Usporedba građe probavnog sustava u vrsta arbuna-rumenca Pagellus erythrinus L. i rumenca okana Pagellus bogaraveo, Brunnich (Pisces:Sparidae)

Močić, Darija

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, University of Split, Faculty of science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:166:426612

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Science







Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Odjel za biologiju

Darija Močić

Usporedba građe probavnog sustava u vrsta arbuna – rumenca *Pagellus erythrinus L.* i rumenca okana *Pagellus bogaraveo*, Brűnnich (Pisces: Sparidae)

Diplomski rad

Split, 2016.

Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Odjel za biologiju

Darija Močić

Usporedba građe probavnog sustava u vrsta arbuna – rumenca *Pagellus erythrinus* L. i rumenca okana *Pagellus bogaraveo*, Brűnnich (Pisces: Sparidae)

Diplomski rad

Split, 2016.

Ovaj rad, izrađen pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ivane Bočina, predan je na ocjenu Odjelu za biologiju Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

Prvenstveno se od srca zahvaljujem svojom mentorici, izv.prof.dr.sc. Ivani Bočina na pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem svima koji su mi pomogli pri izradi ovog rada svojim savjetima i preporukama.

Zahvaljujem se doc.dr.sc Mirku Ruščiću, mentoru metodičkog dijela, na stručnim savjetima.

Na kraju se posebno zahvaljujem svojim roditeljima na podršci i ljubavi koju su mi pružali.

Darija Močić

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Glavna obilježja riba 1

1.2. Sistematika koštunjača 4

1.2.1. Sistematika i obilježja vrsta *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758.) i *Pagellus bogaraveo* (Brűnnich, 1768.) 5

1.3. Opća obilježja anatomske građe probavnog sustava riba koštunjača 7

1.4. Osnovna histološka građa probavnog sustava riba koštunjača 8

1.5. Cilj rada 9

2. MATERIJAL I METODE 10

2.1. Izrada histoloških preparata 10

2.1.1. Dehidracija 10

2.1.2. Natapanje 10

2.1.3. Impregnacija tkiva i izrada parafinskih blokova 11

2.1.4. Deparafiniranje 11

2.1.5. Bojenje 11

2.1.6. Uklapanje i termostatiranje 12

2.1.7. Mikroskopiranje 12

3. REZULTATI RADA 13

3.1. **Usporedba histološke građe probavnog sustava arbuna – rumenca, *Pagellus erythrinus* i rumenca okana, *Pagellus bogaraveo* 13**

3.2. JEDNJAK 13

3.2.1. Histološka građa jednjaka 14

3.3. ŽELUDAC 15

3.3.1. Histološka građa želuca 15
3.3.2. Histološka građa piloričkog dijela želuca 16
3.4. CRIJEVO 17
3.4.1. Histološka građa crijeva 17
4. RASPRAVA 19
5. ZAKLJUČAK 25
6. SAŽETAK 28
7. LITERATURA 29

1. UVOD

1.1. Glavna obilježja riba

Ribe su prvi pravi kralježnjaci koji naseljavaju vodena staništa. Pronalazimo ih u morima i kopnenim vodama, ali i u podzemnim vodama. Voda je medij gušći od zraka pa su zbog toga ribe morale razviti posebno prilagođen oblik tijela.

Na oblik tijela ribe utječe način života i prehrane pa razlikujemo nekoliko različitih oblika tijela:

- vretenasto – prisutno kod riba koje su dobri plivači, smanjuje se otpor vode kroz koju se kreću (npr. pastrva, klen)
- bočno spljošteno – tijela riba koje žive u mirnim vodama (šaran, komarča)
- dorzoventralno spljošteno – kod riba koje veći dio života provode na dnu (raža)
- zmijoliko (jegulja, ugor)
- igličasto (iglica)
- kuglasto (jadranski bucanj) (Treer i sur., 1995).

Tijelo riba je bilateralno simetrično te podijeljeno na glavu, trup i rep. Škržni poklopac čini granicu između glave i trupa, a granicu između trupa i repa čini analni otvor. Na tijelu se kod većine riba nalaze peraje, a s bočne strane tijela proteže se bočna pruga.

Koža je vanjski omotač tijela i njezina osnovna zadaća je zaštita organizma od nepovoljnih uvjeta vanjske sredine. Neke od funkcija kože kod riba su:

- preko sluzi i ljusaka štiti organizam od ozljeda te patogenih mikroorganizama
- ima važnu ulogu u metabolizmu
- sudjeluje u ekskreciji štetnih produkata metabolizma
- sudjeluje u disanju, tj. u izmjeni plinova
- sudjeluje u osmoregulaciji, tj. konstantnom održavanju osmotske ravnoteže između vanjske sredine i koncentracije u organizmu
- osjetilni organ – prima i prenosi podražaje
- sudjeluje u termoregulaciji (Treer i sur., 1995)

Koža u riba sastoji se od dvaju osnovnih dijelova: pousmine (*epidermis*) i usmine (*corium*). U pousmini se nalaze serozne i mukozne žlijezde koje izlučuju sluz, a kao proizvod usmine nastaju ljuske koje prekrivaju površinu tijela ribe. U danas živućih vrsta riba razlikujemo

nekoliko tipova ljusaka, i to plakoidne, ganoidne, kosmoidne i elasmoidne (cikloidne i ktenoidne) (Treer i sur., 1995).

Koštani sustav je tvorevina mezodermalnog podrijetla koja služi kao oslonac i zaštita mekanih dijelova tijela te kao potpora mišićima. Tijekom ranog embrionalnog razvoja skelet je vezivnotkivne građe koju u kasnijem embrionalnom razvoju zamijeni hrskavica. Hrskavični skelet ostaje cijelog života u hrskavičnjača (*Chondrichthyes*). Koštunjače (*Osteichthyes*) imaju djelomično ili potpuno okoštao kostur, koji uglavnom nastaje zamjenom hrskavice koštanim tkivom. Prave koštunjače (*Teleostei*) imaju potpuno okoštao kostur. Kostur riba dijelimo na kralježnicu, kostur lubanje i kostur peraja. U početku embrionalnog razvoja kralježnica ne postoji, umjesto nje postoji svitak. Daljnim embrionalnim razvojem uz svitak se razvijaju hrskavična ili koštana kralježnica. Kostur glave dijelimo na dva dijela, to su lubanja (*neurocranium*) i visceralni skelet (*splanchnocranium*) (Treer i sur., 1995).

Mišićni sustav obuhvaća mišiće čija je glavna zadaća pokretanje dijelova tijela. Također, sudjeluje u funkcijama nekih drugih sustava kao što je krvožilni i probavni sustav. Prema histološkoj građi mišiće dijelimo na poprečnoprugaste i glatke. Glatki mišići nalaze se u unutarnjim organima, koži i krvnim žilama, a poprečno prugasta vlakna izgrađuju mišiće trupa, glave i peraja. Ovi mišići svojom kontrakcijom omogućavaju ribama specifičan način pokretanja koje se temelji na valovitom savijanju tijela (Treer i sur., 1995).

Ribe se pokreću perajama koje se dijele na parne (prsne i trbušne) i neparne (leđna, repna i podrepna) peraje. Parne peraje su postavljene usporedno s tijelom i služe za pokretanje, dok neparne peraje imaju ulogu stabilizatora (Kozarić, 2001).

Živčani sustav dijeli se na središnji dio kojeg čine mozak i leđna moždina te periferni dio koji čine živci i gangliji. Mozak se sastoji od velikog mozga (*telencephalon*), međumozga (*diencephalon*), srednjeg mozga (*mesencephalon*), malog mozga (*metencephalon*) i produžene moždine (*medulla oblongata*). Leđna moždina (*medulla spinalis*) nadovezuje se na produženu moždinu i proteže se cijelom dužinom tijela, do zadnjeg kralješka (Treer i sur., 1995).

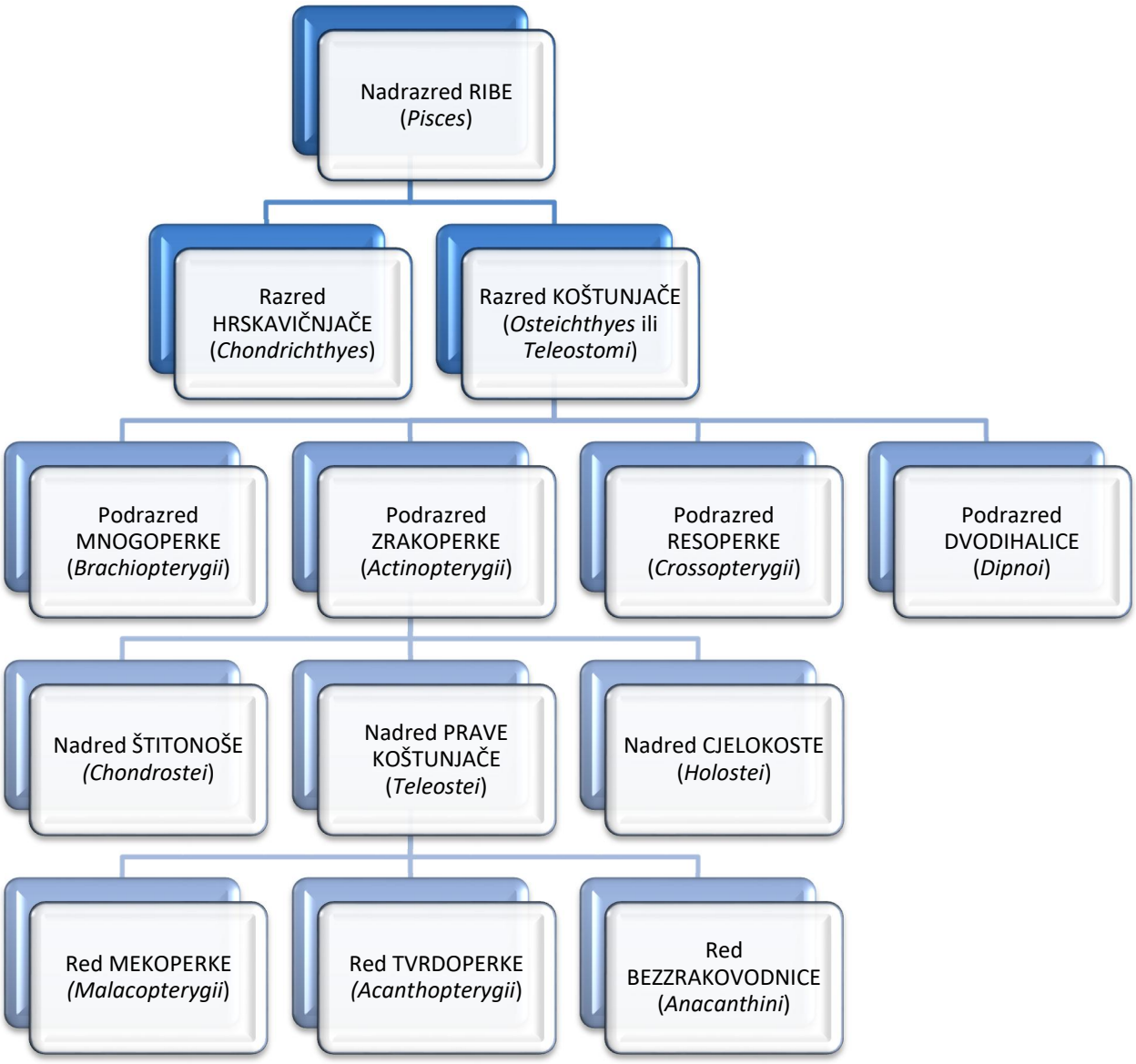
Od osjetilnih organa kod riba su dobro razvijeni osjetilo vida, sluha, mirisa te bočna pruga. Hidrostatski organ koji ribama olakšava prijelaz iz gornjih u donje slojeve vode i natrag, naziva se plivajući mjehur. Plivajući mjehur je nastao evaginacijom jednjaka. Kod nekih riba postoji zrakovod (*ductus pneumaticus*) koji spaja jednjak i plivajući mjehur. Takve ribe nazivamo zrakovodnice (*Physostoma*), dok ribe bez bez zrakovoda nazivamo bezzrakovodnice (*Physoclista*) (Ognev i Fink, 1953).

Krvožilni sustav kod riba je organiziran kao jednostavni zatvoreni krug protoka krvi zbog specifičnog načina života u vodi koji je povezan s načinom izmjene plinova u škrgama (Ognev i Fink, 1953). Srce je dvodijelno, vensko, sastavljeno od jedne pretklijetke i jedne klijetke (Treer i sur., 1995).

Disanje kod riba odvija se preko škrga. Osnovu škrga čine škržni lukovi. Kod koštunjača postoje četiri para škržnih lukova. Škržne lukove sa svake strane zatvara škržni poklopac (*operculum*), a prostor koji se nalazi između njih naziva se škržna šupljina. Na škržnim lukovima nalaze se tanki kožni nabori – škržni listići koji su prožeti bogatim spletom kapilara (Treer i sur., 1995).

Većina riba je razdvojena spola, no kod nekih vrsta riba javlja se hermafroditizam, tj. jedinke s muškim i ženskim spolnim stanicama. Spolne stanice razvijaju se u gonadama, a to su jajnici kod ženki te sjemenici kod mužjaka. Kod mužjaka, sjemenici se otvaraju u sjemenovod koji se dalje otvara u urogenitalnu papilu. Kod ženki, na jajnike se nastavljaju jajovodi koji se otvaraju posebnim spolnim otvorom. Oplodnja je vanjska. Ženka polaže ikru koju mužjak prelije sjemenom (Treer i sur., 1995).

1.2. Sistematika koštunjača



Slika 1. Sistematika koštunjača

Danas je poznato oko 28 000 živućih vrsta riba. Prema broju vrsta, ribe su najveća skupina kralježnjaka (Slika 1). Prave koštunjače obuhvaćaju više od 90% recentnih riba. Na osnovi tvrdoće šipčica u leđnim perajama i povezanosti plivaćeg mjehura s probavilom, prave koštunjače se mogu grupirati u tri velike skupine:

1. MEKOPERKE (*Malacopterygii*) – šipčice u leđnoj peraji su mekane, a probavilo je povezano s plivaćim mjehurom (npr. sleđevke, šaranke, štuke)
2. TVRDOPERKE (*Acanthopterygii*) –šipčice u prvoj leđnoj peraji su tvrde, a plivaći mjehur nije povezan s probavilom (npr. grgečke, cipli)
3. BEZZRAKOVODNICE (*Anacanthini*) – šipčice u leđnoj peraji su mekane, ali plivaći mjehur im nije povezan s probavilom (npr. tovarke i plosnatice) (Treer i sur.,1995).

1.2.1. Sistematika i obilježja vrsta *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758.) i *Pagellus bogaraveo* (Brűnnich, 1768.)

Arbun – rumenac, *Pagellus erythrinus*, L. irumenac okan *Pagellus bogaraveo,* sistematski pripadaju: - redu *Perciformes* (grgečki)

- podredu *Percioidei* (grgeča)

- porodici *Sparidae* (ljuskavki) (Treer i sur., 1995).

Porodica ljuskavki sadrži 125 vrsta podijeljenih u 37 rodova. Najznačajnije vrste koje obitavaju u Jadranu su:

- *Sparus aurata* (komarča)
- *Pagrus pagrus* (pagar)
- *Boops boops* (bukva)
- *Dentex dentex* (zubatac)
- *Diplodus annularis* (špar)
- *Diplodus vulgaris* (fratar)
- *Pagellus erythrinus* (arbun – rumenac)
- *Pagellus bogaraveo* (arbun okan)
- *Sarpa salpa* (salpa) (Jardas, 1996).

Arbun – rumenac, *Pagellus erythrinus* ima izduženo, ovalno i bočno spljošteno tijelo. Boja tijela je ružičastocrvena sa srebrnkastim odsjajem, gornji rub škržnog poklopca je karmin crvene boje (Slika 2). U prosjeku naraste do 60 cm i oko 3 kg. Obitava iznad pjeskovito – muljevitoga ili ljušturnoga dna, uglavnom na 20 – 100 m. Živi u plovama.

Protoginični je hermafrodit, do otprilike treće godine jedinke su ženke, a kasnije mužjaci. Mrijesti se potkraj proljeća i početkom ljeta. Hrani se pretežno polihetima, školjkašima, racima i ribom. Arbun rumenac rasprostranjen je na području istočnog Atlantika (od Skandinavije do Kapverdskih otoka) i Mediterana. U Jadranskom moru je posvuda rasprostranjen (Jardas, 1996).



Slika 2. Arbun rumenac, *Pagellus erythrinus* (izvor: http://www.photomazza.com/?Pagellus-erythrinus&lang=en)

Rumenac okan, *Pagellus bogaraveo* ima tijelo koje je u profilu ovalno, a bočno blago spljošteno. Leđa su smećkasto do sivkastoružičaste boje, a bokovi su svijetlo do bjelkastosrebrni (Slika 3). Na početku bočne pruge postoji veća crna mrlja. U prosjeku naraste do 60 cm i 5 kg. Obitava u priobalnom području, iznad različitih dna (stijene, pijesak, mulj), do 700 m dubine. Zadržava se u plovama i proteandrični je hermafrodit. Mrijesti se potkraj jeseni i početkom zime. Hrani se sitnim pelagičnim beskralježnjacima, ribljom ikrom i ribljom mlađi. Rasprostranjen je na području istočnog Atlantika (od Skandinavije do rta Blanc) te u srednjem i zapadnom Mediteranu. U Jadranskom moru rumenac okan je relativno rijetka vrsta. (Jardas, 1996).



Slika 3. Rumenac okan, *Pagellus bogaraveo* (izvor: http://my-musee.com/visionneuse3/poisson/pagellus_bogaraveo/bogaraveo.html)

1.3. Opća obilježja anatomske građe probavnog sustava riba koštunjača

Probavni sustav riba može se podijeliti u dva dijela:

1. PROBAVNA CIJEV:
   - usnoždrijelna šupljina (*cavum oris*)
   - jednjak (*oesophagus*)
   - želudac (*gastrum*)
   - crijevo (*intestinum*)
   - analni otvor (*anus*)
2. PROBAVNE ŽLIJEZDE
   - jetra (*hepar*)
   - gušterača (*pancreas*)(Treer i sur.,1995).

U ustima se nalaze zubi koji su svojom građom prilagođeni prehrani. Razlikujemo tri tipa zuba:

- dljetasti – sjekutići (incisiformni) – kod riba koje se hrane biljnom hranom (npr. salpa)
- igličasti – očnjaci (caniniformni) – kod grabežljivih riba (npr. oslić, mol)
- okruglasti – kutnjaci (molariformni) – služe za drobljenje školjki, puževa i rakova (npr. fratar)

Jezik je u riba slabo razvijen, a u usnoždrijelnoj šupljini nema žlijezda slinovnica nego su prisutne serozne i mukozne žlijezde.

Na usnu šupljinu nastavlja se ždrijelo koje vodi u jednjak. Jednjak dolazi u obliku kratke i elastične široke cijevi. Jednjak se otvara u želudac. Želudac se ne razvija kod svih vrsta riba. Obično dobro razvijen želudac imaju grabežljive ribe. Oblik želuca je kod raznih vrsta različit. Na želudac se nastavlja crijevo. Dužina crijeva ovisi o načinu prehrane pa herbivori imaju najduže crijevo. Kod mnogih vrsta riba na početnom dijelu crijeva se nalaze piloričkinastavci (*appendices pyloricae*). Probavni sustav završava analnim otvorom koji dolazi prije repa ispred urogenitalnog sustava (Treer i sur.,1995).

Od probavnih žlijezda najvažnije su jetra i gušterača. Jetra može biti građena od jednog ili više režnjeva i ima brojne uloge: izlučivanje žuči, sinteza krvnih bjelančevina, deaminacija aminokiselina, stvaranje karbamida, odlaganje glikogena, detoksikacija štetnih tvari i dr. Kod gušterače razlikujemo egzokrini i endokrini dio. Za egzokrini dio je vezano lučenje probavnih enzima, a za endokrini lučenje hormona (Treer i sur.,1995).

1.4. Osnovna histološka građa probavnog sustava riba koštunjača

Probavni sustav, od usnog prema analnom otvoru, određuju različita histološka obilježja. Probavna cijev je šuplja cijev kojoj je lumen različita promjera okružen stijenkom građenom od četiri glavna sloja:

1. Sluznica (*tunica mucosa*) uključuje:
   - pokrovni epitel (*lamina epithelialis*)
   - vezivno tkivo (*lamina propria*)
   - mišićni dio sluznice (*lamina muscularis mucosae*)
2. Podsluznica (*tunica submucosa*) se nalazi ispod sluznice i predstavlja sloj rahlog vezivnog tkiva bogatog krvnim žilama i živcima.
3. Mišićni sloj (*tunica muscularis*) obavija sluznicu i podsluznicu, a najčešće se sastoji od dva zasebna sloja mišića, unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog. U prednjem dijelu probavnog sustava mišićna vlakna su glatka ili poprečno – prugasta, dok su u stražnjem dijelu crijeva redovito glatka mišićna vlakna.
4. Vanjski sloj može biti:
   - *tunica adventitia* – rahlo vezivno tkivo koje obavija mišićni sloj, a prekriva ga jednoslojni pločasti epitel
   - *tunica serosa* – vanjski vezivni sloj kojeg prekriva endotel i orijentiran je prema celomskoj šupljini (Kozarić, 2001).

Mišićni dio sluznice omogućuje gibanje sluznice neovisno o drugim gibanjima probavne cijevi te se tako povećava njezin dodir s hranom (Junqueira i Carneiro, 2005).

Jednjak je mišićna cijev kojom se hrana iz usne šupljine dovodi u želudac. Obložen je mnogoslojnim pločastim epitelom. Građen je od istih slojeva kao i ostali dijelovi probavne cijevi. U submukozi se nalaze nakupine malih mukoznih žlijezda – žlijezde jednjaka čiji sekret olakšava prenošenje hrane i štiti sluznicu. Mišićni sloj u gornjem dijelu jednjaka grade skeletna mišićna vlakna, a u donjem dijelu glatke mišićne stanice, dok se u srednjem dijelu nalaze obje vrste mišićnog tkiva (Junqueira i Carneiro, 2005).

Granicu između jednjaka i želuca histološki označava nagla promjena pločastog u cilindrični epitel koju prati pojava želučanih žlijezda. Želudac je organ sa vanjskim i unutarnjim izlučivanjem, koji probavlja hranu i izlučuje hormone. Ne razvija se kod svih riba. Crijevo riba je građeno jednostavnije u odnosu na više kralježnjake, a dužina mu ovisi o načinu prehrane. Piloričke nastavci koji se, kod nekih riba, nalaze na početnom dijelu crijeva povećavaju apsorpcijsku površinu i omogućavaju zadržavanje hrane. Mišićni sloj je bolje

razvijen radi peristaltike, a u crijevu nema probavnih žlijezda (Devillers i Clairambault, 1976).

1.5. Cilj rada

Cilj ovog rada jest, na temelju postojećih rezultata, napraviti usporedbu histološke građe probavnog sustava vrsta arbuna – rumenca, *Pagellus erythrinus* i rumenca okana, *Pagellus bogaraveo*.

2. MATERIJAL I METODE

Jedinke arbuna – rumenca na kojima je istraživanje napravljeno ulovljene su u trogirskom akvatoriju, u blizini otoka Drvenika, dok su jedinke rumenca okana ulovljene u južnom Jadranu. Svježe ulovljeni materijal podvrgnut je anatomskoj sekciji u kojoj su izolirani organi probavnog sustava. Zatim je uslijedilo konzerviranje u 10% formalinu koji omogućava fiksaciju uzorka jer sprječava autolizu stanica. Nakon fiksacije, izrađeni su histološki preparati.

2.1. Izrada histoloških preparata

2.1.1. Dehidracija

Prethodno fiksirani dijelovi organa kratko se isperu tekućom vodom, a zatim se provodi dehidracija kroz seriju etilnog alkohola različite koncentracije (Tablica 1).

Tablica 1. Postupak dehidracije tkiva

Alkohol/ % (C_2H_5OH)	Vrijeme/ sati
70	1
96	2
96	1
100	1
100	2

2.1.2. Natapanje

Proces natapanja ima za cilj ispiranje alkohola i njegovu zamjenu tekućinom u kojoj se otapa parafin. Za proces natapanja najčešće se koristi ksilol. Natapanje se provodi tri puta po 15-20 minuta. Nakon natapanja tkivo postaje prozirno, poput stakla, pa se ovaj proces često naziva i jasnjenje tkiva.

2.1.3. Impregnacija tkiva i izrada parafinskih blokova

Impregnacija ili prožimanje vrši se parafinom, koji se priprema miješanjem mekog T_t=42-48°C) i tvrdog parafina uz dodatak alba voska do 3%. Ovim se procesom ksilol, koji je zaostao u tkivu, zamjenjuje parafinom. Uzorak tkiva se prenosi kroz tri parafinske kupelji u termostatu na temperaturi od 58°C, u trajanju od jednog sata u svakoj kupelji. Tkivo se zatim ulaže u parafinske blokove. Prvo se naprave kalupi od tvrdog papira u koje se potom stavlja uzorak i lijeva parafin. Kad se parafinski blok ohladi, oblikuje se u kvadratnu „piramidu“ koja se potom pomoću zagrijane špatule učvršćuje za drveno postolje (drvena kocka dimenzije 1*1 cm). Ovako pripremljeni blokovi su spremni za rezanje. Rezanje se vrši kliznim mikrotonom, na kojem se prethodno podesi željena debljina prereza (6 – 10 μm). Prerezi se pažljivo prenesu u vodenu kupelj, kako bi se izravnali, a potom se skupljaju predmetnim stakalcem koje je prethodno očišćeno alkoholom. Ovako pripremljeni prerezi suše se preko noći na sobnoj temperaturi.

2.1.4. Deparafiniranje

Ovim postupkom se iz tkiva uklanja parafin pomoću ksilola, sljedećim redoslijedom:

- natapanje 5 minuta u ksilolu 1
- natapanje 5 minuta u ksilolu 2

2.1.5. Bojenje

Neposredno prije bojenja prerezi se provode kroz seriju etilnog alkohola različitih koncentracija (Tablica 2).

Tablica 2. Koncentracije etilnog alkohola

alkohol/ % (C_2H_5OH)	Vrijeme/ min
100	3
96	3
75	3

Prerezi se potom ispiru u vodi. Procesi bojenja se razlikuju ovisno o metodi koja će se primjeniti za bojenje pojedinih vrsta tkiva.

Za prikazivanje mišićnog i vezivnog tkiva te jezgara stanica se koristi bojenje hemalaun – eozin tehnikom. To je osnovno histološko bojenje kod kojeg se prerezi, koji su prethodno isprani s vodom, stavljaju redom u hemalaun, vodu, eozin, etanol različitih koncentracija i ksilol (Tablica 3).

Tablica 3. Postupak bojenja tkiva hemalaun – eozin tehnikom

hemalaun	15 min
obična voda	10 min
1% eozin	5 min
75% etanol	diferencira se oko 1 min
96% etanol	2 min
100% etanol	2 min
ksilol 3	5 min
ksilol 4	5 min

2.1.6. Uklapanje i termostatiranje

Uklapanje je proces utrajnjivanja histoloških preparata. Na obojene i diferencirane prereze stavlja se kap canada balsama i pokrovno stakalce. Tako pripremljeni preparati se suše 2 – 3 dana na temperaturi od 37°C. Taj proces se naziva termostatiranje.

2.1.7. Mikroskopiranje

Za proučavanje histološke građe probavnog sustava korišten je svjetlosni mikroskop Opton Axioskop HBO 100.

3. REZULTATI RADA

3.1. Usporedba histološke građe probavnog sustava arbuna – rumenca, *Pagellus erythrinus* i rumenca okana, *Pagellus bogaraveo*

Probavna cijev arbuna – rumenca i rumenca okana građena je od četiri sloja:

- sluznica (*tunica mucosa*)
- podsluznica (*tunica submucosa*)
- mišićni sloj (*tunica muscularis*)
- vanjski sloj

Sluznica (*tunica mucosa*) oblaže lumen probavne cijevi i izgrađuju je tri različita sloja: pokrovni epitel (*lamina epithelialis*), središnji sloj (*lamina propria*) i mišićni sloj (*lamina muscularis mucosae*).

Podsluznica (*tunica submucosa*) je sloj gustog vezivnog tkiva u koji su uložene veće krvne žile i živčana vlakna.

Mišićni sloj (*tunica muscularis*) se sastoji od dva sloja mišića, kružnog i uzdužnog. U prednjem dijelu probavne cijevi ti su mišići poprečno – prugasti, a kasnije ih zamjenjuju glatki mišići.

Vanjski sloj se javlja kao:

- *tunica adventitia* – vanjski sloj prednjeg dijela probavne cijevi (npr. jednjaka), jer tu izostaje potrbušnica*;* ili kao
- *tunica serosa* – vanjski sloj donjeg dijela probavne cijevi koje prekriva potrbušnica (npr. crijevo).

Obje su izgrađene iz rahlog vezivnog tkiva bogatog krvnim i limfnim žilama (Tadić, 2008; Zeko, 2011).

3.2. JEDNJAK

Jednjak arbuna – rumenca i rumenca okana građen je kao ravna kratka cijev i predstavlja uzdužan otvor. Unutrašnjost jednjaka je kod obje vrste prekrivena sluznicom koja kod arbuna – rumenca pravi vrlo plitke nabore u obliku vala, dok kod rumenca okana sluznica pravi plitke nabore u obliku zavoja. Kod obje vrste, nabori se pružaju cijelom dužinom jednjaka (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

3.2.1. Histološka građa jednjaka

Stijenka jednjaka kod arbuna – rumenca i kod rumenca okana izgrađena je od četiri različita sloja:

a) sluznica – oblaže lumen jednjaka. Kod arbuna – rumenca sastoji se od tri sloja: pokrovni epitel (*lamina epithelialis*), središnji sloj (*lamina propria*), mišićni sloj (*lamina muscularis mucosae*), dok kod rumenca okana sluznicu izgrađuju samo pokrovni epitel i središnji sloj, nije prisutan mišićni sloj.
b) podsluznica
c) mišićni sloj
d) vanjski sloj

Sluznicu jednjaka kod obje vrste oblaže mnogoslojni pločasti epitel. Stanice koje se nalaze u bazalnom dijelu epitela su okruglog do kubičnog oblika, svelikim i okruglim jezgrama koje su smještene u sredini stanice. Kod arbuna – rumenca stanice pri bazi epitela su manje i tijesno zbijene, što potvrđuje gust raspored njihovih jezgara, a između epitelnih stanica se nalaze brojne jednostanične mukozne žlijezde. Kod rumenca okana u gornjem sloju epitela stanice su više pločaste te su prekrivene slojem velikih mukoznih stanica koje izlučuju sluz i nalikuju vrčastim stanicama (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Ispod epitela se kod obje vrste nalazi *lamina propria* koja je izgrađena od rahlog vezivnog tkiva prožetog krvnim žilama koje visoko ulazi u nabore sluznice. Za razliku od rumenca okana, kod arbuna – rumenca *lamina propria* je također prožeta mišićnim snopovima iz mišićnog sloja (muskularis mucosa) sluznice koji ne postoji kod rumenca okana. *Lamina muscularis mucosa*čine snopovi uzdužnih mišića smještenih u gustom rasporedu s veoma malo vezivnog tkiva. Snopove izgrađuju glatke mišićne stanice, u vidu tankih traka s vretenastim jezgrama smještenim po sredini vlakana (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Podsluznica se kod obje vrste sastoji od gustog vezivnog tkiva bogatog krvnim žilama.

Mišićni sloj kod arbuna – rumenca je građen iz tri sloja mišića, unutarnjeg uzdužnog, srednjeg kružnog i vanjskog uzdužnog, dok je kod rumenca okana mišićni sloj izgrađen iz samo dva sloja, unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Kod arbuna unutarnji uzdužni mišićni sloj čine snopovi mišićnih vlakana približno jednake širine u gustom rasporedu. Između pojedinih mišićnih snopova uloženo je rahlo vezivno tkivo koje je prožeto brojnim kapilarama. Na središnji kružni sloj nastavlja se, nešto uži, vanjski uzdužni mišićni sloj (Tadić, 2008).

Kod rumenca okana unutarnji kružni sloj izgrađuju relativno tanka poprečno prugasta mišićna vlakna, a vanjski mišićni sloj izgrađuju veliki snopovi uzdužno postavljenih poprečno prugastih mišićnih vlakana (Zeko, 2011).

Vanjski sloj (*tunica adventitia*) kod obje vrste naliježe na mišićni sloj jednjaka te je izgrađena od rahlog vezivnog tkiva (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

3.3. ŽELUDAC

Želudac kod arbuna – rumenca, kao i kod rumenca okana nalikuje vreći, koja se s prednje strane nastavlja na jednjak, a sa stražnje strane na crijevo.

3.3.1. Histološka građa želuca

Kod obje vrste u stijenci želuca mogu se razlikovati četiri sloja:

- sluznica – građena od pokrovnog epitela (*lamina epithelialis*) i središnjeg sloja (*lamina propria*)
- podsluznica
- mišićni sloj
- vanjski sloj

Sluznica je i kod arbuna i kod rumenca okana ravna i bez nabora. Kod arbuna sluznica je izgrađena od raznovrsnih stanica od kojih su pojedine izrazito okrugle, velike, acidofilne stanice sa malim jezgrama smještenim uz sam rub stanice. Kod rumenca okana sluznicu želuca izgrađuju dugačke cjevaste želučane žlijezde čija je stijenka izuzetno tanka. Žlijezde strše u lumen želuca u vidu prstolikih nastavaka (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Središnji sloj sluznice kod arbuna izgrađen je iz gustog vezivnog tkiva, u kojem dominiraju nešto manje stanice koje predstavljaju želučane žlijezde. U središnjem sloju sluznice želuca rumenca okana, unutar cjevastih žlijezda nalaze se velike, okrugle acidofilne stanice (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Podsluznicu kod arbuna izgrađuje nešto rjeđe vezivno tkivo u koje su uloženi brojni štapićasti fibrociti te je podsluznica prožeta brojnim krvnim žilama. Kod rumenca okana podsluznica čini relativno širok sloj gustog vezivnog tkiva koje je, kao i kod arbuna, prožeto brojnim krvnim žilama (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Mišićni sloj kod arbuna građen je od dva sloja mišićnih vlakana, unutarnjeg uzdužnog i vanjskog kosog, dok je mišićni sloj kod rumenca okana građen od dva sloja kosih mišićnih vlakana. Kod arbuna unutarnji uzdužni mišićni sloj je dosta deblji od vanjskog kosog te se

sastoji od snopova poprečno – prugastih mišićnih vlakana sjezgrama uz sam rub vlakna. Unutarnji sloj mišićnih vlakana kod rumenca okana je znatno širi u odnosu na vanjski sloj mišićnih vlakana te je izgrađen od poprečno – prugastih mišićnih vlakana sjezgrama uz sami rub vlakna. Vanjski sloj mišićnih vlakana je kod obje vrste građen od poprečno – prugastih mišićnih vlakana koji su usko raspoređeni i nemaju mnogo vezivnog tkiva između snopova (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

3.3.2. Histološka građa piloričkog dijela želuca

Stijenka piloričkog dijela želuca kod arbuna – rumenca te rumenca okana sastoji se od tri sloja:

- sluznica
- mišićni sloj
- vanjski sloj

Kod arbuna sluznica pilorusa pravi velike piramidalne nabore. Epitel sluznice je jednoslojan s kubičnim do pločastim stanicama čije su jezgre centralno položene. Kod rumenca okana sluznica pilorusa pravi široke nabore koji na sebi nose produžetke lamine proprije, koja je obložena jednoslojnim cilindričnim epitelom. Cilindrične stanice su visoke i uske s jezgrom u bazalnom dijelu stanice, te se između epitelnih stanice mogu naći i pojedinačne vrčaste stanice. *Lamina propria* kod arbuna je gusto vezivno tkivo koje ulazi u nabore sluznice. Kod rumenca okana *lamina propria* je također gusto vezivno tkivo u kojem se mogu uočiti stanice vezivnog tkiva, fibrociti te vezivna vlakna. U sluznici je kod obje vrste prisutan i mišićni sloj sluznice (*lamina muscularis mucosae*) (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Mišićni sloj kod arbuna sastoji se iz velikog gustog snopa kružnih mišića koji su organizirani u snažni prstenasti mišić (*sfinkter*). Čine ga dva sloja, unutarnji i vanjski kosi sloj mišića. Kod rumenca okana mišićni sloj se također sastoji od dva sloja mišića. Unutarnji sloj mišića je široki kružni mišićni sloj izgrađen od glatkih mišićnih stanica te tvori pilorički sfinkter, dok vanjski sloj mišića čine uzdužno postavljena mišićna vlakna.

S vanjske strane, kod obje vrste, pilorus je obavijen vanjskim slojem (*tunica serosa*). *Tunica serosa* kod arbuna je građena od rahlog vezivnog tkiva, a kod rumenca okana je izgrađuje jednoslojni mezotel (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

3.4. CRIJEVO

3.4.1. Histološka građa crijeva

Kod arbuna rumenca crijevo je jednostavno te je građeno od tri sloja:

- sluznica – sastoji se od *laminae epithelialis* i *laminae propriae*
- mišićni sloj
- vanjski sloj

Kod rumenca okana prisutno je dugo crijevo koje je građeno iz prednjeg, srednjeg i stražnjeg crijeva. Prednje i srednje crijevo je građeno od sluznice, mišićnog sloja te vanjskog sloja. Stijenku stražnjeg crijeva izgrađuje sluznica, podsluznica, mišićni sloj te vanjski sloj (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Sluznica crijeva kod arbuna rumenca pravi relativno velike piramidalne nabore koji znatno nalikuju naborima u piloričkom dijelu želuca. Sluznicu oblaže jednoslojan kubičan do pločast epitel koji je građen od sloja stanica sokruglim jezgrama smještenim u sredini stanice.*Lamina propria*kod arbuna zalazi duboko u piramidalne nabore sluznice, građena je od gustog vezivnog tkiva te direktno naliježe na mišićni sloj. Mišićni sloj je građen iz dva sloja: unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog. Kružni mišićni sloj je građen od glatkih mišićnih stanica s izduženim stanicama koje imaju vretenastu jezgru. Vanjski uzdužni mišićni sloj je sastavljen od gusto smještenih glatkih mišićnih stanica (Tadić, 2008).

Stijenka prednjeg dijela crijeva kod rumenca okana je izrazito tanka i sastoji se od dva sloja koso položenih tankih glatkih mišićnih stanica. Sluznicu izgrađuju epitel i *lamina propria*. Sluznica mjestimično radi nabore koji su obloženi jednoslojnim cilindričnim epitelom. *Lamina propria* se sastoji od rahlog vezivnog tkiva, a mišićni sloj je građen iz dva dijela: unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog mišićnog sloja (Zeko, 2011).

Stijenka srednjeg crijeva kod rumenca okana je deblja od stijenke prednjeg crijeva.Sluznica srednjeg dijela crijeva tvori relativno široke listaste nabore koji zalaze duboko u lumen. Nabori su izvana obloženi jednoslojnim cilindričnim epitelom čije su stanice dugačke i uske, a između epitelnih stanica nalaze se rijetke vrčaste stanice. *Lamina propria* u srednjem dijelu crijeva se sastoji od gustog vezivnog tkiva, a mišićni sloj je kao i u prednjem dijelu crijeva građen od unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog mišićnog sloja. Vanjski sloj stijenke se sastoji od jednoslojnog mezotela (Zeko, 2011).

Sluznica stražnjeg dijela crijeva rumenca okana obložena je jednoslojnim cilindričnim epitelom. *Lamina propria* u stražnjem dijelu crijeva građena je, kao i u srednjem dijelu

crijeva, od gustog vezivnog tkiva te zalazi u nabore sluznice. U stražnjem dijelu crijeva, na prijelazu iz sluznice u mišićni sloj, nalazi se sloj rjeđeg vezivnog tkiva prožetog krvnim žilama pa se može govoriti o podsluznici kao zasebnom sloju. Mišićni sloj je građen jednako kao i kod prednjeg i srednjeg crijeva, od unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog sloja. Vanjski sloj je *tunica serosa* koja se sastoji od jednoslojnog mezotela (Zeko, 2011).

4. RASPRAVA

Prema različitim prilagodbama kralježnjaka na život u vodi i na kopnu, kao i na raznovrsnu hranu, građa probavnog sustava je različita, ali je on u osnovi jednako građen i sastoji se od pet dijelova: usne šupljine, ždrijela, jednjaka, želuca i crijeva (Matoničkin i Erben, 2002).

U usnoj šupljini, hrana se većinom obrađuje samo mehanički i priprema za probavljanje. Kao pomoćni organi u usnoj šupljini nalaze se zubi, jezik i žlijezde slinovnice (Matoničkin i Erben, 2002). Jezik kod riba je slabo razvijen. U višeslojnom epitelu usnoždrijelne šupljine dolaze serozne i mukozne žlijezde, nema žlijezda slinovnica (Treer i sur.,1995). Grabežljive ribe, vodozemci i gmazovi pridržavaju hranu pomoću istovrsnog (homodontnog) zubala i gutaju čitav plijen (Matoničkin i Erben, 2002).

Na usnu šuljinu se nastavlja ždrijelo koje je prijelazni prostor između usne šupljine i dišnog sustava i probavne cijevi. Na ždrijelo se nastavlja jednjak. Jednjak je mišićna cijev kojom se hrana iz usne šupljine dovodi u želudac (Junqueira i Carneiro, 2005).

Jednjak u kružnousta (*Cyclostomata*) i nekih pravih koštunjača (*Teleostea*) oblaže višeslojni pločasti epitel koji nosi trepetljike. Trepetljike na epitelu nalaze se u jednjaku hrskavičnjača, vodozemaca i gmazova, a predstavljaju ostatke embrionalnog epitela (Ognev i Fink, 1953). U viših sisavaca jednjak je obložen neoroženim mnogoslojnim pločastim epitelom (Junqueira i Carneiro, 2005). Epitel jednjaka je u nekih vrsta ptica orožen, a u nekih kornjača epitel se keratinizira dok se u kitova ljušti (Devillers i Clairambault, 1976).

Arbun – rumenac ima na površini nabora jednjaka višeslojni pločasti epitel, s gusto raspoređenim stanicama uz bazalnu membranu i brojnim vrčastim stanicama pri vrhu nabora (Tadić, 2008). Jednjak rumenca okana također oblaže višeslojni pločasti epitel, a bazalni dio epitela je izgrađen od stanica koje su okruglog do kubičnog oblika te u svom središnjem dijelu sadrže veliku okruglu jezgru (Zeko, 2011).

Prolaz hrane kroz jednjak olakšava veliki broj seroznih i mukoznih žlijezda koje izlučuju sluz. U jednjaku nižih kralježnjaka nalaze se mukozne i mukoidne stanice, dok se kod viših kralježnjaka, ptica i sisavaca, u jednjaku pojavljuju višestanične mukozne ili serozne žlijezde. Njihov broj se povećava od usne šupljine prema želucu (Devillers i Clairambault, 1976). Junqueira i Carneiro (2005) navode da se u submukozi sisavaca nalaze nakupine malih mukoznih žlijezda, čiji sekret olakšava prenošenje hrane i štiti sluznicu. Sluz izlučuju i kardijalne žlijezde jednjaka koje se nalaze u lamini propriji sluznice donjeg dijela jednjaka, blizu želuca. Kod arbuna, žlijezde izostaju u vezivu sluznice jednjaka arbuna (Tadić, 2008).

Devillers i Clairambault (1976) ističu kako se limfni čvorovi nalaze u lamini propriji i podsluznici većine hrskavičnjača i ptica. Prema tim autorima, sluznica jednjaka formira uglavnom uzdužne nabore. U skladu s tim i Kozarić (2001) ističe prisutnost uzdužnih nabora sluznice jednjaka. Kozarić (2001) također navodi kako je podsluznica izgrađena od gušćeg vezivnog tkiva u odnosu na laminu propriju. Kod arbuna – rumenca, kao i kod rumenca okana, u stijenci jednjaka nisu prisutni limfni čvorovi (Tadić, 2008.; Zeko,2011). *Lamina propria* arbuna izgrađena je od gustog vezivnog tkiva koje visoko ulazi u nabore sluznice te je prožeta mišićnim snopovima iz mišićnog sloja sluznice (Tadić, 2008). Kod rumenca okana *lamina propria* je izgrađena od rahlog vezivnog tkiva koje je prožeto krvnim žilama (Zeko, 2011). Podsluznica (*tunica submucosa*) je i kod arbuna i kod rumenca okana izgrađena od gušćeg vezivnog tkiva bogatog krvnim žilama (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Mišićni sloj je u gornjem dijelu jednjaka kod sisavaca građen od skeletnih mišićnih vlakana, u donjem dijelu od glatkih mišićnih stanica, a u srednjem dijelu se nalaze obje vrste mišićnog tkiva (Junqueira i Carnairo, 2005). Devillers i Clairambault (1976) navode da jednjak nema kontinuirane tunice muscularis već se poprečno – prugasta muskulatura organizira u odvojenim mišićnim snopovima ili prstenastim suženjima. Mišićni sloj nije isti u svih vrsta pa tako neke koštunjače imaju vanjska kružna vlakna, a unutrašnja uzdužna vlakna (Devillers i Clairambault, 1976). U nekih sisavaca (pravi preživači i mesojedi) *tunica muscularis* je razdijeljena u tri sloja. Vodozemci, gmazovi i jednootvori imaju samo glatke mišiće.

Mišićni sloj u arbuna je dobro razvijen. Izgrađen je od poprečno – prugastih mišića koji formiraju tri sloja. Unutrašnji sloj čine uzdužno poredana mišićna vlakna, srednji sloj čini kružni, dok vanjski sloj izgrađuje ponovno uzdužni mišić. Mišićna vlakna su raspoređena u valovite trake međusobno odvojene rahlim vezivom. Postoji razlika i u debljini slojeva, vanjski sloj je dosta tanji u odnosu na srednji i unutarnji sloj (Tadić, 2008). Kod rumenca okana, mišićni sloj je izgrađen iz dva sloja mišića: unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog. Između pojedinih slojeva uloženo je rijetko vezivo s brojnim krvnim žilama i živčanim vlaknima (Zeko, 2011).

Završni dio jednjaka kod sisavaca, smješten u peritonealnoj šupljini, prekriven je serozom, dok je preostali, najveći dio, prekriven vezivnim tkivom (*tunica adventitia*) (Junqueira i Carneiro, 2005).

Kod arbuna, kao i kod rumenca okana vanjski sloj stijenke jednjaka izgrađuje *tunica adventitia* (Tadić, 2008; Zeko, 2011).

Želudac je organ s vanjskim i unutarnjim izlučivanjem, koji probavlja hranu i izlučuje hormone. To je prošireni dio probavne cijevi kojem su glavne uloge: nastavak probave ugljikohidrata koja je započela u usnoj šupljini, dodavanje kiseline progutanoj hrani, pretvaranje hrane radom mišića u viskoznu masu i početak probavljanja bjelančevina s pomoću enzima pepsina (Junqueira i Carnairo, 2005). U ptica postoji snažni mišićni želudac, a ispred njega je na kraju jednjaka žljezdani predželudac (Matoničkin i Erben, 2002). Želudac ne dolazi u svih vrsta riba. Obično dobro razvijen želudac imaju grabežljive ribe, dok želudac nedostaje kod ciprinida i velikog broja drugih porodica. Između jednjaka i želuca u većine riba nema velikih razlika. Kod različitih vrsta riba, oblik želuca je različit (Treer i sur., 1995). Najjednostavniji oblik želuca je oblik vretena koji je embrionalnog podrijetla, a prisutan je kod nekih hrskavičnjača. Neke ribe imaju želudac u obliku vreće, čiji se stražnji dio lagano zakreće te tako tvori piloričku regiju (Andrew, 1959).

U želucu riba mogu se diferencirati tri dijela želučane sluznice koje su, iako ne odgovaraju u potpunosti istim dijelovima u sisavaca, nazvani kardija, fundus i pilorus (Kozarić, 2001).

Kod arbuna – rumenca na jednjak se nastavlja proširenje s laganim padom (cardia) koje se prema dolje širi u vrećoliku tvorbu (fundus) tanke stijenke koja se u gornjem dijelu sužava i skreće u čvrstu okruglu tvorbu (pilorus) na čijem se izlazu nalaze tri vratarnička privjeska (Tadić, 2008).

Stijenka želuca, kao i stijenka jednjaka, formira uzdužne nabore sluznice, ali ti nabori u želucu nemaju konstantan oblik, jer je želudac podložan širenju, a nabori tada nalikuju naborima viših oblika kralježnjaka.

U kralježnjaka je želudac cijelom površinom prekriven jednoslojnim cilindričnim epitelom s brojnim žlijezdama koje izlučuju enzime za razgradnju hrane, dok je kod riba stijenka želuca u kranijalnom dijelu prekrivena kubičnim epitelom (Kozarić, 2001).

Devillers i Clairambault (1976) ističu da ribe i vodozemci imaju samo jednu vrstu želučanih stanica s acidofilnim granulocitima koje u isto vrijeme luče enzime i HCl ili njihove preteče. To nije slučaj kod gmazova jer njihova stijenka želuca sadrži cjevaste žlijezde koje su izgrađene od mukoznih stanica i stanica s granulama. U sisavaca se želučana sluznica sastoji od površinskog epitela, koji se različito duboko utiskuje u laminu propriju čineći želučane jamice. U njih se otvaraju razgranate žlijezde (kardijalne, fundusne i piloričke), karakteristične za svako područje želuca (Junqueira i Carneiro, 2005).

Kod arbuna sluznica kardijalnog dijela želuca ne pravi nabore. Obložena je višeslojnim pločastim epitelom sokruglim do pločastim stanicama. Okrugle stanice mjestimično zalaze u vezivo proprije gdje se formiraju želučane žlijezde koje su cjevasta oblika te su izgrađene od jednakih stanica s acidofilnom granulacijom. U stijenci želuca kod arbuna nisu prisutne vrčaste stanice, iako Andrew (1959) bilježi prisutnost vrčastih stanica u mnogih riba (Tadić, 2008). Kao i kod arbuna, i kod rumenca okana sluznica želuca je bez nabora. Ispunjena je dugačkim cjevastim žlijezdama u kojima su prisutne velike i okrugle acidofilne stanice. Žlijezde zalaze u laminu propriju. Kod rumenca okana su prisutne vrčaste stanice, ali samo u piloričkom dijelu želuca (Zeko, 2011).

Kozarić (2001) navodi kako se u pastrva na laminu propriju nadovezuje *lamina muscularis mucosae* koja je u kardijalnom dijelu tanka, a u ostalim dijelovima debela i dobro razvijena. *Lamina muscularis mucosae*je i kod arbuna i kod rumenca okana prisutna samo u piloričkom dijelu želuca (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Andrew (1959) navodi kako se mišićni sloj želuca riba sastoji od unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog sloja glatkih mišića. Mišićni sloj (*tunica muscularis*) kod arbuna je građen od dva sloja: unutarnjeg uzdužnog i vanjskog kosog. Oba sloja se sastoje od poprečno – prugastih mišićnih vlakana, jedino se mišićni sloj piloričke regije sastoji od glatkih mišića. (Tadić, 2008). Mišićni sloj kod rumenca okana sastavljen je od dva sloja kosih mišićnih vlakana koji su izgrađeni od poprečno – prugastih mišićnih vlakana. Kao i kod arbuna, u piloričkom dijelu mišićni sloj je građen od glatkih mišićnih stanica (Zeko, 2011). Vanjski sloj stijenke želuca kod obje vrste čini *tunica serosa* (Tadić, 2008.; Zeko, 2011).

Kod riba kod kojih je granica između pojedinih dijelova nejasna ili nije uočljiva, govori se o jednostavnom crijevu. U riba koje imaju dugo crijevo, crijevo se dijeli na prednje, srednje i stražnje s relativno izraženom granicom (Devillers i Clairambault, 1976).

U arbuna – rumenca prisutno je jednostavno crijevo koje je cijelom svojom dužinom istog promjera te se ne uočava granica između pojedinih dijelova (Tadić, 2008). Kod rumenca okana prisutno je dugo crijevo koje je građeno iz tri dijela: prednjeg, srednjeg i stražnjeg crijeva. Srednje crijevo je u svom promjeru znatno uže od prednjeg crijeva, dok je stražnje crijevo šire od srednjeg, a uže od prednjeg crijeva (Zeko, 2011).

Devillers i Clairambault (1976) također navode kako kod nekih vrsta hrskavičnjača i koštunjača postoje vratarnički privjesci (*appendices pyloricae*) na prijelazu želuca u crijevo. Njihova uloga je povećanje površine crijeva radi resorpcije i lučenja probavnih sokova (Treer i sur., 1995).

Kod rumenca okana na prijelazu iz želuca u crijevo nalaze se tri piloričkа privjeska čija je stijenka izgrađena od sluznice, mišićnog i vanjskog sloja (Zeko, 2011).

Epitel crijeva je uvijek jednoslojan cilindričan. Izgrađuju ga raznovrsne stanice, a uz epitelne stanice nalaze se i stanice s funkcijom izlučivanja (sekrecije) i apsorpcije. U nekih koštunjača epitel na svojoj površini nosi trepetljike (Devillers i Clairambault, 1976). Kozarić (2001) navodi kako sluznicu crijeva u riba prekriva jednoslojni cilindrični epitel s brojnim mukoznim stanicama. Te stanica su brojnije u crijevu karnivornih riba te ih općenito više ima u stražnjem dijelu crijeva.

Kod arbuna epitel je jednoslojan kubičan do pločast bez crijevnih resica (Tadić, 2008), dok je kod rumenca okana lumen prednjeg, srednjeg i stražnjeg crijeva obložen jednoslojnim cilindričnim epitelom koji se nalazi u gornjem sloju nabora sluznice (Zeko, 2011).

Kozarić (2001) ističe da je *lamina propria* crijeva građena od rahlog vezivnog tkiva, a da *lamina muscularis mucosae* i *submucosa* izostaju u crijevu riba. Kod sisavaca *lamina propria* je građena od rahlog vezivnog tkiva s krvnim i limfnim žilama, živčanim vlaknima i glatkim mišićnim stanicama (Junqueira i Carneiro, 2005).

Kod arbuna – rumenca *lamina propria* je građena od gustog vezivnog tkiva s brojnim kapilarama. Podsluznica kod arbuna nije prisutna pa *lamina propria* direktno naliježe na mišićni sloj (Tadić, 2008).

Lamina propria prednjeg crijeva kod rumenca okana izgrađena je od rahlog vezivnog tkiva, dok laminu propriju srednjeg i stražnjeg crijeva izgrađuje gusto vezivno tkivo. U stražnjem dijelu crijeva kod rumenca okana, na prijelazu iz sluznice u mišićni sloj, nalazi se sloj rijeđeg vezivnog tkiva prožetog krvnim žilama pa se može govoriti o podsluznici kao zasebnom sloju (Zeko, 2011).

Kod sisavaca, mišićni sloj crijeva je dobro razvijen, tvore ga unutarnji kružni i vanjski uzdužni sloj (Junqueira i Carneiro, 2005).

Mišićni sloj izgrađen je od glatkih mišićnih stanica, a kako ide prema stražnjem dijelu crijeva postaje sve tanji (Kozarić, 2001).

Andrew (1959) navodi kako se kod riječne paklare stijenka crijeva sastoji od dva mišićna sloja, unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog. Oba sloja su tanka i isprepletena vezivom.

Kod arbuna – rumenca mišićni sloj crijeva izgrađen je iz dva sloja: unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog. Između slojeva nalazi se vezivo, a oba sloja su građena od glatkih mišićnih stanica (Tadić, 2008).

Kod rumenca okana mišićni sloj prednjeg, srednjeg i stražnjeg crijeva građen je također od dva sloja: unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog. Oba sloja su građena od glatkih mišića (Zeko, 2011).

Kod rumenca okana prisutan je i vanjski sloj kojeg u stijenci prednjeg, srednjeg i stražnjeg crijeva predstavlja *tunica serosa* u vidu jednoslojnog mezotela (Zeko, 2011).

5. ZAKLJUČCI

Na temelju usporedbe histološke građe probavnog sustava arbuna – rumenca, *Pagellus erythrinus* L. i rumenca okana, *Pagellus bogaraveo*, Brűnnich, 1768., moguće je donijeti sljedeće zaključke:

1. Probavni sustav kod arbuna – rumenca te rumenca okana građeni su od istih dijelova: jednjaka, želuca te crijeva koje je kod rumenca okana podijeljeno na prednje, srednje i stražnje crijevo.

2. Stijenka jednjaka je kod obje vrste građena od četiri sloja: sluznica, podsluznica, mišićni sloj i vanjski sloj.

   Sluznica kod obje vrste pravi nabore koji su obloženi mnogoslojnim pločastim epitelom. Na epitel kod obje vrste naliježe *lamina propria,* a kod arbuna – rumenca je prisutan i mišićni sloj sluznice, što nije slučaj kod rumenca okana.

   Podsluznica je i kod arbuna – rumenca i kod rumenca okana izgrađena od gustog vezivnog tkiva sa brojnim krvnim žilama.

   Mišićni sloj je kod arbuna rumenca građen od tri sloja poprečno – prugastih mišića koje odvaja vezivo. U unutarnjem sloju mišićna vlakna su organizirana u uzdužne snopove, u srednjem u kružne, a u vanjskom su mišićna vlakna ponovno uzdužno raspoređena. Kod rumenca okana prisutna su samo dva sloja: unutarnji kružni i vanjski uzdužni sloj.

   Vanjski sloj kod obje vrste izgrađuje *tunica adventitia* koja je izgrađena od rahlog vezivnog tkiva.

3. Stijenku želuca arbuna – rumenca i rumenca okana izgrađuju četiri sloja: sluznica, podsluznica, mišićni sloj i vanjski sloj.

   Sluznica arbuna – rumenca je ravna. Epitel sluznice u arbuna – rumenca nalik je epitelu jednjaka, što znači da ga oblaže mnogoslojni pločasti epitel. Sluznicu želuca rumenca okana oblaže jednoslojni cilindrični epitel s trepetljikama. *Lamina propria* kod obje vrste sadrži cjevaste želučane žlijezde.

   Podsluznicu kod obje vrste izgrađuje vezivno tkivo koje je obilno ispunjeno krvnim žilama.

Mišićni sloj kod arbuna – rumenca sastoji se od dva mišićna sloja: unutarnjeg uzdužnog i vanjskog kosog, dok se mišićni sloj rumenca okana sastoji od dva sloja kosih mišićnih vlakana gdje je unutarnji sloj znatno širi od vanjskog sloja.
Vanjski sloj kod obje vrste izgrađuje *tunica serosa*.

4. Piloričkи dio želuca arbuna – rumenca i rumenca okana izgrađuju tri sloja: sluznica, mišićni sloj i vanjski sloj.
   Sluznica je kod obje vrste obložena jednoslojnim cilindričnim epitelom. Kod rumenca okana, između epitelnih stanica su prisutne pojedinačne vrčaste stanice. *Lamina propria* je kod obje vrste izgrađena od gustog vezivnog tkiva, a također kod obje vrste prisutan je i mišićni sloj sluznice.
   Mišićni sloj kod arbuna rumenca sastoji se iz velikog gustog snopa mišića organiziranog u snažni prstenasti mišić (*sfinkter*) koji je sastavljen od unutarnjeg i vanjskog kosog sloja mišića. U rumenca okana mišićni sloj se sastoji od unutarnjeg kružnog sloja koji tvori piloričkи sfinkter te vanjskog uzdužnog sloja mišićnih vlakana.
   Vanjski sloj kod obje vrste izgrađuje *tunica serosa* koja je kod arbuna – rumenca građena od rahlog vezivnog tkiva, dok je kod rumenca okana izgrađena od jednoslojnog mezotela.

5. Crijevo arbuna – rumenca je jednostavno te je građeno od tri sloja: sluznice, mišićnog sloja i vanjskog sloja. Crijevo rumenca okana složenije je građe te se može podijeliti na tri dijela: prednje, srednje i stražnje crijevo. Stijenka crijeva u rumenca okana izgrađena je, kao i stijenka arbuna - rumenca, od tri sloja: sluznice, mišićnog sloja i vanjskog sloja.

6. **Sluznica** crijeva arbuna – rumenca izgrađena je iz dva sloja, to su: *lamina epithelialis* i *lamina propria*. Sluznicu oblaže jednoslojan kubičan do pločast epitel. *Lamina propria* je izgrađena od gustog vezivnog tkiva te, zbog nedostatka podsluznice, direktno naliježe na mišićni sloj.
   Stijenka prednjeg crijeva kod rumenca okana ispunjena je visokim naborima sluznice te je obložena jednoslojnim cilindričnim epitelom. Sluznicu izgrađuje epitel i *lamina propria* koja se sastoji od rahlog vezivnog tkiva.
   Sluznica srednjeg crijeva kod rumenca okana ima relativno široke listaste nabore obložene jednoslojnim cilindričnim epitelom između kojeg su prisutne rijetke vrčaste

stanice. *Lamina propria* izgrađena je od gustog vezivnog tkiva te zalazi duboko u nabore sluznice.

Sluznica stražnjeg crijeva kod rumenca okana pravi plitke nabore te je obložena jednoslojnim cilindričnim epitelom. *Lamina propria* građena je od gustog veziva. Na prijelazu iz sluznice u mišićni sloj, nalazi se sloj rijeđeg vezivnog tkiva prožetog krvnim žilama pa se može govoriti o podsluznici kao zasebnom sloju.

Mišićni sloj crijeva je kod obje vrste izgrađen od dva sloja mišića: unutarnjeg kružnog i vanjskog uzdužnog sloja.

Vanjski sloj prisutan je samo kod rumenca okana, izgrađuje ga *tunica serosa* u vidu jednoslojnog mezotela.

6. SAŽETAK

Probavni sustav arbuna – rumenca, *Pagellus erythrinus* i rumenca okana, *Pagellus bogaraveo* po anatomskoj i histološkoj građi su jako slični. Prema anatomskoj građi probavni sustav je kod obje vrste razlučen na: usnu šupljinu, jednjak, želudac, crijevo i kloaku. Svaki od tih dijelova odlikuje se specifičnom histološkom građom.

Stijenku probavnog sustava najvećim dijelom izgrađuju četiri sloja: sluznica, podsluznica, mišićni sloj i vanjski sloj.

Sluznicu izgrađuje *lamina epithelialis* koja je, kod obje vrste, obložena jednoslojnim pločastim epitelom koji u području želuca prelazi u jednoslojan cilindrični epitel koji kod rumenca okana ostaje takav sve do analnog otvora, dok kod arbuna – rumenca u području crijeva prelazi u jednoslojan kubični do pločasti epitel. *Lamina propria* je sloj gustog i dobro prokrvljenog vezivnog tkiva na koji se nastavlja *lamina muscularis mucosae*. To je mišićni sloj sluznice koji nije prisutan u svim dijelovima stijenke probavnog sustava.

Podsluznica je tanki sloj rahlog vezivnog tkiva u koji su uložene brojne krvne žile.

Mišićni sloj obavija podsluznicu, a najčešće je izgrađen od dva sloja. Kod arbuna – rumenca čine ga unutarnji uzdužni i vanjski kružni sloj, dok je kod rumenca okana unutarnji sloj kružni, a vanjski uzdužni. Ti mišićni slojevi su do pilorusa izgrađeni od poprečno – prugastih mišića, a do kraja probavne cijevi od glatkih mišića.

Vanjski sloj stijenke probavnog sustava izgrađuje *tunica adventitia* koja u području želuca prelaziu tunicu serozu.

7. LITERATURA

1. ANDREW, W., 1959: Textbook of comparative histology. New York, Barcelone, Milano.
2. DEVILLERS, C., CLAIRAMBAULT, P., 1976: Precis de zoologie vertebres. Tome I: Anatime comparee. Masson Paris, New York, Barcelone, Milano.
3. JARDAS, I., 1996: Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb.
4. JUNQUEIRA, L.C., CARNEIRO, J., 2005: Osnove histologije. Školska knjiga, Zagreb.
5. KOZARIĆ, Z., 2001: Morfologija riba. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
6. MATONIČKIN, I., ERBEN, R., 2002: Opća zoologija. Školska knjiga, Zagreb.
7. OGNEV, V., FINK, N., 1956: Zoologija kralješnjaka. Školska knjiga, Zagreb.
8. TADIĆ, M., 2008: Mikroskopska građa probavnog sustava arbuna – rumenca (*Pagellus erythrinus L.*). Diplomski rad, Fakultet prirodoslovno – matematičkih znanosti i kineziologije Sveučilišta u Splitu, Split.
9. TREER, T., SAFNER, R., ANIČIĆ, I., LOVRINOV, M., 1995: Ribarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
10. YOUNG, J.Z., 1981: The life of vertebrates. Oxford university press, New York, Oxford.
11. ZEKO, A., 2011: Mikroskopska građa probavnog sustava rumenca okana, *Pagellus bogaraveo* (Brűnnich, 1768.). Diplomski rad, Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Splitu, Split.

METODIČKI DIO

MENTOR: doc.dr.sc. Mirko Ruščić

NASTAVNI PREDMET: **Biologija**

NASTAVNA CJELINA / TEMA: Ribe

NASTAVNA JEDINICA: Usporedba građe probavnog sustava arbuna i rumenca okana

ŠKOLA: Gimnazija RAZRED: II

CILJ SATA: usvajanje znanja o građi probavnog sustava kod riba te analizirati građu probavnog sustava kod arbuna i rumenca okana

OBRAZOVNA POSTIGNUĆA-ISHODI UČENJA

Nakon obrađene nastavne jedinice učenici će moći:

- opisati građu probavnog sustava kod riba
- objasniti ulogu pojedinih organa probavnog sustava
- opisati mikroskopsku strukturu
- usporediti građu probavnog sustava arbuna i rumenca okana

IZVORI ZNANJA:

Izvorna stvarnost: primjerci svježeg arbuna i rumenca okana, trajni mikroskopski preparati želudca arbuna i rumenca okana

Nastavna sredstva:

- power – point prezentacija
- živa riječ nastavnika
- tekst iz udžbenika

NASTAVNA POMAGALA:

- ploča, kreda, mikroskop, LCD projektor, pokazivač, udžbenik, kadice za sekciju, skalpel, nožice, preparacijske igle, rukavice

NASTAVNE METODE:

- metoda razgovora
- metoda demonstracije
- metoda usmenog izlaganja
- metoda praktičnih radova
- metoda pisanja
- metoda crtanja

KLJUČNI POJMOVI: probava, jednjak, želudac, crijevo

OBLICI RADA:

- frontalni
- individualni
- rad u skupini

TIP SATA: Obrada novih nastavnih sadržaja

KORELACIJA:

- Hrvatski jezik: usmeno i pismeno izražavanje
- Geografija: rasprostranjenost vrsta u svijetu

ETAPA SATA (vrijeme)	ARTIKULACIJA NASTAVNOG SATA Razina 1 (pamćenje), Razina 2 (razumijevanje i primjena), Razina 3 (rješavanje problema)
UVOD 5 min Frontalni oblik rada Metoda razgovora	Koji su prvi pravi kralježnjaci? (Ribe)(R1). Koja je osnovna podjela riba? (Na hrskavičnjače i koštunjače)(R1). Kakav oblik tijela imaju ribe? (Vretenasti oblik tijela)(R1). Što mislite zašto ribe imaju vretenasti oblik tijela? (Kako bi se smanjio otpor)(R2). Koji su osnovni dijelovi tijela ribe? (Glava, trup i rep)(R1). Što se nalazi na površini tijela ribe, čime se ribe pokreću? (Perajama)(R1). Koje organske sustave ste do sada upoznali kod riba? Kako je građen probavni sustav riba? (Od usne šupljine, ždrijela, jednjaka, želudca, crijeva, crijevnog otvora)(R1).
Metoda pisanja	Mi ćemo se danas baviti građom probavnog sustava kod riba, što ćemo obraditi na na primjerima arbuna i rumenca okana te ćemo uspoređivati mikroskopsku građu želudca kod te dvije vrste. Sad ćemo zapisati naslov: <u>USPOREDBA GRAĐE PROBAVNOG SUSTAVA ARBUNA I RUMENCA OKANA</u>
GLAVNI DIO SATA 30 min Metoda praktičnih radova Rad u skupini Metoda razgovora Metoda demonstracije Metoda usmenog izlaganja Metoda razgovora	U glavnom dijelu sata učenike ću podijeliti u 4 skupine. Svaka skupina će dobiti primjerak svježeg arbuna i rumenca okana. Učenici će prema uputama na radnom listu secirati ribu kako bi uočili građu probavnog sustava. Kratko ćemo ponoviti ulogu pojedinih organa probavnog sustava. Koja je uloga želudca? (Želudac djelomično probavlja hranu te nakuplja, miješa i otprema hranu dalje u probavni sustav)(R2). Koje žlijezde se nalaze u sluznici želudca i koja je njihova uloga? (Nalaze se želučane žlijezde, one izlučuju pepsinogen i klorovodičnu kiselinu koji sudjeluju u razgradnji bjelančevina)(R2). Potom će učenici mikroskopirati trajne preparate želuca arbuna i rumenca okana. Dvije skupine će mikroskopirati želudac arbuna, a druge dvije želudac rumenca okana. Na power-point prezentaciji bit će prikazana histološka građa želudca kako bi učenici lakše uočili osnovne dijelove prilikom mikroskopiranja. Koliko slojeva uočavate na mikroskopskom prerezu stijenke želuca? (Uočavaju se 4 sloja)(R1). Prvi sloj se naziva sluznica i izgrađuju ga dva sloja, to su: pokrovni epitel i središnji sloj. Zatim slijede podsluznica, mišićni sloj i vanjski sloj. U sluznici želudca nalaze se i želučane žlijezde. Kako one izgledaju? (Žlijezde su dugačke, cjevaste i pravilno raspoređene jedna do druge)(R1). Što uočavate u središnjem sloju? (U središnjem sloju se nalaze brojni prerezi kroz krvne žile, te se unutar žlijezda mogu zamjetiti velike okrugle acidofilne stanice)(R2). Koji slojevi se nastavljaju na sluznicu? (Podsluznica i mišićni sloj)(R1). Podsluznica je izgrađena od vezivnog tkiva i prožeta je brojnim krvnim žilama. Na podsluznicu se nastavlja mišićni sloj. Od koliko dijelova se sastoji mišićni sloj? (Od 2 sloja)(R1). Kako izgledaju ta dva sloja kod arbuna? (Unutarnji sloj je uzdužni, a vanjski sloj je kosi)(R2). A kod rumenca okana? (Oba sloja su sastavljena od kosih mišićnih vlakana)(R2). Što mislite od koje vrste mišića je građen mišićni sloj? (Od poprečno-prugastih mišića)(R1). Na mišićni sloj se nastavlja vanjski sloj koji je izgrađen od vezivnog tkiva. Nakon što svi učenici pogledaju mikroskopske preparate, zapisat ćemo

Metoda pisanja Metoda crtanja PONAVLJANJE 10 min Individualni oblik rada	osnovne dijelove stijenke želudca te će ih učenici nacrtati u svoje bilježnice. Zatim će skupine izmjeniti preparate na način da učenici koji su gledali preparate želudca arbuna sada pogledati preparate želudca rumenca okana. Učenicima ću podijeliti radne listiće koje će samostalno rješavati. Za rješavanje će imati 5 minuta. Zatim ćemo zajedno analizirati njihove odgovore na pitanja.

PRIKAZ SADRŽAJA NA ŠKOLSKOJ PLOČI

<u>USPOREDBA GRAĐE PROBAVNOG SUSTAVA ARBUNA I RUMENCA OKANA</u>

- probavni sustav: usna šupljina, ždrijelo, jednjak, želudac, crijevo, crijevni otvor
- građa stijenke želudca:

  - sluznica: građena od pokrovnog epitela i središnjeg sloja

  - podsluznica

  - mišićni sloj: kod arbuna građen od unutarnjeg uzdužnog i vanjskog kosog sloja

kod rumenca okana građen od dva sloja kosih mišićnih vlakana

  - vanjski sloj

LITERATURA, IZVORI ZA UČENIKA:

- Alegro A., Krajačić M., Lucić A., 2014.: Život 2, udžbenik biologije za drugi razred gimnazije, Školska knjiga, Zagreb.

LITERATURA, IZVORI ZA NASTAVNIKA:

- Alegro A., Krajačić M., Lucić A., 2014.: Život 2, udžbenik biologije za drugi razred gimnazije, Školska knjiga, Zagreb.

- **STRUČNA:**

- Ognev, V., Fink, N., 1956: Zoologija kralješnjaka, Školska knjiga, Zagreb.