Hranidbene mreže slatkovodnih ekosustava - interakcije alga, beskralježnjaka i riba

Sauerborn, Ena

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:647202

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA BIOLOGIJU

Preddiplomski studij biologije

Ena Sauerborn

HRANIDBENE MREŽE SLATKOVODNIH EKOSUSTAVA – INTERAKCIJE ALGA, BESKRALJEŽNJAKA I RIBA

Završni rad

Mentor: Dr.sc.Dubravka Čerba, doc.

Osijek, 2016

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Završni rad

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znansteno polje: Biologija

HRANIDBENE MREŽE SLATKOVODNIH EKOSUSTAVA – INTERAKCIJE ALGA, BESKRALJEŽNJAKA I RIBA

Ena Sauerborn

Rad je izrađen na Zavodu za ekologiju voda, Odjel za biologiju

Mentor: Dr.sc.*DubravkaČerba*, **doc.**

Kratak sažetak završnog rada

Slatkovodni ekosustavi su karakterizirani brojnim interakcijama između organizama koji omogućavaju kruženje tvari i protok energije kroz ekosustav. Organizmi su razvili brojne prilagodbe koje im omogućavaju pronalazak i uzimanje hrane te opstanak na različitim tipovima staništa. Svojim međusobnim interakcijama čine hranidbeni lanac koji se razvija u hranidbenu mrežu, a proučavanjem hranidbenih mreža možemo dobiti uvid u njihove složene međuodnose i utjecaj organizama na slatkovodne ekosustave.

Broj stranica: 24

Broj slika: 18

Broj tablica: -

Broj literaturnih navoda: 10

Web izvor: 13

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi:kopnene vode, trofičkarazina, protok energije, hranidbeni lanac

Rad je pohranjen u knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, u elektroničkom obliku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip JurajStrossmayer University of Osijek

Department of Biology

Bachelor's thesis

Undergraduate university study programme in Biology

Scientific Area: Natural science

Scientific Field: Biology

FOOD WEBS IN FRESHWATER ECOSYSTEMS – INTERACTIONS BETWEEN ALGAE, INVERTEBRATES AND FISH

EnaSauerborn

Thesis performed at the Subdepartment of Water Ecology, Department of Biology

Supervisor: Dr.sc. Dubravka Čerba, **Assist. Prof.**

Short abstract

Freshwater ecosystems are characterized bynumerous interactions between organisms which enabletheorganic matter cycle and energy flow throughout the ecosystem. Organisms have developed numerous adaptations that allow them to find and take food, and also survivein different habitats. Their interactions form food chainswhich create food webs. By studying food webs we can gain insight in the complex interrelationshipsand the influence of organisms on the freshwater ecosystems.

Number of pages: 24

Number of figures:18

Number of tables:-

Number of references:10

Web source:13

Original in: Croatian

Key words:freshwater, trophic level, energy flow, food chains

Thesis deposited inthe Library of Department of Biology, Josip JurajStrossmayer University of Osijek and in the National university library in Zagreb in electronic form. It is also disposable on the web site of Department of Biology, Josip JurajStrossmayer University of Osijek.

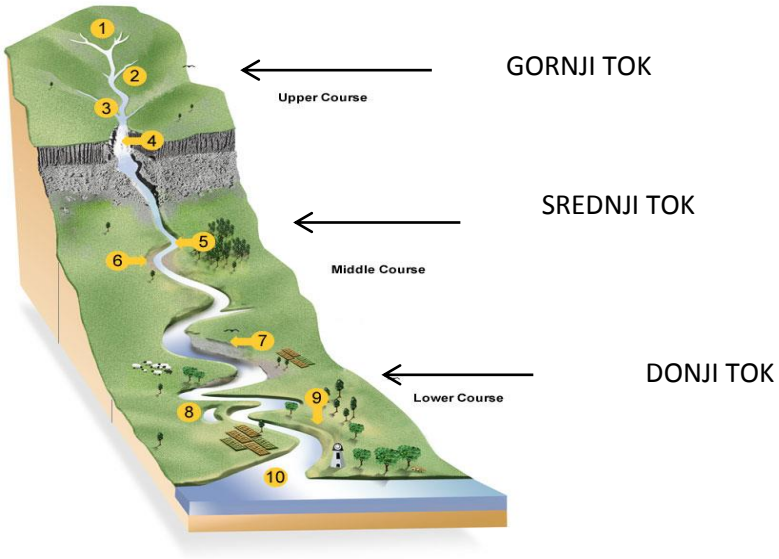
SADRŽAJ

1. UVOD 4
   1.1. Tipovi slatkovodnih ekosustava 4
   1.2. Hranidbene mreže 6
   1.3. Tok energije 8
2. OSNOVNI DIO 11
   2.1. Odnos ishrane 11
   2.2. Produkcija i razgradnja u slatkovodnim ekosustavima 13
   3.1 Zajednice kopnenih voda 13
      3.1.1. Neuston.....13
      3.1.2. Plankton 13
      3.1.3. Bentos 15
      3.1.4. Nekton 19
   3.2. Ishrana riba 19
3. ZAKLJUČAK 22
4. LITERATURA.....23

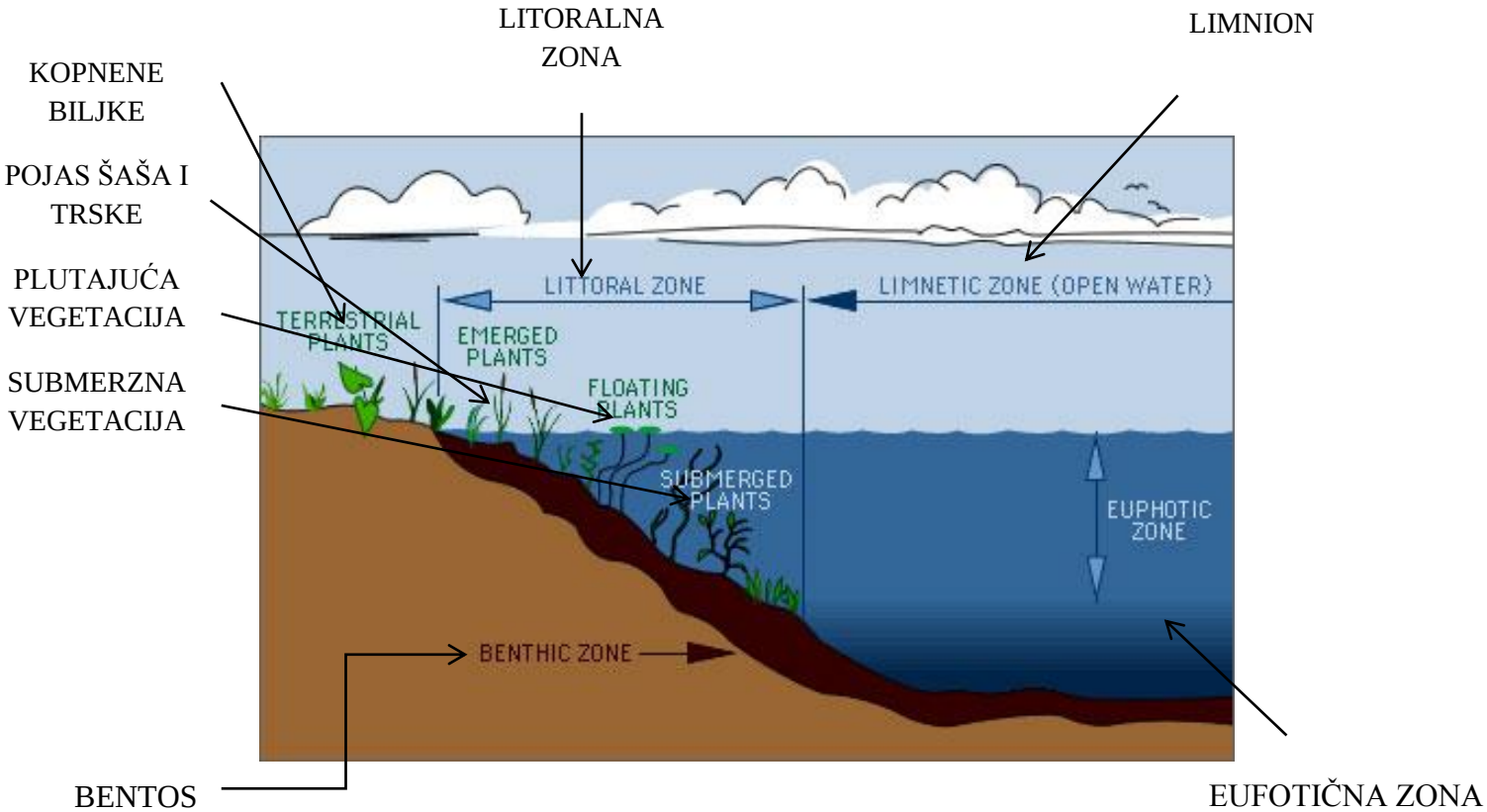
1.UVOD

1.1. Tipovi slatkovodnih ekosustava

Vodeni ekosustavi nastaju i održavaju se ciklusom kruženja vode, ali također za postanak kopnenih voda posebno su značajni klimatski faktori (Simić i Simić, 2012). Klimatski faktori izravno su povezani s vegetacijom i geomorfološkim prilikama nekog područja. Poznato je da postoji veza između šumske vegetacije i režima padalina što znači da su područja bogata šumskom vegetacijom uglavnom glavni rezervoari voda (Simić i Simić, 2012). Vode se procjeđuju te kroz mnoge izvorišne potoke stvaraju najprije manje, a kasnije veće tekućice (Simić i Simić, 2012).U riječnom toku od izvora nizvodno razlikujemo: gornji, srednji, donji tok i ušće (Slika 1)(Simić i Simić, 2012). S obzirom da imaju manje vode u odnosu na ostale dijelove toka, brzina vode gornjeg toka je veća. Velika brzina gornjeg toka vode omogućava taloženje erodiranog materija što formira podloge (kamenite, stjenovite) koje omogućavaju razvoj određenih zajednica. U srednjim i donjim tokovima rijeka se erodirani materijal taloži u čestice različitih gustoća na dnu rijeke (pijesak, grubi detritus) (Simić i Simić, 2012). Pojam stajaće vode obuhvaća jezera, bare, lokve, močvare i ritove. U jezerima razlikujemo gornji fotični sloj koji je trofogeni (odnosno produktivan) i donji neosvijetljeni afotični sloj koji je trofolitički (odnosno neproduktivan) (Slika2). Za jezera su karakteristične vertikalne stratifikacije u pojedinim sezonama. Svijetlo dopire do dna u barama što omogućava razvoj vodenog bilja na dnu. Zadnji stadij razvoja stajaćih vodenih ekosustava su močvare, a karakterizira ih niska vrijednost pH, niska razina biogenih soli i velika količina detritusa. Isušivanjem močvara dovodi do potpune razgradnje organske tvari u humus(Simić i Simić, 2012).



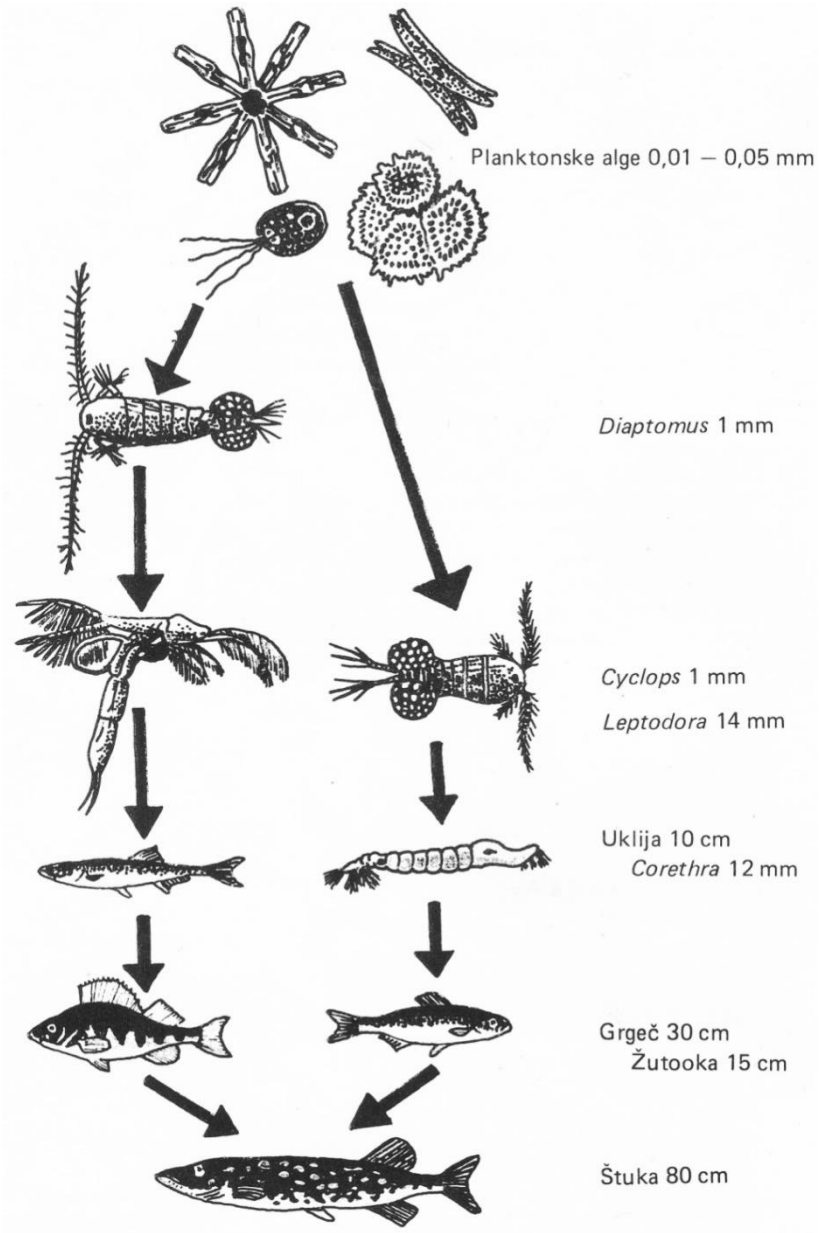
Slika 1. Dijelovi riječnog sustava (prilagođeno iz: web1)



Slika 2. Vertikalni profil produktivnog jezera (prilagođeno iz: web2)

1.2. Hranidbene mreže

Čak i najjednostavnije zajednice imaju puno vrsta te ih je vrlo teško popisati te se upravo radi toga analizira raznolikost vrsta svrstavanjem u funkcionalne grupe (Stanković, 1961). Funkcionalne grupe se mogu formirati prema trofičkom položaju: primarni producenti (autrofni organizmi), potrošači herbivori i karnivori (heterotrofni organizmi) i u konačnici, razlagači. Još jedan način formiranja funkcionalne grupe može biti prema načinu ili mjestu ishrane u okviru jednog trofičkog nivoa (Stanković, 1961). Funkcionalnost formirane zajednice se ogleda kroz promet tvari, energije i informacija između osnovnih trofičkih nivoa koji se prikazuju lancima ishrane i hranidbenim lancima(Stanković, 1961). U slatkovodnim ekološkim sustavima razlikujemo lance predatora, lance parazita i detritusne lance. Lanci su linearno povezani i međusobno isprepleteni čime tvore trofičku mrežu. Postoje tri hipotetske kontrole dužine hranidbenog lanca(FCL): opskrba energijom(ili dostupnost resursa), veličina ekosustava i varijacije u okolišu (Sabo,Finlay i Post,2009). Stabilnost zajednice je određena brojem veza u lancu ishrane(Slika3). Osnovni tipovi ishrane prema vrsti hrane su fitofagi, zoofagi, saprofagi i omnivori. Fitoplanktonom se hrane fitofagi(npr. praživotinje (Protozoa) i mahovnjaci (Bryozoa)), zooplanktonom i krupnijim beskralježnjacima se hrane drugi beskralježnjaci i ribe (Pisces), a saprofagi (npr. bakterije) se hrane uginulom organskom tvari.

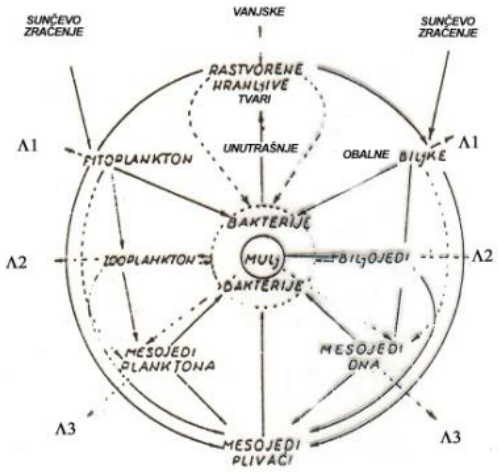


Slika 3. Primjer članova hranidbenog lanca u jezeru i njihovi veličinski odnosi (preuzeto iz: Kerovec, 1988)

Sumarni prikaz hranidbenih interakcija u zajednici se naziva hranidbena mreža (Stanković, 1961). Hranidbena mreža se sastoji od hranidbenih lanaca koji predstavljaju puteve protoka energije od primarnih producenata preko serije potrošača do vršnog predatora te predstavlja niz različitih puteva kojima energija prolazi kroz populacije u zajednicama (Stanković, 1961). Svaka hranidbena mreža uključuje bazalne vrste koje nisu nikome predator, ali su plijen drugim vrstama, intermedijarne vrste koje su istovremeno plijen i predator te vršni predator koji je zadnja karika hranidbenog lanca (Stanković, 1961).

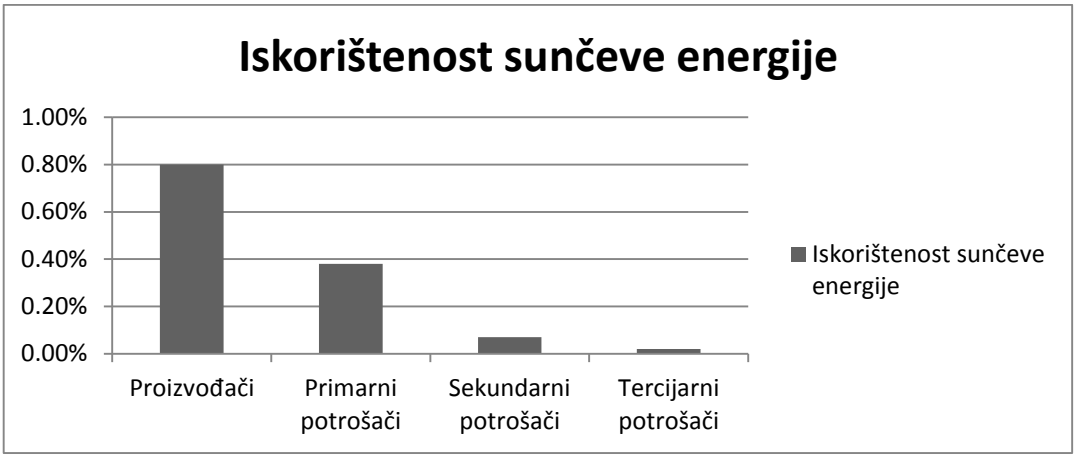
1.3. Tok energije u slatkovodnom ekosustavu

Nositelj energije u slatkovodnom ekosustavu je organska tvar (Stanković, 1961). Na svakom trofičkom stupnju energija dobivena hranom ide u tri smjera: akumulira se u tijelu organizma, transformira se u slobodnu energiju procesom disanja i oslobađa u obliku topline te napušta odgovarajući trofički stupanj vezan za degradiranu organsku tvar (Stanković, 1961). Osnovna značajka prijenosa energije s jednog trofičkog stupnja na drugi je progresivno opadanje njezine količine $N > O_1 > O_2 > O_3 > O_n$(Stanković,1961).



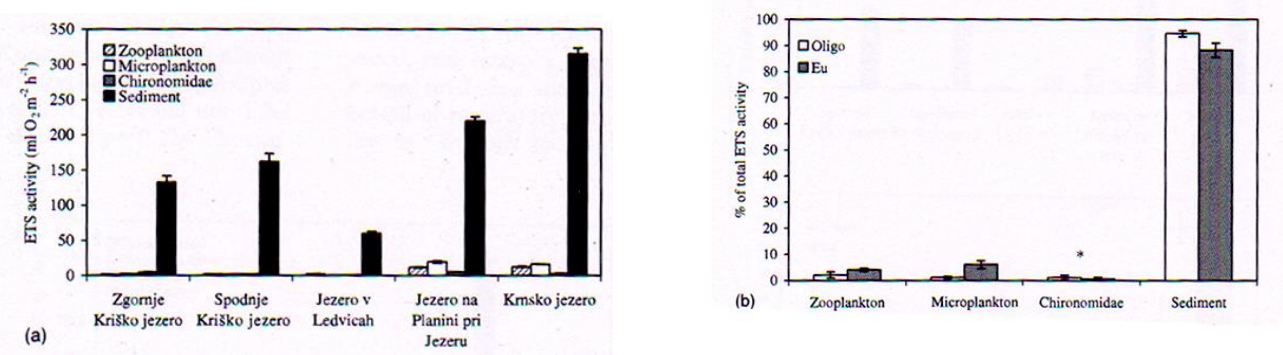
Slika 4. Osnovni trofički stupnjevi u jezeru (preuzeto iz: Ricklefs i Miller, 2000)

Proizvođači vežu svjetlosnu energiju procesom fotosinteze i pretvaraju je u kemijsku koju potrošači akumuliraju u obliku vlastite biomase čime usporavaju protok energije kroz ekološki sustav te u konačnici razlagači ubrzavaju protok energije (Slika4). Iskorištenost energije sekundarnih potrošača u odnosu na tercijarne veća je za 3.3 puta, primarnih potrošača za 16.7 puta, a biljaka za 33.3 puta(Slika 5)(Stanković, 1961).



Slika 5. Iskorištenost sunčeve energije

U kratkim hranidbenim lancima članovi su bliže izvoru i iskorištenost primarne biljne proizvodnje je veća (Stanković,1961). To se može objasniti na primjeru hranidbenog lanca planinske rijeke: fitoplankton – zooplankton – riba kovač – pastrva. 15% energije fitoplanktona se prenosi do zooplanktona, 2.9% energije se prenosi na ribu kovača, a pastrva koristi samo 0.59% energije (Stanković, 1961). Od jednog do drugog člana hranidbenog lanca prenese se samo 10 do 20 % energije (Stanković, 1961). Najmanji postotak energije se prenese na kraju hranidbenog lanca. U planinskim jezerima, na različitim trofičkim razinama u ljetnim mjesecima, uz ličinke Chironomidae kao dominantnom grupom makrobentosa, plankton ima značajnu ulogu u intenzitetu degradacije organske tvari što se može procijeniti respiratornim elektron transportnim sustavom (ETS) (Simčič, 2005). Slovenska planinska jezera su relativno mala i plitka sa izrazito kratkim periodima bez leda od 3 do 6 mjeseci (Muri iBrancelj, 2002). Upravo zbog toga što jezera plitka i što su temperature niske, velik se dio oksidacije organske tvari vjerojatno događa na dnu jezera (Simčič, 2005). Najveća ETS aktivnost po jedinici površine je bila primijećena u sedimentu, dok su značajno niske ETS aktivnosti bile primijećene u mikroplanktonu te još niže aktivnosti u zooplanktonu i ličinkama Chironomidae (Simčič, 2005).Sveukupna ETS aktivnost m^{-2} je bila viša u eutrofnim jezerima (Jezero na Planini pri Jezeru i Krnsko jezero), nego u oligotrofnim jezerima (Slika 6). Doprinos mikroplanktona i zooplanktona u procesu mineralizacije se povećava, dok se doprinos ličinki porodiceChironomidae smanjuje s povišenjem trofičke razine jezera (Simčič, 2005).

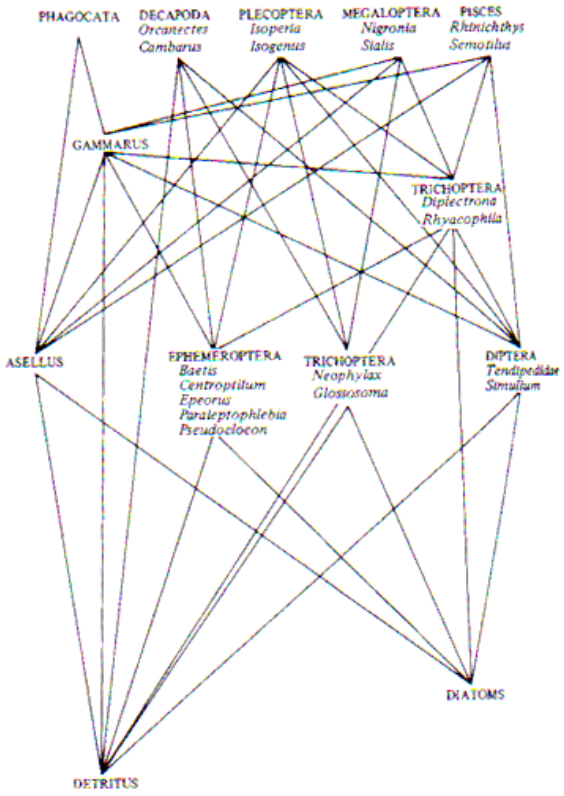


Slika 6.(a)ETS aktivnost zooplanktona, mikroplanktona, ličinki Chironomidae i površine sedimenta. (b) doprinos svake komponente (%) (preuzeto iz: Simčič, 2005)

2. OSNOVNI DIO

2.1. Odnos ishrane

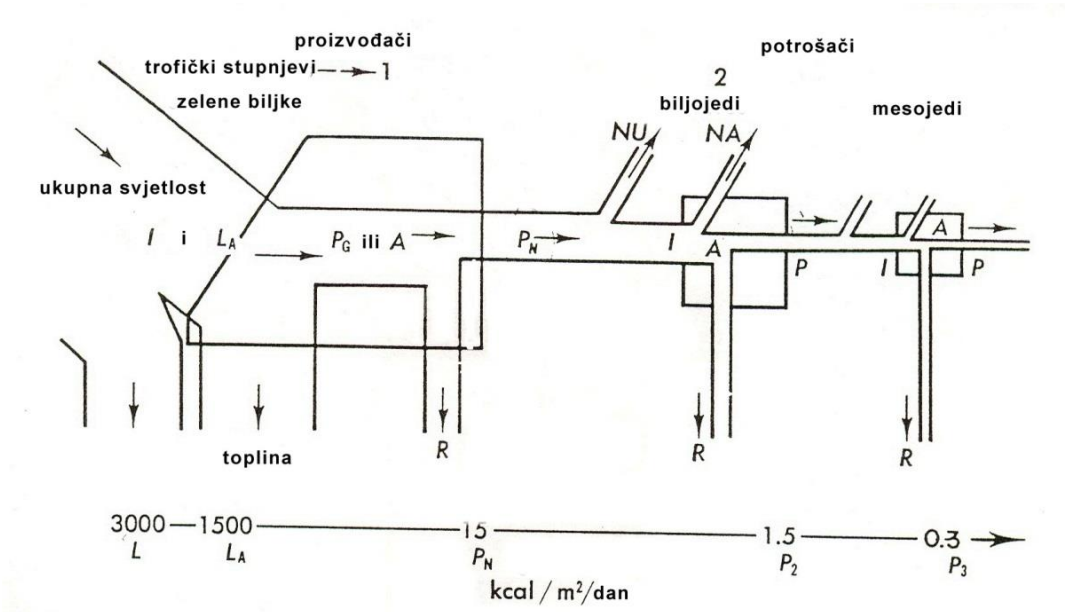
U rijekama se dominantnost primarnih producenata mijenja duž riječnog toka (Simić i Simić, 2012). U gornjim tokovima rijeke dominirajući primarni producenti su pretežito alge kremenjašice, crvene alge i cijanobakterije uz neke mahovine dok se u srednjim i donjim tokovima rijeka povećava udio zelenih algi (Simić i Simić, 2012). Fitoplanktonske alge i više biljke su također dominantni primarni producenti u jezerima i barama (Simić i Simić, 2012). Razlika između lanca ishrane u tekućicama ritronskog tipa i stajaćicama je mjesto života primarnih producenata (Simić i Simić, 2012). U tekućicama ritronskog tipa je plankton slabo razvijen pa većina lanaca ishrane polazi od primarnih producenata sa dna (Simić i Simić, 2012). Veliki broj lanaca ishrane u velikim potamonskim rijekama i jezerima počinje od planktonskih organizama te su obično duži i njihova trofička piramida je sastavljena iz više nivoa(Slika7) (Simić i Simić, 2012).



Slika7. Splet lanaca ishrane u tekućicama (preuzeto iz: Simić i Simić, 2012)

2.2. Produkcija i razgradnja organske tvari

Produkcija, odnosno asimilirana energija, na stupnju proizvođača se naziva bruto primarna produkcija (Slika 8) (Stanković, 1961). Ona označava stopu kojom je energija procesom fotosinteze akumulirana i vezana za novo stvorene organske tvari koje se koriste kao hranjivi materijal (Stanković, 1961). Ostale trofičke stupnjeve karakterizira sekundarna produkcija, to jest stopa skladištenja energije na razinama potrošača (Stanković, 1961). Ti procesi čine osnovu kruženja tvari te se često nazivaju i „metabolizmom“ (Simić i Simić, 2012). U tekućicama procesi metabolizma se odvijaju u horizontalnom pravcu od izvora prema ušću s različitim intenzitetom duž riječnog toka, za razliku od jezera gdje se procesi odvijaju u vertikalnom pravcu zbog vertikalne stratifikacije. Procesi kruženja tvari su najvećim dijelom prostorno odvojeni. Primjerice, u trofogenom sloju procesi razgradnje i produkcije se događaju istovremeno, a u trofolitičkom sloju se događa samo razgradnja (Simić i Simić, 2012). Produkti te razgradnje se jednim dijelom oslobađaju u slobodnoj vodi, a drugim dijelom akumuliraju u sedimentu (Simić i Simić, 2012).



Slika 8. Tok produkcije u ekosustavu (preuzeto iz: Odum, 1971)

I = ukupni unos svjetlosne energije, L_A= apsorbirana svjetlost, P_G=primarna produkcija, A=ukupna asimilacija, P_N=neto produkcija, P=sekundarna bruto produkcija potrošača, NU=neiskorištena energija, NA=neasimilirana energija od strane potrošača, R=gubitak pri disanju.

3.1. Zajednice kopnenih voda

Biljne i životinjske vrste vodenih ekosustava grupirane su u populacije i biocenoze čija struktura i dinamika ovise o specifičnim uvjetima vodenog ekosustava (Simić i Simić, 2012). U osnovi se izdvajaju sljedeće biocenoze: neuston koji označava organizme koji plutaju po vodi, plankton odnosno organizmi koji najvećim dijelom naseljavaju osvijetljeni dio pelagijala (epilimnion), bentos koji je područje karakteristično za organizme koji naseljavaju dno vodenih ekosustava ili obraštaju različite supstrate (perifiton) te nektron to jest, organizmi koji naseljavaju slobodnu vodu limniona i imaju sposobnost aktivnog plivanja (Simić i Simić, 2012).Sve navedene zajednice imaju potpunu trofičku strukturu te ih čine organizmi: proizvođači organske tvari – producenti (alge, cijanobakterije i sl.), potrošači organske tvari – konzumenti (životinje) i razlagači organske tvari – reducenti (bakterije, gljive) (Simić i Simić, 2012).

3.1.1.Neuston

Neuston je tipična zajednica za mirne dijelove rijeke i stajaće vodene ekosustave (Simić i Simić, 2012). Organizmi koji čine neuston imaju specifične adaptacije i mogu se podijeliti u organizme koji povremeno borave u zoni neustona i na organizmi koji cijelog svog životnog ciklusa obitavaju u zoni neustona (Simić i Simić, 2012).

3.1.2. Plankton

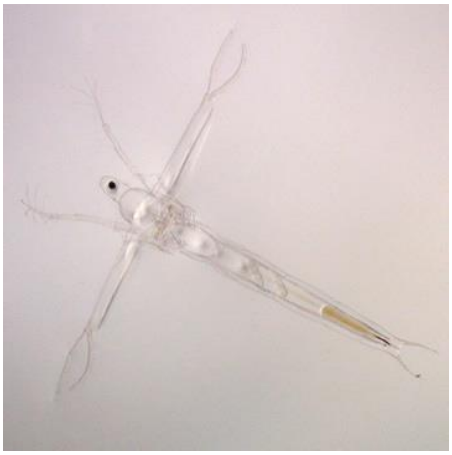
Pojam plankton označava izrazito sitne organizme koji naseljavaju slobodnu vodenu masu (pelagijal) gdje su izloženi utjecajem vodenih strujanja te je njihova sposobnost za aktivno dugotrajno kretanje veoma ograničena. Plankton je potpuna zajednica koja se sastoji od: producenata – različite grupe algi i cijanobakterija koje čine fitoplankton, konzumenata – različite životinjske grupe koje čine zooplankton i reducenta – bakterija i nekih vrsta gljiva koje čine bakterioplankton i mikoplankton (Simić i Simić, 2012).Sastav, brojnost i biomasa se mijenjaju u ovisnosti u abitiočkim(npr. temperatura, svjetlost, hranjive tvari) i biotičkim (npr. makrovegetacija gustoća zooplanktona, makrozoobentos) faktorima te se razlikuju u lotičkim i lentičkim ekosustavima (Simić i Simić, 2012). Za svaki planktonski oblik je karakterističan oblik i građa tijela koji olakšava lebdjenje u vodi, odnosno sprječava tonjenje (Simić i Simić, 2012). Morfološke adaptacije fitoplanktona, uz to što predstavljaju odgovor na promjene uvjeta, također nastaju zbog utjecaja predatora, to jest zooplanktona. Uglavnom je utjecaj filtratora na fitoplankton najveći kod manjih oblika ($V < 500\ nm^3$) (Simić i Simić, 2012).

Rotifera su karakteristični u planktonu te uglavnom čine dominantnu grupu zooplanktona u jezerima(Slika 9).



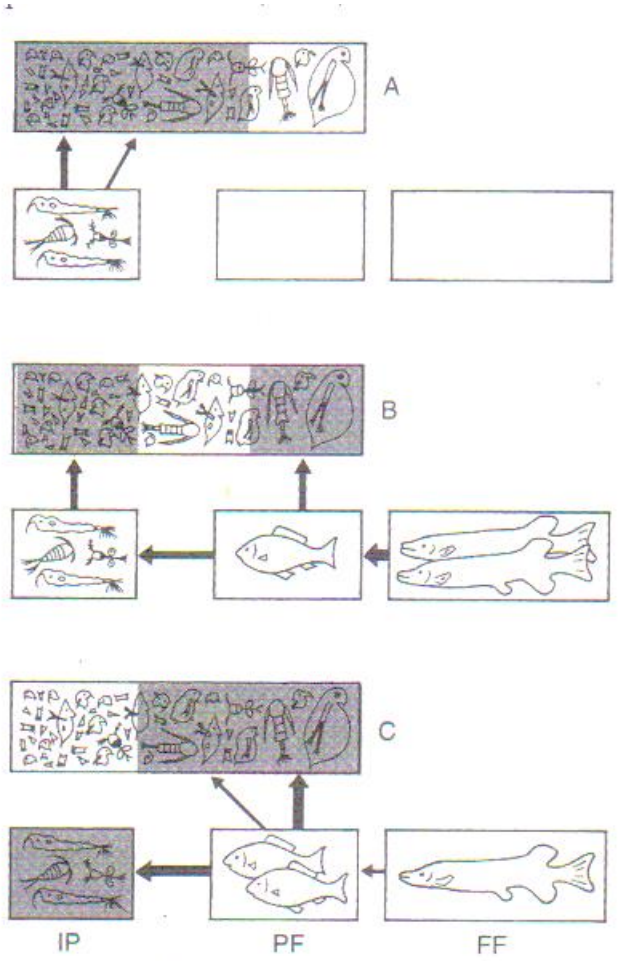
Slika 9.*Rotatoriasocialis*Scopoli (prilagođeno iz: web4)

Najveći broj vrsta Rotifera su omnivori koji se hrane bakterijama, algama i detritusnim česticama, dok su ostali predatori koji se hrane praživotinjama, kolnjacima i račićima. Skupina Cladocera se hrani fitriranjem hranjivih čestica koje su suspendirane u vodi te je samo jedna predatorska vrsta koja se hrani česticama detritusa i zooplanktonom(Slika 10)(Simić i Simić, 2012). Planktonske Copepoda su karnivorne i herbivorne. Uz navedene skupine zooplanktona, također se susreću vrste iz skupina Mollusca, Hydracarina, ličinke Diptera (Simić i Simić, 2012).



Slika 10. *Leptodorakindtii*Focke, primjer predatorske vrste u zooplanktonu (web5)

Predatori imaju veliki utjecaj na dinamiku i strukturu zooplanktona u jezerima. U njihovom odsustvu, dominiraju krupne predatorske vrste zooplanktona i planktivornih ličinki Diptera (*Chaoborus*sp.) koje se hrane sitnim predstavnicima zooplanktona(Simić i Simić, 2012).



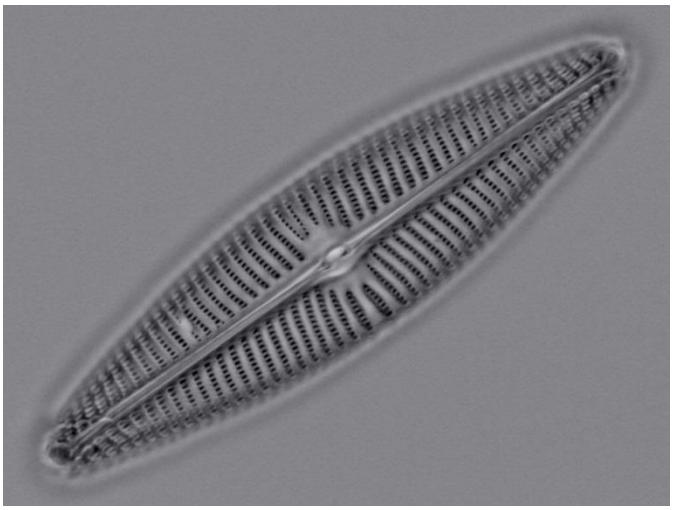
Slika11. Utjecaj predatora na dinamiku i strukturu zooplanktona u jezerima. (preuzeto iz: Simić i Simić, 2012)

Prilikom prisutnosti manjih populacija planktivnornih riba i predatorskih beskralježnjaka u zooplanktonu dominiraju organizmi srednjih veličina. Ako je broj planktivornih riba veći, dolazi do smanjenja brojnosti krupnih planktivorni beskralježnjaka tako da tada u zooplanktonu dominiraju organizmi vrlo malih dimenzija(Slika11)(Simić i Simić, 2012).

3.1.3. Bentos

Zajednice bentosa čine organizmi koji su tijeko svog cijelog životnog ciklusa ili većim dijelom vezani za dno ili perifiton. Uvjeti života u bentosu su puno raznovrsniji nego što je to slučaj sa slobodnom vodom što utječe na veliku raznovrsnost, složenost i dinamiku zajednica bentosa (Simić i Simić, 2012). Fitobentos kopnenih voda čine alge (mikroalge i makroalge) i više vodeno bilje (paprati, vaskularne biljke)(Simić i Simić, 2012). Bacillariophyta,

Cyanobacteria i Chlorophyta su dominirajuće mikroalge (Slika12)(Simić i Simić, 2012). Suprotno tomu, makroalge su vrste algi koje su vidljive golim okom s veličinama koje variraju od nekoliko milimetra do više od jednog metra. Naseljavaju različite podloge i pričvršćene su za različite supstrate.



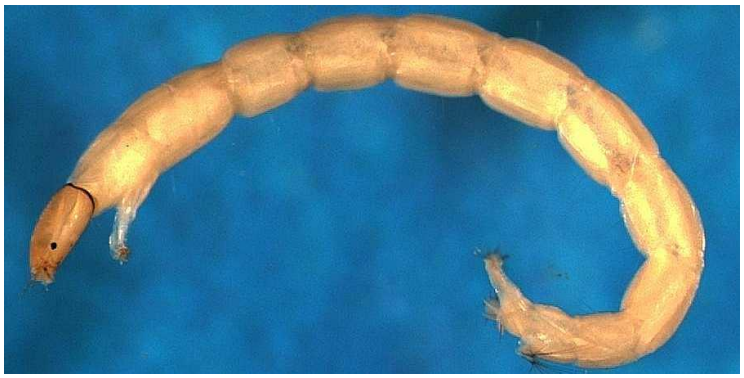
Slika 12.Mikroalga iz skupine Bacillariophyta: *Naviculas*p., L (web6)



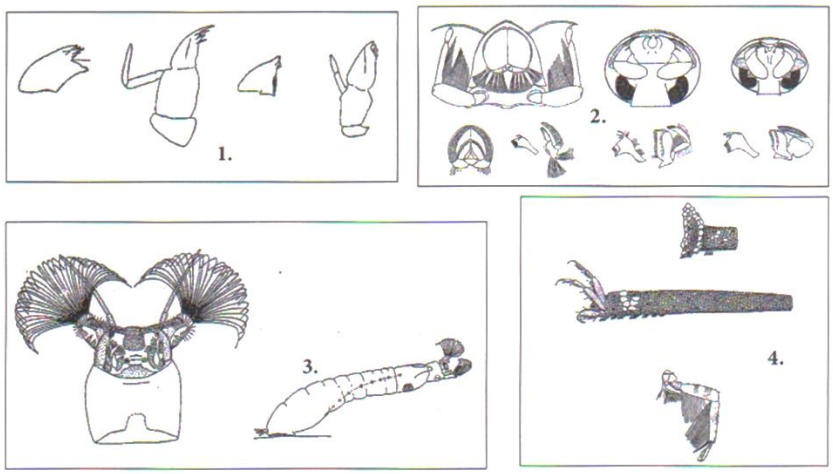
Slika 13. Makroalga iz skupine Charophyta: *Charavulgaris*L (web 7)

Alge u bentosu tekućih voda su značajni primarni producenti, ali također služe kao i pogodno skrovište za razvoj mnogih životinjskih organizama. Prisutan je velik broj makroalgi koje se razvijaju na različitim prirodnim supstratima (stijene, kamenje, pijesak i sl.) te mogu pokrivati do 70 – 80 % rijeke (Slika13)(Simić i Simić, 2012). Kvalitativan i kvantitativan sastav zajednica algi u jezeru, slično kao i u tekućicama, ovisi o ekološkim faktorima. Za bentos je karakteristična još jedna zajednica koja se naziva makrofite te označava makroskopske forme

vodene vegetacije što uključuje nekoliko vrsta mahovina, paprati ali i biljke iz skupine Angiospermae adaptirane na vodeno stanište (Simić i Simić, 2012).Ličinke porodice Chironomidae su često najdominantnija skupina fitofilnih zajednica i imaju složene trofičke interakcije s drugim organizmima i mogu mijenjati izvor hrane koje konzumiraju, ali sestonske komponente (klorokokalne alge, detritus, dijatomeje, filamentoznecijanobakterije) dominiraju u ishrani (Dvoŕák, 1996; Čerba i sur., 2011).Zoobentos kopnenih voda je veoma složen i raznovrstan te se prema veličini organizama dijeli na: mikrozoobentos (veličina im se mjeri u μm), meiobentos (manje od 0,5 mm) i makrozoobentos (veći od 0,5 mm). Najveća raznovrsnost je u litoralnoj zoni jezera te u srednjim i donjim tokovima rijeka (Simić i Simić, 2012). Gustoća populacija iz skupine Protozoa je najveća u sedimentu zbog dovoljne količine hrane i povoljnih abiotičkih čimbenika. Hrane se bakterijama koje vrše razgradnju organskih tvari.Turbellaria su u kopnenim vodama predstavljene sa većim brojem vrsta koje su predatori(Simić i Simić, 2012). Nematoda su značajna skupina u fauni dna jer postoje veliki broj vrsta čija je ishrana različita; herbivori, karnivori i detrivori (Simić i Simić, 2012). Bryozoa su bentoske zadružne životinje te većina živi pričvršćena na čvrstu podlogu dok nekolicina tvori pokretne zadruge (Habdija i sur., 2011). Mollusca je izrazito brojna i raznovrsna skupina u bentosu od Bivalvia koji se hrane fitriranjem vode do Gastropoda koji se hrane raznovrsnijom hranom, perifitonom, detritusom, organskim biljnim i životinjskim ostacima (Simić i Simić, 2012). U različitim tipovima sedimenta se nalaze i brojne populacije Oligochaeta. Također su prisutne i parazitne vrste kao Hirudinea odnosno, ektoparaziti koji se prvenstveno hrane krvlju kralježnjaka, dok se određen broj hrani i drugim beskralježnjacima, ličinkama i/ili ikrom (Simić i Simić, 2012). U bentosu je također brojna skupina Ostracoda koji se hrane filtracijom koristeći za hranu bakterije, detritus i druge mikroorganizme.Mysidacea se hrane česticama detritusa, fitoplanktonom i zooplanktonom. Isopoda su rakovi koji se hrane grubim detritusom, to jest krupnim ostacima biljaka dok se amfipodni rakovi hrane raznovrsnom hranom, supstratima koji sadrže bakterije, alge, gljive i komadićima organskog detritusa. Decapoda se hrane suhim lišćem, grančicama te ostalim biljnim i životinjskim ostacima. Hydracarina imaju ulogu u razgradnji finog biljnog detritusa. Aranea su pričvršćeni paučinom za stabljike vodenog bilja. Predstavnici različitih taksonomskih skupina kukaca naseljavaju različita staništa i imaju karakteristične načine ishrane (Simić i Simić, 2012). Generalno razlikujemo : herbivore, karnivore, detrivore i omnivore. Uz to što koriste različitu hranu, također koriste različite načine kojima dolaze do hrane: kidači, skupljači, strugači, predatori (Slika 14) (Simić i Simić, 2012).



Slika 14. Ličinka Chironomidae – omnivor(web8)



Slika 15. Prilagodbe slatkovodnih kukaca:1 usni aparat kod vrsta koje se hrane kidanjem i struganjem, 2.filtracija hranjivih čestica kroz usni aparat za struganje (*Oligoneuriella*sp., *Ecdyonurus*sp.), 3.usni aparat za sakupljanje lebdećih čestica u vodi (porodica Simulidae),4.sakupljanje čestica preko prednjih ekstremiteta (*Oligoplectrummaculatum*) (preuzeto iz: Simić i Simić, 2012)



Slika 16. Predstavnici u zoni litorala : 1.*Hydra*sp. 2. *Daphnia*sp. 3. *Gammarus*sp (web 9, web 10, web 11)

3.1.4. Nekton

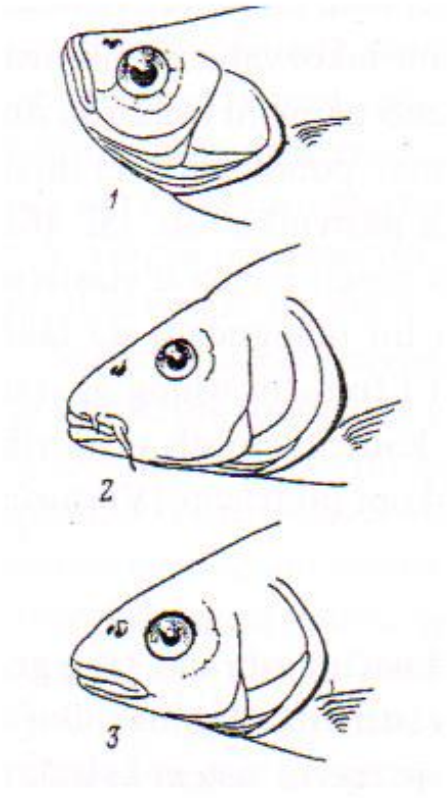
Nekton označava organizme koji se aktivno kreću kroz vodenu masu. Dominantni predstavnici nektona u rijekama i jezerima su različite vrste riba, aktivno plivajuće ličinke, vodozemci i gmazovi(Slika 17) (Simić i Simić, 2012).



Slika 17. Predstavnici nektona: 1. *Cyprinuscarpio*, 2. *Esoxlucius*(web 12, web 13)

3.2. Ishrana riba

Proces ishrane riba možemo opisati kao životni proces kojim se osigurava potrebna energija za održavanje svih životnih funkcija te prema vrsti hrane koju ribe konzumiraju dijelimo ih na herbivore, karnivore i omnivore. Ribe koje nisu grabežljivice su herbivori, omnivori, planktivori, bentivori i insektivori (Simić i Simić, 2012). Herbivori, kao što je bijeli amur (*Stenopharyngodonidella*) se hrane vaskularnim biljkama, dok omnivorne ribe (npr. *Cyprinuscarpio*) koriste biljnu i životinjsku hranu (Simić i Simić, 2012). Planktivori u ishrani koriste fitoplankton ili zooplankton. Bentivorise hrane organizmima koji žive uz sediment, dok mnoge insektivorne vrste riba najviše hvataju kukce s površine vode (Simić i Simić, 2012). Ribe grabežljivice mogu loviti ribe veće od jedne trećine njihova tijela; šaran (*Esoxlucius*), som (*Silurusglanis)*, ali i ribe koje su manje od jedne trećine njihova tijela; smuđ (*Sanderlucioperca*). Ribe dolaze do hrane na manje ili više specifičan način te postoji niz prilagodbi organa pomoću kojih one lakše dolaze do hrane :bočna pruga, škrge, oči te specifična građa čeljusti i položaj usta (Slika18)(Simić i Simić, 2012).



Slika 18. Položaj usta kod riba: 1.gornja usta, 2.donja usta, 3.terminalna usta. (preuzeto iz: Simić i Simić, 2012)

Grabežljive ribe imaju velika usta sa oštrim zubima za hvatanje i komadanje plijena, aherbivorne ribe imaju nazubljenu donju čeljust što im omogućava kidanje dijelova biljaka. Ribe koje se hrane faunom dna nemaju zube u ustima koja su smještena s donje strane glave već u ždrijelu imaju zubiće. Planktivorne ribe imaju duže i gušće izraštaje na škržnim lukovima koji omogućavaju zaustavljanje planktonskih organizma priliko fitracije vode kroz usnu šupljinu te imaju tzv. gornja usta(Simić i Simić, 2012). Potrebe za hranom kod riba variraju s obzirom na starost, fiziologiju, mrijest, doba dana i godišnje doba. Većina mlađih riba se hrani planktonskim organizmima, a tek kasnije u potpunosti prelaze na drugu vrstu hrane. Prilikom promjene godišnjih doba se mijenja količina dostupne hrane čime dolazi do promjene vrste hrane koju će riba konzumirati; primjerice neke će se ribe tokom ljeta hraniti planktonom, a tijekom zime faunom dna (Simić i Simić, 2012). Čest je slučaj da jedinke iste vrste stupaju u kompeticijske odnose kada je u pitanju hrana. Kompeticija je najčešća i najizraženija kod monofagnih i stenofagnih vrsta, odnosno vrste riba koje koriste jednu ili mali broj različitih vrsta hrane(Simić i Simić, 2012). Među različitim vrstama riba dolazi do kompeticije ako se hrane istom hranom. Primjerice, mlade jedinke grgeča se hrane ličinkama

trzalaca kojima se također hrani deverika, šaran i druge. Kod grabežljivih vrsta dolazi do kanibalizma radi reguliranja brojnosti populacije (Simić i Simić, 2012).

3. ZAKLJUČAK

Slatkovodni ekosustavi su karakteristični po interakcijama između organizama koji cijelog svog životnog ciklusa ili samo određeni dio svog životnog ciklusa obitavaju u vodi te su upravo radi toga razvili brojne prilagodbe. Hranidbene mreže prikazuju složene odnose ishrane između pojedinih organizama. Hranidbene mreže karakterizira protok energije koja prolazi kroz svaki trofički stupanj te se na svakom stupnju akumulira, oslobađa u obliku topline i napušta odgovarajući trofički stupanj kao degradirana tvar. Osnovna komponenta hranidbene mreže je hranidbeni lanac koji se sastoji od primarnih producenata, primarnih potrošača, sekundarnih potrošača i razlagača, funkcionalne skupine slatkovodnih organizama koji čine hidrobiocenoze: neuston, plankton, bentos i nekton. U navedenim biocenozama vladaju intraspecijski i interspecijski odnosi koji imaju direktan i indirektan utjecaj na ostale zajednice, a trofička povezanost i predatorski pritisak imaju ključnu ulogu.

4. LITERATURA

1.Čerba Dubravka, Mihaljević Zlatko, Vidaković Jasna (2011). Colonisation trends, community and trophic structure of chironomid larvae (Chironomidae: Diptera) in a temporal phytophylous assemblage, Hydrobiologia 179.3: 203-214

2.Dvoŕák Jan (1996). An example of relationship between macrophytes, macroinvertebrates and their food resources in a shallow eutrophic lake, Hydrobiologia 339: 27-36

3.Habdija i sur. (2011). Protista, Protozoa, Metazoa, Invertebrata – strukture i funkcije

4. Kerovec M. (1988). Ekologija kopnenih voda. Mala ekološka biblioteka. Hrvatsko ekološko društvo. Zagreb

5.Odum E.P. (1971) Fundamentals of ecology, 3rd editionbyW.B.Saunders Company

6.Ricklefs R.E., G.L.Miller (2000) Ecology 4th editionbyW.H.Freemanand Company

7.Simčič Tatjana (2005). The role of plankton, zoobenthos, and sediment in organic matter degradation in oligotrophic and eutrophic mountain lakes. Hydrobiologia 532 : 69 – 79

8.Simić Snežana B., Simić Vladica M. (2012). Ekologija kopnenih voda (Hidrobiologija I)

9.Stanković S. (1961) Ekologija životinja. Zavod za izdavanje udžbenika, Beograd 420.

10.Watson W. Gregg, Fred L.Rose (1985) Influences of aquatic macrophytes on invertebrate community structure, guild structure, and microdistribution in streams. Hydrobiologia 128 : 45 – 56

Web izvori

1. https://intoruins.files.wordpress.com/2012/03/2012-march-river-diagram.jpg - datum preuzimanja: 3.8.2016
2. http://msue.anr.msu.edu/news/inland_lake_habitats_critical_to_maintaining_healthy_lake_ecosystems - datum preuzimanja: 10.8.2016
3. http://www.plingfactory.de/Science/Atlas/KennkartenTiere/Rotifers/01RotEng/source/Rotaria%20socialis.html– datum preuzimanja: 5.8. 2016
4. http://cfb.unh.edu/cfbkey/html/Organisms/CCladocera/FLeptodoridae/GLeptodora/Leptodora_kindti/leptodorakindti.html - datum preuzimanja:5. 8. 2016
5. http://micro.sakura.ne.jp/bod/hrs_1.htm - datum preuzimanja: 2.8.2016
6. http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Chara+vulgaris– datum preuzimanja: 2.8.2016
7. http://deq.nc.gov/about/divisions/water-resources/water-resources-data/water-sciences-home-page/biological-assessment-branch/taxonomic-manuals - datum preuzimanja: 2.8.2016
8. http://nathistoc.bio.uci.edu/Cnidaria/HydraV.htm– datum preuzimanja: 3.8.2016
9. http://www.microscopy-uk.org.uk/micropolitan/fresh/flea/ - datum preuzimanja: 3.8. 2016
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Amphipoda- datum preuzimanja: 3.8.2016
11. https://experts.umn.edu/en/publications/food-chains-in-freshwaters(c421c0db-b27a-4d9d-9b0a-39811f550173).html – datum preuzimanja: 9.8.2016
12. https://sites.google.com/site/ribolovribanadvenoge/Ribolov/saran - datum preuzimanja: 18.9.2016
13. http://sportskiribolov.hr/slatke-vode/savjeti/ribolov-stuke-zivim-mamcima/ - datum preuzimanja: 18.9.2016