Strukturne prilagodbe probavnog sustava s obzirom na ishranu životinja

Rukavina, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:098708

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Strukturne prilagodbe probavnog sustava s obzirom na ishranu životinja

Structural adaptations in animal digestive system considering diet

ZAVRŠNI SEMINARSKI RAD

Ana Rukavina
Preddiplomski studij Znanosti o okolišu
Undergraduate study program of Environmental sciences

Mentor: doc.dr.sc. Romana Gračan
Zagreb, 2020.

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Razvoj probavnog sustava 2

3.1. Beskralješnjaci 3

3.2. Kralješnjaci 4

4. Probavne strukture u biljojeda 4

4.1. Probavne strukture preživača 5

4.1.1. Burag 6

4.1.2. Kapura 7

4.1.3. Knjižavac 8

4.1.4. Sirište 9

4.1.5 Fiziološka motorika predželudaca 9

4.2. Pseduo-preživači i ostali biljojedi 10

4.3. Zubi biljojeda 11

4.4. Dužina probavila kod biljojeda 12

5. Probavne strukture u mesojeda 12

5.1. Probavni trakt mesojeda 12

5.2. Zubi mesojeda 13

6. Probavne strukture u ptica 15

6.2. Volja 17

6.3. Želudac u ptica 17

7. Histološke prilagodbe probavnog sustava na način ishrane 18

7.1 Histološke prilagodbe probavnog sustava na primjeru određenih vrsta riba 20

7.1.1. Tkiva usne šupljine 20

7.1.2. Tkivo jednjaka 21

7.1.3. Tkivo crijeva 22

8. Prilagodbe probavnog sustava na nekonvencionalnu hranu 22

9. Literatura 24

10. Sažetak 29

11. Summary 29

1. Uvod

Svi živi organizmi trebaju hranjive tvari za preživljavanje. Dok biljke mogu dobiti molekule potrebne za staničnu funkcioniranje kroz proces fotosinteze, većina životinja dobiva hranjive tvari konzumacijom drugih organizama biljnog ili životinjskog porijekla. Na staničnoj razini biološke molekule potrebne za funkcioniranje koje su potrebne životinjama jesu aminokiseline, masti i šećeri. Konzumirana hrana sastoji se od bjelančevina, masti i složenih ugljikohidrata, ali zahtjevi su različiti za svaku životinju. Životinje moraju pretvoriti te makromolekule u jednostavne molekule potrebne za održavanje staničnih funkcija, poput sastavljanja novih molekula, stanica i tkiva. Pretvorba hrane koja se konzumira u potrebne hranjive tvari je postupak u više koraka koji uključuje probavu i apsorpciju. Probavni sustav ne samo da kemijski učinkovito smanjuje spojeve u hrani u njihove temeljne građevne dijelove, već djeluje i na zadržavanju vode i izlučivanju neprobavljenih materijala iz tijela. Funkcije probavnog sustava mogu se sažeti na sljedeći način: konzumacija hrane (npr. ingestijom), probava (raspad hrane), apsorpcija (ekstrakcija hranjivih tvari iz hrane) i defekacija (uklanjanje otpadnih produkata probave). Kod kralježnjaka i beskralježnjaka morfološka i funkcionalna obilježja gastrointestinalnog trakta uglavnom odražavaju kemiju hrane, tj. sadržaj ugljikohidrata, proteina, masti I tvari potrebne za bržu i lakšu probavu (npr. celuloza). Kroz čitavu evoluciju životinje su se svojom prehranom nastanjujući nove ekološke niše prilagođavale istoj. Promjena prehrane je, ugrubo rečeno, dovela i do prilagodbe njihovog probavila i probavnih struktura, koji su njen sastavni dio, na novu vrstu hrane. Kako to evolucijski biva, razvoj samog probavnog sustava i njegovih struktura tekao je od jednostavnijeg k složenijem.

2. Razvoj probavnog sustava

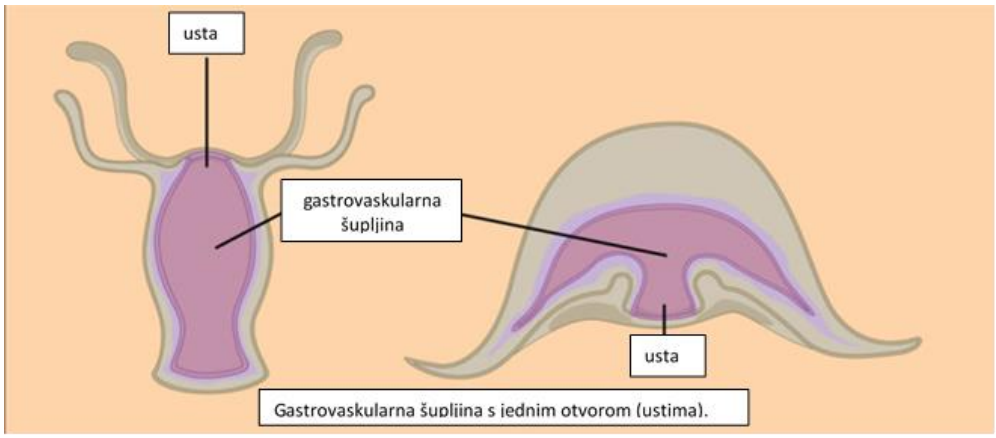
Probava kod primitivnih životinja u prošlosti vjerojatno je bila unutarstanična, kao što je to slučaj kod današnjih praživotinja i spužvi (Yonge, 1937). Unutarstanična probava je karakterističan i za velik broj višestaničnih životinja (Metazoa). One se mogu podijeliti u dvije skupine: one koje su primitivne u strukturi, npr. Mješčićnice, rebraši, većina virnjaka i rod Limulus koji se svrstava u prakliještare; i one odvedenije, ali koje su zadržale unutarstaničnu probavu, npr. Ramenonošci, kolnjaci, dugoživci, morski pauci, paučnjaci (osim roda Limulus) i većina mekušaca, isključujući glavonošce. Ove se životinje hrane fino usitnjenom (sakupljenom cilijarnim mehanizmima ili usitnjenom radulom) ili tekućinom do polutekućom hranom koju usisavaju što se odrazilo na jednostavnost strukture probavila. (Yonge, 1937). U određenim slučajevima, osobito kod školjlaša, ali također i bodljikaša, unutarstaničnoj probavi pomaže ili se isključivo provodi putem procesa fagocitoze u kojem makrofazi putem vakuola približavaju hranu sredini stanice gdje ju razgrađuju enzimi. Izvanstanična probava, izvorno razvijena s povećanom veličinom dostupne hrane kao pomoć unutarstaničnoj probavi, u potpunosti je zamijenila primitivni oblik probave u određenih ravnocrijavaca (vjerojatno), rod Polyzoa, kolutićavaca, stonogi, rakova, kukaca, glavonožaca i svitkovaca. Unutarstanična probava omogućila je smanjenje ingestivnog područja crijeva i ubrzanje uklanjanje neprobavljivog materijala te same probave. Rezultat je porast brzine metabolizma koji je ostavio duboke učinke na razvoj Metazoa, kako općeniti tako i probave (Yonge, 1937). Pojava izvanstanične probave popraćena je promjenama u građi i fiziologiji probavnog trakta. Posebne regije su specijalizirane za prijem hrane, njezino provođenje i čuvanje, probavu i unutarnju obradu, apsorpcija i hranjivih tvari te provođenje i stvaranje fekalija. Također, postoji određena korelacija između hrane koju životinja jede i prirode i relativne snage njegovih probavnih enzima. Određene su životinje stekle specifični enzime koji im omogućavaju da najviše iskorištavaju hranjive tvari iz hrane. Primjerice hitinaza i celulaza koji spadaju u jedne od najvažnijih enzima. Postoji periodičnost lučenja u probavnim žlijezdama mnogih metazoa, npr. kod glavonožaca i rakova. U najuspješnije skupine životinja po pitanju probave spadaju one koje se hrane mnogim i različitim vrstama hrane, što je rezultat morfoloških i fizioloških prilagodbi, npr. kolutićavci, rakovi, kukci, glavonošci i kralješnjaci te one u kojima se sakuplja jedna vrsta hrane i probavlja se s velikom učinkovitošću, npr. mješćićnice,

virnjaci, paučnjaci, karnivorni glavonošci, ramenonošci, plaštenjaci, metilji i trakavice (paraziti). Od navedenih, prva skupina je bila i dalje je daleko uspješnija, zahvaljujući sposobnosti za iskorištavanje novih izvora hrane prilikom invazije novih staništa. U široj slici proučavanja probavnog sustava, kralježnjaci, a posebno sisavci, pokazuju lako uočljive strukturne probavne razlike koje su rezultat načina i vrste prehrane (Yonge, 1937).

3. Razlike probavnog sustava i probavnih struktura beskralješnjaka i kralješnjaka

3.1. Beskralješnjaci

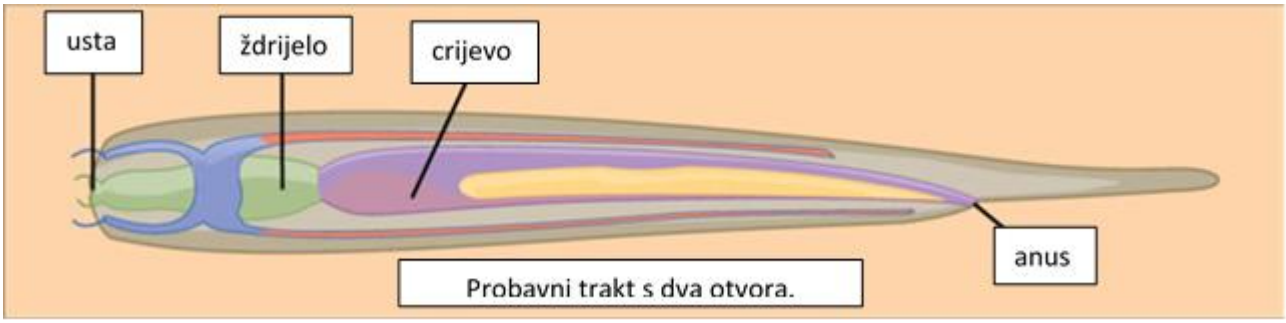
Životinje su razvile različite vrste probavnog sustava kako bi se prilagodile probavi različite hrane koje konzumiraju. Najjednostavniji primjer probavnog sustava je gastrovaskularna šupljina i nalazi se u organizmima koji imaju samo jedan otvor za probavu. Plošnjaci rebraši i žarnjaci posjeduju ovu vrstu probave. Gastrovaskularna šupljina (Sl. 1), obično su slijepa cijev ili šupljina sa samo jednim otvorom, ustima, koja također služi kao anus. Progutani materijal ulazi u usta i prolazi kroz cjevastu šupljinu, a potom stanice unutar šupljine izlučuju probavne enzime koji razgrađuju hranu. Čestice hrane zahvaćaju stanice koje oblažu gastrointestinalnu šupljinu (www.courses.lumenlearning.com).



Slika 1. Gastrovaskularna šupljina kod žarnjaka.

(preuzeto i prilagođeno od www.courses.lumenlearning.com)

Probavni kanal (Sl. 2) je napredniji: sastoji se od cijevi s ustima na jednom kraju i anusa na drugom. Gliste su primjer životinje s ovakvim probavnim kanalom. Jednom kad se hrana unese kroz usta, prolazi kroz jednjak i pohranjuje se u organ koji se naziva volja; zatim prelazi u primitivni želudac gdje se usitnjava i probavlja. Iz želuca hrana prolazi kroz crijeva, hranjive tvari se apsorbiraju, a otpad se kroz anus uklanja kao izmet (courses.lumenlearning.com).



Slika 2. Probavni kanal kod gliste.

(preuzeto i prilagođeno od www.courses.lumenlearning.com)

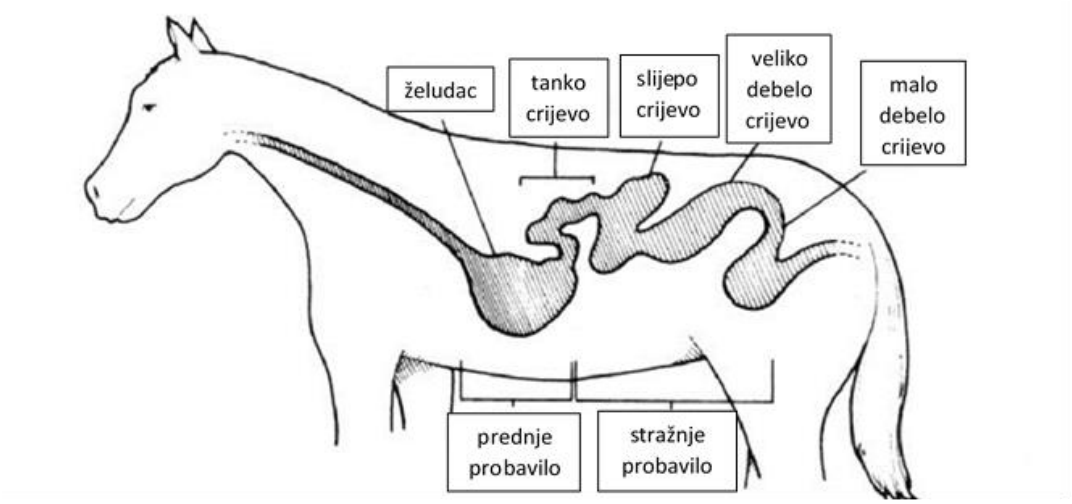
3.2. Kralješnjaci

Kralješnjaci su razvili složeniji probavni sustav kako bi se prilagodili vlastitim prehrambenim potrebama. Neke životinje imaju jednostavan, dok druge imaju višedijelni želudac. Ptice su posebno zanimljive jer su razvile probavni sustav prilagođen jedenju neprožvakane hrane. Uobičajena podjela prema načinu prehrane je na biljojede, mesojede i svejede. Od navedenih, najsloženije probavilo i probavne strukture imaju biljojedi, premda to ne mora uvijek biti tako, ovisno o vrsti (www.resources.saylor.org).

4. Probavne strukture u biljojeda

Biljojedi konzumiraju alge ili biljne tvari poput lišća, sjemenki, korjenja, plodova i slično. Energija iz ovakve vrste hrane nije lako dostupna pa su biljojedi morali razviti dvije alternative kojima će osloboditi te hranjive tvrari - želučanu fermentaciju i fermentaciju u stražnjem crijevu (Sl. 3). Želučana fermentacija koristi bakterije koje razgrađuju teško probavljivu celulozu -

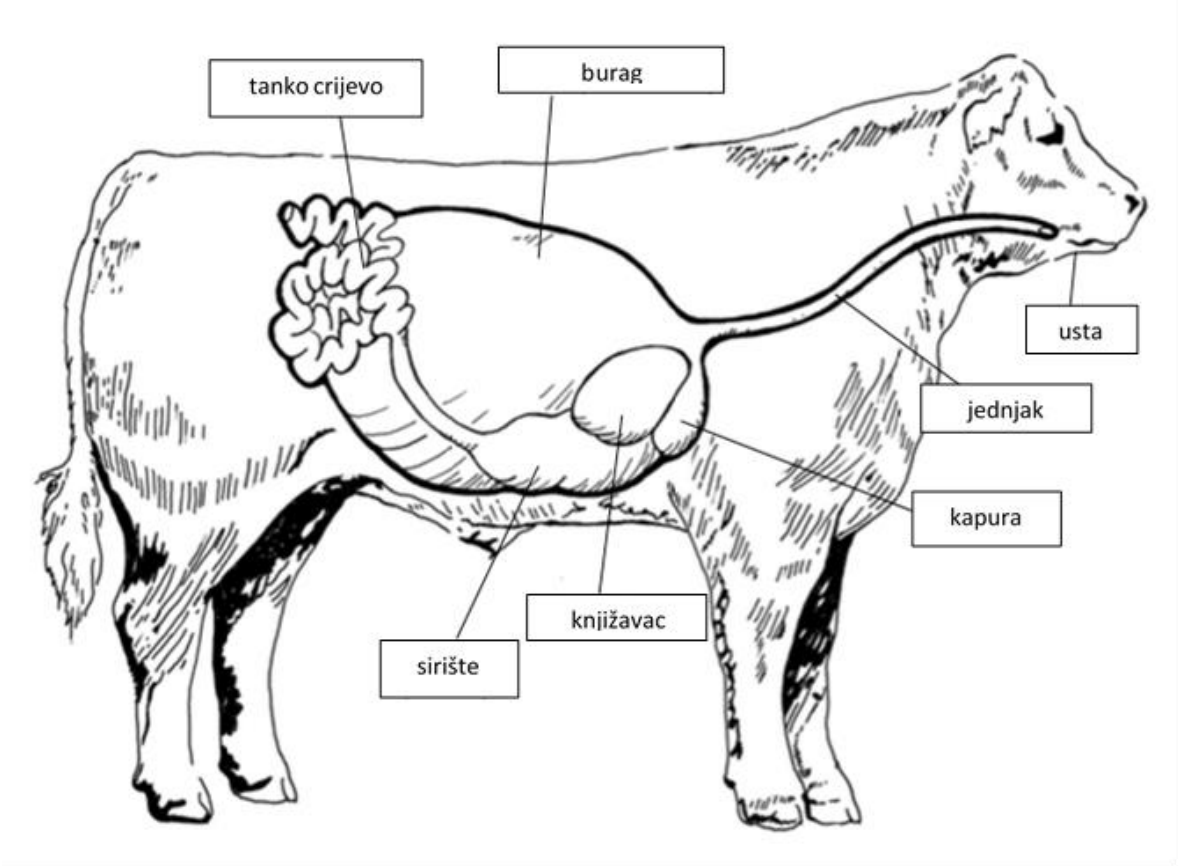
primarna komponentu biljne stanične stijenke. U životinja koje koriste želučanu (odnosno pred-želučanu) fermentaciju, želudac se modificira u četiri komore, tj dijela. Preživači povraćaju djelomično probavljenu masu iz buraga te ju nastavljaju žvakati kako bi ju dalje razgradili. Kod onih životinja koje koriste post-želučanu fermentaciju, mikrobna probava se događa u debelom crijevu. Post-želučani proces fermentacije (Sl. 3) manje je učinkovit (20% - 65% probave vlakana) od fermentacije u želucu (52%-80% učinkovitosti), stoga neke monogastrične životinje prakticiraju koprofagiju (konzumaciju izmeta) da povećaju apsorpciju hrane koja je već prošla kroz probavilo. Budući da ovaj postupak nije učinkovit monogastrični biljojedi moraju jesti velike količine hrane za podmirivanje svojih prehrambenih potreba.



Slika 3. Konj je jedan od primjera biljojeda koji koriste fermentaciju crijeva.
(preuzeto i prilagođeno od www.extension.purdue.edu)

4.1. Probavne strukture preživača

Složeni želudac (*ventriculus compositus*) preživača sastoji se od četiri dijela (Sl.4) – 3 predželuca i sirišta koje ustvari predstavlja "pravi" želudac. Želuci se međusobno razlikuju po veličini, funkciji, obliku i građi sluznice zbog specifičnih fizioloških funkcija. Izgrađeni su od tri sloja: unutarnjeg sluzničkog sloja (*tunica mucosa*), mišićnog sloja (*tunica muscularis*) i seroze (*tunica serosa*) (Stilinović, 1963).



Slika 4. Shematski prikaz želuca krave – preživača.
(preuzeto i prilagođeno od www.lynceans.org)

4.1.1. Burag

Burag (*rumen*) je najveći predželudac (Sl.5). Neke vrste posjeduju resice (Sl. 6) koje povećaju apsorpciju hranjivih tvari (Hinterdorfer I Deutz, 1996). On je također podijeljen u više komorica koje međusobno komuniciraju. Ta podjela vidljiva je izvana u obliku nabora koji se nazivaju sulcusi. S unutarnje strane je također uočljiva u obliku sluzno-mišićih greda koje nazivamo pilae *ruminalis*. Postoji i prednja pregrada koja dijeli donji dio (ventralni) buragove vreće od gornjeg (dorzalnog) koja se zove pila cranialis. Sa stražnje strane joj odgovara još jedna pregrada - *pila caudalis*. Te dvije pregrade su poprečno spojene produžnim gredama koje nazivamo *pila longitudinalis sinistra* i *pila lonitudinalis dextra* koja se odvaja u dvije grane koje se ujedinjuju u buragov otok, a smještene su dorzalno. *Pile longitudinales* zajedno dijele burag u dva velika dijela: dorzalni - *saccus ruminis dorsalis* i ventralni - *saccus ruminis ventralis*.

Slika 5. Burag je želudac sa najvećom zapremninom.
(preuzeto od www.sites.google.com)

Burag ima kranijalni završetak koji ne završava slijepo, već se dorzalno nastavlja u *atrium ventriculi* u čiji uži dio utječe jednjak. Između buraga i kapure nalazi se *atrium ruminis*. Sluznica buraga stvara sitne crne do smeđe resice i kvržice koje povećavaju apsopcijsku površinu (Stilinović, 1963).

Slika 6. Buragove resice kod jelena.
(preuzeto od www.twincitiesnaturalist.com)

4.1.2. Kapura

Kapura (*reticulum*) je najkranijalnije smješten predželudac koji ima oblik vreće. S knjižavcima komunicira kroz uski pukotinski otvror koji se zove *ostio reticulo-omasicum.*

Sluznica kapure ima karakterističnu građu koja ima izgled pčelinjeg saća jer su se gredice izbočile prema lumenu organa (Stilinović, 1963).

4.1.3. Knjižavac

Knjižavac (*omasus*) je kuglastog oblika, a smješten je nad sirištem i desno od kapure. On je nešto specifičnije građe. Njegova unutrašnjost podsjeća na listove, tj. listove poluotvorene knjige (Sl. 7). Ti listovi proizlaze iz njegovih dorzalnih i lateralnih unutrašnjih zidova. Ti listovi nazivaju se *laminae omasi*, prevučeni su sluznicom, a na površini nose keratinizirane tvorbe u obliku kvržica i roščića. centralni dio donje trećine omasusa je gladak i on se zove *canalis omasi* pošto se tu nalazi kratak kanal. Tu postoji pukotinski otvor (*ostium omaso-abomasicum*) koji je ulaz u sirište i na njemu se nalaze dva zalistka (*vela omasi-abomasica*) koja spriječavaju povratak sadržaja iz sirišta natrag. Također, potpomognuti su poprečnom mišićnomo izbočinom ispred samog otvora koja im pomaže u toj funkciji (Stilinović, 1963).

Slika 7. Listićave strukture koje izgrađuju knjižavac – *laminae omasi*.
(preuzeto od www.en.wikipedia.org)

4.1.4. Sirište

Sirište (*abomasus*) je želudac kruškolikog oblika i on je zapravo ekvivalent pravom želucu kod ostalih životinja nepreživača (Sl.8). Leži ispod predželudaca. Sirište završava kuglastim završetkom (*pylorus*) koji je usmjeren prema gore i posjeduje jaki prstenasti mišić (*m.sphincter pylori*). Kod tek novorođenog preživača sirište je najbolje razvijeno, a ostala tri predželuca izgledaju tek kao njegovi privjesci (Stilinović, 1963).

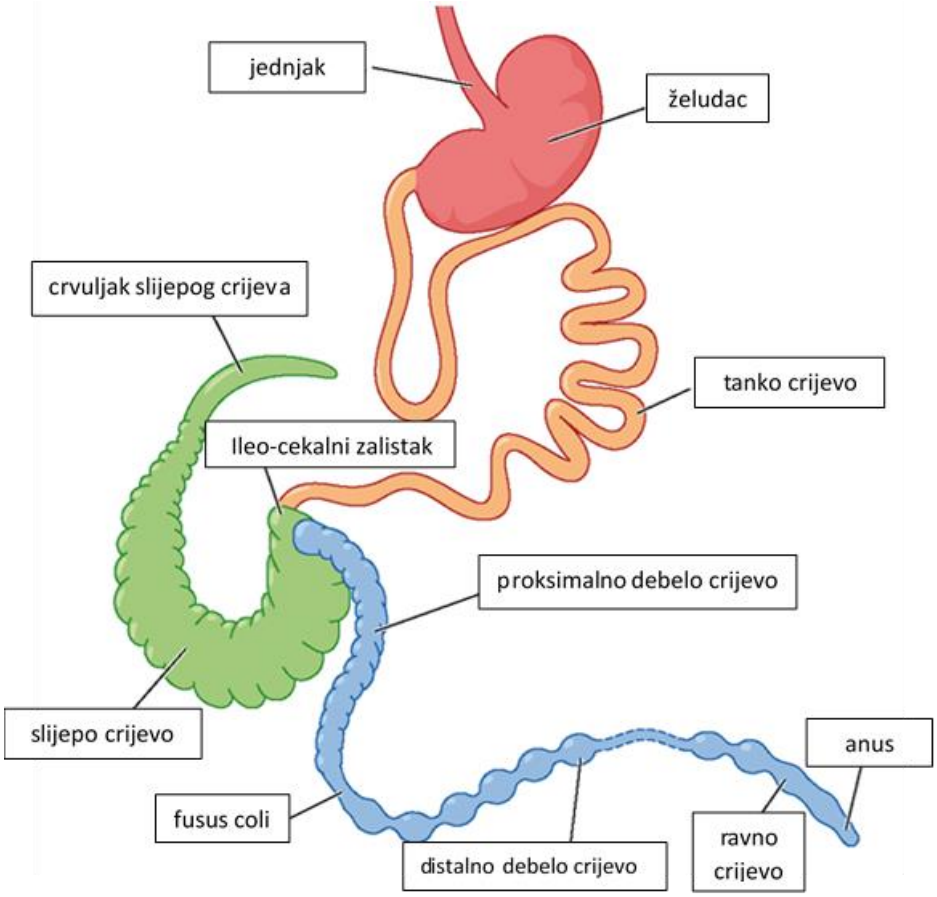
Slika 8. Izgled sirišta kod jelena.
(preuzeto od www.en.wikipedia.org)

4.1.5 Fiziološka motorika predželudaca

U burag ulazi djelomično sažvakana hrana iz jednjaka. Tamo se omekša djelovanjem vode, mikroorganizama i enzima pa odlazi u nabranu kapuru. Tu se između nabora kapure oblikuju malene kuglice koje se stezanjem mišića (povratnom peristaltikom), vraćaju natrag u usta. U ustima se hrana ponovno sažvače (temeljito) i miješa s većom količinom sline. Nakon toga, kroz poseban žlijeb u jednjaku silazi u knjižavce gdje se dodatno usitni, a zatim od tamo odlazi u sirište (Stilinović, 1963).

4.2. Pseduo-preživači i ostali biljojedi

Osim preživača, još neki biljojedi, kao što su klokani, vitkostasi majmuni, konji i zečevi mogu probaviti celulozu uz pomoć mikroorganizama, ali u debelom crijevu, što za korištenje proteina zahtijeva još jedan prolaz kroz probavni sustav. Pseudo-preživači se klasificiraju kao posebna skupina životinja koja se temelji na njihovom probavilu. Probavni enzimi ovih životinja ne mogu razgraditi celulozu, ali mikroorganizmi prisutni u probavnom sustavu mogu. Tu spadaju porodica deva i vodenkonja, a odlikuje ih trodijelni želudac (nemaju burag) dok su ostali biljojedi monogastrični. Kod monogastričnih bijojeda dobro je razvijeno slijepo crijevo (Sl.9) što nije slučaj kod mesoždera i sveždera (Kararli, 2015). Ono ima važnu ulogu u razgradnji biljne hrane i sintezi vitamina iz skupine B-kompleksa.



Slika 9. Probavni sustav u zeca.

(preuzeto i prilagođeno od www.theveterinarynurse.com)

4.3. Zubi biljojeda

Zubalo koje je sastvaljeno od većeg ili manjeg broja zubiju (ovisno o vrsti) je jedno od dobrih strukturnih pokazatelja kako su se životinje prilagodile načinu prehrane jer služe za mehaničko usitnjavanje hrane koja se onda treba dalje probaviti. Iako su neki biljojedi neselektivni te jedu razne biljke, drugi su ograničeni na samo jednu biljnu vrstu. Na primjer, koze mogu jesti gotovo bilo koju vegetaciju na koju naiđu, ali koale u potpunosti preživljavaju jedući listove eukaliptusa. Općenito, biljnu hranu je teško razgraditi i probaviti; mnogi biljojedi imaju nekoliko parova širokih kutnjaka koje koriste za mljevenje lišća i grančica. Čeljust je sposobna za bočno kretanje, tj. kretanje lijevo-desno (Sl. 10). Obje ove osobine pomažu biljojedima da učinkovitije melju hranu. Većini biljojeda u potpunosti nedostaju očnjaci, a oni koji ih posjeduju obično ih imaju vrlo male ili smanjene koji nisu jako važni za žvakanje hrane. Neki biljojedi imaju velike sjekutiće za rezanje ili trganje vegetacije, ali oni se mogu pojaviti samo na donjoj čeljusti. Na primjer, većini jelena nedostaju gornji sjekutići i pritiskaju donje sjekutiće na svoje tvrdo, gornje nepce kako bi otkinuli grančice drveća. Suprotno tome, konji imaju i gornje i donje sjekutiće kojima se čisto urezuju u vegetaciju. Neki biljojedi imaju evoluirane zube koji više uopće nisu uključeni u hranjenje. Primjerice, velike kljove kod slona su visoko modificirani sjekutići koji im ne služe za prehranu. Morževi i neke svinje također imaju sjekutiće koji su evoluirali u kljove koje se koriste za ishranu, obranu i borbu unutar vrsta (Smits i Evans, 2012).

Slika 10. Zubi u biljojeda su ravni a čeljust je dobro pokretljiva (lijevo-desno) radi žvakanja biljnog materijala.
(preuzeto od www.differencebetween.com)

4.4. Dužina probavila kod biljojeda

Hrana biljojeda je morfološki i kemijski uglavnom neprobavljiva (barem od strane endogenih enzima). Smatra se da duži probavni trakti uočen kod biljojednih kralježnjaka povećava moguću količinu hrane koja se može unijeti i time dovesti do duljeg zadržavanja teško probavljivih spojeva u probavilu, čime se povećava izloženost ingestiranog sadržaja nizu probavnih procesa u crijevima koja su u biljojeda puno duža nego u mesojeda. Takav porast izloženosti može povećati učinkovitost kojom se može probaviti biljna hrana. Jedna od zanimljivosti je da su u nekih riba (rod Stichaeidae), i morskim i slatkovodnim, zabilježeni relativno dugi probavni traktovi. Čak i kod nekih atherinopsidia koje imaju relativno kratke probavne traktove bez želuca, pokazuju povećanu duljinu crijeva s povećanim stupnjem biljojednosti. Mnoge biljojede vrste riba počinju život kao mesojedi ili svejedi i prelaze na biljojede dijeta kako rastu i njihova duljina crijeva obično se u skladu s tim povećavaju. Zapravo, mnoge ribe, bez obzira na prehranu, pokazuju porast njihove duljine crijeva u odnosu na njihovu duljina tijela (German i Horn, 2006).

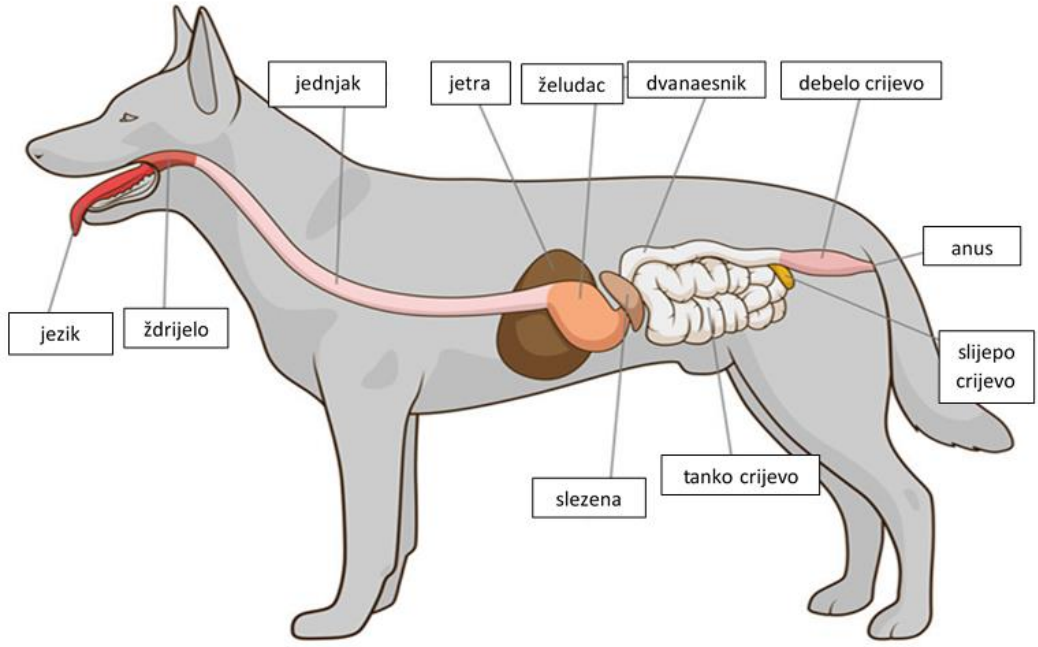
5. Probavne strukture u mesojeda

Mesojedi ili karnivori životinje su koje baziraju svoju prehranu na mesu, a neke vrste uz njega ponekad konzumiraju i biljnu hranu poput bobica (npr. neke vrste iz porodica *Mustelidae*) (Tsuji i sur., 2018). Njihovo probavilo posebno je prilagođeno za ovakav tip prehrane. Zanimljiva je činjenica da neke mesojedne životinje mogu jesti i biljnu hranu (npr. domaća mačka), ali razlozi zbog kojih dolazi do toga te mehanizam probave takve hrane kod mesojeda nisu još u potpunosti jasni.

5.1. Probavni trakt mesojeda

Probavni trakt kod mesojeda strukturno je puno jednostavniji od probavnog kanala biljojeda. Želudac je jednostavan i monogastrični te veći s obzirom na želudac biljojeda, a cijeli probavni kanal je kraći. Tanko crijevo (*intestinum tenue*) je otprilike 3 do 6 puta duže od dužine tijela, a kod biljojeda i svejeda je se taj broj kreće između 10 i 12 **(**Mills, 1996). Ta prilagodba im služi da što brže eliminiraju lako probavljenu hranu (meso) koja trune brže od biljne hrane. Debelo

crijevo (*colon)* je također puno kraće od debelog crijeva biljojeda ili svejeda i glatko za razliku od naboarnog debelog crijeva kod nekarnivornih vrsta omogućavajući da se probavljeni sadržaj brzo i lako eliminira iz tijela van.



Slika 11. Probavilo u psa (mesojed) puno je kraće nego probavilo u biljojeda.
(preuzeto i prilagođeno od www.drbillspetnutrition.com)

5.2. Zubi mesojeda

Mesojedi, poput ostalih životinja, imaju različite vrste zuba: sjekutiće sprijeda, a slijede ih očnjaci, pretkutnjaci i kutnjaci. Većina mesojeda ima karnasijalne zube koji im koriste pri žvakanju mesa (Sl.11). Karnasi obično nastaju od četvrtog gornjeg pretkutnjaka i prvog donjeg kutnjaka, djelujući po principu škara (Berkovitz, 2013). Mačke, hijene, lasice, koje su isključivo, imaju dobro razvijene karnasijale zube. Medvjedi i svinje, koji su obično svejedi, i tuljani koji jedu ribu i morske beskralježnjake, imaju malo ili nimalo modifikacija karnasijanih zuba. Zubi iza karnasijalnih obično se gube ili smanjuju kod većih zvijeri. Većina članova reda ima šest istaknutih

sjekutića i na gornjoj i na donjoj čeljusti, po dva očnjaka na svakoj čeljusti, šest do osam pretkutnjaka i četiri kutnjaka iznad i četiri do šest kutnjaka dolje (www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=493.172). Sjekutići su prilagođeni za odsijecanje mesa. Najudaljeniji sjekutići obično su veći od unutarnjih. Očnjaci su obično veliki, zašiljeni i prilagođeni za ubadanje plijena. Pretkutnjaci uvijek imaju oštro zašiljene kvržice, a u nekih vrsta svi obrazni zubi (premolari i kutnjaci) imaju ovaj oblik. Kutnjaci su obično ravni zubi koji se koriste za drobljenje. Kopneni mesojedi koji uglavnom ovise o mesu (za razliku od akvatičkih) imaju manje zuba (30–34), tj. ravni kutnjaci su izgubljeni. Svejedi, poput rakuna i medvjeda, imaju više zuba (40-42). Perajaru pak pokazuju malu stabilnost u broju zuba; na primjer, morž može imati od 18 do 24 zuba (www.britannica.com/animal/carnivore-mammal).

Slika 12. U messojeda su dobro razvijeni očnjaci i karnasijalni zubi. Slika prikazuje lubanju i zubalo vuka.

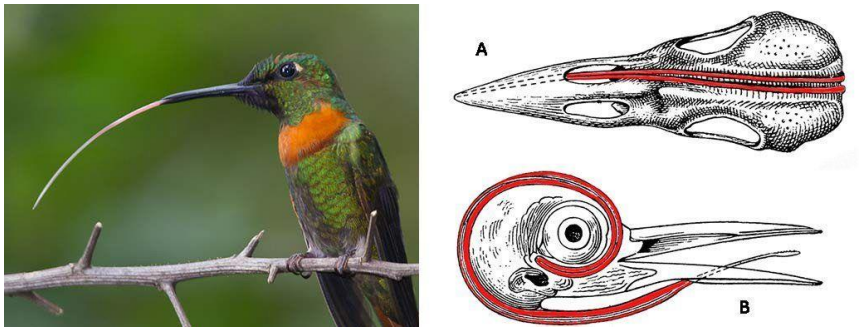
(preuzeto od www.naturallynorthidaho.com)

6. Probavne strukture u ptica

Ptice se hrane širokim spektrom hrane. Postoje biljojedne, mesojedne vrste, oportunističke vrste, vrste koje se hrane samo voćnim nektarom i sl. Usta ptica se izrazito razlikuju od usta viših kralježnjaka. Nemaju zube, a čeljusti su im prekrivene kljunom, koji izrazito varira u oblicima te je najčešće rezultat načina prehrane (Louchart i Viriot, 2011). Ptice ne žvaču hranu, a mehaničko drobljenje hrane postiže se kljunom (vrlo malim dijelom) i voljom. Zbog toga, jednjak je velikog promjera, posebno u ptica koje gutaju velike obroke. Gutanje se postiže peristaltikom jednjaka, a čini se da kod većine ptica pomaže proširenje vrata. Većina, ali ne i sve ptice, imaju volju ili *ingluvies*, koji varira od jednostavnog proširenja jednjaka do jedne ili dvije ezofagealne vrećice. Ovisno o stanju kontrakcije želuca, hrana koja se proguta preusmjerava se u volju, a zatim valovima peristaltike iz volje odlazi u dvodjelni želudac koji se sastoji od dva dijela (www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/otherspp/birds.html).

6.1. Kljun

Morfologija kljuna predviđa ekologiju hranjenja ptica. Međutim, ovaj je ekomorfološki odnos je vidljiv kod neki porodica ptica, a ne na širokoj makroevolucijskoj skali. Slični oblici kljuna povezani su s različitim prehrambenim režimima, čak i kad se uzimaju u obzir odnosi ponašanja u prehrani i filogenija. Ekstremna morfološka i bihevioralna fleksibilnost kljuna u ptica sugerira da je diverzifikacija ptičjeg kljuna, daleko od toga da je bila jedino prilagodba hranjenja, u velikoj mjeri ovisila o prirodnim kompromisima i ograničenjima (Navalón i sur., 2018). Neki od primjera gdje se vidi povezanost između načina prehrane i oblika kljuna su biljke koje jedu nektar.



Slika 13. Produljeni cjevasti jezik kod kolibrića služe mu za pijenje nektara.

(preuzeto od www. goldengateaudubon.org)

Na primjer, kolibrići i medosasi koji imaju izduženi tanki kljun i strukturu nalik cjevčici (Sl. 13) kojom pomoću kapilarnosti usisavaju nektar (Kim, 2012), biljke koje jedu sićušne kukce ili vade sjemenke (npr. kljun krstokljunu služi za vađenje sjemenki češera) i dr. Kod pelikana postoji posebno proširenja grla koje se spaja s kljunom - grlena vreća (Sl. 14), a ona mu služi kako bi prihvatio velike i cjelovite zalogaje ribe (Louchart i sur., 2011).

Slika 14. Pelikanov kljun ustvari čine kljun i proširenja grla u obliku vreće koji čine jedinstvenu funkcionalnu cijelinu.

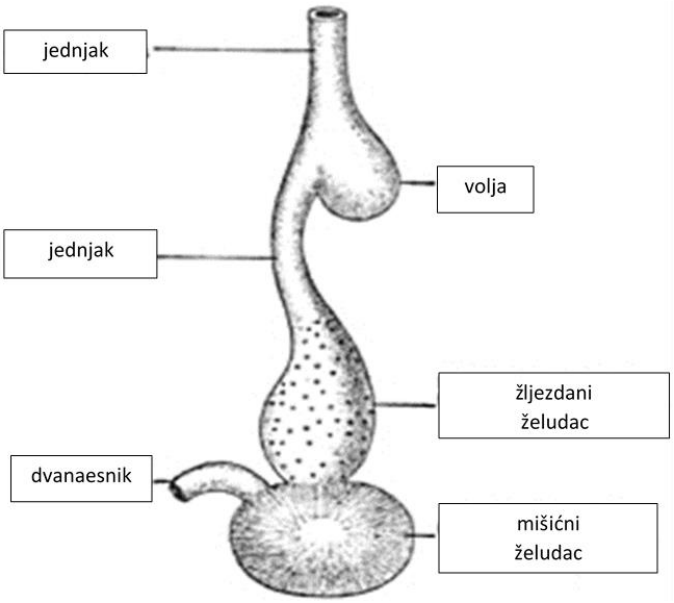
(preuzeto od www.animals.sandiegozoo.org)

6.2. Volja

Volja se općenito ne smatra posebnim dijelom cjelokupne fizičke ili kemijske probave, ali je ona prilagodba koja omogućava pticama da unose i skladište puno hrane u kratkom vremenskom razdoblju. Ptice imaju visok metabolizam pa zbog toga često hrane. To omogućuje pticama da jedu više hrane nego što je potrebno odjednom, rezervirajući tu hrane za kasnije za npr. vrijeme leta kada se ne mogu hraniti. Volja nije prisutna kod svih ptica, a posebno je istaknuta kod ptica koje jedu zrnje i sjemenke (Klem, 1982).

6.3. Želudac u ptica

Želudac ptica sastoji se od dva dijela - žlijedzanog i mehaničkog želuca (Sl. 15). Mehanički želudac je izrazito mišićav i obložen čvrstom prevlakom koja im pomaže u drobljenju hrane, što nadoknađuje nedostatak zuba i činjenicu da ptice gutaju cijele komade hrane. Pored toga, ptice imaju 2 slijepa crijeva (www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/otherspp/birds.html).

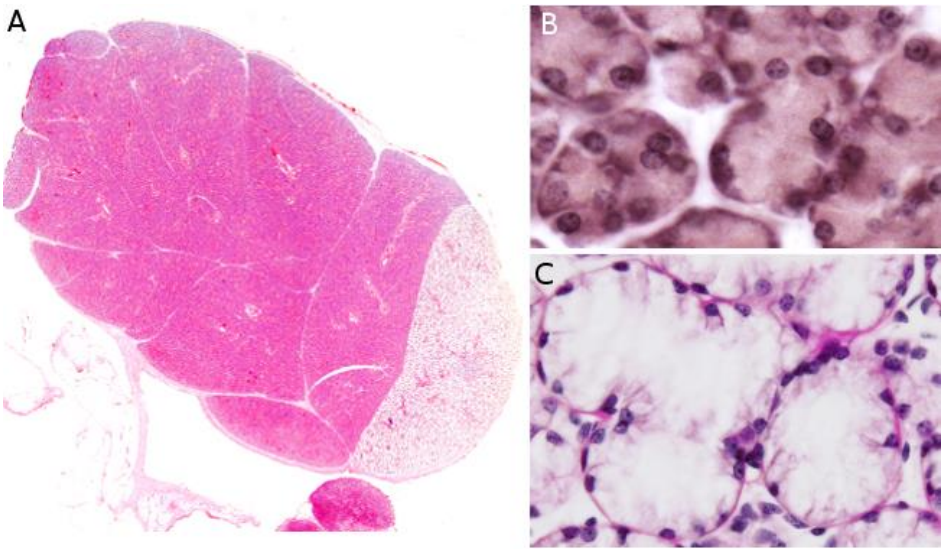


Slika 15. Želudac ptica koje se hrane sjemenkama – volja, (crop), žlijezdani (proventrivulus) i mišićni želudac (ventriculus).

(preuzeto i prilagođeno od www.gutenberg.org)

7. Histološke prilagodbe probavnog sustava na način ishrane

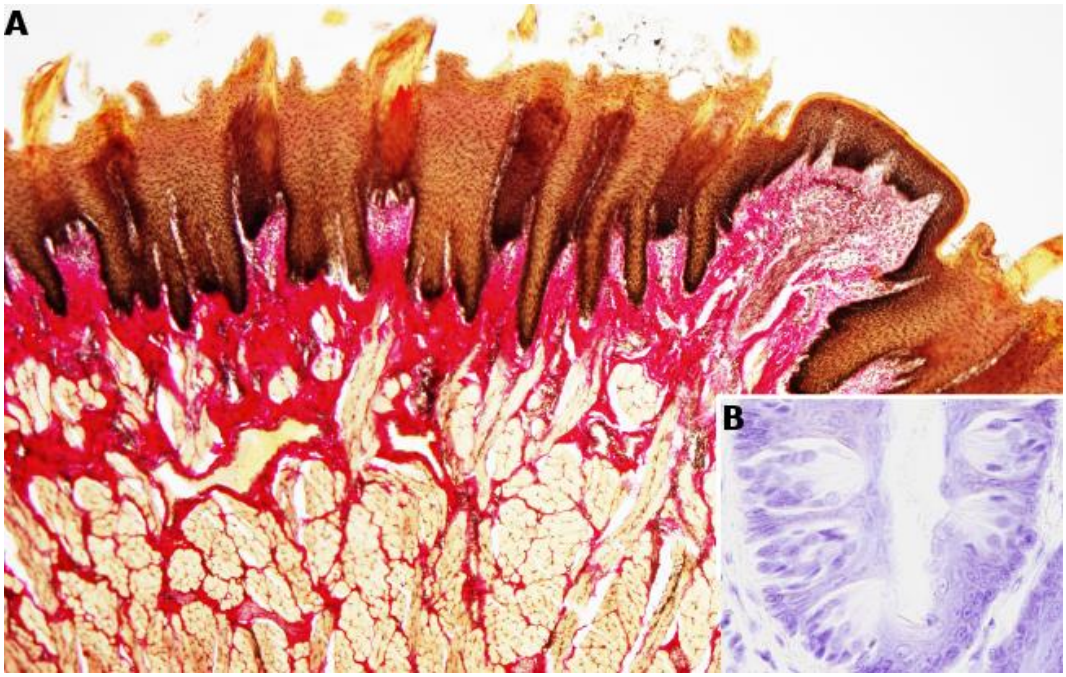
Osim na anatomskoj razini, treba naglasiti da se životinje pilagođavaju prehrani i na histološkoj razini, odnosno na razini tkiva svih probavnih organa. U području glave nalazi usna šupljina sa zubima, žlijezdama slinovnicama, jezikom te ždrijelom. Prednji dio probavnog sustava kod viših kralježnjaka predstavlja nepravilniju i promjenjivu organizaciju od ostatka probavnog trakta. Tvrdo prednje nepce i meko stražnje nepce obloženi su istim epitelom kao i usna šupljina: ravni slojeviti epitel. Funkcija prednjeg probavila je mehanička probava, lučenje razgrađujućih enzima poput amilaze koje se nalaze u slini, koju pak izlučuju slinske žlijezde (Sl. 16), gutanje, kao i percepcija okusa (okusni pupoljci). U ovom području nalazi se i jezik građen od ljuskavog keratiniziranog epitela (Sl. 17). Nadalje, probavni sustav uključuje i jednjak, želudac i crijeva. Hrana prolazi kroz jednjak u želudac gdje započinje svoju probavu djelovanjem probavnih enzima. U tankom crijevu nastavlja se kemijska razgradnja hrane, a apsorpcija vode i hranjivih sastojaka događa se kroz njen epitel u krv i limfne žile. Na kraju, otpadne tvari nakupljaju se u debelom crijevu i kontrolirano se izbacuju kroz analni kanal. Histološka organizacija jednjaka, želuca i crijeva je slična, a tkivo izgrađuje te organe sastoji se od četiri sloja. Unutarnja sluznica (*tunica mucosa*) koja se sastoji od epitela i sloja nazvanog *lamina propria*, koja je okvir labavog vezivnog tkiva, jako navodnjavana i s velikim brojem obrambenih stanica poput makrofaga, plazma stanica, limfocita itd. U najunutarnjem dijelu sluznice nalazi se sloj glatkih mišića koji se naziva mukozni mišić, a koji omogućuje pokrete sluznice. Nastavak sloja muskularne sluznice je submukoza koja se sastoji od gustog vezivnog tkiva koje sadrži nepravilne egzokrine submukozne žlijezde. Ovaj sloj također se jako navodnjava krvnim žilama, a također ima veliku inervaciju živca Meissnerovim pleksusom, koji kontrolira pokretljivost sluznice i lučenje žlijezda. Mišićni sloj nalazi se ispod submukoze. Sastoji se od glatkih mišića, osim u početnom dijelu jednjaka gdje ga izgrađuju prugasta mišićna vlakna. Mišićni sloj organiziran je u dva podsloja, unutarnji kružni i vanjski uzdužni. Između njih nalazi se neurovegetativni živčani pleksus (Auerbachov pleksus) koji kontrolira kretanje mišića, omogućujući peristaltičke kontrakcije kroz probavni trakt. Vanjski sloj probavnog sustava je seroza. Sastoji se od velikih broja masnih stanica i uspostavlja granicu između probavnog trakta i celomične šupljine.



Slika 16. Slinske žlijezde (A-podčeljusna žlijezda mačke, B-serozni acinusi slinske žlijezde mačke, C-mukozni acinusi štakora).

(preuzeto od www.mmegias.webs.uvigo.es/02-english/2-organos-a/imagenes-grandes/digestivo-salival.php)

Kod kralježnjaka se ističu probavni organi, tj. žlijezde - jetra i gušterača koje svoj sadržaj u unutrašnjost probavnog trakta. Oboje svoje produkte ispuštaju u zajednički žučni kanal, koji se ulijeva u tanko crijevo. Jetra izlučuje žuč koja sadrži, između ostalog, žučne kiseline potrebne za apsorpciju masti. Gušterača egzokrino izlučuje probavne enzime koji pomažu probavi hranjivih tvari. Kod nekih glavonožaca (npr. hobotnice) je prisutna jetra, no kod većine ostalih kralješnjaka ne postoji kao ni gušterača (www.mmegias.webs.uvigo.es/02-english/2-organos-a/guiada_o_a_08digestivo.php).



Slika 17. A) Keratinizirani ljuskavi epitel jezika kod štakora (*Rattus norvegicus*) i B) okusni pupoljci.

(preuzeto od www.mmegias.webs.uvigo.es/02-english/2-organos-a/imagenes-grandes/tegumento-lengua.php)

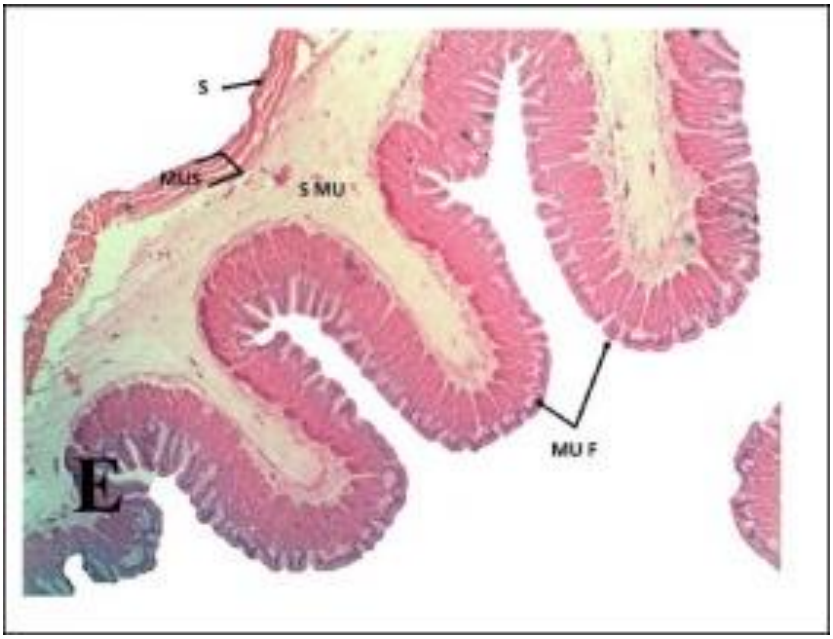
7.1 Histološke prilagodbe probavnog sustava na primjeru određenih vrsta riba

7.1.1. Tkiva usne šupljine

Istraživanje vrste *Alestets beremoze* pokazalo je da je površina usne obložena slojevitim pločasti epitelom i brojnim stanicama koje luče sluz, a da ju izgrađuju hrskavični i koštani mišići ten a usnici nisu primijećeni okusni pupoljci (Kasozi i sur., 2017). Jezik je obložen raslojenim pločastim epitelom, s brojnim infiltracijama nalik limfocitima-stanicama. Sluznica jezika izrađena je od labavog vezivnog tkiva s brojnim masnim tkivima. Kod vrste *T.striatulus* na samim usnama pronađena je prisutnost sluzavih, klaviformnih (izduženih) stanica te okusni pupoljci. Oslobođena sluz olakšava im kretanje kroz vodeni stupac, smanjujući otpor. Klaviformne stanice štite od ozljeda a okusni pupoljci prepoznaju hranu u okolišu. Histokemijskom analiza stanica sluznice su ukazale na prisutnost neutralne sluzi, sumporne i karboksilirane kiseline, koje vjerojatno pridonose mehaničkoj zaštiti od bakterija (Santos i sur., 2015).

7.1.2. Tkivo jednjaka

Jednjak je u prednjem dijelu bio obložen slojevitim ljuskavim epitelom koji se prema želucu pretvorio u stupičasti epitel. *Lamina propria* imala je brojne cjevaste žlijezde cijelom dužinom jednjaka. Cijela sluznica je naborana u nekoliko nabora (Sl. 18) podržanih labavim vezivnim tkivom iz submukoze koji pomažu pri peristaltici, tj. prolasku hrane do želuca (Kasozi i sur., 2017). Sluznica jednjaka kod ribe *Synodus variegatus* sastoji se od gusto zbijenog sloja sluzavih cjevastih žlijezda, stoga hrana može lako proći, bez da nanese štetu mekom epitelu sluznice (Alabssawy i sur., 2019). Sluz koja se izlučuje u probavnom traktu je zaštitna barijera protiv mehaničkih, fizikalnih i kemijskih čimbenika, kao i protiv infekcija, a također štiti sluznicu od kiselih sekretornih proizvoda probavila (Alabssawy i sur., 2019).

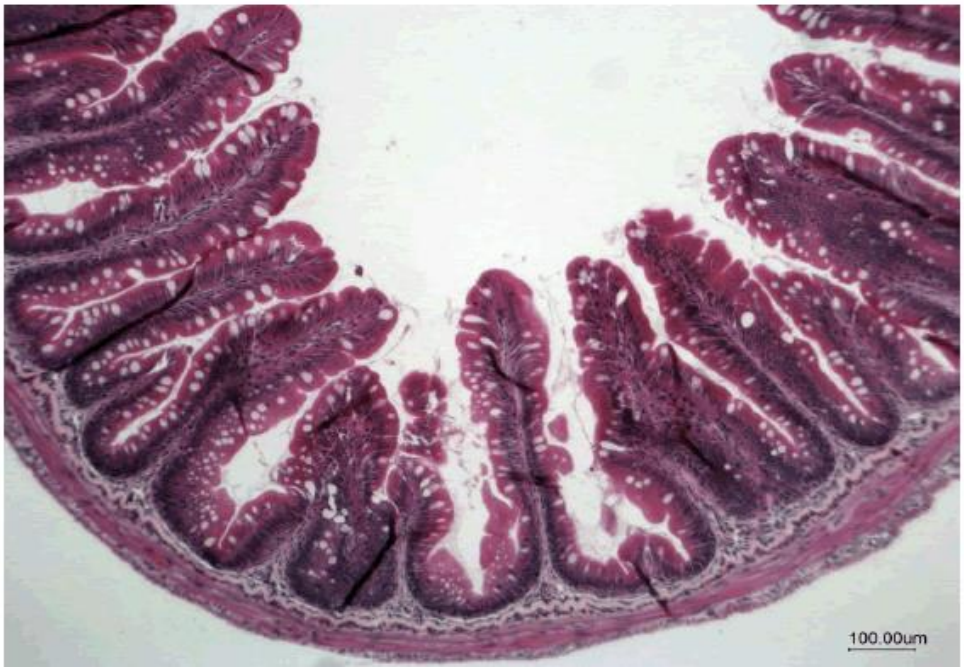


Slika 18. Nabori sluznice jednjaka i cjevasti epitel koji luči sluz kod vrste *Synodus variegatus* (S – seroza, SMU – submukoza, MUS – mišićni sloj, MUF – nabori sluznice)

(preuzeto od https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1687428519300317-gr1.jpg)

7.1.3. Tkivo crijeva

Sloj sluznice crijeva je naboran, a ti nabori različitih su veličina. Nabori su najdulji u prednjem dijelu crijeva, a sama sluznica je bila obložena jednostavnim stupičastim epitelom (Kasozi i sur., 2017). Kod mnogih vrsta riba uočena je prisutnost vrčastih stanica (Sl. 19) u stražnjem crijevu za koje se smatra da su ključne za podmazivanje otpadnih produkata probave, tj. fekalija, ali i povećavaju viskoznost sadržaja prednjeg dijela crijeva (Alabssawy i sur., 2019).



Slika 19. Vrčaste stanice u epitelu crijeva kod kalifornijske pastrve.
(preuzeto od www.fisheriessciences.com/articles-images/fisheriessciences-intestinal-folds-11-4-32-g003.png)

8. Prilagodbe probavnog sustava na nekonvencionalnu hranu

Neki mesojedi (npr. ribe iz porodice mlatovki, kune) uz meso vrlo često konzumiraju i biljnu hranu (Tsuji i sur., 2018). Tako je primjerice u sadržaju želuca i crijeva morskog psa *Sphyrna tiburo* pronađena znatna količinu morske trave. Kroz kontinuirano i kontrolirano praćenje hranjena. Dokazalo se da životinje za koje se prije smatralo da su mesojedi, sposobne asimilirati hranjive sastojke iz morske trave. To je prva vrsta morskog psa za koju je dokazano da spada u

svejede. Iako ne postoje nikakve posebne strukture koje potpomažu ragradnji biljnog materijala, u njihovu probavilu su prisutni enzimi za razgradnju ugljikohidrata. Zanimljivo je i da golema želva (*Chelonia mydas*) koja je svejed (razgrađuje morsku travu s učinkovitošću od 45%) postepeno kako stari njen probavni trakt postaje duži, a njegov mikrobiom raznovrsniji. Učinkovitost probave bilja tada porste na oko 65%. Pokazalo se da *Sphyrna tiburo* također ima duži probavni trakt i raznovrsniji mikrobiom od ostalih vrsta morskih pasa, stoga je, ako povućemo paralelu s golemom želvom, i učinkovitost razgradnje veća. Za usporedbu, gušter mesojed Crotaphytus collaris probavlja cvijeće sa samo 32% učinkovitosti, dok biljojed Sauromalus obesus isto to cvijeće probavlja s 67% učinkovitosti, što pokazuje da ne mogu svi medojedi efikasno probavljati biljnu hranu (Leigh i sur., 2018). Nasuprot mesojedima, veliki panda (*Ailuropoda melanoleuca*), koji je biljojed sa "probavilom mesojeda" (jer potječe od medvjeda), probavljaju bambus s oko 20% učinkovitosti, a u tome mu jedino pomažu bakterije koje nastanjuju njegov probavni mikrobiom posebno iz roda *Clostridium* (Xue i sur., 2015).

9. Literatura

Alabssawy, A.N., Khalaf-Allah, H.M.M. i Gafar, A.A. (2019), Anatomical and histological adaptations of digestive tract in relation to food and feeding habits of lizardfish, *Synodus variegatus* (Lacepède, 1803), *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol. 45, br. 2, str. 159-165

Berkovitz, B.K.B. (2013), Nothing but the tooth: a dental odyssey, Amsterdam, Boston: Elsevier Science, str. 55–74

German, D.P., Horn, M.H. (2006), Gut length and mass in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects, *Marine Biology*, vol. 148, str. 1123–1134

Hinterdorfer F, Deutz A. (1996), Hyperplasia of the ruminal villi in three wild roe deer *Tierarztliche Praxis*, vol. 24, br 4, str. 357-358

Kararli, T.T. (1995), Comparison of the gastrointestinal anatomy, physiology, and biochemistry of humans and commonly used laboratory animals, *Biopharmaceutics & Drug Disposition*, vol. 16, br.5, str. 351–380

Kasozi, N., Iwe Degu, G., Mukalazi, J., Kato, C. D., Kisekka, M., Owori Wadunde, A. i Namulawa, V.T. (2017), Histomorphological Description of the Digestive System of Pebbly Fish, *Alestes baremoze*, *The Scientific World Journal*, vol. 2017, br. 2017, str. 1-9

Kim, W., Peaudecerf, F., Baldwin, M.W. i Bush, J.W.M. (2012), *T*he hummingbird's tongue: a self-assembling capillary syphon, *Proceedings of the Royal Society*, vol. 279, br. 1749, str. 4990–4996

Klem D., Brancato, C., Catalano, J. i Kuzmin, F., (1982), Gross morphology and general histology of the esophagus, ingluvies and proventriculus of the house sparrow (*Passer domesticus*), *Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science*, vol. 56, br. 2, str. 141-146

Leigh, S.C., Papastamatiou, Y.P. i German D.P. (2018), Seagrass digestion by a notorious ‘carnivore’, *Proceedings of the Royal Society*, vol. 285, br. 1886

Louchart, A., Tourment, N. i Carrier, J. (2011*)*, The earliest known pelican reveals 30 million years of evolutionary stasis in beak morphology, *Journal of Ornithology*, vol. 152, str. 15–20

Louchart, A., Viriot, L. (2011), From snout to beak: the loss of teeth in birds, *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 26, br. 12, str. 663–673

Navalón, G., Bright, J.A., Marugán-Lobón, J. i Rayfield, E.J. (2018), The evolutionary relationship between beak shape, mechanical advantage, and feeding ecology in modern birds, Evolution, vol. 73, br. 3, str. 422-435

Santos, M. L., Arantes, F. P., Pessali, T. C. i Santos, J. E. (2015), Morphological, histological and histochemical analysis of the digestive tract of Trachelyopterus striatulus (Siluriformes: Auchenipteridae), *Zoologia (Curitiba*), vol. 32, br. 4, str. 296–305

Smits, P.D., Evans, A.R. (2012), Functional constraints on tooth morphology in carnivorous mammals, *BMC Evolutionary Biology*, vol. 121, br. 46, str. 1-11

Stilinović, Z. (1963), Fiziološka motorika predželudaca preživača i voluminozna hrana, *Agronomski glasnik*, vol. 13, br. 2, str. 49-59

Tsuji, Y., Ito, T. i Kaneko, Y. (2018), Variation in the diets of Japanese martens, *Martes melampus*, *Mammal Review*, vol. 49, br. 2, str. 121-128

Xue, Z., Zhang, W., Wang, L., Hou, R., Zhang, M., Fei, L., Zhang, X., Huang, H., Bridgewater, L.C., Jiang, Y., Jiang, C., Zhao, L., Pang, X. i Zhang, Z. (2015), The bamboo-eating giant panda harbors a carnivore-like gut microbiota, with excessive seasonal variations, *mBio*, vol. 6, br. 3, str. 22-15

Yonge, C. M. (1937), Evolution and adaptation in the digestive system of the metazoan, *Biological Reviews*, vol. 12, br. 1, str. 87–114

Izvori s interneta:

http://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/2-organos-a/guiada_o_a_08digestivo.php (pristupljeno 01.10.2020.)

http://www.ecologos.org/anatomy.htm (pristupljeno 08.09.2020.)

http://www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=493.172 (pristupljeno 08.09.2020.)

http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/otherspp/birds.html (pristupljeno 25.9.2020.)

https://www.britannica.com/animal/carnivore-mammal (pristupljeno 15.09.2020.)

https://www.courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/invertebrates-and-vertebrate-digestive-systems/ (pristupljeno 25.9.2020.)

https://www.resources.saylor.org/wwwresources/archived/site/wp-content/uploads/2012/07/BIO309-OC-3.8.1-Comparison-of-Digestive-Systems-FINAL.pdf (pristupljeno 08.09.2020.)

Slika 1. https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/invertebrates-and-vertebrate-digestive-systems/ (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 2. https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/invertebrates-and-vertebrate-digestive-systems/ (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 3. https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AS/AS-429.html (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 4. https://lynceans.org/tag/bovine-methane-collection/ (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 5. https://sites.google.com/site/edhsansi/ruminant-digestion/rumen (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 6. http://www.twincitiesnaturalist.com/2009/10/secret-insides-of-deer-stomach.html (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 7. https://en.wikipedia.org/wiki/Omasum#/media/File:Omasum-book3.jpg (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 8. https://en.wikipedia.org/wiki/Omasum#/media/File:Omasum-book3.jpg (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 9. https://www.theveterinarynurse.com/review/article/assisted-feeding-in-rabbits (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 10. https://www.differencebetween.com/difference-between-herbivores-and-vs-carnivores-teeth/ (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 11. https://drbillspetnutrition.com/carnivores-omnivores-herbivores/ (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 12. https://www.naturallynorthidaho.com/wp-content/uploads/2013/01/Wolf-skull-003.jpg (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 13. https://goldengateaudubon.org/blog-posts/bird-tongues/ (pristupljeno 02.10.2020.)

Slika 14. https://animals.sandiegozoo.org/animals/pelican (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 15. https://www.gutenberg.org/files/43350/43350-h/43350-h.htm#Page_48 (pristupljeno 27.09.2020.)

Slika 16. http://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/2-organos-a/imagenes-grandes/digestivo-salival.php (pristupljeno 02.10.2020.)

Slika 17. http://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/2-organos-a/imagenes-grandes/tegumento-lengua.php (pristupljeno 02.10.2020.)

Slika 18. https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1687428519300317-gr1.jpg (pristupljeno 03.10.2020.)

Slika 19. https://www.fisheriessciences.com/articles-images/fisheriessciences-intestinal-folds-11-4-32-g003.png (pristupljeno 03.10.2020.)

10. Sažetak

Način hranjena i vrsta hrane u velikoj su mjeri uvjetovali razvitak probavila i probavnih struktura. Beskralježnjaci imaju jednostavnije probavne strukture, koju najčešće čine usta i gastrovaskularna šupljina ili pak primitivni oblici crijeva i želuca. Viši kralježnjaci su posebno u središtu promatranja probavnih prilagodbi koje su nastale kao rezultat različitih tipova prehrane. Prema tipu prehrane uobičajena je podjela na biljojede, mesojede i svejede. Biljojedi imaju najsloženije probave strukture pošto je biljna hrana vrlo teška za probaviti. S druge strane, mesojedi imaju najjednostavnije probavilo. Probavne strukture koje su najvećim djelom modificirane zbog načina prehrane jesu želudac, crijeva i zubi. Smatra se da je kljun kod ptica rezultat načina prehrane, ali i djelovanja nekih drugih ekoloških čimbenika. Kod velikog broja vrsta je prisutna volja koja im pomaže u mehaničkoj obradi cjelovitih zalogaja. Uočeno je da neke karnivorne vrste mogu jesti i učinkovito razgraditi biljnu hranu bez posebnih struktura u prisutstvu bakterija koje fermentiraju biljke. Biljojedne vrste ne mogu razgraditi meso jer nemaju enzime koji bi im to omogućili. Osim na anatomskoj, životinje se prehrani prilagođavaju i na histološkoj razini. Tkiva sadrže brojne stanice koje luče probavne enzime i ostale pomoćne tvari poput primjerice sluzi, koje su bitne za noramalno odvijanje probave. Također tu su i slinske žljezde u ustima od kojih ustvari započinje probava te vrčaste žlijezde koje pomažu formiranju i lakšem formiranju fecesa kojeg organizam eliminira iz tijela van.

11. Summary

The way of eating and the type of food consumed by animals largely conditioned the development of the digestive system and digestive structures. Invertebrates have simpler digestive structures, most often made up of the mouth and gastrovascular cavity or primitive forms of the intestines and stomach. Higher vertebrates are especially at the center of the observation of digestive adjustments that have arisen as a result of different types of diet. According to the type of diet, the division into herbivores, carnivores and omnivores is common. Herbivores have the most complex digestive structures as plant foods are very difficult to digest. Carnivores, on the other hand, have simpler digestive system. Digestive structures that are mostly modified due to

diet are stomach, intestines and teeth. It is believed that the beak shape in birds is the result of diet, but also the action of some other environmental factors. In large number of species, structure named crop helps them to mechanically process whole bites of food. It has been observed that some carnivorous species can eat and effectively digest plant foods without special structures – with help of fermenting bacteria. Herbivorous species cannot break down meat because they do not have the enzymes that would allow them to do so. In addition to anatomical, animals also adapt to various food on histological level. Tissues contain numerous cells that secrete digestive enzymes and other excipients such as mucus, which are essential for the normal digestion. There are also salivary glands in the mouth from which digestion actually begins, and goblet cells that help form and facilitate the formation of feces that the body eliminates from the body.