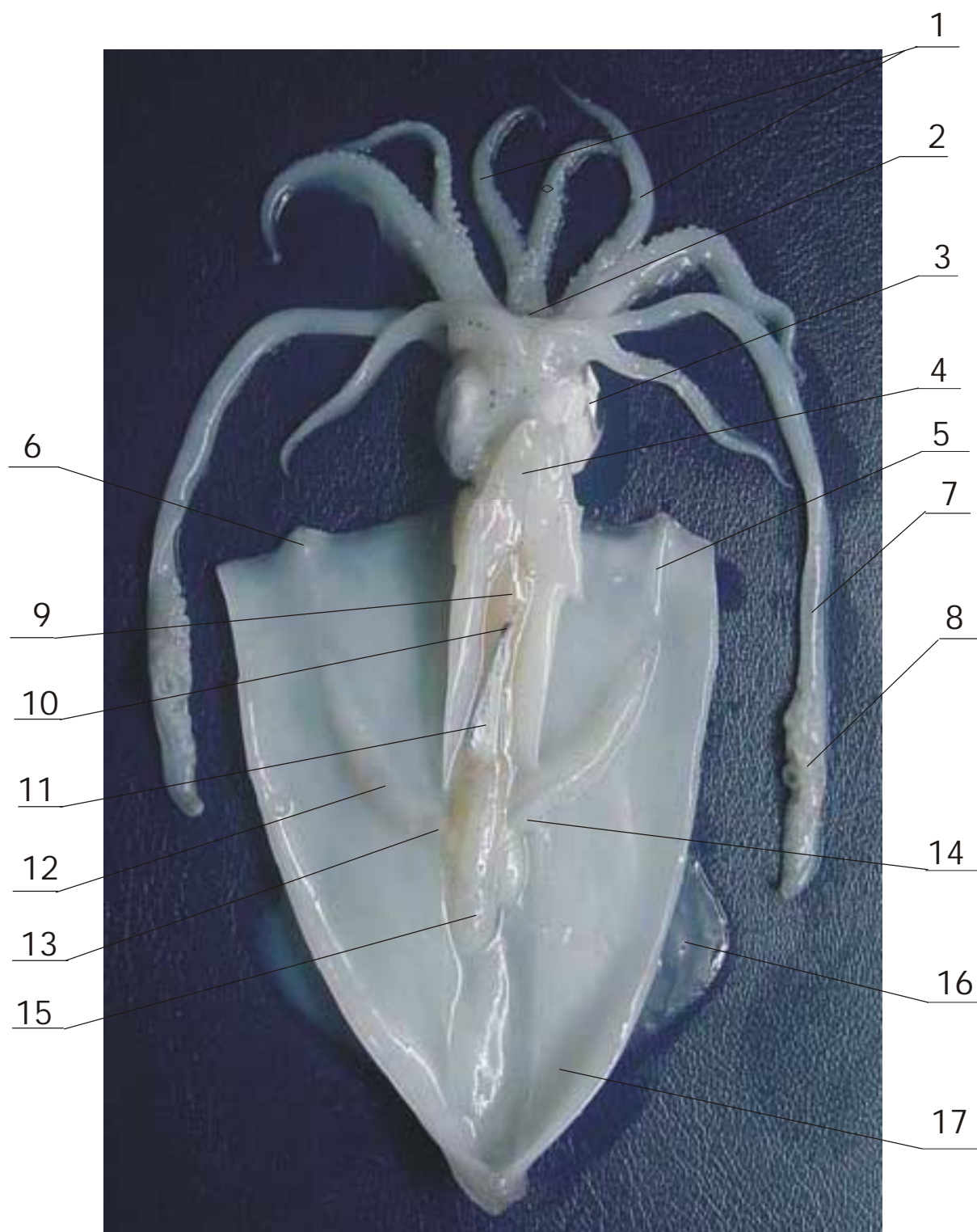
Slika 34. Fotografija gornje(lijevo) i donje (desno) čeljusti mrkog muzgavca (*Eledone moschata*)



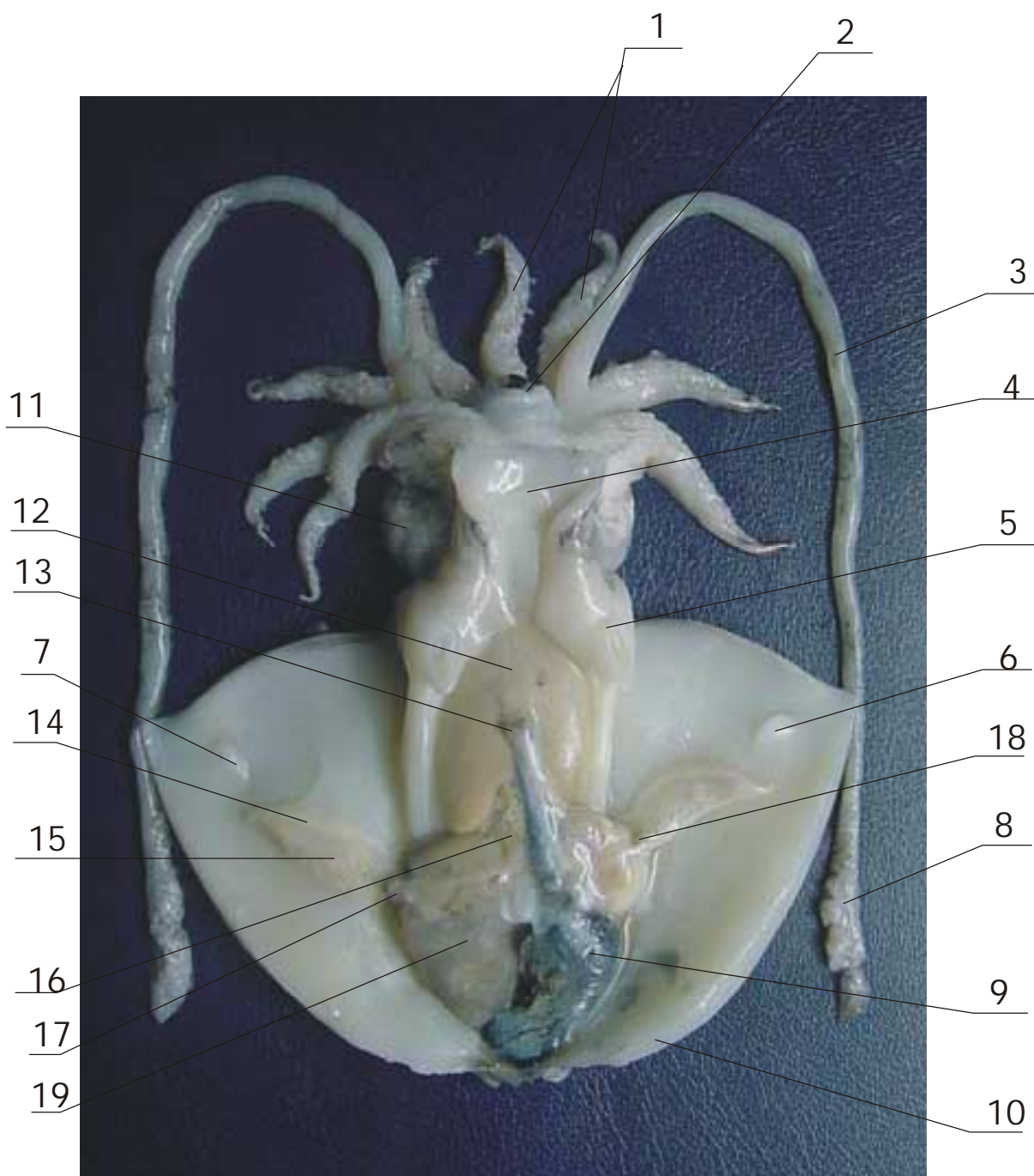
Slika 35. Fotografija gornje (lijevo) i donje (desno) čeljusti malog lignjuna (*Illex coindetii*)



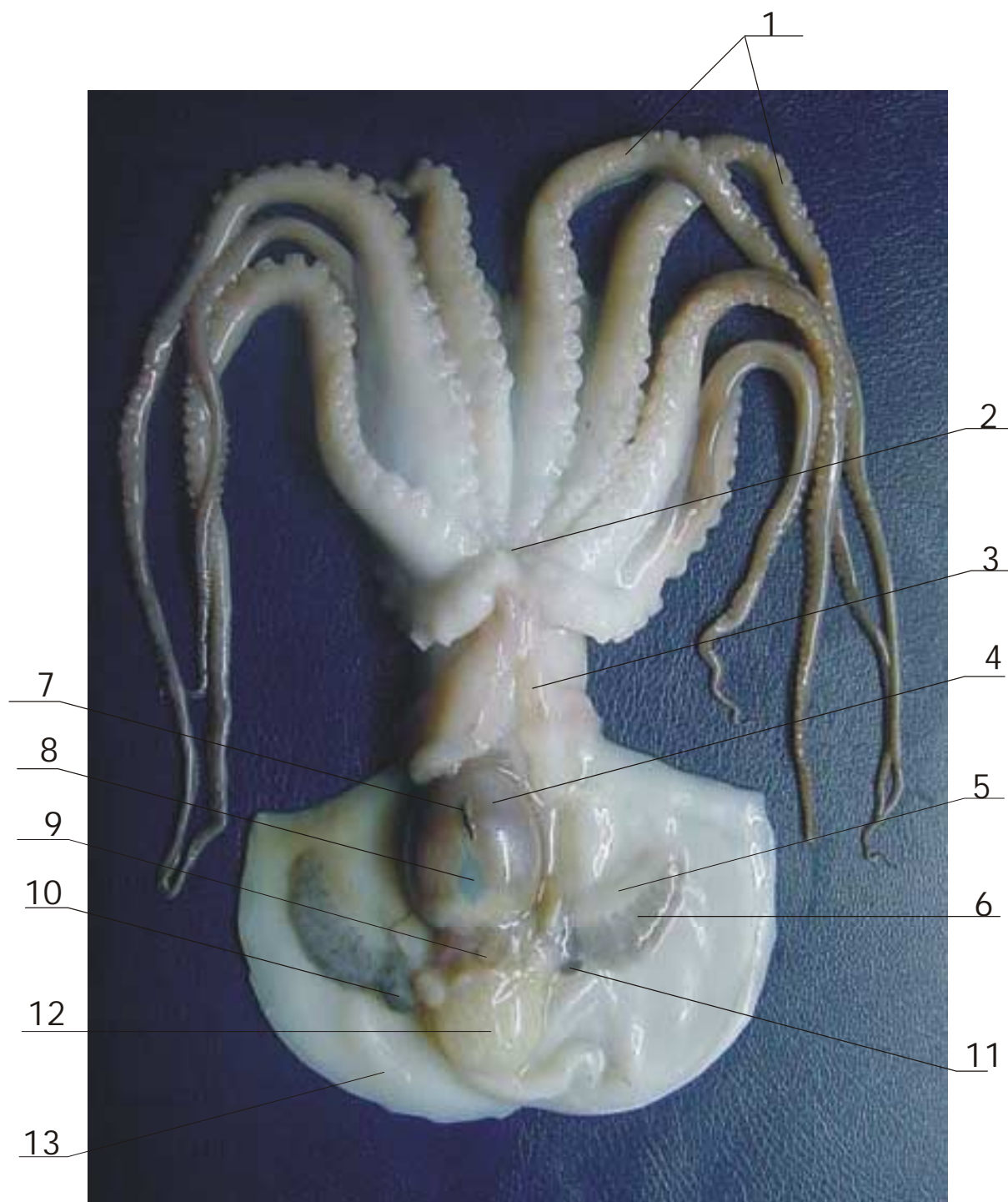
Slika 36. Fotografija rožnatog prstena s zubićima, prianjalki, malog lignjuna (*Illex coindetii*)



Slika 37. **Anatomski prikaz organa obične lignje (*Loligo vulgaris*):**1.krakovi 2.usta 3.oko 4.lijevak 5.i 6.kopče plašta 7.držak tentakula 8.buzdovan 9.probavna žlijezda (jetra) 10.anus 11.vrečica s crnilom 12.škrge 13.i 14.škržna srca 15.gonocel 16.peraje 17.plašt



Slika 38. **Anatomski prikaz organa obične sipe (*Sepia officinalis*):**1.krakovi 2. usta 3.držak tentakula 4.lijevčani zalistak 5.lijevak s lijevčanim kopčama 6.i 7.kopče plašta 8.buzdovan 9.vrećica s crnilom 10.plašt 11.oko 12.probavna žlijezda (jetra) 13.anus 14.škržna žlijezda 15.škrge 16.bubrežni privjesci vene cave 17.i 18.škržna srca 19.želudac s cekumom



Slika 39. **Anatomski prikaz organa mrkog muzgavca (*Eledone moschata*):** 1. krakovi 2. usta 3. Lijevak 4. probavna žlijezda (jetra) 5. škržna žlijezda 6. škrge 7. anus 8. vrećica s crnilom 9. bubrežni privjesci vene cave 10. i 11. škržna srca 12. gonocel 13. plašt

## **4. RAZMATRANJE**

Tijekom istraživanja sisavaca Jadranskog mora, u ovom slučaju dupina (Cetacea), često se u njihovom probavnom traktu, točnije želucu, nađu neprobavljene rožnate čeljusti glavonožaca. Kako bi dobili što bolji uvid u njihove prehrambene navike, došlo se na ideju da se pomoću tih nađenih čeljusti pokuša odrediti kojoj vrsti i veličini glavonošca su te čeljusti pripadale. U Jadranskom moru živi 41 vrsta glavonožaca (Bello, 1990.) koje mogu postati plijen dupina, a u ovom radu je obrađeno 5 vrsta.

Dupini su sisavci koji su savršeno prilagođeni životu u moru. Njihovi prednji udovi su se pretvorili u peraje, a stražnji su rudimentirani. Glavni pokretački organ postao je rep s moćnom muskulaturom. Ta repna peraja, moćna i snažna muskulatura i izdužena vretenasta tijela glatke kože omogućuju im plivanje brzinom i od 40 km/sat. Nosni otvori su se premjestili na vrh glave, a to je zapravo savršena prilagodba jer prilikom plivanja poklopac štiti zračne otvore, a u trenutku kada dupin presiječe morsku površinu, u djeliću sekunde, taj se poklopac otvori i slijedi niz brzih ekspirija i inspirija, te ponovno zatvaranje poklopca. Njihov želudac se sastoji od tri dijela: u prvom se odvija mehaničko usitnjavanje hrane i priprema za probavu; u drugom dijelu odvija se enzimatska probava, to je pravi želudac s mnoštvom tubularnih žlijezda; u trećem dijelu, odnosno piloričkom dijelu želuca, nalaze se samo sporedne stanice (Tomee, 2001.). Upravo u želucu se nađu neprobavljene čeljusti glavonožaca koje su predmet ovog istraživanja.

Radi boljeg razumijevanja glavonožaca u ovom radu opisana je i njihova anatomija i fiziologija (Roper *et al.*, 1984.). Tijelo glavonožaca je prekriveno mišićnom vrećom – plaštem koji je glavni pokretački organ za brzo plivanje. Za sporo plivanje im služe parne peraje koje se nalaze na stražnjem dijelu tijela. Unutar plašta se nalaze škrge – dva para kod *Nautilusa*, a jedan par kod svih ostalih glavonožaca; zatim probavni organi – jednjak, želudac, crijeva, probavne žlijezde; ekskrecijski organi koji se sastoje od bubrežnih vrećica i bubrežnih produžetaka vene cave. Cirkulatorni sustav se sastoji od srca s dvije pretklijetke i škržnih srca. Glavni sastojak krvi je hemocianin koji prenosi kisik. Glavonošci su životinje s odvojenim spolovima (neparni ovarij i testisi). Dvoškržni glavonošci imaju 8 ili 10 krakova. Octopode (muzgavci, hobotnice) imaju 8 krakova dok decapode (lignje, sipe) imaju 10 i to 8 krakova i 2

tentakula. Krakovi se nalaze oko usta pričvršćeni na bukalnu membranu. Unutar usta nalaze se rožnate čeljusti i to gornja i donja čeljust. Obje čeljusti se sastoje od kape, tvrdog dijela, čija funkcija je otkidanje djelića hrane i lateralnih stijenki koje su elastične, a njihova funkcija je povezivanje s mišićima čeljusti. Upravo te čeljusti su bile predmet ovog istraživanja. Na osnovu građe i morfoloških karakteristika moguće je raspoznati kojoj vrsti su čeljusti pripadale (Mangold & Fioroni, 1966.).

Karakteristike čeljusti malog lignjuna (*Illex coindetii*):

- donji rub vrška gornje čeljusti je uvinut a kut čeljusti je šiljast,
- između rostruma i ramena gornje čeljusti dosta često se nalazi prilično velik usjek,
- stražnji rub kape gornje čeljusti je prilično kos,
- ramena donje čeljusti imaju dobro razvijen zubić.

Karakteristike čeljusti obične lignje (*Loligo vulgaris*):

- rostrum gornje čeljusti je šiljast,
- pigmentna zona rostruma prelazi na kut čeljusti,
- između rostruma i ramena gornje čeljusti nalazi se izražen usjek,
- donji rub lateralnih stijenki gornje čeljusti je najčešće ravan,
- kut čeljusti donje čeljusti direktno je spojen tako formirajući ramena,
- velika krila dobro su pigmentirana.

Karakteristike čeljusti obične sipe (*Sepia officinalis*):

- kut čeljusti donje čeljusti je polukružan,
- ramena su dobro razvijena, oblika zuba ,
- kut stražnjeg ruba kape gornje čeljusti je dobro označen, uglast,
- uski prozirni obrubi,
- jaka pigmentacija,
- velike čeljusti.

Karakteristike čeljusti mrkog muzgavca (*Eledone moschata*):

- rostrum jako malen, onaj donje čeljusti je često teško odrediti,
- krilo donje čeljusti je s velikom trokutastom prozirnomo zonom,
- stražnji dijelovi lateralnih stijenki su jako prošireni.

Karakteristike čeljusti obične hobotnice (*Octopus vulgaris*):

- ramena gornje čeljusti su jako raširena,
- kapa, posebno ona gornje čeljusti, je uska u odnosu na krestu,
- rostrum gornje čeljusti je kratak, tup,
- ramena gornje čeljusti su slabo naglašena,
- donji rub lateralnih stijenki gornje čeljusti je blago zaokružen,
- rostrum donje čeljusti ima dva izbočenja,
- krilo donje čeljusti najčešće je snabdjeveno lepezastom zonom zagasitog pigmenta,
- donji rub pigmentne zone donje čeljusti je uglast.

Na osnovu dimenzija čeljusti može se odrediti koju dužinu plašta je životinja imala. Zbog odstupanja između dimenzija čeljusti i dužina plašta, čeljusti su podijeljene u nekoliko skupina odgovarajućih dužina plašta ovisno o vrsti.

Čeljusti obične lignje (*Loligo vulgaris*) podijeljene su u 6 skupina odgovarajućih veličina plašta i to:

- dužine plašta od 120 do 135 mm,
- dužine plašta od 130 do 158 mm,
- dužine plašta od 148 do 195 mm,
- dužine plašta od 195 do 252 mm,
- dužine plašta od 260 do 330 mm i
- dužine plašta od 330 do 400 mm.

Čeljusti obične sipe (*Sepia officinalis*) podijeljene su u 5 skupina odgovarajućih veličina plašta i to:

- dužine plašta od 67 do 78 mm,
- dužine plašta od 81 do 93 mm,
- dužine plašta od 118 do 140 mm,
- dužine plašta od 150 do 190 mm i
- dužine plašta od 260 mm.

Čeljusti obične hobotnice (*Octopus vulgaris*) podijeljene su u 3 skupine odgovarajućih veličina plašta i to:

- dužine plašta od 80 do 115 mm,
- dužine plašta od 100 do 160 mm i
- dužine plašta od 170 mm.

Čeljusti mrkog muzgavca (*Eledone moschata*) podijeljene su u 3 skupine odgovarajućih veličina plašta i to:

- dužine plašta od 45 mm,
- dužine plašta od 60 do 100 mm i
- dužine plašta od 120 mm.

Čeljusti malog lignjuna (*Illex coindetii*) podijeljene su u 3 skupine odgovarajućih veličina plašta i to:

- dužine plašta od 103 do 120 mm,
- dužine plašta od 120 do 143 mm i
- dužine plašta od 150 do 200 mm.

Na osnovu formula iz grafičkih prikaza odnosa dužine plašta i mase glavonožaca dobili smo faktore korelacije, a to su pokazatelji međusobne ovisnosti tih dviju veličina. Tako su faktori korelacije za odnose dužine plašta i mase visoki za običnu sipu (*Sepia officinalis*), za malog lignjuna (*Illex coindetii*), za mrkog muzgavca (*Eledone moschata*), za običnu hobotnicu (*Octopus vulgaris*) i za običnu lignju (*Loligo vulgaris*), što znači da su te dvije veličine jako dobro međusobno ovisne. Također smo iz tih formula dobili za koliko se masa povećava kad životinja naraste 1 mm u dužinu: pa tako obična sipa naraste za 9.6 g, mali lignjun za 2.49 g, mrki muzgavac za 10.6 g, obična hobotnica za 34.9 g i obična lignja za 0.31g.

Faktori korelacije su visoki za odnose dužine plašta s dužinom kape i dužinom kreste gornje čeljusti, te za odnose dužine plašta s dužinom kape i dužinom kreste donje čeljusti kod obične sipe i obične lignje; srednje visoki su za te odnose kod malog lignjuna; srednji su kod tih istih odnosa za obične hobotnice, a niski su, odnosno loša je međusobna ovisnost dužine

plašta s dužinom kape i kreste gornje čeljusti i dužinom kape i kreste donje čeljusti kod mrkog muzgavca.

Uz pomoć tih istih formula dobili smo za koliko naraste dužina kape gornje čeljusti (a) kad dužina plašta naraste za 1 mm: pa tako dužina kape gornje čeljusti kod obične sipe naraste za 0.1 mm, kod malog lignjuna za 0.2 mm, kod mrkog muzgavca za 0.07 mm, kod obične hobotnice za 0.009 mm i kod obične lignje za 0.08 mm.

Isto tako dobili smo i za koliko naraste dužina kreste gornje čeljusti (b) dok dužina plašta naraste za 1 mm: kod obične sipe naraste za 0.1 mm, kod malog lignjuna za 0.3 mm, kod mrkog muzgavca za 0.38 mm, kod obične hobotnice za 0.17 mm i kod obične lignje za 0.11 mm.

Dok dužina plašta naraste za 1 mm dužina kape donje čeljusti (c) naraste za 0.01 mm kod obične sipe, za 0.05 mm kod malog lignjuna, za 0.02 mm kod mrkog muzgavca, za 0.01 mm kod obične hobotnice i za 0.03 mm kod obične lignje.

Dužina plašta naraste za 1 mm dok dužina kreste donje čeljusti (d) naraste za 0.09 mm kod obične sipe, za 0.06 mm kod malog lignjuna, za 0.02 mm kod mrkog muzgavca, za 0.11 mm kod obične hobotnice i za 0.06 mm kod obične lignje.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su obrađene čeljusti pet vrsta jadranskih glavonožaca; prikazane su njihove različitosti, ovisno o vrsti. Ustanovljeno je da se na temelju čeljusti, koje se nađu prilikom pregleda sadržaja želuca dupina, može odrediti kojoj vrsti su čeljusti pripadale.

Osnovne karakteristike čeljusti malog lignjuna (*Illex coindetii*) su jako izražena kapa gornje čeljusti, šiljast kut gornje čeljusti, a kod donje čeljusti ramena imaju dobro razvijen zubić.

Osobitosti čeljusti obične lignje (*Loligo vulgaris*) su da pigmentna zona rostruma prelazi i na kut čeljusti a između rostruma i ramena gornje čeljusti nalazi se izražen usjek kojeg nema kod čeljusti malog lignjuna.

Čeljusti obične sipe (*Sepia officinalis*) su jako velike i dobro pigmentirane, a kut donje čeljusti je polukružan, a ramena su naglašena poput zuba.

Rostrum gornje čeljusti obične hobotnice (*Octopus vulgaris*) je kratak, tup dok su ramena slabo naglašena, rostrum donje čeljusti ima dva izbočenja, a na krilima donje čeljusti je lepezasta pigmentna zona.

Mrki muzgavac (*Eledone moschata*) ima čeljusti sa slabo izraženim rostrumom, na krilu donje čeljusti je velika trokutasta prozirna zona.

Na osnovu formula iz grafičkih prikaza odnosa dužine plašta i mase glavonožaca dobiveni su faktori korelacija, što su pokazatelji međusobne ovisnosti tih dviju veličina. Tako su faktori korelacije za odnose dužine plašta i mase visoki za običnu sipu (*Sepia officinalis*), za malog lignjuna (*Illex coindetii*), za mrkog muzgavca (*Eledone moschata*), za običnu hobotnicu (*Octopus vulgaris*) i za običnu lignju (*Loligo vulgaris*), što znači da su te dvije veličine jako dobro međusobno ovisne, dok su odnosi dužine plašta s mjerenim parametrima gornjih (a, b) i donjih (c, d) čeljusti zavisno o vrsti bolje ili lošije međusobno ovisni.

Također, iz tih formula je dobiveno za koliko mm određeni parametar gornje ili donje čeljusti naraste dok dužina plašta naraste za 1 mm.

Isto tako, dobiveno je za koliko se grama masa glavonošca poveća dok dužina plašta tog istog glavonošca naraste za 1 mm.

## **6. LITERATURA**

- Bello, G.,(1990.). The cephalopod fauna of the Adriatic, Acta Adriat., 31 (1-2): 275-291.
- Clarke, M.R.,( 1962.). Significance of Cephalopod beaks, Nature, 193 (4815): 560-561.
- Clarke, M.R.,( 1962.) The identification of Cephalopod beaks,and the relationship between beak size and total body weight. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool., 8 (10): 421- 480.
- Gomerčić,H.,V.Gomerčić(1996.):Neki biološki pokazatelji različitih vrsta životinja. U: Veterinarski priručnik, 5.izdanje (Srebočan,V.,Gomerčić,H.,urednici).Medicinska naklada. Zagreb. str.1261-1274.
- Jardas, I.,(1985.), Pregled riba (SENSU LATO) Jadranskog mora (CYCLOSTOMATA, SELACHII, OSTEICHTHYES) s obzirom na taksonomiju i utvrđeni broj, Biosistematika, 11 (1): 63-101.
- Jardas,I.,( 1996.). Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga d.d. ,Zagreb, pp.533.
- Mangold, K., & Fioroni, P.,( 1966.) Morphologie et biometrie des mandibules de quelques cephalopodes mediterraneens, Vie et Milieu XVII (3-A): str. 1139-1196.
- Milišić, N., 1994., Sva riba Jadranskog mora, Split, Niva, 1994.-XIII, pp. 463.
- Nesis, K.N.,(1987.), Cephalopods of the world –Squids, Cuttlefishes, Octopuses, and Allies, 1987.T.F.H. Publications, Inc. , Ltd.,pp. 351.

- Roper, C.F.E., & Sweeny, M.J., & Nauen, C.E., (1984.), FAO Species catalogo Cephalopods of the world, An annotated and illustrated catalogue of species of interest of fisheries, pp. 277.
- Šoljan, T.,( 1948.), Ribe Jadrana, Split,pp. 437.
- Tomee, V.,(2001.) Diplomski rad, Pregled najvažnijih osobitosti dobrog dupina (TURSIOPS TRUNCATUS), Veterinarski fakultet, mimeo.