

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Miloš D. Ćirić

Uticaj različitih tipova dodatne hrane u
poluintenzivnoj proizvodnji mlađi
šarana (*Cyprinus carpio*)
na strukturu i dinamiku ribnjačkog
ekosistema

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Miloš D. Ćirić

The effect of different supplemental feed
types in semi-intensive production
of common carp fry (*Cyprinus carpio*)
on the structure and dynamics of pond
ecosystem

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

KOMISIJA ZA ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

MENTOR:

Dr Zoran Marković, redovni profesor
Poljoprivredni fakultet
Univerzitet u Beogradu

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Nada Lakić, redovni profesor
Poljoprivredni fakultet
Univerzitet u Beogradu

Dr Vesna Poleksić, redovni profesor
Poljoprivredni fakultet
Univerzitet u Beogradu

Dr Gordana Subakov-Simić, docent
Biološki fakultet
Univerzitet u Beogradu

Dr Zorka Dulić, docent
Poljoprivredni fakultet
Univerzitet u Beogradu

Datum odbrane: _____

Doktorska disertacija je realizovana na Katedri za odgajivanje i reprodukciju domaćih i gajenih životinja Instituta za zootehniku Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu u okviru projekta "Unapređenje poluintenzivne proizvodnje šarana (*Cyprinus carpio*) u održivoj akvakulturi" (EB: TP-20047) Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i FP7 projekta "ROSA - Reinforcement of sustainable aquaculture", a pod rukovodstvom mentora prof. dr Zorana Markovića.

Posebno želim da se zahvalim prof dr. Zoranu Markoviću kao mentoru i rukovodiocu projekata na prilici koju mi je pružio za usavršavanje na polju naučnog istraživanja, kao i na poverenju, korisnim savetima i saradnji pri izradi ovog rada.

Veliko poštovanje i zahvalnost dugujem prof. dr Nadi Lakić na snažnoj podršci i na tome što je svoje izuzetno statističko znanje i naučno iskustvo tako nesebično i strpljivo podelila sa mnom.

Dr Gordani Subakov-Simić se zahvaljujem na korisnim savetima i velikoj pomoći i razumevanju bez kojih ne bih uspeo da ovladam analizom fitoplanktona.

Svoju veliku zahvalnost dugujem dr Zorki Dulić na pomoći pri određivanju zooplanktona i spremnosti na konstruktivnu diskusiju o mnogim naučnim pitanjima.

Posebno se zahvaljujem prof. dr Vesni Poleksić na pažljivom čitanju teksta i korisnim sugestijama koje su značajno unapredile kvalitet ovog rada.

Koristim priliku da se zahvalim dr Ivani Živić i Katarini Bjelanović na pomoći prilikom analize makrozoobentosa i Zoranu Bjelanoviću na pomoći u realizaciji uzorkovanja.

Posebno se zahvaljujem upravi ribnjaka "Kapetanski rit" - direktoru Krumu Anastasovu i vlasniku ribnjaka Zoranu Rajaku, bez čije dozvole i razumevanja ne bi bilo moguće realizovati istraživanje i mr Stanku Čičovačkom na savesnom vođenju eksperimenta.

Renati Relić, Božidaru Raškoviću, Ljubici Todorić, Milanu Spasiću, Daliboru Vukojeviću, Dejanu Boškoviću, Marku Stankoviću, Zorici Radović i Zoranu Jovanoviću se zahvaljujem na dobroj saradnji i pomoći prilikom uzorkovanja.

Želim da se zahvalim dr Milki Vidović, direktorki Centra za ekologiju i tehnoeonomiku NU IHTM na podršci i razumevanju tokom pisanja doktorata, kao i kolegama sa Katedre za algologiju, mikologiju i lihenologiju Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu na prijateljskom odnosu i pomoći u statističkoj obradi podataka primenom programa Canoco for Windows 4.5.

Dugujem veliku zahvalnost dr Jeleni Kolarević na velikoj podršci i korisnim sugestijama prilikom pisanja naučnog rada.

Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima na koje sam uvek mogao da se oslonim i bratu uz čiju sam dobrotu i odnos prema radu sazrevao. Na kraju, najveću zahvalnost dugujem svojoj supruzi uz čije razumevanje i ljubav nijedan poduhvat nije suviše težak.

UTICAJ RAZLIČITIH TIPOVA DODATNE HRANE U POLUINTENZIVNOJ PROIZVODNJI MLAĐI ŠARANA (*CYPRINUS CARPIO*) NA STRUKTURU I DINAMIKU RIBNJAČKOG EKOSISTEMA

REZIME

Dobro poznavanje kompleksnih ekoloških odnosa u toplovodnim ribnjacima važan je preduslov uspešne šaranske proizvodnje u poluintenzivnom sistemu uzgoja. Poslednjih godina dolazi do intenziviranja proizvodnje šarana u Jugoistočnoj Evropi (Srbiji, Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj, Bugarskoj i Rumuniji) kroz sve širu upotrebu koncentrovane hrane, peletirane i ekstrudirane, umesto žitarica. Intenziviranje proizvodnje ovih riba nosi sa sobom promene u strukturi i dinamici ribnjačkog ekosistema.

U periodu od juna do oktobra u devet ribnjačkih objekata na ribnjaku "Kapetanski rit" na severu Srbije ispitan je uticaj tri različita tipa dodatne hrane za dvogodišnju šaransku mlađ na fizičke i hemijske osobine vode, strukturu fitoplanktonske, zooplanktonske i bentosne zajednice ribnjaka i rast šarana. U istraživanju su korišćena tri tipa dodatne hrane: kombinacija žitarica u zrnju (kukuruz, pšenica i ječam), komercijalna peletirana i komercijalna ekstrudirana hrana sa 25% proteina i 7% masti. Pored toga, analizirana je priroda i jačina međuzavisnosti različitih komponenata ribnjačkog ekosistema primenom analize redundantnosti (RDA).

Tip dodatne hrane nije statistički značajno uticao na pokazatelje kvaliteta vode, izuzev na tvrdoću vode, ali je značajno uticao na brojnost cijanobakterija, zooplanktona, bentosnih organizama i rast šaranske mlađi. Tako su jezera sa različitim tipom dodatne hrane bila ujednačena u pogledu kvalitativnog sastava fitoplanktonske i zooplanktonske zajednice, dok su se značajna odstupanja javila u kvantitativnom sastavu planktona. Cijanobakterije su bile dominantna grupa fitoplanktonskih organizama u svim jezerima, ali je u proseku njihova brojnost bila najmanja u grupi jezera u kojima je riba hranjena peletiranom hranom. Takođe, prosečna brojnost Cladocera i Copepoda je u jezerima sa peletiranom hranom bila značajno veća u odnosu na jezera sa žitaricama i ekstrudiranom hranom, a brojnost makrozoobentosa je bila veća u odnosu na jezera sa žitaricama. Rast dvogodišnje šaranske mlađi je bio značajno manji u objektima u kojima

je korišćena kombinacija žitarica u odnosu na zimovnike sa dodatkom peletirane i ekstrudirane hrane između kojih nije bilo značajnih razlika.

Rezultati analize redundantnosti (RDA) su pokazali da je na kvalitet vode (fizičke i hemijske osobine) i rast šaranske mlađi više uticalo prisustvo planktonskih organizama i makrozoobentosa nego obrnuto. Pored toga, ovo istraživanje je pokazalo da je prisustvo prirodne hrane (zooplanktona i makrozoobentosa) u sistemu sa srednjom gustinom nasada šarana značajno veće u onim ribnjacima u kojima je riba hranjena peletiranom dodatnom hranom.

Konačno, upotreba proteinske (peletirane i ekstrudirane) dodatne hrane u uzgoju dvogodišnje šaranske mlađi sa stopom hranjenja od 2% i srednjom gustinom nasada ribe nije dovela do značajnog povećanja rastvorenog amonijaka i opterećenja organskom materijom u vodi zimovnika u odnosu na zimovnike u kojima je korišćena niskoproteinska hrana u obliku žitarica. Pored toga, može se reći da korišćenje peletirane proteinske hrane u poluintenzivnoj proizvodnji šaranske mlađi može da pomogne uzgajivačima da osim boljeg rasta ribe, održe i prirodni potencijal ribnjaka za buduću proizvodnju.

KLJUČNE REČI: šaran, poluintenzivan sistem proizvodnje, ribnjački ekosistem, peletirana hrana, ekstrudirana hrana, fitoplankton, zooplankton, makrozoobentos

NAUČNA OBLAST: Zootehnika

UŽA NAUČNA OBLAST: Primenjena zoologija i ribarstvo

UDK BROJ: 639.31.043 (043.3)

THE EFFECT OF DIFFERENT SUPPLEMENTAL FEED TYPES IN SEMI-INTENSIVE PRODUCTION OF COMMON CARP FRY (*CYPRINUS CARPIO*) ON THE STRUCTURE AND DYNAMICS OF POND ECOSYSTEM

ABSTRACT

Good understanding of complex ecological relationship in carp ponds is an important prerequisite for successful common carp production in semi-intensive system. In recent years it has come to an intensification of carp production in South-East Europe (Serbia, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Bulgaria and Romania) through the wider use of industrially compounded feeds, pelleted and extruded, instead cereals. Intensification of production of these fish carries with it changes in the structure and dynamics of the pond ecosystem.

The study was conducted from June to October 2009 in nine earthen fishponds at the carp farm "Kapetanski rit" in the north of Serbia. The influence of three different supplemental feed types for the two-year carp fry on the physical and chemical properties of water, structure of phytoplankton, zooplankton and benthic pond communities and carp growth was examined. Three types of supplemental feed were used: a combination of cereal grains (corn, wheat and barley), commercial pelleted and commercial extruded feed with 25% of proteins and 7% of fat. In addition using the redundancy analysis (RDA), the nature and strength of the interdependence of various components of pond ecosystems was analysed.

The type of supplemental feed did not significantly affect the quality of water, except the hardness of water, but had a significantly effect on the abundance of cyanobacteria, zooplankton, benthic organism and the growth of carp fry. Thus ponds with different type of supplemental feed seemed more uniform in terms of the qualitative composition of the phytoplankton and zooplankton communities, while significant discrepancies occurred in the quantitative composition of these communities. Cyanobacteria were the dominant group of phytoplankton organisms in all ponds, but on average their numbers were the lowest in the group of ponds in which pelleted feed was used. Also, the average number of Cladocera and Copepoda in the ponds with pelleted feed was significantly higher than in ponds in which cereals and extruded feed

were used, and abundance of benthic macroinvertebrates was higher than in ponds in which cereals were used. Growth of two-year common carp fry was significantly lower in ponds in with a combination of grains used in relation to the ponds with the addition of pelleted and extruded feed between which there were no significant differences.

The results of redundancy analysis (RDA) showed that water quality (physical and chemical properties) and growth of carp fry were more influenced by presence of plankton and benthic macroinvertebrates than vice versa. In addition, this study showed that the availability of natural food (zooplankton and benthic macroinvertebrates) in the system with medium common carp density was higher in those ponds in which fish were fed with pelleted supplemental feed.

Finally, the use of protein rich supplemental diets (pelleted and extruded feed) in two-year carp fry rearing with the feeding rate of 2% and a medium carp density did not result in a significant increase in dissolved ammonia and organic loading in the water compared to the low-protein feed in the form of grains. In addition, it can be said that the use of pelleted protein feed in semi-intensive system can help farmers to achieve better growth of carp fry and maintain natural potential of ponds necessary for the future production cycles.

KEYWORDS: common carp, semi-intensive system, pond ecosystem, pelleted feed, extruded feed, phytoplankton, zooplankton, benthic macroinvertebrates

SCIENTIFIC FIELD: Zootechnique

SPECIAL TOPIC: Applied Zoology and Fishery

UDC NUMBER: 639.31.043 (043.3)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Status akvakulture u svetu	2
1.2. Proizvodnja šarana u svetu	3
1.3. Značaj i proizvodnja riblje hrane u svetu	6
1.4. Savremeni procesi proizvodnje riblje hrane	7
1.5. Status akvakulture i uzgoja šarana u Srbiji.....	8
1.6. Struktura i dinamika ribnjačkog ekosistema	11
1.7. Značaj fitoplanktona u šaranskim ribnjacima.....	13
1.8. Značaj zooplanktona i faune dna u toplivodnim ribnjacima i njihova uloga u ishrani šarana.....	14
1.9. Značaj abiotičkih faktora za život riba u ribnjačkom ekosistemu	16
1.10. Uticaj dodatne hrane na abiotičke i biotičke činioce u šaranskim ribnjacima.....	21
1.11. Istraživanja ekologije šaranskih ribnjaka u Srbiji.....	24
2. CILJEVI I HIPOTEZE	29
3. MATERIJAL I METODE	31
3.1. Opis lokaliteta.....	31
3.2. Opis i priprema eksperimentalnih objekata sa tehnologijom uzgoja.....	32
3.3. Hrana i način hranjenja.....	34
3.4. Dinamika uzorkovanja i analiza fizičkih, hemijskih i bioloških osobina vode	35
3.4.1. Metode uzorkovanja i analize fizičkih i hemijskih osobina vode	36
3.4.2. Metode uzorkovanja i analize fitoplanktona	37
3.4.2.1. Indeks saprobnosti	38
3.4.3. Metode uzorkovanja i analize zooplanktona	38
3.4.4. Metode uzorkovanja i analize makrozoobentosa.....	39
3.4.5. Metode uzorkovanja i analize riba.....	40
3.5. Metode statističke analize.....	41
4. REZULTATI	43
4.1. Fizičke i hemijske osobine vode.....	43
4.1.1. Temperatura vode	43
4.1.2. Providnost vode	44
4.1.3. Tvrdoća vode	45
4.1.4. Elektroprovodljivost vode	45
4.1.5. pH vode	46
4.1.6. Utrošak kalijum - permanganata.....	47
4.1.7. Rastvoreni kiseonik	48
4.1.8. Amonijačni azot.....	49
4.1.9. Rastvoreni reaktivni fosfor	50
4.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav fitoplanktona.....	52
4.2.1. Kvalitativna analiza fitoplanktona.....	52
4.2.2. Kvantitativna analiza fitoplanktona.....	62
4.2.2.1. Dinamika brojnosti i biomase organizama fitoplanktona u zimovnicima sa dodatkom žitarica.....	64

4.2.2.2.	Dinamika brojnosti i biomase organizama fitoplanktona u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane	75
4.2.2.3.	Dinamika brojnosti i biomase organizama fitoplanktona u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane	85
4.2.3.	Pojava i karakteristike vrste <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> u zimovnicima "Kapetanskog rita"	95
4.2.4.	Hlorofil a	97
4.2.5.	Kvalitet vode na osnovu fitoplanktonskih organizama kao bioindikatora	98
4.3.	Kvalitativni i kvantitativni sastav zooplanktona	99
4.3.1.	Kvalitativna analiza zooplanktona.....	99
4.3.2.	Kvantitativna analiza zooplanktona.....	106
4.3.2.1.	Dinamika brojnosti i biomase organizama zooplanktona u zimovnicima sa dodatkom žitarica.....	109
4.3.2.2.	Dinamika brojnosti i biomase organizama zooplanktona u jezerima sa dodatkom peletirane hrane	120
4.3.2.3.	Dinamika brojnosti i biomase organizama zooplanktona u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane	131
4.4.	Kvantitativni sastav faune dna.....	141
4.4.1.	Dinamika brojnosti i biomase organizama faune dna u zimovnicima sa dodatkom žitarica	143
4.4.2.	Dinamika brojnosti i biomase organizama faune dna u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane	152
4.4.3.	Dinamika brojnosti i biomase organizama faune dna u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane	161
4.5.	Dinamika rasta riba.....	169
4.5.1.	Dinamika rasta riba u zimovnicima sa žitaricama kao dodatnom hranom	169
4.5.2.	Dinamika rasta riba u zimovnicima sa peletiranom dodatnom hranom.....	170
4.5.3.	Dinamika rasta riba u zimovnicima sa ekstrudiranom dodatnom hranom..	171
4.6.	Analiza kovarijanse ispitivanih parametara.....	173
4.6.1.	Rezultati analize kovarijanse za fizičke i hemijske osobine vode i sadržaj hlorofila a	175
4.6.2.	Rezultati analize kovarijanse za abundancu organizama akvatične biocenoze.....	180
4.6.3.	Rezultati analize kovarijanse za procentualni dnevni prirast i prosečnu individualnu masu šarana	184
4.7.	Ispitivanje međuzavisnosti različitih komponenata ribnjačkog ekosistema uz pomoć analize redundantnosti (RDA)	187
4.7.1.	Fizičke i hemijske osobine vode objašnjene abundancom planktona i makrozoobentosa.....	188
4.7.2.	Rast ribe objašnjen gustom planktona i organizama makrozoobentosa..	191
5.	DISKUSIJA	194
5.1.	Fizičke i hemijske osobine vode.....	194

5.2. Kvalitativna analiza fitoplanktona.....	198
5.2.1. Pojava i karakteristike vrste <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> u zimovnicima "Kapetanskog rita"	200
5.2.2. Kvantitativna analiza fitoplanktona	203
5.3. Kvalitativna analiza zooplanktona.....	209
5.3.1. Kvantitativna analiza zooplanktona	211
5.4. Kvantitativna analiza faune dna	217
5.5. Rast ribe	220
5.6. Usporedna analiza fizičkih, hemijskih i bioloških osobina ribnjačke vode zimovnika sa različitim tipom dodatne hrane i u različito vreme sezone uzgoja..	221
5.7. Analiza međuzavisnosti različitih komponenata ribnjačkog ekosistema	226
6. ZAKLJUČCI.....	229
7. LITERATURA	232
8. PRILOG	247

1. UVOD

Poluintenzivna proizvodnja šarana je dominantan sistem gajenja šarana ne samo u svetu, nego i u Srbiji (Marković, 2010). U ovom sistemu, pored korišćenja potencijala samog ribnjačkog ekosistema (prirodne hrane), deo proizvodnje se zasniva i na primeni određene količine dodatne hrane. Pored žitarica poslednjih godina dolazi do intenziviranja proizvodnje kroz sve širu upotrebu koncentrovane hrane, peletirane i ekstrudirane, čime je po uzoru na pastrmsko ribarstvo otvoren prostor za višestruko uvećanje prinosa.

Ipak, u ovakvom polukontrolisanom sistemu uzgoja prinos ne zavisi isključivo od tipa i kvaliteta dodatne hrane, gustine i kvaliteta nasada, već umnogome i od samih osobina ribnjačkog ekosistema. Kako se većina šaranske proizvodnje odvija u zemljanim objektima koji se za potrebe proizvodnje pune i povremeno dopunjavaju vodom iz različitih izvora, to se ribnjaci mogu smatrati poluautonomnim ekosistemima koji imaju svoju specifičnu strukturu i dinamiku.

Današnja praksa ovako intenzivirane proizvodnje ribe ima značajan uticaj na strukturu i dinamiku ribnjačkog ekosistema (Potužak *et al.*, 2007). Veliko opterećenje nutrijentima (jedinjenjima azota i fosfora), naročito izraženo korišćenjem đubriva sa ciljem podizanja produktivnosti prirodne hrane ribnjaka dovode sve češće do povećanog nivoa eutrofikacije, a u najgorem slučaju do konačne hipertrofije ekosistema. Osnovni simptomi ovako narušenog kvaliteta vode ogledaju se u masovnom razvoju fitoplanktona, letnjem cvetanju cijanobakterija i velikim fluktuacijama pH i rastvorenog kiseonika u vodi (Pillay, 2004).

U poluintenzivnom sistemu dodatna hrana, pored osnovne funkcije u direktnoj ishrani riba, predstavlja izvor nutrijenata koji uvećavaju produkciju prirodne hrane šarana (Rahman *et al.*, 2006). U ribnjačkoj proizvodnji se može desiti da značajan deo dodatne hrane ostane neiskorišćen u vidu nepojedene hrane i fecesa (Boyd, 1982). Koncentrovana hrana sadrži brzorazgradljive molekule koji raspadanjem povećavaju količinu biološki dostupnih jedinjenja azota i fosfora i količinu ugljen-dioksida u ribnjaku istovremeno smanjujući koncentraciju rastvorenog kiseonika i pH. Povećanje količine nutrijenata i ugljen-dioksida ima za posledicu povećanje primarne produkcije, a sa njom i sekundarne tj. produkcije prirodne hrane šarana. Na ovaj način dodatna hrana

ostvaruje indirektan uticaj na prirast ribe, sličan onom koji se ostvaruje đubrenjem. Samo za razliku od đubrenja kojim se odjednom ubacuje velika količina nutrijenata u vodu (što za vreme letnjih meseci može dovesti do razvoja vodenog cveta i smanjenja koncentracije kiseonika u vodi) primenom dodatne hrane dolazi do kontinuiranog oslobađanja nutrijenata u vodeni stub.

Poslednjih godina sve više je naučnih publikacija koje imaju za cilj ispitivanje uticaja nasada različitih šaranskih vrsta i dodatne hrane na strukturu i dinamiku ribnjačkog ekosistema (Rahman *et al.*, 2008a, 2008b, 2008c). Kao kompleksan sistem u kome postoji visok stepen interakcije između njegovih različitih strukturnih elemenata (abiotički činioci, plankton, bentos i ribe) ribnjački ekosistem je tek širom primenom odgovarajućih multivarijacionih statističkih metoda postao predmet mnogih istraživanja (Milstein & Hulata, 1993).

1.1. Status akvakulture u svetu

Usled ograničene eksploatacije resursa iz prirode putem izlova i porasta ljudske populacije, a u skladu sa održivim razvojem, dodatne količine ribe, rakova i plodova mora obezbeđuju se iz akvakulture. U svetu se danas gaji oko 600 različitih vodenih organizama u različitim proizvodnim sistemima i objektima uz korišćenje slatke, brakične i morske vode (FAO, 2012). Investitori su odavno prepoznali veliki ekonomski potencijal akvakulture zbog čega je svetska proizvodnja vodenih organizama nastavila da raste i u novom milenijumu, doduše nešto sporijim tempom u odnosu na osamdesete i devedesete godine prošlog veka.

Ukupna količina ribe dobijena izlovom i u akvakulturi u 2010. godini iznosila je 148 miliona tona, od čega je 128 miliona tona namenjeno ishrani ljudske populacije (FAO, 2012). Proizvodnja ribe beleži rast u poslednjih pet decenija (1961-2009. godine) sa prosečnom stopom od 3,2% godišnje čime prevazilazi porast ljudske populacije od 1,7% godišnje. Bez obzira na to, postoji velika regionalna neujednačenost po pitanju potrošnje ribe. Na osnovu statističkih podataka za 2009. godinu najmanja potrošnja ribe po glavi stanovnika zabeležena je u Africi (9,1 kg), dok je poređenja radi iste godine potrošnja po glavi stanovnika u Evropi iznosila 22 kg (FAO, 2012).

Kina je usled značajnog porasta proizvodnje ribe u najvećoj meri zaslužna za rast svetske potrošnje ovog proizvoda. To najbolje pokazuje činjenica da je udeo Kine u svetskoj proizvodnji ribe sa 7% u 1961. godini porastao na 35% u 2010. godini. Pored Kine, čak sedam azijskih država ulazi u prvih deset zemalja čiji je udeo u ukupnoj svetskoj proizvodnji ribe i drugih vodenih životinja koje se koriste u ishrani u 2010. godini iznosio 87,6%, odnosno 81,9% ukupno proizvedene ribe namenjene za ishranu ljudi (Tabela 1).

Riba i riblji proizvodi predstavljaju veoma dragocene izvore proteina i esencijalnih mikronutrijenata za izbalansiranu ishranu i dobro zdravlje. Tako je u 2009. godini riba učestvovala sa 16,6% svetskog unosa proteina životinjskog porekla i 6,5% svih proteina korišćenih u ljudskoj ishrani.

Tabela 1. Učešće prvih deset država u svetu u ukupnoj proizvodnji ribe i drugih vodenih životinja u 2010. godini

R.br.	Država	Količina (u tonama)	%
1	Kina	36 734 215	61,35
2	Indija	4 648 851	7,76
3	Vijetnam	2 671 800	4,46
4	Indonezija	2 304 828	3,85
5	Bangladeš	1 308 515	2,19
6	Tajland	1 286 122	2,15
7	Norveška	1 008 010	1,68
8	Egipat	919 585	1,54
9	Mianmar	850 697	1,42
10	Filipini	744 695	1,21
	ostale	7 395 281	12,39
	Ukupno	59 872 600	100,00

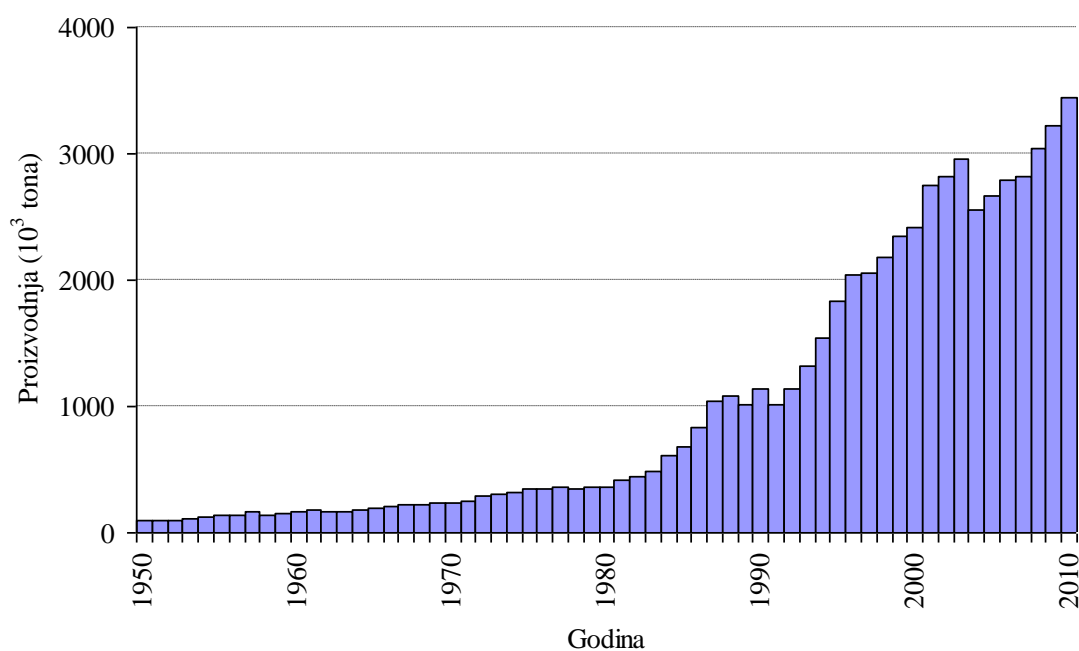
Izvor: FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 2/10/2012

1.2. Proizvodnja šarana u svetu

Šaran je vrsta koja se gaji u preko sto država sveta (Bostock *et al.*, 2010). Od sredine prošlog veka proizvodnja ove ribe je u stalnom porastu i poslednjih godina premašuje tri miliona tona (Grafik 1). Na primer, 2010. godine u svetu je uzgojem dobijeno ukupno 3 444 203 tone šarana što čini oko 9,3% svetske proizvodnje slatkovodnih organizama. Skoro tri četvrtine ukupne količine šarana u ovoj godini

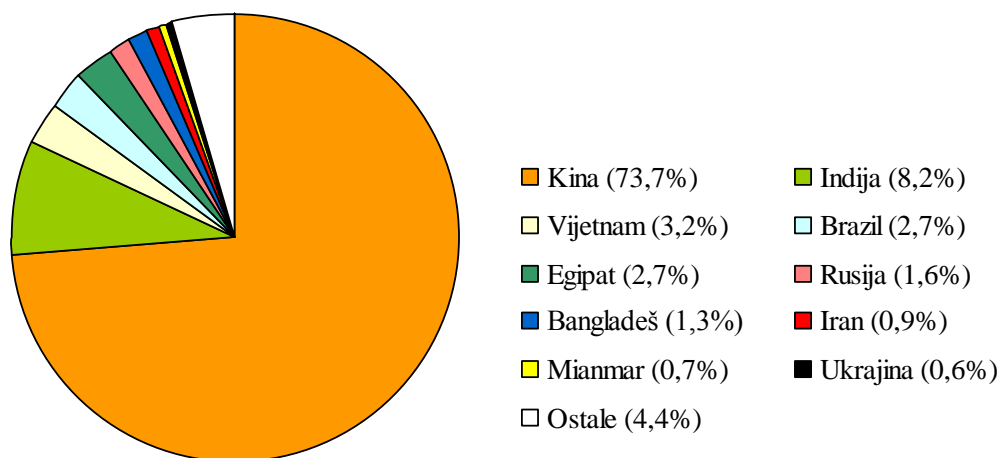
proizvedeno je u Kini, dok su na drugom i trećem mestu takođe azijske države, Indija i Vijetnam (Grafik 2). U svetu se šaran dominantno gaji u poluintenzivnom sistemu, najčešće uz dodatak žitarica, a svega 2 - 3% ukupne količine ove ribe dobija se intenzivnom proizvodnjom u akvakulturi (Marković, 2010).

Iako uzgoj šarana u Evropi ima dugu tradiciju koja datira još od vremena Rimljana, u poslednjih dvadeset godina proizvodnja šarana na ovom kontinentu dosta oscilira. U državama centralne i istočne Evrope je 1990. godine proizvedeno preko 400 hiljada tona šarana, ali su socioekonomske promene uticale na pad u ovom sektoru zbog čega je 2000. godine ukupna proizvodnja šarana u Evropi iznosila 151 177 tona (Flajšhans & Hulata 2007; FAO, 2012). Ipak, od 2007. godine beleži se blagi porast proizvodnje, pa je 2010. godine na svetsko tržište dospelo 183 819 tona šarana iz Evrope gde je i Srbija bila među prvih deset država po proizvodnji ove ribe (Grafik 3).



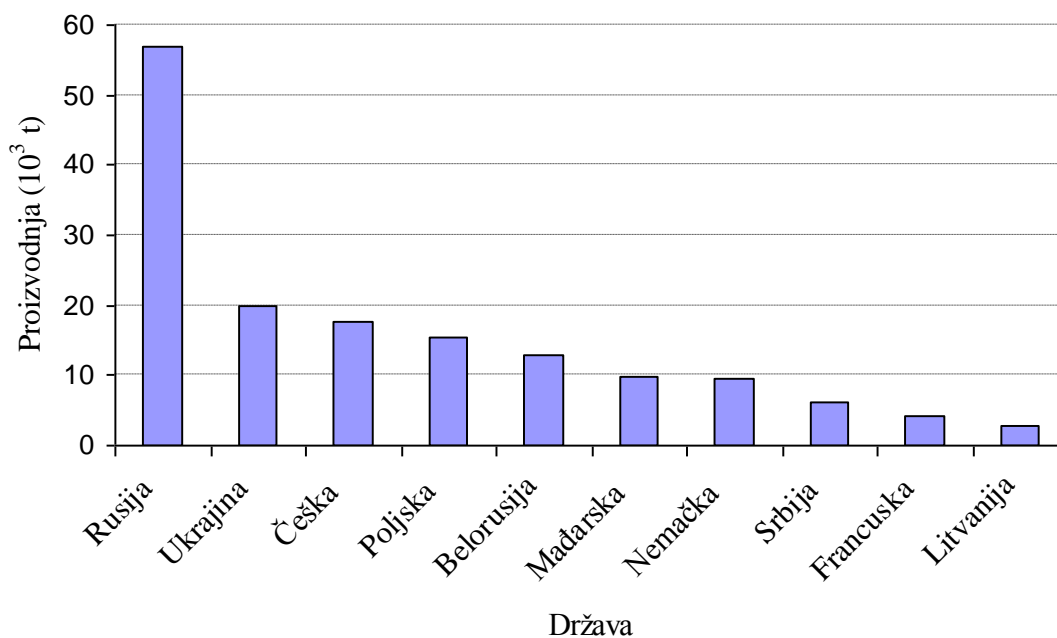
Grafik 1. Svetska proizvodnja šarana (*Cyprinus carpio*) u periodu 1950-2010.

Izvor: FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 2/10/2012



Grafik 2. Učešće prvih deset država u svetskoj proizvodnji šarana u 2010. godini

Izvor: FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 2/10/2012



Grafik 3. Prvih deset država u Evropi po proizvedenoj količini šarana u 2010. godini

Izvor: FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 2/10/2012

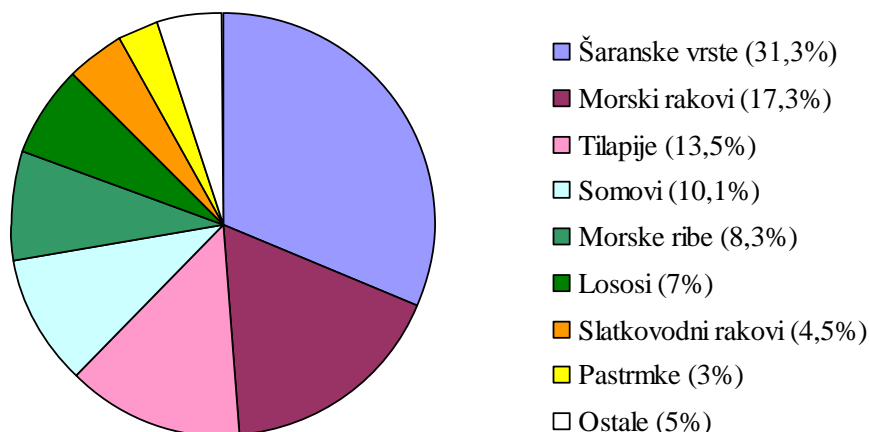
1.3. Značaj i proizvodnja riblje hrane u svetu

U svetu se preko 200 vrsta riba i rakova proizvodi u akvakulturi uz upotrebu različite dodatne hrane (FAO, 2012). Ipak, samo osam vrsta ili grupa vrsta učestvuje sa 62,2% u ukupnoj količini ovako uzgajanih vodenih organizama, među kojima su beli amur, šaran, tilapija, indijski šarani (katla i rohu), belonogi škamp, karaš, atlantski losos i pangazijus somovi. Interesantno je i to da je najveća količina ovih organizama proizvedena u slatkovodnoj akvakulturi u kojoj prevlađuju šaran i druge ciprinidne vrste.

Riblja hrana se danas uglavnom koristi u ishrani omnivornih riba (tilapije, soma, šarana), karnivornih riba (lososa, pastrmke, jegulje, tune itd.) i rakova (morskih i brakičnih škampa, slatkovodnih rakova, kraba i jastoga). Sa druge strane, ribe koje imaju filtracioni način ishrane poput belog tolstolobika koji se hrani planktonom, ne zahtevaju dodatnu prihranu, pa se njihov rast bazira samo na prirodnoj produktivnosti ribnjaka na koju se može uticati đubrenjem.

U 2008. godini skoro polovina ukupne svetske proizvodnje riba i rakova u akvakulturi dobijena je uz upotrebu dodatne hrane, bilo da je u pitanju komercijalna industrijska ili lokalno proizvedena hrana (FAO, 2012). Od 708 miliona tona komercijalne koncentrovane hrane za životinje proizvedene te godine 29,2 miliona tona je hrana koja je namenjena akvakulturi, što je oko 4,1% ukupne produkcije hrane za životinje. Iako na prvi pogled ovaj udeo ne izgleda veliki, zabeleženi rast proizvodnje riblje hrane za period od 1996. do 2008. godine iznosi impresivnih 11% godišnje, a procenjuje se da će zbog rasta proizvodnje vodenih organizama proizvodnja komercijalne riblje hrane porasti do 71 milion tona u 2020. godini (FAO, 2012).

Najveći deo komercijalne industrijske hrane koja se koristi u akvakulturi namenjen je proizvodnji šaranskih vrsta (31,3%) (Grafik 4). Ipak, ništa manje značajna nije ni lokalno proizvedena riblja hrana koja se uglavnom spravlja na samom uzgajalištu, a najbolji primer je Indija gde se više od 97% proizvodnje šarana obavlja na ovaj način.



Grafik 4. Struktura proizvodnje industrijske dodatne hrane po grupama gajenih organizama u 2008. godini

Izvor: FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 2/10/2012

1.4. Savremeni procesi proizvodnje riblje hrane

Rast proizvodnje vodenih organizama u svetu uslovio je povećanu potražnju za visoko kvalitetnom ribljom hranom koja može da zadovolji specifične potrebe uzgajivača (Lovell, 1992). Kako hrana predstavlja jedan od glavnih troškova proizvodnog procesa savremeni trend je potpuna ili delimična zamena ribljeg brašna jeftinijim (Naylor *et al.*, 2000), ali kvalitetnijim sirovinama koje obično zahtevaju unapređenje proizvodnog procesa kako bi se postigle željene nutritivne i fizičke osobine ovih proizvoda.

Proizvodnja komercijalne industrijske hrane za potrošnju u akvakulturi uglavnom je zasnovana na procesima tj. tehnologijama peletiranja i ekstrudiranja. Hilton *et al.* (1981) su još davno ispitali uticaj ova dva procesa na fizičke osobine pelete i fiziološki odgovor riba, konkretno kalifornijske pastrmke, koje su njima hranjene. Ekstrudiranje je proces u kome se delovanjem vlage, toplote i pritiska suvi samleveni sastojci hrane spajaju u smesu koja se širi prilikom izlaska iz ekstrudera zbog razlike u pritisku i oblikuju u brikete (pelete) određene veličine. Tokom peletiranja sirovine se takođe izlažu povećanoj vlažnosti i toploti, ali nema delovanja povećanog

pritiska zbog čega ne dolazi do ekspanzije, pa su takve pelete obično guste i tonu. Takođe, tokom ekstrudiranja se dostižu više temperature u procesu (do 180°C) što dovodi do želatinizacije skroba, inaktivacije ili destrukcije antinutritivnih faktora prisutnih u žitaricama i uništavanja potencijalno patogenih mikroorganizama (Hilton *et al.*, 1981; Tacon & Jackon, 1985). Postoje i druge prednosti peleta dobijenih ekstrudiranjem, a to su: povećana stabilnost u suvom stanju i u vodi, različita gustina koja daje mogućnost plutanja ili tonjenja, veća poroznost koja omogućava bolje upijanje masti i vitamina nakon hlađenja (Hilton *et al.*, 1981; Sørensen *et al.*, 2009). Mane ovakvog načina proizvodnje ogledajuju se u većoj ceni u odnosu na proces peletiranja (u smislu investicionih i troškova održavanja) i riziku da se dobije hrana lošijeg kvaliteta ukoliko se svi parametri preseca ne podese na pravi način, na primer usled neadekvatnog kuvanja može doći do oštećenja molekula osetljivih na toplotu, vitamina i amino-kiselina (Sørensen *et al.*, 2002). Pored toga Ohta & Watanabe (1998) su pokazali značajno smanjen unos hrane, manju stopu rasta i efikasnost iskorišćenja hrane kod šaranske mlađi hranjene ekstrudiranom u odnosu na peletiranu hranu na nižim temperaturama. Smanjena svarljivost proteina iz ekstrudirane hrane u odnosu na peletiranu na nižim temperaturama zabeležena je i kod drugih vrsta riba (Kofuji *et al.*, 2005).

1.5. Status akvakulture i uzgoja šarana u Srbiji

Akvakultura, koja podrazumeva gajenje širokog spektra različitih vodenih organizama od algi i biljaka preko beskičmenjaka i kičmenjaka, u Srbiji je skoro isključivo vezana za gajenje riba. Počeci modernog uzgoja na ovom prostoru vezuju se za drugu polovinu devetnaestog veka, kada dolazi do osnivanja prvog i najvećeg srpskog ribnjaka "Ečka" na kome se i danas gaje šaranske vrste. Od tada je podignut veći broj ribnjaka, pa se procenjuje da danas u Srbiji ima oko 200 ovakvih objekata (Marković & Poleksić, 2009). Površine pod ribnjacima zauzimaju između 13500 i 14000 hektara, a najveći deo ovih površina (oko 97%) nalazi se u Vojvodini (Marković *et al.*, 2009b).

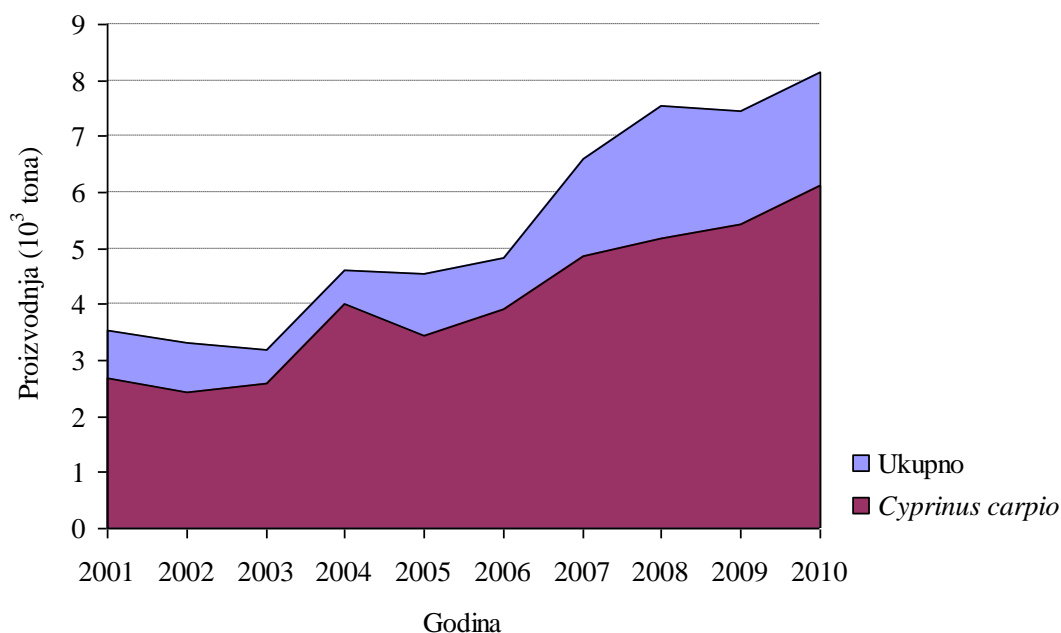
Dominantan vid gajenja riba u Srbiji, naročito u Vojvodini, vezan je za toplovodno šaransko ribarstvo u zemljanim objektima - ribnjacima u kojima se

uglavnom gaji šaran sa pratećim vrstama (belim i sivim tolstolobikom i belim amurom) (Grafik 4). Južno od Save i Dunava u blizini brdsko-planinskih tokova povoljniji su uslovi za uzgoj hladnovodnih (pastrmskih) vrsta od kojih je najzastupljenija kalifornijska pastrmka, dok se u manjoj meri gaji domaća, potočna pastrmka (Marković *et al.*, 2009b). Pored zemljanih i betonskih objekata proizvodnja šarana i pastrmke u Srbiji odvija se u manjem obimu i u kaveznim sistemima i ograđenim prostorima u prirodnim i antropogenim vodama. Pored pomenutih riba u Srbiji se uzgajaju još som, smuđ, štika, a u veoma maloj meri linjak, moruna i ruska kečiga (Marković & Poleksić, 2009).

Kada je u pitanju gajenje šarana u našoj zemlji zastupljeni su različiti vidovi i sistemi proizvodnje (Marković, 2010). Ako se kao kriterijum uzme broj vrsta u proizvodnom ciklusu, šaran se gaji samostalno (u monokulturi), ali i zajedno sa pratećim vrstama (u polikulturi). Na ribnjacima se gaje sve uzrasne kategorije (punosistemni uzgoj) ili samo pojedine (polusistemni ili specijalizovan uzgoj za neku/e uzrasne kategorije). Pored toga, sa modernizacijom proizvodnje sve više se od ekstenzivnog i poluintenzivnog vrši iskorak ka intenziviranju poluintenzivnog sistema gajenja šarana. Poluintenzivan sistem je dominantan sa preko 80% ukupno proizvedene ribe u Srbiji (Marković *et al.*, 2009b). Prinosi koji se u ovom sistemu uzgoja šarana ostvaruju dodatkom žitarica kreću se od nekoliko stotina kg/ha do oko 1500 kg/ha u zavisnosti od karakteristika ribnjaka, vrste, kvaliteta i raznovrsnosti žitarica, kao i kvaliteta mlađi (Marković, 2010). Poslednjih godina sve je češća praksa da se u dodatnoj prihrani šarana umesto žitarica koristi kompletna (ekstrudirana i peletirana) hrana i to ne samo prilikom gajenja mlađih uzrasnih kategorija, već i konzuma. Tako je na primer 2008. godine skoro polovina proizvedenog šarana u Srbiji poreklom sa ribnjaka koji su tokom sezone koristili smeše koncentrata (Marković *et al.*, 2009b). Na ovaj način se ostvaruju daleko veći prinosi po jedinici površine koji se kreću od 1200 do preko 3000 kg/ha u zavisnosti od gustine nasada i kvaliteta hrane (Marković, 2010).

Proizvodnja šarana u Srbiji u prvoj deceniji novog milenijuma pokazuje trend rasta, a prema statističkim podacima u 2010. godini proizvedeno je oko 6200 tona ove ribe (Grafik 5). Procenjuje se da je stvarna proizvodnja znatno veća zbog toga što ribnjaci ne prijavljuju pravu količinu proizvedene ribe na kraju sezone i što se deo ribe plasira van legalnih tokova trgovine (Marković *et al.*, 2009b). Prikazani trend rasta

proizvodnje posledica je nekoliko faktora. Ribnjaci su u pomenutom periodu skoro u potpunosti prešli u privatno vlasništvo, a novi vlasnici su više motivisani da ulažu u proizvodnju i tako uvećavaju prinos i profit. Povećan interes investitora ogleda se i u povećanju površine pod ribnjacima za 10 do 15% u ovih deset godina što je uslovilo povećanje ukupne proizvodnje (Marković *et al.*, 2009b). Zajedno sa ovim novinama došlo je do modernizacije tehnologije proizvodnje na ribnjacima naročito u segmentu dodatne ishrane o čemu je već bilo reči. Sa povećanjem intenziteta proizvodnje dolazi do promena u vodenom okruženju u vidu deficita kiseonika i nagomilavanja amonijaka, pa je primena opreme za obogaćivanje vode kiseonikom sve češća pojava, pre svega na ribnjacima koji se bave intenzivnom proizvodnjom.



Grafik 5. Ukupna proizvodnja riba i proizvodnja šarana (*Cyprinus carpio*) u Srbiji u periodu od 2001. do 2010. godine

Izvor: FAO -Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 2/10/2012

Međutim, intezivan sistem proizvodnje šarana u ribnjacima u Srbiji uglavnom je ograničen na gajenje šaranske mlađi. Konzumni šaran se u našoj zemlji u manjoj meri intenzivno gaji i u kaveznim sistemima sa prinosom koji se kreće u granicama od 10 do 40 kg/m³ vode (Marković *et al.*, 2009b).

Iako se stanovnici Srbije mogu svrstati u kategoriju potrošača koji sa 7 kg ribe po glavi stanovnika godišnje pojedu manje ove životne namirnice čak i u odnosu na afrički prosek, u poslednjih par godina zabeležen je napredak u odnosu na početak milenijuma. Pored toga, u našoj zemlji se proizvodi manje ribe nego što su realne potrebe. Potencijal za povećanje proizvodnje znatno prevazilazi naše potrebe. Inače postoje realni preduslovi za povećanje proizvodnje riba u Srbiji kroz uvećanje površine pod ribnjacima, pa se sadašnje površine pod šaranskim ribnjacima mogu uvećati i preko 10 puta, a pastrmske od 3 do 5 puta (Marković *et al.*, 2009b). Drugo, modernizacijom proizvodnog procesa moguće je veći broj riba uzgajati na manjem prostoru, a da se pri tom ne ugrozi, već poboljša rast čime se može ostvariti uvećanje prinosa po jedinici površine, odnosno zapremine.

1.6. Struktura i dinamika ribnjačkog ekosistema

Od tridesetih godina prošlog veka kada je britanski ekolog Arthur Tansley prvi put upotrebio pojam ekosistem u svom radu (Tansley, 1935) počinje revolucionarni razvoj sistemske ekologije bazirane na neraskidivom jedinstu žive i nežive prirode u kojima se odvijaju ekološki procesi kruženja supstance i prenosa energije.

U opisivanju jednog ekosistema polazi se od njegove strukture i dinamike. Ekosistem se sastoji od biotopa ili staništa i biocenoze ili životne zajednice organizama koji naseljavaju određeno stanište, a koji se klasifikuju u ekološke kategorije proizvođača, potrošača i razlagača. U jednom vodenom ekosistemu kao što je ribnjak životna zajednica ili biocenoza obuhvata različite grupe organizama. Pojedine grupe bakterija, alge i makrofite (vodene biljke vidljive golim okom) predstavljaju primarne producente tj. proizvođače organske supstance u ovom sistemu. Prve dve grupe organizama koje nastanjuju vodeni stub čine ekološku grupu poznatu kao fitoplankton kojim se hrani naredni trofički nivo u ekosistemu, zooplankton, koga čine različite grupe beskičmenjaka. Međutim, fitoplanktonom se mogu hraniti i drugi konzumenti poput riba (npr. beli tolstolobik ili tilapija) zbog čega ovi organizmi mogu imati direktan uticaj na proizvodnju vodenih organizama. Među zooplanktonskim organizmima postoji veliki broj onih koji predstavljaju prirodnu hranu narednom

trofičkom nivou tj. karnivornim i omnivornim ribama poput šarana, počev od najmlađih uzrasnih kategorija, pa sve do odraslih jedinki.

Uginuli organizmi i ekskrementi dospevaju na dno ribnjaka gde podležu biološkim i hemijskim procesima razlaganja. Površinski sloj sedimenta naseljavaju bakterije, gljive i različiti beskičmenjaci ili neki od njihovih razvojnih stadijuma koji u zajednici uglavnom imaju ulogu razlagača, dok sa stanovišta proizvodnje mogu biti značajan izvor esencijalnih jedinjenja i energije za gajenu ribu. Među njima su najznačajnije larve dvokrilaca iz familije Chironomidae, maločekinjaste gliste tj. Oligochaeta i neki mekušci (Mollusca).

Dok je relativno lako opisati komponente koje čine strukturu jednog ekosistema, pojam funkcije često je različito shvaćen. Može se reći da se ovaj pojam odnosi na interakcije između različitih trofičkih nivoa, ekološke sukcesije i biogeochemijske procese.

Trofičke interakcije su dosta proučavane u ekologiji ribnjaka i to sa stanovišta lanaca ishrane, sa sve većom primenom multivarijacione statistike u akvakulturi i sa aspekta mreža ishrane (Milstein & Svirsky, 1996; Milstein *et al.*, 2005; Rahman *et al.*, 2008a). Ovaj drugi pristup bolje opisuje stvarne odnose između organizama ove vodene biocenoze zbog toga što oni ostvaruju veliki broj interakcija sa ostalim članovima zajednice sa kojima su povezani. Mehanizam kojim viši trofički nivoi određuju veličinu trofičkih nivoa koji su ispod njih poznat je kao *top-down* kontrola. Sa druge strane kada je veličina trofičkog nivoa određena stepenom produkcije njegove hrane govori se o mehanizmu *bottom-up* kontrole (Ricklefs, 2001). U toplovodnim ribnjacima interakcije između različitih trofičkih nivoa često idu u oba smera, pa tada postoji uticaj oba efekta, *top-down* (riba - zooplankton - fitoplankton - nutrijenti) i *bottom-up* (nutrijenti - fitoplankton - zooplankton) (Vidmanić, 1993).

Pored odnosa ishrane, biogeochemijski procesi u ribnjacima takođe su intenzivno proučavani (Avnimelech *et al.*, 1995; Hargreaves, 1998; Knösche *et al.*, 2000; Rahman *et al.*, 2008c). Uglavnom je naučnike zanimalo u kom stepenu se nutrijenti u vidu jedinjenja azota i fosfora koji u ribnjak dospevaju putem dodatne hrane i đubriva akumuliraju u ribi i drugim članovima vodene biocenoze. Pored toga, određeni broj studija se odnosi na sudbinu azotnih jedinjenja u ribnjaku, na primer, prirodu i brzinu oksidacije amonijaka i nitrita u vodi (Milstein & Svirsky, 1996; Hargreaves, 1998).

1.7. Značaj fitoplanktona u šaranskim ribnjacima

Fitoplanktonski organizmi u procesu fotosinteze iz neorganske stvaraju organsku supstancu i oslobađaju kiseonik tj. molekule koje koriste oni sami, ali i drugi organizmi u ekosistemu. Međutim, među fitoplanktonskim organizmima koji naseljavaju šaranske ribnjake pored najzastupljenijih razdela algi - Chlorophyta, Euglenophyta i Bacillariophyta često se mogu naći i pripadnici grupe Cyanobacteria (modro-zelene alge) od kojih neke (iz reda Nostocales) imaju sposobnost fiksacije atmosferskog azota. Na taj način, ovi planktonski organizmi mogu da obezbede dodatne količine azota u vodi, koji je uz fosfor jedan od najvažnijih nutrijenata u vodenom ekosistemu.

Od cijanobakterija koje se mogu naći u ribnjacima česti su rodovi *Anabaena*, *Aphanizomenon* i *Microcystis* (Milovanović & Živković, 1953; Milovanović, 1962; Milovanović, 1963; Milovanović & Živković, 1963; Vidmanić, 1993). Prisustvo cijanobakterija u ovim vodama se generalno smatra nepoželjnim, zbog opasnosti da dođe do njihovog masovnog razvoja i potpune dominacije u zajednici. Ova pojava praćena velikim oscilacijama vrednosti određenih abiotičkih činilaca vodene sredine poput pH i rastvorenog kiseonika poznata je kao "cvetanje" vode. Povećano prisustvo cijanobakterija u ribnjacima, naročito onih "nejestivih" koje naredni trofički nivo ne može da iskoristi, predstavlja rezultat povećanog nivoa eutrofikacije ovih vodenih ekosistema koji je pak posledica povećanog unosa nutrijenata (azota i fosfora) u ribnjake (Potužak *et al.*, 2007). Pored toga, poznato je da cijanobakterije imaju sposobnost produkcije velikog broja različitih sekundarnih metabolita, od onih koji mogu uticati nepovoljno na miris i ukus mesa do biološki aktivnih jedinjenja poput toksina (Smith *et al.*, 2008).

Od zelenih algi (Chlorophyta) obično se u šaranskim ribnjacima tokom čitave sezone mogu naći vrste iz rodova *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, a od euglenoidinih algi rod *Euglena* kao najraznovrsniji, dok su rodovi *Phacus*, *Trachelomonas* i *Strombomonas* uglavnom prisutni sa manjim brojem vrsta (Vidmanić, 1993).

Na sastav zajednice utiče veliki broj faktora, od karakteristika upusne vode, preko vrste riba i gustine nasada, do primene agrotehničkih mera kao što je đubrenje, ali i osobina samog ribnjačkog objekta. Na primer, Milstein & Svirsky (1996) navode da je

planktonska zajednica ribnjaka u kojoj je dobro zastupljen rod *Euglena* povezana sa visokim nivoom organske materije koja u vodu dospeva iz sedimenta prilikom bentofagne ishrane šarana.

1.8. Značaj zooplanktona i faune dna u toplovodnim ribnjacima i njihova uloga u ishrani šarana

Na strukturu zooplanktonske zajednice ribnjaka, pored kvalitata vode najveći uticaj ima struktura i gustina ribljeg naselja. Sa povećanjem gustine nasada riba koje se hrane zooplanktonom dolazi do rasta brojnosti sitnijih organizama, uglavnom iz grupe Rotatoria, dok opada brojnost krupnih Cladocera poput vrste *Daphnia magna* (Mitrović, 1969).

U zooplanktonskim zajednicama toplovodnih ribnjaka uglavnom su zastupljene sledeće grupe beskičmenjaka: Protozoa, Rotatoria, Cladocera i Copepoda (Vidmanić, 1993; Dulić, 2007). Brojnost i biomasa pomenutih organizama pokazuju izražene oscilacije tokom sezone. Rotatorije postižu maksimum svog razvića u proleće, a Cladocera krajem proleća i početkom leta. Pomenute dve grupe mogu da dostignu maksimume i u jesen tj. u periodu kada zajednicom zooplanktona dominiraju Copepoda (Dulić, 2007).

Od Protozoa u ribnjacima se često sreću različiti trepljari (Ciliophora) poput roda *Vorticella* čije se vrste hrane bakterijama i amebe, npr. rod *Diffugia* čije se vrste hrane organskom materijom (Vidmanić, 1993). Protozoa zbog malih dimenzija nemaju značaja u ishrani starijih uzrasnih kategorija šarana, ali su zajedno sa grupom Rotatoria veoma značajni u ishrani larvi, naročito u prvih deset dana života, tj. u gajenju jednomesečne mlađi (Marković, 2010).

Grupa Rotatoria je po ukupnom diverzitetu obično na prvom mestu u šaranskim ribnjacima (Mitrović, 1969; Vidmanić, 1993; Mitrović-Tutundžić *et al.*, 2000; Dulić, 2007). Često se ovi organizmi pojavljuju i sa velikom abundancom, ali su po ukupnoj biomasi obično iza grupa Cladocera i Copepoda. Najčešće prisutni rodovi u našim ribnjacima su *Brachionus*, *Keratella*, *Polyarthra* (Dulić, 2007). Šaran u zavisnosti od uzrasne kategorije pokazuje selektivnost u pogledu veličine plena koja je ograničena dimenzijom usnog otvora i širinom škržnih proreza, pa organizmi iz grupe Rotatoria

zbog malih dimenzija nemaju značajnu ulogu u ishrani starijih kategorija šarana (Milstein *et al.*, 2006; Dulić, 2007).

Za razliku od njih, pripadnici grupe Cladocera, naročito krupnije vrste, igraju važnu ulogu u ishrani odraslih riba koje se hrane zooplanktonom, poput šarana i sivog tolstolobika. Krupnije vrste roda *Daphnia* kao što su *D. magna* i *D. pulex* pojavljuje se u ribnjacima uglavnom u proleće, a ukoliko ribe nisu isuviše gusto nasadene obično dolazi do pojave jesenjih maksimuma biomase ovih organizama (Mitrović, 1969). U toplivodnim ribnjacima veoma često se pojavljuje *Bosmina longirostris*, sitnija Cladocera koja može da dostigne visoku brojnost, naročito kada šaran planktivnom ishranom smanji prisustvo krupnijih beskičmenjaka iz ove grupe. S druge strane, može se desiti da krupnije vrste Cladocera opstanu duže vremena u uslovima visokog predatorskog pritiska šarana, iz razloga što se prilikom traženja plena šaran koristi vidom, pa na primer providna i krupnija *Leptodora kindtii* ređe postaje plen za razliku od sitnije vrste *Daphnia pulicaria* (Černý & Bytel, 1991) koja kao i ostale vrste iz roda *Daphnia* ima veoma krupno i pigmentisano oko što je čini lako uočljivom za predatora (Dulić *et al.*, 2011).

U šaranskim ribnjacima beskičmenjaci iz grupe Copepoda po pravilu se javljaju tokom čitave godine (Vidmanić, 1993). Obično su Cyclopidae bolje zastupljene od grupe Diaptomidae (Mitrović, 1969), i to pre svega rod *Cyclops* (Cyclopidae) sa svojim razvojnim stadijumima od Nauplius larve, Copepodita do odraslih jedinki. Među beskičmenjacima u stajaćim vodama kopepode iz grupe Cyclopidae spadaju u jedne od najznačajnijih predatora, a njihov plen čine mnoge vrste Rotatoria, mlade larve kopepoda i u pojedinim periodima vrste roda *Daphnia*, kao i druge Cladocera (Plassmann *et al.*, 1997; Brandl & Pražáková, 2002). Izuzetna prilagođenost nestabilnom okruženju u kome žive (npr. u ribnjacima koji se posle jesenjeg izlova prazne) proizilazi iz sposobnosti ovih organizama da pređu u stadijum neincistiranih i incistiranih kopepodita (Dahms, 1995). Na primer, kod vrste *Cyclops vicinus* četvrti stadijum kopepodita može da prestane da se hrani u određenom periodu godine, posle čega se spušta na dno i ubušuje u podlogu gde može da preživi dugo vremena čak i u anaerobnim uslovima (Hansen & Santer, 2003).

Prirodnu hranu odraslog šarana pored zooplanktona čine različiti beskičmenjaci koji naseljavaju dno ribnjaka. U sastavu faune dna produktivnijih toplivodnih ribnjaka

najčešće se mogu naći larve insekata iz porodice Chironomidae i maločekinjaste gliste iz grupe Oligochaeta (Marković, 2010). Pošto Chironomidae provode samo jedan dio života u vodi, njihovo prisustvo u sedimentu ne zavisi samo od razvijenosti podloge, gustine nasada i kvaliteta vode, već i od vremena eklozije tj. momenta kada imago izleće iz vode (što je u našem klimatu obično početkom leta). Imajući u vidu da su ove larve dosta krupnije od Oligochaeta, njihovo izletanje često drastično smanjuje količinu prirodne hrane dostupne ribama zbog čega se u letnjem periodu u proizvodnji šarana preporučuje korišćenje dodatne proteinske hrane (Marković, 2010).

1.9. Značaj abiotičkih faktora za život riba u ribnjačkom ekosistemu

U odnosu na kopnene organizme, akvatični živi svet se u zadovoljavanju osnovnih životnih potreba uglavnom oslanja na vodeni medijum sa kojim ostvaruje blizak kontakt. Opstanak vodene biocenoze zavisi od niza abiotičkih faktora blisko povezanih sa vodenom sredinom koji direktno ili indirektno utiču na opstanak njenih članova. Uzmimo samo za primer ribe čije škrge predstavljaju veoma tanku barijeru prema spoljašnjoj sredini iz koje usvajaju kiseonik i minerale, u koju izlučuju produkte metabolizma, ali iz koje u riblji organizam mogu dospeti agensi poput teških metala, toksina ili patogena koji narušavaju njihov opstanak. Međutim, često nije dovoljno da su ovi agensi samo prisutni u vodi, već da i drugi ekološki faktori sinergistički deluju, pa da se ispolji negativan efekat na žive organizme poput veće toksičnosti metala u vodi sa nižom pH. Tako na živa bića, pa i ribe, ekološki faktori ne ostvaruju pojedinačan efekat, već deluju zajedno kao kompleks ekoloških faktora. U nastavku će biti prikazani najznačajniji abiotički činioci od čijih vrednosti zavisi uspeh proizvodnje riba.

Temperatura vode je jedan od abiotičkih faktora koji značajno utiču na uzimanje hrane, stepen njene iskorišćenosti i stopu metabolizma poikilotermnih kičmenjaka, uključujući i ribe (Brett, 1979). Zbog toga je rast i produkcija riba u ribnjacima direktno uslovljena temperaturom vode koja u zemljanim ribnjačkim objektima umerenog klimata može da varira od 0°C do preko 30°C u toku godine. Smatra se da se optimalne vrednosti temperature za gajenje toplovodnih vrsta riba, među kojim je i šaran, kreću u rasponu od 20 do 26°C u letnjem periodu (Marković & Mitrović-Tutundžić, 2003).

Providnost vode je jedan od najčešće korišćenih i po pitanju metodologije merenja najjednostavnijih limnoloških parametara (Carlson, 1977). Njena vrednost zavisi od količine rastvorenih materija i suspendovanih čestica u vodi među kojima su i živi organizmi u vodenom stubu (fitoplankton i zooplankton). Upotreba mineralnih đubriva i stajnjaka sa ciljem podizanja produktivnosti ribnjaka zajedno sa prelaskom na sve gušći nasad riba dovela je do povećanog nivoa eutrofikacije i konačno hipertrofije šaranskih ribnjaka (Potužák *et al.*, 2007). Jedan od pokazatelja koji ilustruju ovakvo stanje je niska providnost vode (Pechar, 2000), često manja od 0,2 m (Potužák *et al.*, 2007). Optimalna providnost vode u šaranskim ribnjacima kreće se u rasponu od 0,2 do 0,6 m (Marković & Mitrović-Tutundžić, 2003).

Sadržaj rastvorenih mineralnih materija u vodi u obliku različitih anjona (negativno naelektrisanih jona) i katjona (pozitivno naelektriranih jona) najčešće se određuje indirektno merenjem elektroprovodljivosti vode. Za normalno odvijanje fizioloških procesa neophodno je održavanje jonske ravnoteže, ali u sredini sa ekstremnim osmotskim vrednostima za većinu vodenih organizama, uključujući i ribe, to može da bude veoma teško. Pošto je često nepraktično meriti koncentraciju svih jona u vodi elektroprovodljivost se može koristiti kao indikator da li je neka voda pogodna za uzgoj određenih vrsta riba i vodenih beskičemenjaka (EPA, 2012). Istraživanja ukazuju da je voda čija se elektroprovodljivost kreće od 150 do 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pogodna za uzgoj slatkovodnih riba (EPA, 2010). Osim toga, provodljivost predstavlja dobar indikator promene hemijskog sastava vode, naročito koncentracije mineralnih materija (Ekubo & Abowei, 2011).

Ukupna tvrdoća vode se definiše kao suma koncentracija kalcijumovih i magnezijumovih jona u vodi izraženih u mg/l CaCO_3 (APHA, AWWA & WPCF 1998a). Obično se za ovaj hemijski parametar ne daju optimalne vrednosti za uzgoj riba pošto ukupna tvrdoća predstavlja zbirno svojstvo vode na koje osim pomenuta dva dvovalentna katjona utiču i drugi koji se u prirodnim vodama uglavnom javljaju u tragovima. Može se ipak reći da tvrde vode imaju bolju prirodnu produkciju za razliku od mekih voda, naročito onih sa malim sadržajem kalcijuma koji je sa stanovišta ribarstva važniji od magnezijuma (Boyd & Tucker, 1998). Prisustvo veće koncentracije kalcijuma u vodi utiče pozitivno na preživljavanje riba u vodama sa nižom pH tako što povećava stabilnost membrana epitela škrge i smanjuje gubitak elektrolita pasivnim

putem (Boyd & Tucker, 1998). Dodavanje kalcijum-karbonata u ribarstvu je poznato kao agrotehnička mera zakrečavanja kojom se podiže tvrdoća vode i ostvaruje niz pozitivnih efekata na gajenu ribu. Pored dezinfekcionog dejstva, podizanjem tvrdoće vode dolazi do taloženja fosfora sa kalcitom zbog čega je algama na raspolaganju manja količina fosfora, pa je tako i manja produkcija fitoplanktona (Mischke & Zimba, 2004; Jørgensen *et al.*, 2005). U eutrofnim ribnjacima u kojima dominiraju cijanobakterije smanjenje primarne produkcije je poželjno kako bi se izbegle veće oscilacije rastvorenog kiseonika i pH koje nepovoljno utiču na biocenozu ribnjaka. Takođe, kalcijum predstavlja esencijalni element, naročito za vodene beskičmenjake sa kalcifikovanim egzoskeletom (Hessen *et al.*, 2000). Među njima su neki zooplanktonski organizmi koji predstavljaju prirodnu hranu šarana. Brojne studije pokazale su da nedostatak kalcijuma u vodi utiče na reproduktivni potencijal *Daphnia magna* (Hessen *et al.*, 2000). Pored zakrečavanja vode u praksi se često sprovodi i krečenje ribnjačke podloge radi dezinfekcije i poboljšanja njegove strukture (Marković & Mitrović-Tutundžić, 2003). Ova mera predstavlja osnovu za tvrdoću vode u ribnjacima, pošto se jedan deo krečnjaka vremenom rastvara i voda postaje tvrđa (Boyd & Tucker, 1998). Poznato je da tvrdoća vode predstavlja jedan od najznačajnijih parametara koji utiču na toksičnost, naročito teških metala (Abel, 1996).

Jedan od abiotičkih faktora kojeg bi u dobroj ribnjačkoj praksi bilo poželjno svakodnevno pratiti pored temperature i rastvorenog kiseonika je **pH vode**. Izmerena vrednost ovog parametra može da ukaže na intenzitet fotosinteze ili potencijalnu opasnost od povećane toksičnosti npr. teških metala ili amonijaka. Ekstremno niske ili ekstremno visoke vrednosti pH koje imaju direktan negativan efekat na rast i preživljavanje riba nisu tako česta pojava u ribnjacima (Boyd & Tucker, 1998). Izuzetak su povišene pH vrednosti kao rezultat intenzivne fotosinteze. Tokom ovog procesa primarni producenti usvajaju ugljen-dioksid iz vode, i pomeraju balans bikarbonatno-karbonatnog sistema u smeru veće potrošnje ugljene kiseline čime povećavaju pH vode (Bowmer & Muirhead, 1987).

Češći je slučaj da pH ima indirektan negativan efekat na opstanak akvatičnih organizama, uključujući i ribe. Odnos toksičnog nejonizovanog (NH_3) i znatno manje toksičnog jonizovanog (NH_4^+) oblika amonijaka raste u korist ovog prvog kako se pH

vode povećava (Thurston *et al.*, 1981). S druge strane, što je vodena sredina kiseliya to je toksičnost teških metala veća (Marković & Mitrović-Tutundžić, 2003).

Kao organizmi koji imaju aerobni metabolizam ribe poput drugih kičmenjaka za normalno obavljanje životnih procesa troše kiseonik. Zato je i za šarana, posle hrane, **rastvoreni kiseonik u vodi** jedan od najznačajnijih faktora koji ograničavaju njegov rast i opstanak u akvakulturi. U zemljanim ribnjacima proces fotosinteze osnovni je izvor kiseonika u vodi, dok je respiracija planktona (fitoplanktona i zooplanktona) najveći potrošač ovog vitalnog gasa u vodi (Boyd & Tucker, 1998). Za razliku od salmonidnih vrsta šaran ima širu ekološku valencu za sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi, zbog čega može da opstane u uslovima daleko nižih koncentracija ovog gasa. Međutim, kako je u ribnjačkoj proizvodnji pored opstanka riba veoma bitan njihov rast može se reći da je donja granica ispod koje se ispoljavaju negativne posledice na rast toplivodnih riba između 3 i 4 mg/l (Boyd & Tucker, 1998).

Kada se pomene **azot** u akvakulturi obično se prvo pomisli na amonijak kao proizvod metabolizma većine gajenih organizama. U vodi se amonijak javlja u dva oblika, nejonizovanom (NH_3) i jonizovanom (NH_4^+), ali se standardnim metodama uglavnom određuje zbirna koncentracija ove dve forme tj. ukupan amonijak. Sa stanovišta toksičnosti bitniji je sadržaj nejonizovanog oblika u vodi čiji se udeo u ukupnom amonijaku povećava sa porastom pH i temperature (Hargreaves & Tucker, 2004). Osnovni način dospevanja amonijaka u ribnjak je putem ekskrecije riba i drugih životinja poput zooplanktona, ali ne bi trebalo zanemariti ni njegov nastanak dekompozicijom organske materije akumulirane u sedimentu. Pošto je amonijak proizvod katabolizma proteina, stopa kojom ga ribe izlučuju stoji u direktnoj zavisnosti od stope hranjenja i nivoa proteina u hrani (Hargreaves & Tucker, 2004). U proseku se oko 0,03 kg amonijačnog azota po kilogramu visokokvalitetne (25-40% sirovih proteina) pojedene hrane riba oslobodi u procesu ekskrecije (Boyd & Tucker, 1998). Nepojedena, zatim nesvarena hrana u vidu fekalnih čestica i uginuli organizmi iz vodenog stuba padaju na dno ribnjaka gde njihovom razgradnjom nastaje amonijak koji se difuzijom iz sedimenta vraća u vodu.

U ribnjacima se amonijak troši u procesu fotosinteze pošto ga alge i cijanobakterije usvajaju kao izvor azota u ishrani (Vidmanić, 1993) ili se transformiše u procesu nitrifikacije kada ga druge bakterije oksidacijom prevode u nitrite i nitrate. U

ribnjacima u našoj zemlji sezona uzgoja traje od proleća do jeseni, pa tokom toplih meseci dolazi do masovnog razvoja fitoplanktona koji usvaja rastvorena azotna jedinjenja iz vode. Problemi sa povećanim sadržajem amonijaka u ribnjacima obično nastaju usled prekomernog đubrenja ili nakon raspadanja uginulog vodenog cveta (Marković & Mitrović-Tutundžić, 2003). Pored toga, primećeno je da se u vodi pojedinih ribnjačkih objekata pojavljuju ekstremno visoke koncentracije amonijačnog azota kao rezultat naglog porasta temperature i velike količine prisutnih organskih materija.

Pored azota drugi važan nutrijent u ribnjačkom ekosistemu je **fosfor**. Za razliku od azota koji je uglavnom u rastvorenom obliku, fosfor je u vodi ribnjaka prisutan uglavnom u vidu čestica. U takvom čestičnom obliku fosfor pada na dno i predstavlja osnovu za plodnost ribnjaka. Inače su koncentracije nutrijenata u ribnjačkoj podlozi od dva do četiri reda veličine veće nego u vodi (Avnimelech *et al.*, 1999). U prirodnim vodama fosfor se javlja u veoma niskim koncentracijama, pa pošto je bitan resurs za fotosintetičke organizme, često predstavlja ograničavajući faktor primarne produkcije (Elser *et al.*, 1990). U ribnjacima se često dodaje u obliku đubriva kako bi se poboljšala sekundarna produkcija i rast ribe preko uvećane primarne produkcije. Hemijski oblik u kome je fosfor direktno dostupan algama je ortofosfat. U pH opsegu od 7 do 9 veći deo ortofosfata se nalazi u vidu mešavine H_2PO_4^- i $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ jona i oba oblika fitoplankton podjednako dobro asimiluje (Boyd & Tucker, 1998). Umesto ortofosfata za procenu količine fosfora dostupnog algama najčešće se koristi rastvoreni reaktivni fosfor. Pošto ga alge efikasno usvajaju koncentracija rastvorenog reaktivnog fosfora u većini prirodnih voda je veoma niska i kreće se od 5 do 20 $\mu\text{g/l}$, dok retko prelazi 100 $\mu\text{g/l}$ čak i u visoko eutrofnim vodama (Boyd & Tucker, 1998).

Sa aspekta proizvodnje toplovodnih riba u zemljanim bazenima **količina organske materije** u vodi je važan parametar koji utiče na kiseonični režim. Organska materija je u vodi ribnjaka prisutna u obliku živih planktonskih organizama, detritusa i rastvorene organske materije (Boyd, 1982). Previsoka količina organske materije može da dovede do deficita kiseonika usled intenzivne mikrobijalne respiracije tokom njenog razlaganja. Ovo se najčešće dešava u ribnjacima u kojima dolazi do uginuća prethodno masovno razvijenog fitoplanktona. Kako bi se izbegli negativni efekti na rast i proizvodnju ciprinida u rekama i ribnjacima količina organske materije u vodi izražena

preko hemijske potrošnje kiseonika ne bi trebalo da prelazi gornju preporučenu granicu od 20 - 30 mg O₂/l (Svobodová *et al.*, 1993).

1.10. Uticaj dodatne hrane na abiotičke i biotičke činioce u šaranskim ribnjacima

Uglavnom su publikovani radovi u kojima su istraživanja usmerena na određivanje uticaja dodatne hrane na fizičke i hemijske osobine vode tj. njen kvalitet, kao i na rast ribe (Tabela 2).

U poluintenzivnoj proizvodnji šarana pored prirodne hrane rast riba zavisi i od korišćenja različite dodatne hrane. Način na koji se dodatna hrana proizvodi i vrsta sastojaka u njoj u najvećoj meri određuju stepen zagađenja vode supstancama poreklom od hrane (Pillay, 2004). Međutim, bez obzira da li se radi o hrani koja nije obrađena, poput zrna žitarica, ili hrani koja je proizvedena u specifičnom tehnološkom procesu spajanjem sirovina visoke nutritivne vrednosti, nakon što dospe u jezero jedan deo gotovo uvek završi u vidu nepojedene hrane. Po pravilu neiskorišćena hrana pada na dno i podleže procesima hemijske ili biološke razgradnje. Takođe, deo nutrijenata (azota i fosfora) zajedno sa različitim mikroelementima poreklom iz pojedene hrane dospeva u vodu u obliku fecesa ili urina. Ovi nesvareni ostaci i metabolički produkti svarene hrane poput amonijaka pored direktnog efekta u vidu povećanja koncentracije u vodi ulaze i u različite lance ishrane, pa tako ostvaruju i indirektan uticaj na fizičke, hemijske i biološke osobine vode koje zajedničkim imenom označavamo kao kvalitet vode. U kom stepenu će dodatna hrana promeniti prirodno okruženje riba zavisi delom i od samih riba, pre svega od gustine nasada, veličine ihtiomase i afiniteta riba u ishrani.

Postoji veliki broj naučnih publikacija o uticaju dodatne hrane na kvalitet vode u hladnovodnom npr. pastmskom ribarstvu (Gowen & Bradbury, 1987; Hargreaves, 1998). Za razliku od šaranskog u pastrmskom ribarstvu recipijenti su uglavnom vode oligotrofnog statusa, pa visok sadržaj fosfora u hrani povećava rizik od eutrofikacije ovih ekosistema (Green *et al.*, 2002).

Tabela 2. Istraživanja uticaja različite dodatne hrane na određene komponente ribnjačkog ekosistema

Komponenta	Reference
Abiotički faktori (fizičke i hemijske osobine i kvalitet vode)	Milstein & Svirsky, 1996; Knösche <i>et al.</i> , 2000; Pechar, 2000; Kolasa-Jamińska, 2002; Jahan <i>et al.</i> , 2003; Affan <i>et al.</i> , 2005; Dulić <i>et al.</i> , 2010; Rahman <i>et al.</i> , 2008a; Rahman <i>et al.</i> , 2008c;
Fitoplankton	Milstein & Svirsky, 1996; Rahman <i>et al.</i> , 2008a; Rahman <i>et al.</i> , 2008c;
Zooplankton	Milstein & Svirsky, 1996; Potužak <i>et al.</i> , 2007; Rahman <i>et al.</i> , 2008a; Rahman <i>et al.</i> , 2008c;
Bentosna zajednica	Rahman <i>et al.</i> , 2008a; Rahman <i>et al.</i> , 2008c;
Rast ribe (šaran)	Milstein <i>et al.</i> , 1988; Ohta & Watanabe, 1998; Kolasa-Jamińska, 2002; Rahman <i>et al.</i> , 2006; Rahman <i>et al.</i> , 2008a; Rahman <i>et al.</i> , 2010;

Situacija je nešto kompleksnija u šaranskim ribnjacima u kojima efekat dodatnog hranjenja na kvalitet vode nije tako direktan zbog kompleksnih ekoloških interakcija između nutrijenata i organizama u ovom ekosistemu. Baš zbog toga u ovom vidu proizvodnje trebalo bi biti naročito oprezan kako se ne bi preteranom dodatnom ishranom narušio balans između ekonomske isplativosti i ekološke stabilnosti ekosistema. Na primer, održivost šaranskih ribnjaka je moguća samo ukoliko su nasađeni tako da se postigne intenzitet proizvodnje od najmanje 500-1000 kg/ha u sistemu sa žitaricama (Knösche *et al.*, 2000).

Uticaj dodatne hrane na kvalitet vode u ribnjacima je nemoguće posmatrati odvojeno od uticaja samog šarana. Ovde se ne misli samo nivo biomase riba kao značajnog faktora koji utiče na kvalitet vode, već i na specifičnost u načinu ishrane tj. bentofagno ponašanje šarana.

Kada je u pitanju biomasa riba, njeno povećanje povlači sa sobom povećanje količine hrane koja se unosi u jezero, a time i veću količinu amonijaka i nitrita koji dospevaju u vodu ekskrecijom riba i mikrobijalnom razgradnjom. Veća biomasa riba podrazumeva i veću respiraciju koja dovodi do smanjenja pH i rastvorenog kiseonika u vodi (Milstein & Svirsky, 1996).

Isto tako, veća biomasa riba i planktona dovodi do oslobađanja veće količine čestičnog azota (Kaushik, 1980; Dolan, 1997). U studiji Rahman *et al.* (2008c) veća biomasa riba u jezerima koja su primala dodatnu hranu uslovlila je veću količinu fecesa i metabolita. Ovo je uslovlilo veću koncentraciju jedinjenja azota i fosfora i veću dekompoziciju u jezerima sa dodatnom hranom. Ovi nutrijenti su doveli do povećanja fotosinteze. Međutim, hranjenje je uticalo na kvalitet vode samo u prisustvu šarana, što ukazuje da je bentofagno ponašanje šarana neophodno da bi se stimulisalo razlaganje viška organske materije poreklom od hrane (Rahman *et al.*, 2008c).

Efekat šarana na kvalitet vode je izraženiji u ribnjacima sa dodatnom proteinskom hranom. Dodatna proteinska hrana predstavlja izvor dodanih nutrijenata u ribnjaku, a šaran povećava dekompoziciju i oslobađanje ovih nutrijenata iz sedimenta u vodeni stub. Zbog toga je primena dodatne proteinske hrane pozitivno korelisana sa koncentracijama ukupnog fosfora i azota, amonijaka, nitrata, ortofosfata i suspendovanih čestica, a negativno korelisana sa pH, rastvorenim kiseonikom i alkalnošću (Rahman *et al.*, 2008a).

Uticaj dodatne koncentrovane hrane na kvalitet vode uglavnom je istraživao u ribnjacima gde je šaran gajen u polikulturi (Milstein *et al.*, 2002; Kolasa-Jamińska, 2002; Rahman *et al.*, 2008b; Rahman *et al.*, 2008c). Milstein & Svirsky (1996) su u studiji sa monokulturom šarana ukazali na povećano organsko opterećenje u ribnjacima usled većeg unosa peletirane hrane i efekat mehaničkog poremećaja sedimenta tokom bentofagne ishrane kojom šaran pospešuje razvoj fitoplanktona i zooplanktona.

U poluintenzivnom sistemu, dodatna hrana, pored direktnog može imati i indirektan uticaj na rast ribe kao izvor nutrijenta koji poput đubrenja stimuliše produkciju prirodne hrane, planktona i bentosa u ribnjaku (Hepher *et al.*, 1989; Milstein, 1992).

1.11. Istraživanja ekologije šaranskih ribnjaka u Srbiji

Proučavanjem ekologije toplovodnih ribnjaka u Srbiji bavio se mali broj autora uz napomenu da su ova istraživanja pojedinih godina bila intenzivna, dok su u nekim periodima bila retka ili nisu realizovana.

Težište istraživanja uglavnom je bilo vezano za dinamiku planktonske zajednice šaranskih ribnjaka, pa se tako prva i najopsežnija ekološka studija ribnjaka u Srbiji odnosi na ispitivanje planktonske zajednice kompleksa od 14 ribnjačkih objekata na našem najstarijem šaranskom ribnjaku - Ečka tokom tri proizvodne godine - 1949., 1950. i 1951. (Milovanović & Živković, 1953). Uz detaljan prikaz kvalitativnog i kvantitativnog sastava i sezonske dinamike zajednice fitoplanktona i zooplanktona autori ovog rada klasifikuju ispitivane ribnjačke objekte na osnovu sastava biocenozne u kategorije sistema limnološke klasifikacije ribnjaka koji je do danas potpuno napušten. Ipak, jedna od podela ribnjaka na one sa vodenim cvetom i bez njega predstavlja dobru osnovu za analizu sukcesija cijanobakterija u našim ribnjacima naročito poslednjih godina kada dolazi do pojave novih invazivnih vrsta čija ekološka uloga u ovim ekosistemima još uvek nije dovoljno poznata.

Isti autori su ispitivali sastav i sezonski dinamiku fitoplanktonske i zooplanktonske zajednice i u drugim ribnjacima na našim prostorima. Tokom jedne proizvodne sezone 1955. godine konstatovali su pojavu vodenog cveta u ribnjaku Živača formirnom u starom rukavcu Save (Milovanović & Živković, 1959). U toku dve uzastopne proizvodne sezone, 1959. i 1960. godine, na šaranskom ribnjaku Jegrička zabeležena je izuzetna raznovrsnost razdela Euglenophyta, posebno roda Euglena, kao i značajna razlika u sastavu i brojnosti planktona između dve godine ispitivanja što ukazuje na značaj višegodišnjeg monitoringa ovih ekosistema (Milovanović & Živković, 1963).

U drugoj polovini prošlog veka nakon pionirskih radova braće Odum bilo je aktuelno proučavanje primarne produkcije u šaranskim ribnjacima metodom svetlih i tamnih boca (Milovanović, 1960; Hepher, 1962; Milovanović, 1963; Mitrović, 1969). Pored strukture fitoplanktonske zajednice u ribnjaku "Jegrička" tokom proizvodne sezone od aprila do oktobra 1959. godine koja je prikazana u gore pomenutom radu, posebno je ispitivana i primarna organska produkcija u ovom ribnjaku (Milovanović,

1960). Naročito je zanimljiv rad istog autora koji se odnosi na ispitivanja produkcije fitoplanktona u dva ribnjaka u Kolutu (Milovanović, 1963). Pored interesantne sukcesije cijanobakterija *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos-aquae* tokom proizvodne sezone Milovanović daje zanimljiv pogled na ribnjački ekosistem: "*U sistemu kopnenih voda i sami ribnjaci zauzimaju posebno mesto. To su vodeni biotopi više ili manje efemernog karaktera u kojima je vegetacioni period znatno skraćen. U ciklusu razvića organskog, naročito planktonskog sveta, nedostaje zimski aspekt, tako da je prirodna sukcesija glavnih grupa algi isprekidana i nepotpuna. Osim toga, jesenji aspekt je naglo prekinut usled pripreme ribnjaka za izlov, a primenom agrotehničkih mera, naročito uobičajenom upotrebom organskih i neorganskih fertilizatora forsira se jače razviće pojedinih oblika ili grupa algi, što remeti normalnu ravnotežu, koja vlada u prirodnim stajacim vodama*" (Milovanović, 1963).

Prvu studiju biološke produkcije ribnjaka u Srbiji koja je u funkciji same šaranske proizvodnje daje Mitrović (1969) u svojoj doktorskoj disertaciji. Prikaz planktonske i bentosne zajednice u ovom radu značajan je zbog toga što su ispitivanja izvedena na istom ribnjaku tokom tri godine (1964., 1965. i 1967. godine) u različitim proizvodnim uslovima. U relativno novim objektima ribnjaka u Kovilovu konstatovana je u kvalitativnom i kvantitativnom pogledu različita akvatična zajednica tokom tri godine čime je pokazano da mere gazdovanja koje se odnose na gustinu nasada, uzrasnu kategoriju šarana, vrstu đubriva i dodatne hrane imaju odlučujući uticaj na produktivnost i strukturu vodene biocenoze. U ribnjacima u kojima je korišćena dodatna hrana sa visokim sadržajem proteina zabeležena je bolje razvijena prirodna hrana, naročito fauna dna u odnosu na ribnjake u kojima su korišćene žitarice. Ipak, trebalo bi imati u vidu da se proteinska hrana u to vreme proizvodila na daleko nižem tehnološkom nivou za razliku od savremene proizvodnje bazirane na procesu ekstrudiranja.

Ispitivanja obavljena u četiri nizijska ribnjaka - "Mika Alas", "Belo jezero", "Baranda" i "Živača", u periodu od 1986. do 1990. godine sprovedena su sa ciljem analiziranja uticaja fizičkih i hemijskih karakteristika vode i sedimenta na rast i produkciju šarana i pratećih herbivornih ciprinida (belog tolstolobika i amura) (Blagojević & Mitrović-Tutundžić, 1991). Rezultati ove studije imaju jasne praktične implikacije pošto autori predlažu primenu određenih agrotehničkih mera, pre svega

poboljšanje karakteristika ribnjačkog dna (sedimenta) u cilju unapređenja proizvodnje šarana. Osim toga, ova istraživanja su značajna zbog toga što predstavljaju deo zamisli autora da istovremeno analiziraju abiotičke i biotičke osobine ribnjačke vode i sedimenta i uticaj ekoloških faktora na ribe i njihovu produkciju. Tako su u zasebnim radovima prikazani rezultati obrade planktonske zajednice i faune dna (Mitrović-Tutundžić & Vidmanić, 1991) i rezultati praćenja morfoloških karakteristika i oštećenja škrga riba (Poleksić *et al.*, 1991) u pomenuta četiri nizijska ribnjaka u Vojvodini.

Značajan doprinos proučavanju ekologije šaranskih ribnjaka predstavlja ispitivanje uticaja ekoloških uslova starog i novog šaranskog ribnjaka na sekundarnu produkciju (Vidmanić, 1993). Analizirajući fizičke i hemijske osobine vode, kvalitativni i kvantitativni sastav fitoplanktona, zooplanktona i faune dna u toku dve proizvodne sezone (1990. i 1991. godine) u starom ribnjaku "Mika Alas" i novom ribnjaku "Dokmir", autor konstatuje da su stariji ribnjaci u odnosu na novoizgrađene po pravilu produktivniji, naročito u pogledu razvijenosti faune dna, zbog čega preporučuje primenu drugačijih agrotehničkih mera. U starijim ribnjacima neophodno je pražnjenje bazena nakon jesenjeg izlova i ostavljanje ribnjačkog dna suvim tokom zimskih meseci čime se pospešuje aeracija i mineralizacija mulja, dok đubrenje organskim i mineralnim đubrivima nije preporučljivo. Osim rezultata od direktnog praktičnog značaja, u ovoj studiji je prikazan uporedan pregled organske produkcije u oba ribnjaka u toku dve proizvodne sezone, sezonska dinamika diverziteta fitoplanktona i zooplanktona i analiza međudnosa između različitih trofičkih nivoa zasnovanih na *top-down* i *bottom-up* efektu. Na kraju, rezultati ove disertacije sadrže kompletne liste sastava i strukture zajednice planktona ciprinidnih ribnjaka i kvantitativnog sastava i dinamike faune dna zbog čega ovaj rad predstavlja značajan doprinos regionalnoj limnologiji stajaćih vodenih ekosistema.

Uticaj abiotičkih činilaca vodene sredine i nivoa produkcije zooplanktona i faune dna na prirast dvogodišnje mlađi šarana u poluintenzivnom sistemu Marković *et al.* (2000) su ispitivali tokom jedne proizvodne sezone, 1999. godine, na ribnjaku "Dubica". Rezultati ovog istraživanja su pokazali da u uslovima optimalne temperature, pH vode i kiseoničnog režima nivo produkcije zooplanktona i faune dna ima najveći uticaj na prirast šarana gajenog u monokulturi. S druge strane, u uslovima visoke

koncentracije amonijaka i izraženih oscilacija temperature rast riba je smanjen, čak iako je prihranjivanje intenzivno.

Kako je za rentabilnu proizvodnju šarana potrebno uskladiti dodatnu sa količinom prirodne hrane u ribnjaku, Mitrović-Tutundžić *et al.* (2000) su analizirali kvalitativni i kvantitativni sastav zajednice zooplanktona u tri odgajivališta ribnjaka "Sveti Nikola" u cilju izračunavanja količine prirodne hrane dostupne šaranu u ishrani. Na osnovu ovih podataka, autori su dali predlog ne samo za određenu dinamiku i količinu dodatne hrane, već i za primenu drugih agrotehničkih mera u ribnjačkoj proizvodnji. Uz to, važan zaključak koji proizilazi iz ovog istraživanja ukazuje da se razlike u strukturi zajednice zooplanktona u različitim ribnjačkim objektima mogu pripisati ne samo karakteristikama nasada, već i morfometriji ribnjaka i tipu zemljišta na kome je nastao ribnjak.

Dinamika zajednice zooplanktona i faune dna ispitivana je i u ribnjacima u kojima je gajena jednogodišnja mlađ šarana. Rezultati istraživanja sekundarne produkcije tokom 2002. godine u četiri mladičnjaka na ribnjaku "PKB Ribarstvo" - Baranda su pokazali da zooplankton dostiže maksimum razvića u poslednjem mesecu uzgoja i da dominira u odnosu na faunu dna u ukupnoj količini raspoložive prirodne hrane što je veoma dobro u prvim fazama gajenja šaranske mlađi (Marković *et al.*, 2003).

Istraživanje koje se bavi odnosom biološke produkcije i nasada šarana u poluintenzivnom sistemu prikazano je u jednoj novijoj opsežnoj studiji (Dulić, 2007). Naime, autor je ispitivao uticaj sekundarne produkcije (zooplanktona i bentosa) na rast ribe. Kada su u biomasi dominirale krupnije vrste iz grupe Cladocera (*Daphnia magna* i *D. pulex*), to se više odrazilo na prirast dvogodišnje mlađi šarana, što je dokazano statistički značajnim pozitivnim korelacijama. Kada su bile zastupljene sitnije vrste kladocera (*Bosmina longirostris*) ili kada ukupna biomasa zooplanktona nije bila dovoljno visoka, ispod 550 g/kg ihtiomase, nije bilo statistički značajnih međuzavisnosti zooplanktona i prirasta riba. Pošto je za proizvodnju šarana važan kvalitet vode, u ovom radu je pored monitoringa fizičkih i hemijskih osobina vode prikazana i dinamika saprobnog indeksa tokom dve proizvodne sezone (1999. i 2000. godine) na dva ribnjaka, "Sveti Nikola" iz Neuzine i "Dubica" iz Banatske Dubice. Jedan od značajnih zaključaka koji proizilazi iz ovog istraživanja, a predstavljen je u

zasebnom radu (Dulić *et al.*, 2006), odnosi se na činjenicu da je kvalitet vode u šaranskom ribnjaku sve bolji kako sezona odmiče što je jedna od potvrda da poluintenzivna proizvodnja šarana ne narušava kvalitet vode recipijenata.

Veoma značajno istraživanje uticaja različite dodatne hrane (žitarica, peletirane i ekstrudirane hrane) koja se koristi u savremenom šaranskom ribarstvu u Srbiji na kvalitet vode vezano je za rezultate koji su ostvareni tokom eksperimenta 2008. godine na Oglednom dobru "Radmilovac", Centra za ribarstvo i primenjenu hidrobiologiju, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu (Dulić *et al.*, 2010). Sa aspekta fizičkih i hemijskih osobina vode uslovi za uzgoj šarana su bili povoljni bez obzira na to koji tip dodatne hrane je primenjen u eksperimentalnim ribnjacima. Jezera su se razlikovala jedino u pogledu providnosti i elektoprovodljivosti vode, a razlike u pogledu rastvorenog kiseonika nisu bile toliko značajane sa stanovišta šaranske proizvodnje pošto su prosečne vrednosti bile u svim jezerima iznad donje granice optimuma. Na kraju, autori zaključuju da je ako se kao kriterijum uzme sastav fitoplanktonske zajednice kvalitet vode bio najlošiji u ribnjačkom objektu gde su korišćene žitarice, pošto je samo u ovom jezeru konstatovana pojava cvetanja cijanobakterija.

2. CILJEVI I HIPOTEZE

U ekstenzivnom gajenju šarana zasnovanom samo na prirodnoj hrani ribnjački ekosistem se održava stabilno bez većih promena faktora sredine uslovljenih primenom agrotehničkih, tehnoloških ili ihtioloških mera gajenja. Pošto je za postizanje većih prinosa u zemljanim ribnjacima neophodno koristiti dodatnu prihranu, postavlja se pitanje da li se odgovarajućom proizvodnjom i primenom koncentrovanih hrana u ishrani riba može postići održiva proizvodnja šarana u poluintenzivnom sistemu uzgoja.

Osnovni cilj ovog istraživanja je ispitivanje uticaja različite dodatne hrane za šaransku mlađ na strukturu i dinamiku ribnjačkog ekosistema u poluintenzivnoj proizvodnji šarana (*Cyprinus carpio* L.). Pod strukturom se podrazumeva životna zajednica ribnjaka kojom su obuhvaćene planktonska komponenta (fitoplankton i zooplankton), fauna dna sa beskičmenjacima koje šaran koristi u svojoj ishrani, ali i abiotički faktori vodene sredine koji se na toplovodnim ribnjacima najčešće prate. Ispitivanje rasta i produkcije šarana bilo je u funkciji njegove ekološke uloge kao ključne vrste u posmatranom ribnjačkom ekosistemu. Dinamika ribnjačkog ekosistema nije ispitivana sa aspekta kruženja supstance i prenosa energije kako to definiše klasična ekološka teorija, već se pojam dinamike odnosi na ispitivanje promena abiotičkih i biotičkih činilaca vodene sredine tokom sezone uzgoja uključujući analizu njihovog međuodnosa.

Poznato je da fizičke, hemijske i biološke osobine ribnjačke vode variraju tokom proizvodne godine, pa je jedan od zadataka utvrđivanje uticaja perioda (meseca sezone uzgoja) na abiotičke i biotičke faktore ribnjačkog ekosistema (temperaturu vode, providnost, tvrdoću, elektroprovodljivost, pH, utrošak KMnO_4 , rastvoreni kiseonik, koncentraciju amonijačnog azota i ortofosfata, abundancu organizama fitoplanktona, zooplanktona i bentosa). Očekuje se da će rezultati istraživanja poslužiti unapređenju tehnologije održive proizvodnje šarana na ribnjacima.

Dobro poznavanje kompleksnih ekoloških odnosa u toplovodnim ribnjacima važan je preduslov uspešne šaranske proizvodnje, pa se drugi cilj ovog istraživanja odnosi na ispitivanje jačine interakcije između 1) kvaliteta vode, 2) produkcije algi i prirodne hrane (zooplanktona i faune dna) i 3) rasta i produkcije ribe.

U radu se polazi od osnovne pretpostavke da kvalitet vode sa stanovišta saprobnosti i vrednosti fizičkih i hemijskih parametara nije lošiji u ribnjacima u kojima se koriste koncentrovane hrane u odnosu na klasičan poluintenzivan sistem proizvodnje baziran na upotrebi žitarica. Koncentrovana dodatna hrana pored direktnog zadovoljavanja nutritivnih potreba šarana ima uticaj i na povećanje produkcije njegove prirodne hrane. Na ovaj način se višak nutrijenata iz ribnjačke vodene sredine, u obliku jedinjenja azota (N) i fosfora (P) koja bi inače imala nepovoljan efekat na ribnjački ekosistem, efikasno uklanja uključivanjem u lanac ishrane na čijem se kraju nalazi gajeni šaran.

Druga pretpostavka od koje se polazi je da upotreba dodatne koncentrovane hrane sprečava iscrpljivanje prirodne hrane u ribnjacima, čime ne samo da se održava ribnjački proizvodni potencijal, već se smanjuje i šansa da dođe do masovnog razvoja neželjenih fitoplanktonskih organizama. Prirodnu hranu šarana u ribnjacima pored faune dna čine zooplanktonski organizmi, a neki od njih su veoma efikasni predatori algi i cijanobakterija koje ovim ekološkim mehanizmom (tzv. *top-down* kontrole) uspešno ograničavaju primarnu produkciju i cvetanje vode ribnjačkog ekosistema.

S druge strane, kada je u pitanju ispitivanje kompleksnih sistema kao što su šaranski ribnjaci sa poluintenzivnom proizvodnjom u kojima postoji visok stepen interakcije između različitih komponenata same proizvodnje (tehnologije uzgoja) i ribnjačkog ekosistema (riba, drugih organizama u vodi i abiotičkih faktora) obično se u analizi ovih interakcija ne polazi od neke *a priori* hipoteze.

3. MATERIJAL I METODE

Planom oglada predviđena je postavka eksperimenta u devet zimovnika na proizvodnom šaranskom ribnjaku u periodu od juna do oktobra. U eksperimentu su korišćene tri vrste dodatne hrane u poluintenzivnom sistemu uzgoja - dve vrste koncentrovane hrane za šaransku mlađ (peletirana i ekstrudirana) i žitarice (pšenica, ječam i kukuruz u jednakom odnosu).

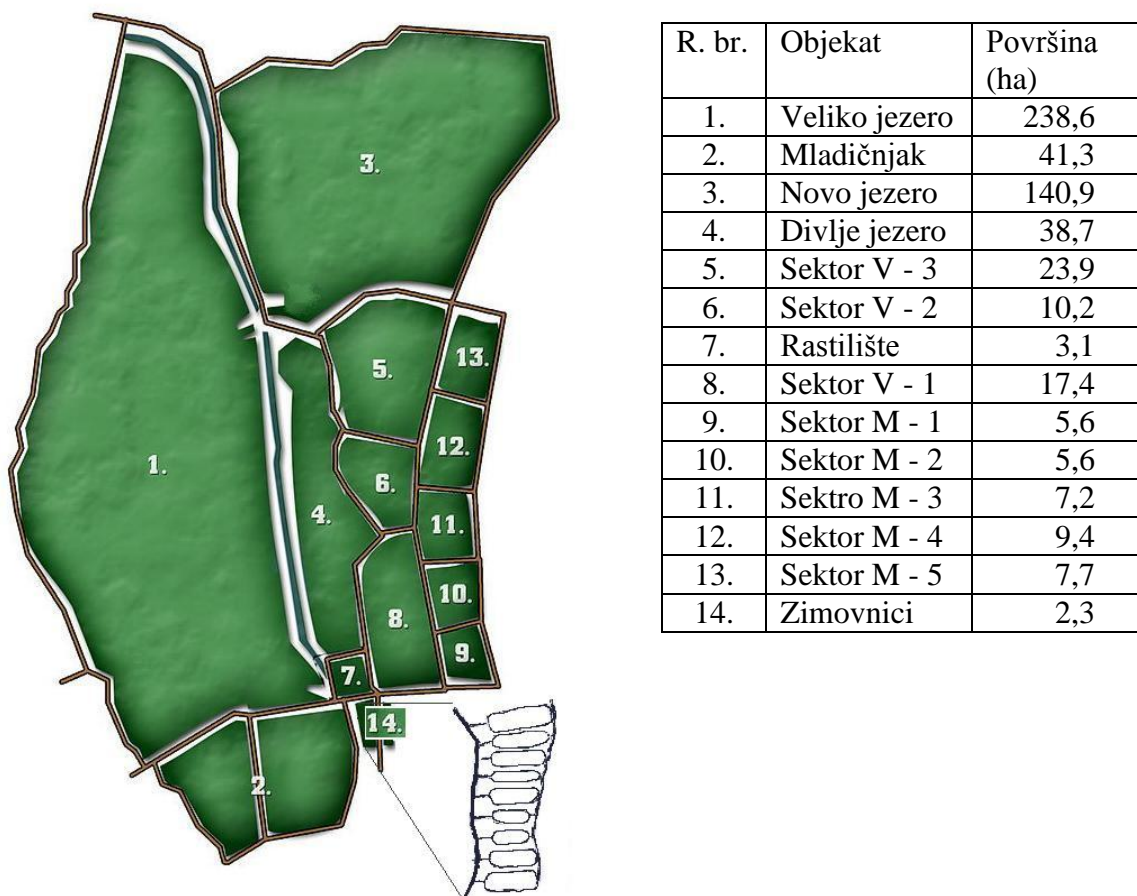
3.1. Opis lokaliteta

Za izvođenje eksperimenta korišćeno je devet zemljanih ribnjačkih objekata-zimovnika (jezera) u okviru šaranskog ribnjaka "Kapetanski rit".

Ribnjak koji je danas poznat kao "Kapetanski rit" Ribarstvo Kanjiža postoji od 1953. godine i nalazi se na severu Vojvodine, 13 km istočno od Kanjiže i 17 km južno od Paličkog jezera. Pod nazivom "Ribarska zadruga" u prvih petnaest godina ovaj ribnjak je najviše pod upravom Zemljoradničke Zadruga Kanjiža i u to vreme se proteže na 240 ha vodenih površina podeljenih u dva objekta. Nakon toga ribnjak kupuje ribarsko preduzeće "Šaran" Petrovaradin i time otpočinje period intenzivne rekonstrukcije i proširivanja ribnjaka. Izgrađeno je "Novo jezero" površine 170 ha i "Mladičnjak" površine oko 40 ha, a uporedo sa povećanjem broja radnika završena je izgradnja upravne zgrade, prostorija za osoblje i objekata za smeštaj hrane. Ribnjak se 1989. godine izdvaja iz sastava "Ribarstva" Petrovaradin i počinje samostalno da posluje. Dve godine kasnije otpočinje proces privatizacije ribnjaka koji postaje Deoničarsko društvo sa većinskim udelom radnika i penzionera. Tokom 1991. i 1992. godine izgrađeni su zimovnici za smeštaj ribe u hladnijem delu godine. Novo proširivanje ribnjačkih površina započinje 1996. godine izgradnjom "Novih Sektora" podeljenih u 8 samostalnih objekata (jezera) ukupne površine 103 ha. Proces privatizacije ribanjaka završen je 2003. godine kada A.D. "Kapetanski rit" Kanjiža u potpunosti prelazi u privatno vlasništvo.

Danas ovaj ribnjak raspolaže sa 32 zemljana objekta i ukupnom proizvodnom površinom od oko 553 ha (Slika 1). Od ribljih vrsta uzgajaju se šaran, sivi i beli

tolstolobik i som. Zemljani objekti uglavnom se snabdevaju vodom gravitacijski iz reke Kereš i delimično iz Tise preko kanala Adorjan - Velebit.



Slika 1. Raspored i površina objekata na šaranskom ribnjaku "Kapetanski rit" Ribarstvo Kanjiža sa položajem devet eksperimentalnih zimovnika

3.2. Opis i priprema eksperimentalnih objekata sa tehnologijom uzgoja

Devet zimovnika koji su korišćeni u eksperimentu imaju pravougaoni oblik i međusobno se razlikuju po veličini (Tabela 3). Pre početka eksperimenta oni su pripremljeni na isti način primenom sledećih agrotehničkih mera:

1. ispuštanje sve zaostale vode i isušivanje zimovnika
2. uklanjanje rastinja zaostalog na dnu i unutrašnjim stranama nasipa
3. plitko tanjiranje dna ribnjačkih objekata
4. zakrečavanje dna primenom 550 kg/ha hidratisanog kreča

Dva dana nakon zakrečavanja dna i pet dana pre nasađivanja šaranske mladi svih devet zimovnika je istovremeno napunjeno vodom (Slika 2a i 2b). Punjenje i po potrebi osvežavanje ovih bazena obavljeno je kanalisanom vodom iz reke Tise.



Slika 2a. Punjenje zimovnika



Slika 2b. Izgled zimovnika pre nasađivanja

U svim jezerima nasađena je jednogodišnja šaranska mlađ dobre kondicije, ujednačenih osobina, bez spoljnih znakova oboljenja. Šaranska mlađ korišćena u eksperimentu obezbeđena je sa ribnjaka "Kapetanski rit" iz sopstvene proizvodnje kako bi se izbegao stres prilikom transporta i manipulacije ribom. Gustina nasada je bila ista u svih devet zimovnika i iznosila je 2120 ind./ha. Prosečna individulana masa šarana prilikom nasađivanja bila je $268 \pm 9,2$ g.

Tabela 3. Dimenzije eksperimentalnih zimovnika

Oznaka zimovnika	Dužina (m)	Širina (m)	Dubina (m)	Površina (m ²)
Z4	51,5	23,7	2,2	1220,6
Z5	47,5	15,8	2,2	750,5
Z6	45,5	17,8	2,1	809,9
Z7	43,5	14,8	2,1	643,8
Z8	37,6	19,8	2,1	744,5
Z9	33,6	17,8	2,1	598,1
Z10	33,6	21,7	2,1	729,1
Z11	37,6	17,8	2,2	669,3
Z12	41,5	22,0	2,2	913,0

3.3. Hrana i način hranjenja

U nasadenim ribnjacima su primenjena tri tipa dodatne hrane tj. tretmana:

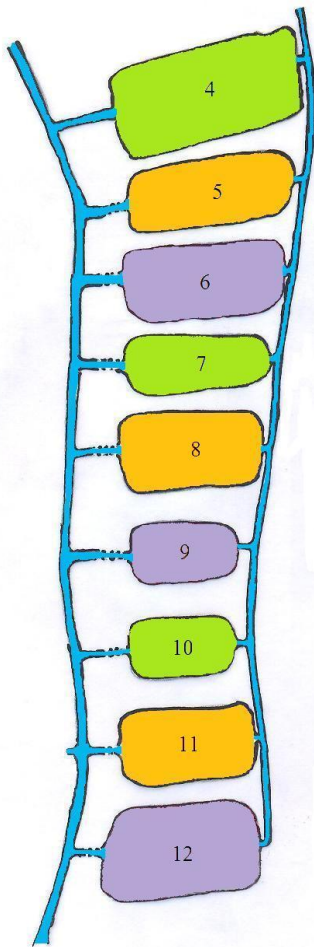
1. kombinacija žitarica u zrnu
(kukuruz, pšenica i ječam u odnosu 1:1:1)
2. peletirana hrana proizvođača Veterinarski zavod - Subotica
sa 25% proteina i 7% masti
3. ekstrudirana hrana proizvođača Soja protein - Bečej
sa 25% proteina i 7% masti

Hemijski sastav hrane analiziran je u Laboratoriji za ispitivanje stočne hrane i animalnih proizvoda Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu u skladu sa važećim pravilnicima, standardima i dokumentovanim metodama i prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4. Hemijski sastav eksperimentalne hrane (% u suvoj materiji)

Komponenta	Ekstrudirana hrana	Peletirana hrana	Žitarice
Sirovi protein	27,4	25,9	12,5
Sirova mast	7,7	7,4	3,7
Sirova celuloza	3,7	6,7	8,2
Vlaga	0,0	0,0	0,0
Pepeo	4,5	8,8	1,6
Kalcijum (Ca)	1,1	2,4	<0,01
Magnezijum (Mg)	0,0	0,0	-

Svaki tip dodatne hrane je primenjen u po tri zimovnika (Slika 3).



Riba je ručno hranjena svakoga dana u periodu od 10 do 14 časova na posebno obeleženim mestima - hranilištima u svim jezerima. Proračun količine dnevnog obroka po jezeru (u kg) računat je preko proizvoda prosečne individualne mase riba dobijene na osnovu merenja dvonedeljnih probnih ulova, ukupnog broja riba i preporučenog procenta hrane od 2% u odnosu na ukupnu ihtiomasu u jezeru tokom trajanja eksperimenta.

Slika 3. Prikaz eksperimentalnih zimovnika (označenih brojem) sa upusnim (desno) i ispusnim kanalom (levo) i rasporedom tretmana u njima. Zelena boja - dodatna hrana u obliku žitarica; Narandžasta boja - peletirana hrana; Siva boja - ekstrudirana hrana

3.4. Dinamika uzorkovanja i analiza fizičkih, hemijskih i bioloških osobina vode

Uzimanje uzoraka za fizičku, hemijsku i biološku analizu vode obavljeno je u prepodnevnim časovima (između 10 i 11 h) dvonedeljnom dinamikom, uz napomenu da su temperatura vode i koncentracija rastvorenog kiseonika mereni svakoga dana u pomenuto vreme.

3.4.1. Metode uzorkovanja i analize fizičkih i hemijskih osobina vode

Od fizičkih osobina vode mereni su:

1. Temperatura i
2. Providnost

a od hemijskih parametara vode praćeni su:

1. Tvrdća
2. Elektroprovodljivost
3. pH
4. Utrošak kalijum-permanganata (KMnO₄)
5. Koncentracija rastvorenog kiseonika
6. Sadržaj ukupnog amonijačnog azota i
7. Sadržaj rastvorenog reaktivnog fosfora

Temperatura vode (°C), pH, elektroprovodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi (mg/l) mereni su *in situ* pomoću aparata MULTI 340i/SET (WTW, Weilheim, Germany), dok je providnost vode (cm) merena Secchi diskom. Ostali parametri određeni su iz uzoraka koji su uzimani uvek sa istog mestu u jezeru (ispred grlenjaka 30 cm ispod površine vode) pomoću plastičnih boca zapremine jedan litar. Analiza ovih parametara obavljena je u laboratoriji za Hemiju vode, Centra za ribarstvo i primenjenu hidrobiologiju na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu na sledeći način:

Tvrdoća vode određivana je EDTA titrimetrijskom metodom (APHA, AWWA & WPCF, 1998a). Rezultati su izraženi u nemačkim stepenima (°dH).

Sadržaj organske materije u vodi izražen preko utroška kalijum-permanganata (mg/l) određivan je titracijom po Kübel-Tiemann (SZZZ, 1990).

Sadržaj ukupnog amonijačnog azota u vodi analiziran je pomoću spektrofotometra (WTW spectroFlex 6600, Weilheim, Germany) nakon direktne neslerizacije (APHA, AWWA & WPCF, 1992), a jedinica kojom su izraženi dobijeni rezultati je mg NH₄-N/l.

Sadržaj rastvorenog reaktivnog fosfora u vodi takođe je određivan uz pomoć pomenutog spektrofotometra primenom metode sa amonijum molibdatom (APHA, AWWA & WPCF, 1998b), a dobijeni rezultati su izraženi u mg PO₄-P/l.

3.4.2. Metode uzorkovanja i analize fitoplanktona

Analiza fitoplanktona obuhvatala je:

1. određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava fitoplanktonske zajednice
2. određivanje koncentracije hlorofila *a* i
3. saprobiološku analizu

Uzorci vode za analizu fitoplanktona uzimani su sa jednog reprezentativnog mesta u jezeru 20 cm ispod površine vode pomoći plastične flaše od 100 ml i odmah fiksirani u 4% rastvoru formalina.

Kvalitativna i kvantitativna analiza fitoplanktona obavljena je na Katedri za algologiju, mikologiju i lihenologiju, Instituta za botaniku i Botaničkoj bašti "Jevremovac", Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Identifikacija taksona je izvršena do nivoa vrste, ređe varijeteta i forme, uglavnom za sve grupe osim za neke cijanobakterije i silikatne alge koje su određene do nivoa roda. Determinacija taksona je obavljena pomoću svetlosnog mikroskopa Primo Star (Carl Zeiss, Jena, Germany) pri uveličanju od 400× korišćenjem odgovarajućih ključeva za determinaciju (Huber-Pestalozzi *et al.*, 1983; Komárek & Anagnostidis, 1998, 2005).

Kvalitativna analiza fitoplanktona uključivala je određivanje abundance i biomase ovih organizama. Abundancija fitoplanktona ili brojnost organizama u jedinici zapremine (ind./l) određivana je metodom po Utermöhl-u (1958). Jedinke fitoplanktona su nakon taloženja u komorici (Hydro-Bios, Kiel, Germany) izbrojane pomoću invertnog mikroskopa Leica DM IL (Wetzlar, Germany) pri uveličanju od 400×. Biomasa pojedinačnih taksona cijanobakterija i algi određena je na osnovu zapremine ćelija, kolonija ili cenobija računatih preko odgovarajućih geometrijskih aproksimacija i izmerenih linearnih dimenzija tih vrsta algi (Hillebrand *et al.*, 1999).

Uzorci vode za određivanje koncentracije hlorofila *a* uzimani su sa istog mesta kao i uzorci za analizu fitoplanktona pomoću plastične flaše od 1000 ml i čuvani na

hladnom i tamnom mestu do dolaska u laboratoriju. Koncentracija hlorofila *a* određena je prema metodi ISO 10260 (1992) nakon filtracije, a jedinica kojom su izraženi dobijeni rezultati je µg/L.

3.4.2.1. Indeks saprobnosti

U saprobiološkoj analizi vode u zimovnicima korišćene su saprobne vrednosti fitoplanktonskih organizama kao indikatora kvaliteta vode (Marvan *et al.*, 2005). Stepen saprobnosti tj. saprobiološka zona određena je na osnovu vrednosti indeksa saprobnosti (Tabela 5) koji je izračunat pomoću sledeće formule:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i \times s_i \times G_i)}{\sum_{i=1}^n (h_i \times G_i)}$$

S - indeks saprobnosti; n- broj vrsta koje su pronađene u uzorku ($i = 1, 2, 3 \dots n$)

h_i - relativna brojnost i -te vrste; s_i - saprobna vrednost i -te vrste; G_i - indikatorska težina i -te vrste

Tabela 5. Određivanje saprobiološke zone na osnovu indeksa saprobnosti

Saprobiološka zona	Vrednost indeksa saprobnosti
Ksenosaprobna (x)	<1,00
Oligosaprobna (o)	1,01-1,50
Oligo-beta-mezosaprobna (o-b-m)	1,51-1,80
Beta-mezosaprobna (b-m)	1,81-2,30
Beta-alfa-mezosaprobna (b-a-m)	2,31-2,80
Alfa-mezosaprobna (a-m)	2,81-3,30
Alfa-mezosaprobna-polisaprobna (a-m-p)	3,31-3,50
Polisaprobna (p)	3,51-4,00

3.4.3. Metode uzorkovanja i analize zooplanktona

Analiza zooplanktona obuhvatala je:

- određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava zooplanktonske zajednice

Za prikupljanje uzoraka zooplanktona korišćena je plastična providna cev zapremine jedan litar. Postavljanjem plastične cevi koso u vodu, pazeći da se ne zahvati deo ribnjačke podloge, zahvatana je voda duž čitavog vodenog stuba na tri tačke u svakom zimovniku: tačka 1 - kod ispusta, tačka 2 - na sredini jezera i tačka 3 - kod upusta vode u zimovnik. Tako prikupljeni uzorci su u vidu kompozitnog uzorka profiltrirani kroz planktonsku mrežicu, okaca oko 76 μm , a izdvojeni organizmi su konzervirani u 4% formalinu.

Kvalitativna i kvantitativna analiza zooplanktona je obavljena u Laboratoriji za zoologiju, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Identifikacija taksona je obavljena do nivoa roda i vrste korišćenjem svetlosnog mikroskopa Carl Zeiss (Jena, Germany) sa maksimalnim uveličanjem 160 \times . Taksonomska pripadnost organizama zooplanktona određena je uz pomoć standardnih ključeva (Šramek-Hušek *et al.*, 1962; Flössner, 1972; Koste, 1978; Dussart & Defaye, 2001).

Kvantitativna analiza planktonskih beskičmenjaka uključivala je određivanje njihove abundance i biomase. Abundanca izražena brojem individua u litri (ind./l) izračunata je nakon direktnog brojanja organizama u Sedgewick-Rafter-ovoj komorici zapremine 1 ml. Biomasa zooplanktona određena je množenjem brojnosti svake vrste sa srednjim vrednostima biomase iz tablica za pojedinačne vrste (Morduhai-Boltiviskoi, 1954; Ulomskii, 1958).

3.4.4. Metode uzorkovanja i analize makrozoobentosa

Analiza makrozoobentosa tj. organizama faune dna obuhvatila je identifikovanje onih grupa organizama koje šaran dominantno koristi u svojoj ishrani i određivanje njihovog kvantitativnog sastava.

Beskičmenjaci dna prikupljeni su Ekmanovim bagerom modifikovanim za upotrebu na šaranskim ribnjacima. U svakom zimovniku uzimani su uzorci sa tri tačke duž njegove dijagonale: tačka 1 - kod ispusta, tačka 2 - na sredini jezera i tačka 3 - kod upusta vode u zimovnik. Ovako prikupljeni uzorci sedimenta su u vidu jednog kompozitnog uzorka prosejani kroz sito kako bi se odstranio mulj, a zaostali organizmi su prebačeni u plastične boce i fiksirani dodavanjem 96% alkohola na mestu uzorkovanja.

Identifikacija organizama makrozoobentosa obavljena je u Laboratoriji Instituta za zoologiju Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu pomoću stereomikroskopa (Bresser Advanced ICD 10-160×, Rhede, Germany) i odgovarajuće literature (Roskošny, 1980).

Kvantitativna analiza prikupljenih beskičmenjaka dna obuhvatila je određivanje njihove abundance i sirove mase. Abundanca organizama makrozoobentosa izražena je kao br. ind./m². Merenje sirove mase pojedinačnih grupa makrozoobentosa obavljeno je pomoću vage Adventurer pro AV264CM (Ohaus, USA) preciznosti od 0,0001 g.

3.4.5. Metode uzorkovanja i analize riba

Analiza riba obuhvatila je:

1. određivanje prosečne individualne mase riba
2. određivanje specifične stope rasta riba
3. određivanje ukupnog prinosa ribe po jezeru

Ribe su hvatane povlačenjem ribarske mreže - alova duž čitavog zimovnika od grlenjaka do upusta u intervalu od dve nedelje. Prilikom svakog uzorkovanja izlovljeno je najmanje 10% od ukupnog broja nasađenih riba. Masa riba merena je individualno pomoću digitalne vage preciznosti 0,1 g.

Za potebe analize interakcija između riba i drugih komponenata ribnjačkog ekosistema pored individualne mase šarana određivana je specifična stopa rasta i ukupan prinos šarana po jezeru na mesečnom nivou i to po sledećim formulama:

$$SGR = (\ln W_{Tf} - \ln W_{Ti}) \times 100 / T$$

SGR- specifična stopa rasta riba (%); W_{Tf}- završna masa riba; W_{Ti}- početna masa riba

T- period u danima između merenja početne i završne mase riba (28 dana)

$$Y = AW_f \times N$$

Y - prinos po jezeru (g); A W_f - prosečna individualna masa ribe; N - ukupan broj riba

3.5. Metode statističke analize

Eksperimentalni podaci dobijeni uzorkovanjem i monitoringom u oglednim zimovnicima predstavljani su preko osnovnih pokazatelja deskriptivne statistike: aritmetičke sredine, medijane, minimuma, maksimuma, standardne devijacije, standardne greške i koeficijenta varijacije za svaku grupu zimovnika u kojima je primenjen jedan od tri tipa dodatne hrane.

Statističko ispitivanje postavljenih hipoteza o jednakosti prosečnih vrednosti ispitivanih parametara postignutih primenom različite dodatne hrane, kao i jednakosti ovih prosečnih vrednosti tokom sezone uzgoja od juna do oktobra izvršeno je primenom analize kovarijanse (ANCOVA) sa dva faktora (dodatna hrana i mesec uzorkovanja) i kovarijablom (površina jezera). Podaci dobijeni kao rezultat dvonedeljne dinamike uzorkovanja za potrebe ove analize prevedeni su u mesečne proseke. Kako su pojedini parametri i nakon toga pokazivali veliku varijabilnost ($C_v > 30\%$) primenjene su odgovarajuće transformacije u cilju njihove homogenizacije. Za pojedinačno poređenje po dve sredine tretmana korišćen je Tukey-ev test čak i onda kada su dobijeni rezultati F-testa ukazivali da razlike između sredina testiranih grupa nisu bile statistički značajne. Razlog je u tome što se može desiti da se zajedničkim tj. F-testom dobije da razlike sredina nisu značajne na nivou značajnosti koji je blizu 0,05, a da su razlike sredina dve grupe statistički značajne samo zato što su neznatno ispod pomenutog nivoa od 0,05.

Ispitivanje jačine zavisnosti između različitih komponentata ribnjačkog ekosistema i članova lanca tj. mreže ishrane obavljeno je primenom metoda multivarijacione analize (Greenacre, 2007) i to onih koje su široko korišćene u analizi bioloških zajednica, a poznate su kao metode ordinacije (eng. *ordination methods*). S obzirom da je jedan od ciljeva rada ispitivanje interakcije između tri skupa promenljivih: **1.** Fizičke i hemijske osobine vode (abiotička svojstva vode) - providnost (*Prov*), tvrdoća (*Tvrd*), elektroprovodljivost (*El prov*), *pH*, koncentracija rastvorenog kiseonika (*O2*), sadržaj ukupnog amonijačnog azota (*NH4-N*), sadržaj ortofosfata (*PO4-P*) i utrošak kalijum-permanganata (*KMnO4*), **2.** Brojnost planktona i bentosa - ukupna brojnost Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta, Rotatoria, Cladocera, Copepoda i organizama makrozoobentosa i **3.** Produkcija i rast riba - individualna masa riba, prinos po jezeru i dnevna stopa rasta riba, za statističku analizu

izabrana je direktna gradijentna analiza. Vrednosti svih parametara merenih dvonedeljnom dinamikom prevedene su u mesečne proseke za svako jezero, s tim da su u analizi korišćena samo jezera približno iste površine, ukupno šest (dva jezera u svakoj od tri eksperimentalne grupe) kako bi se izvršila korekcija za uticaj veličine jezera. Pošto je bilo potrebno objasniti promene u jednom skupu podataka promenama u drugom skupu, ali nakon što se isključi varijabilnost nastala kao posledica dugog trajanja ogleđa (efekat sezone je kovarijabla) na raspolaganju su bile dve metode: kanonična korelaciona analiza (CCA) i analiza redundantnosti (RDA). Izbor jedne od ove dve metode zavisio je od modela odgovora svakog pojedinačnog skupa podataka. U slučaju da je model odgovora linearan, podaci se ispituju pomoću RDA, dok se u slučaju unimodalnog odgovora koristi CCA. Najvažnija razlika između ove dve metode je što se pomoću analize redundantnosti može ispitivati veliki broj zavisnih promenljivih, dok je u kanoničnoj korelacionoj analizi njihov broj ograničen na najviše $n-q$ (n - broj uzoraka, q - broj faktora). Osim toga, CCA ne pravi razliku između dva skupa podataka, dok su u RDA jasno razgraničene promenjive koje su nezavisne (faktori) od onih koje su objašnjene ovim faktorima (zavisne promenjive). Za ispitivanje linearnosti korišćena je jedna vrsta indirektno gradijentne analize poznata kao DCA (eng. *detrended correspondence analysis*) i pošto su dobijene vrednosti za dužinu gradijenta prve ose bile manje od dve standardne devijacije za sva tri skupa podataka (Tabele 85-87. u prilogu) što upućuje na linearan odgovor, primenjena je analiza redundantnosti (RDA). Kako su korišćene varijable izražene u različitim jedinicama mere izabrali smo analizu redundantnosti (RDA) na bazi korelacione matrice uz prethodno standardizovanje promenljivih. U cilju određivanja značajnosti prve ose i prve četiri kanonične ose zajedno korišćeni su Monte Carlo testovi sa 1000 permutacija sa uvedenim ograničenjem na ponovljena merenja u svakom od jezera.

Statistička obrada eksperimentalnih rezultata urađena je pomoću paketa STATISTICA v. 6.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, USA) i programa Canoco for Windows verzija 4.5 (ter Braak & Smilauer, 2002). Za grafičko prikazivanje rezultata multivarijacione analize korišćen je program CanoDraw for Windows.

4. REZULTATI

4.1. Fizičke i hemijske osobine vode

4.1.1. Temperatura vode

Maksimalna prosečna temperatura vode u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama dostignuta je krajem jula (26,8°C), dok je mesec dana ranije utvrđena za grupe zimovnika u kojima je korišćena proteinska hrana, peletirana (26,5°C) i ekstrudirana (26,8°C) (Tabela 6). Usled zahlađenja početkom oktobra, najniže prosečne vrednosti temperature vode u svim zimovnicima konstatovane su na kraju eksperimenta i kretale su se od 17,4°C do 17,7°C. Temperatura vode u upusnom kanalu je bila najviša u prvoj polovini avgusta (25,6°C), a najniža u oktobru (17,5°C). U poređenju sa ribnjacima temperatura vode u upusnom kanalu je uvek bila niža izuzev u jesen na kraju eksperimenta. U zimovnicima voda miruje ili veoma sporo teče ka prelivu na ispustu, pa se tokom toplih meseci brže zagreva, a u hladnim mesecima brže hladi u odnosu na upusni kanal.

Tabela 6. Temperatura vode (°C) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	23,2	26,1	23,6	26,4	26,0	24,4	19,8	21,0	17,2
	Z7	23,4	25,7	24,3	25,4	26,2	23,7	19,9	21,7	17,4
	Z10	23,0	27,1	24,2	28,5	25,7	24,1	19,6	21,1	17,7
	\bar{X}	23,2	26,3	24,0	26,8	26,0	24,1	19,8	21,3	17,4
Peletirana hrana	Z5	23,4	25,7	24,2	25,6	25,9	24,1	19,9	21,1	17,9
	Z8	23,4	26,3	23,4	26,9	26,2	23,7	19,9	21,5	17,8
	Z11	22,7	27,6	24,4	25,0	26,3	24,2	19,6	21,1	17,4
	\bar{X}	23,2	26,5	24,0	25,8	26,1	24,0	19,8	21,2	17,7
Ekstrudir. hrana	Z6	23,3	26,4	24,0	25,5	26,7	24,4	19,8	20,6	17,6
	Z9	23,1	26,3	24,2	26,6	26,5	23,7	19,4	21,3	17,2
	Z12	22,1	27,6	23,6	25,7	26,3	24,1	19,2	22,0	17,4
	\bar{X}	22,8	26,8	23,9	25,9	26,5	24,1	19,5	21,3	17,4
Upusni kanal	<i>n.m.</i>	23,7	21,7	22,3	25,6	22,9	18,7	19,7	17,5	

n.m. - nije mereno

Slična dinamika srednjih vrednosti temperature vode sa izraženim variranjem tokom sezone uzgoja zabeležena je u sve tri ispitivane grupe (Tabela 6). Nakon što je dostigla vrednost od 26°C krajem juna i sredinom avgusta, temperatura vode je opadala do kraja eksperimenta, sa izuzetkom dve nedelje u septembru.

4.1.2. Providnost vode

Razlike u prosečnoj providnosti vode između eksperimentalnih grupa bile su izraženije u prvoj polovini sezone uzgoja, sa najmanjim prosečnim vrednostima zabeleženim u zimovnicima sa dodatkom žitarica (Tabela 7). Nasuprot tome, u drugom delu realizacije eksperimenta providnost je bila nešto veća u ovoj u odnosu na druge dve grupe zimovnika. Najduži put kroz vodeni stub svetlost je prelazila na početku eksperimenta, u junu, uz najveću prosečnu vrednost u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana (46,7 cm), ispred jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane (38,7 cm) i žitarica (27,0 cm). Sa druge strane, minimalna providnost vode u tri grupe zimovnika konstatovana je u različito vreme, sredinom jula u grupi u kojoj su korišćene žitarice (16,2 cm), a kasnije, početkom septembra i početkom oktobra u zimovnicima u kojima je dodavana ekstrudirana (16,2 cm), odnosno peletirana hrana (15,7 cm). U upusnom kanalu maksimalna providnost zabeležena je krajem avgusta (35,0 cm), dok je minimalna izmerena početkom oktobra (11,5 cm).

Tabela 7. Providnost vode (cm) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	28,0	19,0	17,0	17,5	20,0	18,5	20,0	20,0	15,0
	Z7	25,0	24,0	17,5	20,0	24,0	25,5	23,0	29,0	20,0
	Z10	28,0	22,0	14,0	17,0	22,0	25,0	19,0	25,0	19,0
	\bar{X}	27,0	21,7	16,2	18,2	22,0	23,0	20,7	24,7	18,0
Peletirana hrana	Z5	48,0	41,0	17,0	22,5	20,0	22,0	21,0	26,0	16,0
	Z8	66,0	32,0	19,0	22,0	23,0	26,0	19,0	22,0	14,0
	Z11	26,0	23,0	14,5	18,0	36,0	15,0	12,5	18,0	17,0
	\bar{X}	46,7	32,0	16,8	20,8	26,3	21,0	17,5	22,0	15,7
Ekstrudir. hrana	Z6	54,0	79,0	48,0	31,0	22,0	18,5	14,0	18,0	16,0
	Z9	27,0	18,0	15,0	19,0	28,0	28,0	18,5	26,0	17,0
	Z12	21,0	19,0	13,0	15,0	22,0	20,0	16,0	21,0	17,0
	\bar{X}	34,0	38,7	25,3	21,7	24,0	22,2	16,2	21,7	16,7
Upusni kanal	<i>n.m.</i>	19,8	19,0	16,0	30,5	35,0	17,2	23,0	11,5	

n.m. - nije mereno

4.1.3. Tvrdoća vode

Prema ukupnoj količini rastvorenih soli kalcijuma i magnezijuma, izraženih nemačkim stepenima, voda se u eksperimentalnim ribnjacima u većem delu istraživanja može označiti kao srednje tvrda do tvrda, izuzev na kraju proizvodne sezone kada je bila jako tvrda. Najniža prosečna tvrdoća vode u tri grupe zimovnika zabeležena je u avgustu i kretala se od 9,7 °dH - ekstrudirana hrana, preko 9,8 °dH - peletirana hrana do 10,0 °dH - žitarice (Tabela 8). Maksimalne vrednosti tvrdoće vode konstatovane su početkom oktobra i to 18,1 °dH - žitarice, 18,7 °dH - ekstrudirana hrana i 19,6 °dH - peletirana hrana. Najveće oscilacije ovog parametra utvrđene su u upusnom kanalu gde se ukupna tvrdoća vode tokom sezone uzgoja kretala od 9,6 °dH do 22,2 °dH.

Tabela 8. Ukupna tvrdoća vode (°dH) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	<i>n.m.</i>	11,8	11,9	13,9	10,1	11,7	13,4	14,6	19,5
	Z7	<i>n.m.</i>	12,9	11,2	11,9	10,1	10,1	11,2	11,2	16,1
	Z10	<i>n.m.</i>	11,8	11,2	11,9	9,9	9,9	12,3	11,9	18,6
	\bar{X}	-	12,2	11,4	12,6	10,0	10,6	12,3	12,6	18,1
Peletirana hrana	Z5	<i>n.m.</i>	13,4	14,2	15,7	10,1	10,5	13,2	14,8	19,9
	Z8	<i>n.m.</i>	12,8	13,2	15,2	11,0	9,6	12,5	12,5	17,9
	Z11	<i>n.m.</i>	11,7	11,1	13,4	9,9	9,4	12,1	12,8	21,1
	\bar{X}	-	12,6	12,8	14,8	10,3	9,8	12,6	13,4	19,6
Ekstrudir. hrana	Z6	<i>n.m.</i>	13,4	13,1	14,6	9,9	9,9	12,7	12,5	18,6
	Z9	<i>n.m.</i>	12,5	10,1	13,4	9,6	9,9	11,7	12,8	18,4
	Z12	<i>n.m.</i>	11,8	11,2	12,5	9,5	10,5	12,1	12,3	19,0
	\bar{X}	-	12,6	11,5	13,5	9,7	10,1	12,1	12,5	18,7
Upusni kanal		<i>n.m.</i>	17,4	13,3	<i>n.m.</i>	9,6	10,3	15,5	22,2	20,2

n.m.- nije mereno

4.1.4. Elektroprovodljivost vode

Najveće srednje vrednosti ovog parametra koji ukazuje na količinu rastvorenih mineralnih materija u vodi izmerene su na početku i na kraju eksperimenta, a kretale su se od 928 $\mu\text{S}/\text{cm}$ u zimovnicima sa dodatkom žitarica, preko 954 $\mu\text{S}/\text{cm}$ u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana do 975 $\mu\text{S}/\text{cm}$ u zimovnicima sa dodatkom

ekstrudirane hrane (Tabela 9). Najmanju elektroprovodljivost vode jezera su imala u avgustu kada su konstatovane vrednosti bile u proseku od 506 $\mu\text{S}/\text{cm}$ do 551 $\mu\text{S}/\text{cm}$. U upusnom kanalu količina rastvorenih mineralnih materija izražena u $\mu\text{S}/\text{cm}$ kretala se od 474 (desetog avgusta) do 1057 (dvadesedevetog juna) sa vrednostima koje su, izuzev u avgustu, bile uvek veće u odnosu na jezera.

Tabela 9. Elektroprovodljivost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	932	739	656	869	530	530	755	879	1002
	Z7	893	766	646	767	622	524	639	745	850
	Z10	894	745	620	780	502	527	674	803	931
	\bar{X}	906	750	641	805	551	527	689	809	928
Peletirana hrana	Z5	947	756	695	939	534	551	737	869	1001
	Z8	954	737	708	910	592	534	721	815	908
	Z11	961	728	612	865	502	519	577	755	932
	\bar{X}	954	740	672	905	543	535	678	813	947
Ekstrudir. hrana	Z6	963	768	667	879	516	531	732	859	985
	Z9	939	736	613	844	503	522	645	799	953
	Z12	977	721	578	845	498	521	561	774	986
	\bar{X}	960	742	619	856	506	525	646	811	975
Upusni kanal		<i>n.m.</i>	1057	835	962	474	517	967	<i>n.m.</i>	1009

n.m. - nije mereno

Elektroprovodljivost vode je pokazivala sezonska kolebanja u svim tretmanima tokom trajanja eksperimenta (Tabela 9). Ako izuzmemo kraj jula, od početka eksperimenta elektroprovodljivost opada u svim zimovnicima sve do sredine ili kraja avgusta, nakon čega ponovo raste dostižući maksimalne vrednosti početkom oktobra.

4.1.5. pH vode

U tretmanu sa žitaricama pH vrednost vode se u proseku kretala od 8,28 (kraj avgusta) do 8,85 kada je krajem jula konstatovan maksimum alkalne reakcije vode (Tabela 10). Slično je bilo i u grupi zimovnika sa ekstrudiranom hranom gde je pH u jednom od njih dostigla vrednost od 9,35 krajem jula, najveću zabeleženu tokom eksperimenta. Najmanje oscilacije količine vodonikovih jona tokom sezone bile su odlika jezera sa dodatkom kompletne smeše dobijene peletiranjem, sa maksimalnom

srednjom pH vrednošću od 8,57 na početku eksperimenta, a minimalnom od 8,27 krajem avgusta. Tokom eksperimenta voda je u upusnom kanalu bila slabo bazna (8,01 - 8,56) sa nižom vrednošću pH u odnosu na većinu jezera tokom trajanja eksperimenta.

Tabela 10. pH vode u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	8,76	8,81	8,64	8,65	8,53	8,08	8,35	8,33	8,38
	Z7	8,70	8,71	8,65	8,96	9,22	8,42	8,50	8,67	8,65
	Z10	8,65	8,88	8,75	8,93	8,21	8,33	8,24	8,51	8,58
	\bar{X}	8,70	8,80	8,68	8,85	8,65	8,28	8,36	8,50	8,54
Peletirana hrana	Z5	8,42	8,07	8,03	8,17	8,51	8,06	8,42	8,45	8,53
	Z8	8,54	8,67	8,37	8,76	8,39	8,48	8,36	8,61	8,58
	Z11	8,76	8,96	8,87	8,33	8,47	8,28	8,30	8,48	8,49
	\bar{X}	8,57	8,57	8,42	8,42	8,46	8,27	8,36	8,51	8,53
Ekstrudir. hrana	Z6	8,54	8,17	7,95	8,11	8,41	8,37	8,38	8,58	8,56
	Z9	8,78	8,70	8,76	9,35	8,38	8,37	8,40	8,61	8,65
	Z12	8,76	9,04	8,98	9,04	8,41	8,26	8,48	8,40	8,53
	\bar{X}	8,69	8,64	8,56	8,83	8,40	8,33	8,42	8,53	8,58
Upusni kanal	<i>n.m.</i>	8,44	8,33	8,26	8,12	8,01	8,46	8,26	8,56	

n.m. - nije mereno

4.1.6. Utrošak kalijum - permanganata

Na prisustvo veće količine organske materije podložne razlaganju ukazivao je visok utrošak kalijum-permanganata (KMnO₄) u vodi u sve tri grupe zimovnika i upusnom kanalu tokom trajanja eksperimenta (Tabela 11). Ipak, blago povećane vrednosti konstatovane su u "klasičnom" poluintenzivnom sistemu sa žitaricama u odnosu na one sa kompletnom hranom. Naročito visok utrošak KMnO₄ u tri grupe zimovnika srećemo na kraju eksperimenta kada su zabeležene i najveće prosečne vrednosti od 104,31 mg/l (ekstrudirana hrana), 109,58 mg/l (peletirana hrana) i 114,85 mg/l (žitarice). U zimovniku 4 gde je riba prihranjivana žitaricama u tom periodu je zabeležena najveća vrednost utroška KMnO₄ (123,28 mg/l). Najniži sadržaj lakorazgradive organske materije u vodi zabeležen je u avgustu, i to u prvoj polovini ovog meseca kada su izmerene vrednosti bile u proseku od 35,74 mg/l do 48,25 mg/l. Utrošak kalijum - permanganata je bio veći u upusnom kanalu u odnosu na proseke

grupa, izuzev u avgustu, sa većim variranjem tokom sezone o čemu svedoče vrednosti koje su se kretale u intervalu od 31,61 do 158,05 mg/l.

Tabela 11. Utrošak KMnO_4 (mg/l) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{x}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	75,36	72,22	75,86	96,69	37,68	49,90	94,20	102,93	123,28
	Z7	75,36	72,22	88,51	107,61	59,66	59,66	81,64	90,45	110,64
	Z10	68,62	59,66	101,15	106,05	47,42	59,66	94,20	96,10	110,64
	\bar{x}	73,11	68,03	88,51	103,45	48,25	56,41	90,01	96,49	114,85
Peletirana hrana	Z5	59,66	59,66	63,22	84,21	34,54	43,67	91,06	87,33	113,80
	Z8	59,66	65,94	79,02	109,16	40,82	54,95	97,34	102,93	116,96
	Z11	72,22	75,36	94,83	87,33	41,09	62,8	88,89	96,1	97,99
	\bar{x}	63,85	66,99	79,02	93,57	38,82	53,81	92,43	95,45	109,58
Ekstrudir. hrana	Z6	84,78	59,66	60,06	74,86	37,68	65,94	94,20	87,33	110,64
	Z9	74,86	65,94	91,67	102,93	37,93	62,80	91,06	89,90	101,15
	Z12	75,36	65,94	94,83	118,52	31,61	72,22	81,09	99,2	101,15
	\bar{x}	78,33	63,85	82,19	98,77	35,74	66,99	88,78	92,14	104,31
Upusni kanal		78,50	84,78	101,15	<i>n.m</i>	31,61	47,10	115,40	105,40	158,05

n.m. - nije mereno

4.1.7. Rastvoreni kiseonik

Sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi je sudeći po prosečnim vrednostima prikazanim u tabeli 12. uglavnom bio povoljan za uzgoj šaranske mladi u sve tri grupe zimovnika. Međutim, pošto su merenja vršena u kasnim prepodnevnim časovima kada je proces fotosinteze intenzivno zabeležene su ekstremno visoke vrednosti u pojedinim zimovnicima. Tako su krajem juna u sve tri grupe jezera zabeležene najveće prosečne vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi, u intervalu od 9,14 do 11,19 mg/l i maksimalne vrednosti od 13,60 do 17,04 mg/l. Ako se grupe zimovnika u kojima je korišćena različita dodatna hrana uporede po minimalnim ekstremnim vrednostima ovog vitalnog gasa u vodi može se konstatovati da tamo gde je riba prihranjivana žitaricama rastvoreni kiseonik nikad nije pao ispod 4,8 mg/l, za razliku od zimovnika sa kompletnim smešama gde su u julu zabeležene najniže vrednosti od 2,91 mg/l (peletirana hrana) i 2,78 mg/l (ekstrudirana hrana). Kiseonični režim u upusnom kanala je bio drugačiji sa nižim vrednostima (od 3,83 do 9,41 mg/l) u odnosu na zimovnike.

Tabela 12. Koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi (mg/l) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{x}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	7,03	8,87	7,32	8,54	8,57	4,82	5,18	5,36	7,73
	Z7	7,05	11,09	8,21	8,27	8,83	5,22	5,58	5,99	10,54
	Z10	6,62	13,60	9,51	9,28	5,86	5,63	4,63	5,86	9,29
	\bar{X}	6,90	11,19	8,35	8,70	7,75	5,22	5,13	5,74	9,19
Peletirana hrana	Z5	4,33	3,78	4,29	3,24	7,89	3,74	4,93	5,93	9,05
	Z8	6,09	9,85	5,36	8,12	6,82	5,92	5,37	5,91	9,14
	Z11	6,54	13,80	8,11	2,91	7,02	4,34	4,68	5,47	8,25
	\bar{X}	5,65	9,14	5,92	4,76	7,24	4,67	4,99	5,77	8,81
Ekstrudir. hrana	Z6	4,90	3,15	2,92	2,78	6,73	5,61	5,33	6,18	9,33
	Z9	7,33	10,66	9,44	8,51	7,35	6,39	5,38	6,86	12,46
	Z12	5,90	17,04	9,20	7,71	6,99	4,99	5,41	5,59	8,56
	\bar{X}	6,04	10,28	7,19	6,33	7,02	5,66	5,37	6,21	10,12
Upusni kanal	<i>n.m.</i>	4,81	4,65	3,83	5,82	5,01	6,72	5,60	9,41	

n.m. - nije mereno

4.1.8. Amonijačni azot

Ukupan amonijak izražen u obliku amonijačnog azota ($\text{NH}_4\text{-N}$) u prvim mesecima eksperimenta bio je u optimalnim granicama za gajenje riba samo u zimovnicima sa dodatkom žitarica gde su izuzev krajem juna prosečne vrednosti bile niže od preporučene gornje granice za ukupni amonijak od 0,5 mg/l (Tabela 13). U druge dve grupe zimovnika prosečna koncentracija zbira jonizovanog i nejonizovanog amonijačnog azota u periodu od kraja juna do kraja jula bila je uvek iznad preporučne, i kretala se u intervalu od 0,61 do 0,80 mg/l u grupi zimovnika sa dodatkom peletirane hrane, odnosno od 0,63 do 0,82 mg/l u zimovnicima u kojima je korišćena ekstrudirana hrana. Ako uporedimo tri eksperimentalne grupe po maksimalnim vrednostima amonijačnog azota u pojedinim zimovicima konstatujemo da je tamo gde je korišćen klasičan poluintenzivan sistem sa žitaricama najveća izmerena vrednost amonijačnog azota (0,89 mg/l) bila niža od maksimalnih u druge dve grupe, redom 1,14 mg/l i 1,60 mg/l. Sadržaj amonijaka ($\text{NH}_4\text{-N}$) u upusnom kanalu iznosio je od 0,08 do 0,96 mg/l, a povećane vrednosti su izmerene krajem juna i početkom oktobra.

Tabela 13. Koncentracija amonijačnog azota u vodi (mg/l) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	0,06	0,31	0,26	0,46	0,17	0,19	0,28	0,39	0,45
	Z7	0,01	0,89	0,49	0,49	0,37	0,20	0,24	0,24	0,40
	Z10	0,05	0,43	0,29	0,53	0,17	0,16	0,23	0,25	0,49
	\bar{X}	0,04	0,54	0,35	0,49	0,24	0,18	0,25	0,29	0,45
Peletirana hrana	Z5	0,45	1,14	0,89	0,93	0,10	0,38	0,15	0,26	0,54
	Z8	0,11	0,36	0,53	0,49	0,26	0,19	0,24	0,35	0,44
	Z11	0,03	0,34	0,31	0,97	0,10	0,22	0,20	0,32	0,46
	\bar{X}	0,20	0,61	0,58	0,80	0,15	0,26	0,20	0,31	0,48
Ekstrudir. hrana	Z6	0,24	1,02	1,60	1,42	0,12	0,21	0,19	0,29	0,55
	Z9	0,04	0,32	0,26	0,55	0,15	0,15	0,20	0,31	0,48
	Z12	0,05	0,54	0,40	0,48	0,16	0,20	0,24	0,30	0,60
	\bar{X}	0,11	0,63	0,75	0,82	0,14	0,19	0,21	0,30	0,54
Upusni kanal		<i>n.m.</i>	0,60	0,34	<i>n.m.</i>	0,08	0,13	0,47	0,40	0,96

n.m. - nije mereno

Na početku eksperimenta može se konstatovati porast prosečnih vrednosti ukupnog amonijaka koje su u sve tri grupe zimovnika krajem juna prešle koncentraciju od 0,5 mg/l (Tabela 13). Rast se tokom jula nastavio samo u zimovnicima sa kompletnom hranom u kojima su zabeležene maksimalne srednje vrednosti amonijačnog azota krajem ovog meseca. Od kraja jula do sredine avgusta prosečne vrednosti ukupnog amonijaka opadaju u sve tri grupe zimovnika koje se nakon toga ujednačavaju po rastu srednjih vrednosti do kraja eksperimenta. Amonijak je kao jedan od produkata metabolizma proteina pokazao najmanja sezonska variranja i najmanja odstupanja od proseka u grupi zimovnika u kojima je riba dodatno hranjena samo ugljenim-hidratima poreklom iz žitarica (Tabela 22. u prilogu).

4.1.9. Rastvoreni reaktivni fosfor

Umesto ortofosfata, oblika rastvorenog fosfora koji primarni producenti mogu da usvajaju iz vode, određivana je koncentracija rastvorenog reaktivnog fosfora koja je sa ortofosfatima visoko korelisana. Dobijene vrednosti ukazuju da je ovaj nutrijent u uglavnom bio deficitaran u vodi, često ispod granice detekcije metode naročito u zimovnicima u kojima su korišćene kompletne smeše za ishranu mlađi (Tabela 14).

Situacija je nešto drugačija kada je u pitanju prisustvo reaktivnog fosfora u zimovnicima sa dodatkom žitarica gde su u toku jula konstatovane najveće prosečne i ekstremne vrednosti. U jednom od zimovnika (7) izmerena je visoka koncentracija rastvorenog reaktivnog fosfora i 21. septembra. U vodi upusnog kanala rastvoreni reaktivni fosfor nije bio registrovan tokom sezone, izuzev u poslednjem uzorkovanju.

Tabela 14. Koncentracija rastvorenog reaktivnog fosfora u vodi (mg/l) u jezerima i upusnom kanalu sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	<i>n.m</i>	0,023	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006
	Z7	<i>n.m</i>	0,045	0,068	0,131	0,008	0,014	0,008	0,119	0,024
	Z10	<i>n.m</i>	0,019	0,146	0,205	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,011
	\bar{X}		0,029	0,072	0,113	0,004	0,006	0,004	0,042	0,014
Peletir. hrana	Z5	<i>n.m</i>	0,137	0,007	0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Z8	<i>n.m</i>	0,014	0,005	0,019	0,007	<0,005	<0,005	0,006	<0,005
	Z11	<i>n.m</i>	0,019	<0,005	0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	\bar{X}		0,057	0,005	0,007	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003
Ekstrud. hrana	Z6	<i>n.m</i>	0,125	0,026	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Z9	<i>n.m</i>	<0,005	<0,005	0,032	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Z12	<i>n.m</i>	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	\bar{X}		0,048	0,010	0,012	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Upusni kanal		<i>n.m</i>	<i>n.m</i>	<0,005	<i>n.m</i>	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,030

<0,005 u tabeli ukazuje na vrednosti ispod granice detekcije metode. Za izračunavanje deskriptivnih pokazatelja (aritmetičke sredine itd.) za vrednost koncentracije rastvorenog reaktivnog fosfora u ovim uzorcima korišćena je sredina intervala 0,000 - 0,005 tj. 0,025 ili 0,003 nakon zaokruživanja. *n.m.*- nije mereno

S obzirom na vrednosti koncentracije rastvorenog reaktivnog fosfora ispod granice detekcije metode u vodi zimovnika sa dodatkom peletirane i ekstrudirane hrane, dinamiku ovog nutrijenta možemo posmatrati samo za grupu zimovnika u kojima su korišćene žitarice. Na osnovu tabele 14. možemo konstatovati da su postojala dva maksimuma prosečnih vrednosti rastvorenog fosfora, prvi krajem jula i drugi krajem septembra, i da je u periodu između njih koncentracija pomenutog nutrijenta u ova tri zimovnika bila veoma niska. Fosfor je poznat kao ograničavajući faktor primarne produkcije u slatkovodnim ekosistemima, a u obliku $PO_4\text{-P}$ je bio prisutan u zimovnicima sa intenzivnijom proizvodnjom šaranske mlađi samo na početku eksperimenta. Na kraju eksperimenta, početkom oktobra bilo ga je moguće izmeriti samo u zimovnicima sa poluintenzivnim sistemom proizvodnje riba na bazi žitarica.

4.2. Kvalitativni i kvantitativni sastav fitoplanktona

4.2.1. Kvalitativna analiza fitoplanktona

U periodu trajanja eksperimenta od juna do oktobra 2009. godine kvalitativnom analizom fitoplanktona u svih devet zimovnika identifikovano je ukupno 179 taksona iz 7 razdela: Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Dinophyta i Xanthophyta. Pregled svih identifikovanih taksona fitoplanktona uključujući vrste i niže taksonomske kategorije (podvrste i forme) po zimovnicima dat je u tabeli 16.

Tabela 16. Identifikovani taksoni zajednice fitoplanktona u eksperimentalnim jezerima

T a k s o n	Jezera sa žitaricama			Jezera sa peletir. hranom			Jezera sa ekstrud. hranom		
	Z4	Z7	Z10	Z5	Z8	Z11	Z6	Z9	Z12
Cyanobacteria									
<i>Anabaena affinis</i> Lemmermann, 1897	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anabaena compacta</i> (Kützing) Trevisan, 1845		+	+		+	+		+	+
<i>Anabaena flos-aquae</i> (G.S.West), 1907	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anabaenopsis cunningtonii</i> W.R.Taylor		+	+		+	+		+	+
<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V.V.Miller, 1923		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anabaenopsis sp.</i> V.V.Miller, 1923	+	+		+	+		+		
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault, 1886				+	+		+		
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, 1972	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gloeocapsa sp.</i> Kützing, 1843		+	+			+			
<i>Gomphosphaeria sp.</i> Kützing, 1836				+					
<i>Limnotrix redekei</i> (van Goor) M.E. Meffert, 1988		+				+			+
<i>Merismopedia minima</i> Beck, 1897	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Merismopedia sp.</i> Meyen, 1839								+	
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann, 1898	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Merismopedia warmingiana</i> Lagerheim 1883			+						
<i>Microcystis sp.</i> Lemmermann, 1907	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek, 1968							+		
<i>Phormidium chlorinum</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis, 2001	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phormidium sp.</i> Kützing ex Gomont, 1892	+	+	+	+	+	+	+	+	+

<i>Planktolyngbya</i> sp. Anagnostidis & Komárek, 1988		+	+		+	+	+	+	+
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Planktothrix</i> sp. Anagnostidis & Komárek, 1988		+	+		+	+	+	+	+
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek 1974	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja, 1937		+	+	+	+	+	+	+	+
Ukupno	11	19	18	15	18	18	17	17	17
Chlorophyta									
<i>Acanthosphaera zachariasii</i> Lemmermann, 1899		+	+					+	+
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim, 1882	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i> J.Woloszynska								+	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs, 1848		+							
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov, 1953		+	+		+	+		+	+
<i>Ankistrodesmus</i> sp. Corda, 1838					+	+			
<i>Ankyra</i> sp. Fott, 1957				+	+		+		
<i>Carteria</i> sp. Diesing, 1866	+	+	+		+	+		+	+
<i>Chlamydomonas</i> sp. Ehrenberg, 1833	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chlorella</i> sp. M.Beijerinck, 1890	+	+		+	+		+		
<i>Closteriopsis</i> sp. Lemmermann, 1899	+	+		+	+			+	
<i>Closterium acutum</i> Brébisson, 1848	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Closterium incurvum</i> Brébisson, 1856	+				+		+	+	
<i>Closterium</i> sp. Nitzsch ex Ralfs, 1848	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris, 1867	+		+		+	+		+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli, 1855	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coelastrum</i> sp. Nägeli, 1849	+								
<i>Coenochloris</i> sp. Korshikov, 1953					+		+		
<i>Cosmarium</i> sp. Corda ex Ralfs, 1848	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Crucigenia</i> sp. Morren, 1830	+				+				
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze, 1898	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West & G.S.West) Komárek	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Crucigeniella saguei</i> J.Komárek, 1975		+		+	+	+			+
<i>Dictyosphaerium</i> sp. Nägeli, 1849	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Didymogenes anomala</i> (G.M. Smith) Hindák, 1974		+			+			+	
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat, 1894	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Gonium pectorale</i> O.F.Müller, 1773		+							
<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasher & Korshikov,		+	+		+	+	+	+	+
<i>Kirchneriella</i> sp. Schmidle, 1893	+	+	+		+	+	+	+	+
<i>Korshikoviella schaefernai</i> (Fott) P.C.Silva, 1959							+		
<i>Lagerheimia</i> sp. R.Chodat, 1985		+	+		+	+	+		+
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius, 1858	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Micractinium quadrisetum</i> (Lemmermann) G.M.Smith, 1916			+						

<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák, 1970	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová, 1969	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard, 1979	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nageli) Komárková-Legnerová, 1969	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Oocystis</i> sp. Nageli ex A.Braun, 1855	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Muller) Bory de Saint-Vincent, 1824	+	+	+		+			+	
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini, 1840	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>cornutum</i> (Raciborski) Sulek, 1969				+					
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen, 1829	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen, 1829	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>sturmii</i> (Reinsch) Wolle	+			+	+	+	+		
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1844	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polyedriopsis spinulosa</i> (Schmidle) Schmidle, 1899		+	+			+		+	+
<i>Radiococus</i> sp. Schmidle, 1902		+	+	+	+		+		
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat, 1902	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> (Hansgirg) Chodat	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus linearis</i> Komárek	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing, 1833	+								
<i>Scenedesmus opoliensis</i> P.G.Richter, 1897	+				+				
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Chodat	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus sempervirens</i> Chodat	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scenedesmus verrucosus</i> Y.V.Roll, 1925									+
<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann, 1898							+		
<i>Schroederia</i> sp. Lemmermann, 1898	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Selenastrum</i> sp. Reinsch, 1867				+					
<i>Sphaerellopsis</i> sp. Korshikov, 1925		+	+		+	+		+	
<i>Staurastrum chaetoceras</i> (Schröder) G.M.Smith, 1924	+								
<i>Staurastrum</i> sp. Meyen ex Ralfs, 1848	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg, 1888		+	+	+	+	+		+	+
<i>Tetraedron incus</i> (Teiling) G.M.Smith, 1926			+		+	+		+	+
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg, 1888	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordstedt) Chodat,	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i> (Schröder) Lemmermann, 1900					+				

<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek, 1974	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Treubaria sp.</i> C.Bernard, 1908		+	+		+			+	+
<i>Volvox sp.</i> Linnaeus, 1758									+
<i>Willea vilhelmii</i> (Fott) Komárek		+	+	+	+		+		
Ukupno	43	50	46	40	56	44	42	47	44
Bacillariophyta									
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella sp.</i> (Kützing) Brébisson, 1838	+	+	+	+	+		+	+	
<i>Cymbella sp.</i> C.Agardh, 1830			+	+					
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières, 1825	+			+	+		+	+	
<i>Fragilaria sp.</i> Lyngbye, 1819		+							+
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange- Bertalot, 1980	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Fragilaria ulna</i> f. <i>angustissima</i> (Grunow) Krammer & Lange-Bertalot, 1991							+		
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot, 1980	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema sp.</i> Ehrenberg, 1832				+		+			
<i>Gyrosigma sp.</i> Hassal, 1845					+				
<i>Melosira sp.</i> C.Agardh, 1824	+	+		+	+		+	+	
<i>Navicula sp.</i> Bory de Saint-Vincent, 1822	+		+	+	+		+		
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith, 1835	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt			+		+	+	+	+	
<i>Nitzschia reversa</i> W.Smith		+	+		+	+		+	+
<i>Stauroneis sp.</i> Ehrenberg, 1843			+						
<i>Stephanodiscus sp.</i> Ehrenberg					+				
Ukupno	8	8	10	10	12	7	10	9	5
Euglenophyta									
<i>Colacium simplex</i> Huber- Pestalozzi, 1955					+		+		
<i>Colacium sp.</i> Ehrenberg, 1834		+	+			+	+		+
<i>Euglena acus</i> (O.F. Müller) Ehrenberg, 1830	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena adhaerens</i> Matvienko, 1938	+		+				+		+
<i>Euglena allorgei</i> Deflandre, 1924	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena anabaena</i> Mainx, 1926	+	+	+	+	+		+	+	
<i>Euglena caudata</i> Hübner	+		+	+	+			+	
<i>Euglena chlamydophora</i> Mainx, 1927	+		+	+		+		+	+
<i>Euglena clara</i> Skuja, 1948			+						
<i>Euglena clavata</i> Skuja, 1948	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Euglena ehrenbergii</i> Klebs, 1883		+	+	+		+	+	+	
<i>Euglena geniculata</i> Dujardin, 1841	+		+	+	+			+	
<i>Euglena gracilis</i> Klebs, 1883		+	+			+			+
<i>Euglena intermedia</i> Matvienko	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena limnophila</i> Lemmermann, 1898	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena minima</i> Francé, 1897		+	+			+		+	+
<i>Euglena oblonga</i> F.Schmitz, 1884	+	+	+	+				+	
<i>Euglena obtusa</i> Van Goor, 1925		+	+	+	+			+	
<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda, 1846	+	+	+	+	+		+	+	
<i>Euglena pascheri</i> Swirenko, 1915	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena proxima</i> P.A.Dangeard, 1901	+	+	+		+	+	+	+	+

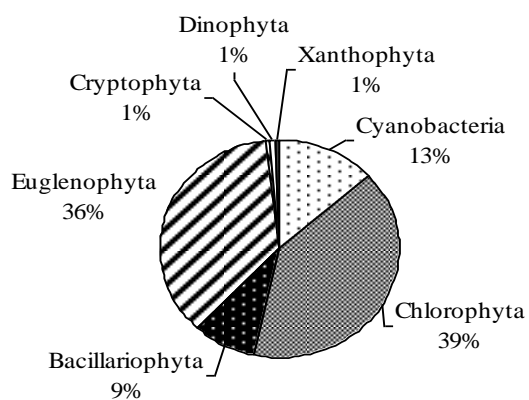
<i>Euglena rostrifera</i> L.P.Johnson, 1944	+	+		+	+		+	+	
<i>Euglena sanguinea</i> Ehrenberg, 1830								+	
<i>Euglena sp.</i> Ehrenberg, 1830	+	+		+	+	+	+		+
<i>Euglena texta</i> (Dujardin) Hübert		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Euglena tripteris</i> (Dujardin) Klebs, 1883				+					
<i>Euglena variabilis</i> G.A.Klebs, 1883	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg, 1830	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lepocinclis autumnalis</i> Chu, 1936	+		+	+		+	+		
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (H.J.Carter) Lemmermann, 1901	+	+	+	+		+		+	+
<i>Lepocinclis ovum</i> (Ehrenberg) Minkevich, 1899	+			+		+	+	+	+
<i>Lepocinclis salina</i> F.E.Fritsch, 1914	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lepocinclis sp.</i> Perty, 1849				+					
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes, 1885	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus anomalus</i> F.E.Fritsch & M.F.Rich, 1929			+						
<i>Phacus caudatus</i> Hübner, 1886	+		+	+					+
<i>Phacus contortus</i> Bourrelly, 1952		+							
<i>Phacus cylindrus</i> Pochmann, 1942	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus formosus</i> Pochmann, 1942		+							
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin, 1841	+			+	+	+	+	+	+
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>insecta</i> Huber-Pestalozzi, 1955								+	
<i>Phacus longicauda</i> var. <i>tortus</i> Lemmermann, 1976			+		+				
<i>Phacus orbicularis</i> K.Hübner, 1886	+	+		+	+	+			+
<i>Phacus parvulus</i> G.A.Klebs, 1883				+					
<i>Phacus pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin, 1841	+		+			+	+	+	
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann, 1910								+	
<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) W.Archer, 1871	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phacus raciborskii</i> Drezepolski, 1925	+								+
<i>Phacus sp.</i> Dujardin, 1841	+			+	+	+	+	+	
<i>Phacus triqueter</i> (Ehrenberg) Perty, 1852	+	+	+			+		+	+
<i>Strombomonas acuminata</i> (Schmarda) Deflandre, 1930	+		+	+	+	+		+	+
<i>Strombomonas fluviatilis</i> (Lemmermann) Deflandre, 1930		+	+						+
<i>Strombomonas ovalis</i> (Playfair) Deflandre, 1930	+								
<i>Strombomonas scabra</i> (Playfair) G.Tell & V.Conforti			+						
<i>Strombomonas schauinslandii</i> (Lemmermann) Deflandre, 1930	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Strombomonas sp.</i> Deflandre, 1930	+			+	+	+			
<i>Trachelomonas cylindrica</i> Ehrenberg, 1838					+				
<i>Trachelomonas cylindrica</i> var. <i>decollata</i> Playfair, 1915					+				
<i>Trachelomonas intermedia</i> P.A.Dangeard, 1901			+		+			+	

<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann, 1899			+					+	
<i>Trachelomonas planctonica</i> f. <i>ornata</i> (Skvortzov) Popova, 1955					+				
<i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko, 1914			+						
<i>Trachelomonas</i> sp. Ehrenberg, 1835	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1833	+	+	+	+	+	+	+	+	
Ukupno	38	32	43	38	35	33	29	39	30
Cryptophyta									
<i>Cryptomonas</i> sp. Ehrenberg, 1831	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ukupno	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dinophyta									
<i>Peridinium</i> sp. Ehrenberg, 1832	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ukupno	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Xanthophyta									
<i>Centrtractus belonophorus</i> (W.Schmidel) E.Lemmermann	+	+	+			+	+	+	+
Ukupno	1	1	1	0	0	1	1	1	1
Zbirno po jezerima	103	112	120	105	123	105	101	115	99
Zbirno po tretmanima	150			147			144		

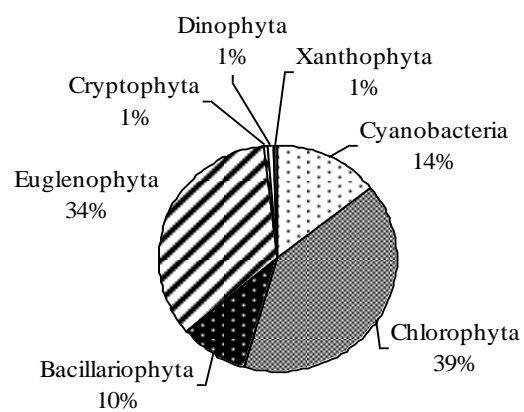
Prema ukupnom broju determinisanih taksona na prvom mestu su jezera sa dodatkom žitarica sa 150 taksona, ispred jezera u kojima je korišćena peletirana i ekstrudirana hrana sa ukupno 147 i 144 taksona (Tabela 16).

Tri grupe zimovnika sa različitom dodatnom hranom bile su ujednačene po sastavu fitoplanktonske zajednice (Grafik 6). Analiza procentualne zastupljenosti razdela u ukupnom diverzitetu fitoplanktona pokazala je da su u ispitivanim jezerima najraznovrsnije bile Chlorophyta (39 - 40%), Euglenophyta (34 - 36%), Cyanobacteria (13 - 15%) i Bacillariophyta (8 - 10%). Ostali razdeli zastupljeni su sa po jednim identifikovanim taksonom.

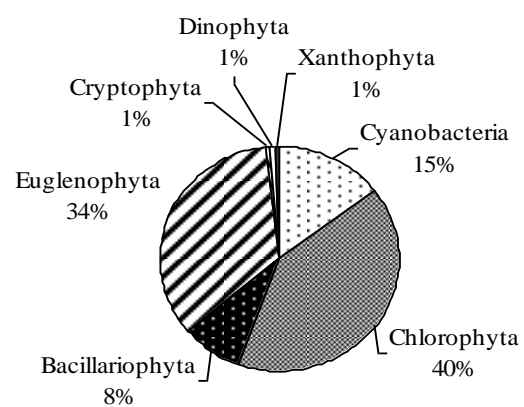
A)



B)



C)



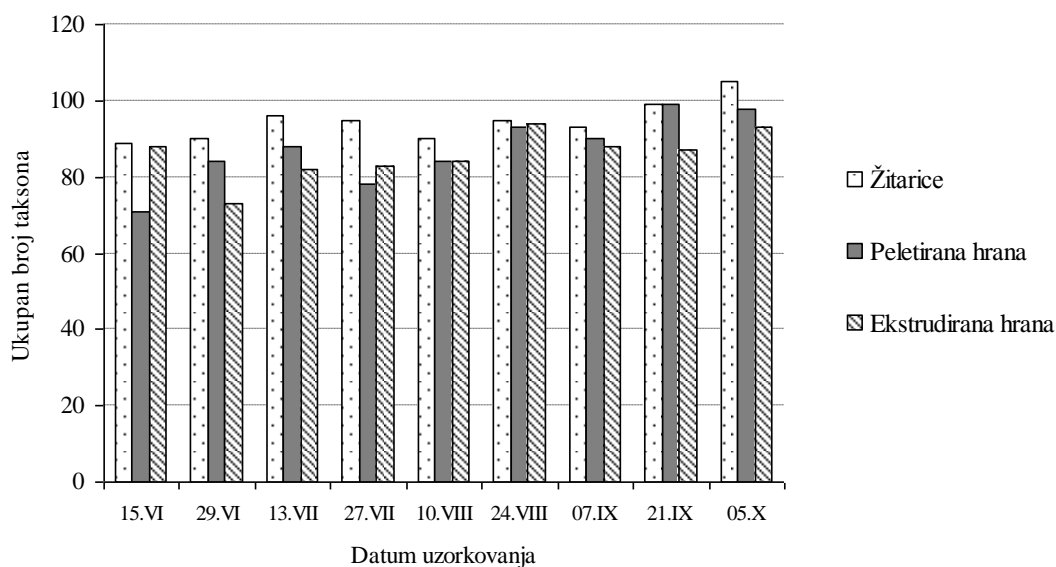
Grafik 6. Učešće razreda u fitoplanktonskim zajednicama zimovnika sa tri različite dodatne hrane: A) žitarice, B) peletirana hrana i C) ekstrudirana hrana

U okviru razdela Cyanobacteria u sve tri grupe jezera dominirali su taksoni iz reda Nostocales sa udelom od 40,0% (žitarice) i 42,9% (ekstrudirana i peletirana hrana). U ukupnoj raznovrsnosti cijanobakterija taksoni iz reda Oscillatoriales su bili zastupljeni od 33,3% do 35,0% , a taksoni iz reda Chroococcales od 23,8% do 25,0%. Interesantno je napomenuti da su u svim zimovnicima nađeni trihomi invazivne potencijalno toksične cijanobakterije iz reda Nostocales, *Cylindrospermopsis raciborskii*, zabeleženi po prvi put u ribnjacima na području Srbije, o čemu će biti više reči u narednom poglavlju.

Od silikatnih algi najveću raznovrsnost imale su penatne alge koje su činile 77% ukupnog diverziteta ovih algi u jezerima sa žitaricama, odnosno 75,0% i 71,4% u jezerima sa ekstrudiranom i peletiranom hranom.

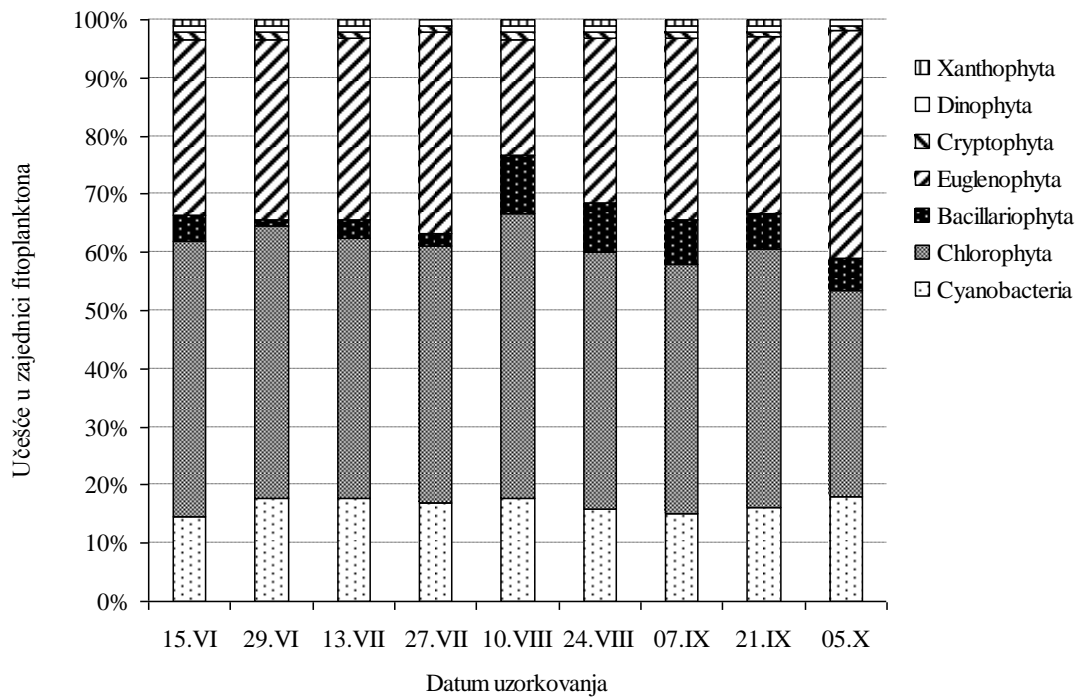
Rodovi sa najvećom specijskom raznovrsnošću pripadali su grupi Euglenophyta koja je po ukupnom diverzitetu bila na drugom mestu iza zelenih algi. U razdelu euglenoidnih algi rod *Euglena* je dominirao sa 24 vrste u zimovnicima sa dodatkom žitarica i zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane tj. učešćem od 44,4% i 49,0%, odnosno 23 vrste u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana i udelom od 42,9%. Drugi po raznovrsnosti bio je rod *Phacus* sa 14 identifikovanih vrsta u jezerima sa dodatkom žitarica i 11-12 vrsta u druge dve grupe zimovnika.

Analizirajući ukupan diverzitet fitoplanktona u sve tri eksperimentalne grupe po periodima uzorkovanja, možemo uočiti blagi porast broja taksona od juna do oktobra (Grafik 7). Maksimalna raznovrsnost fitoplanktona konstatovana je u zimovnicima sa žitaricama u oktobru kada je utvrđeno ukupno 105 taksona, dok je najmanji diverzitet zabeležen na početku eksperimenta u zimovnicima sa peletiranom hranom (71 takson).

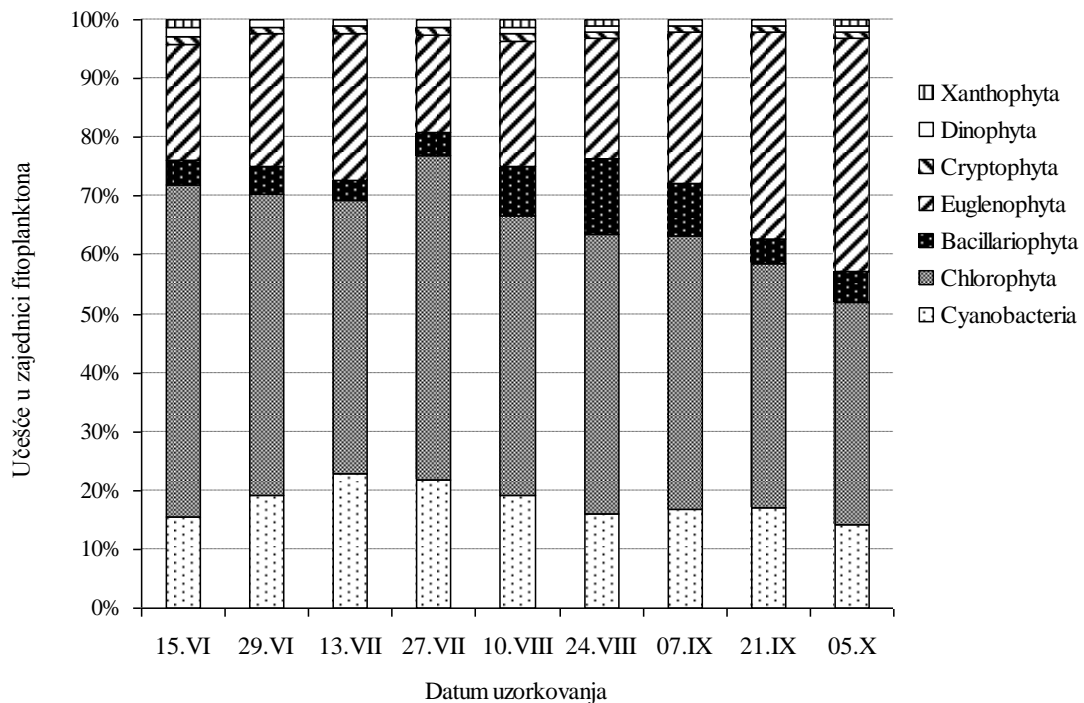


Grafik 7. Dinamika ukupnog broja taksona fitoplanktona u tri eksperimentalne grupe

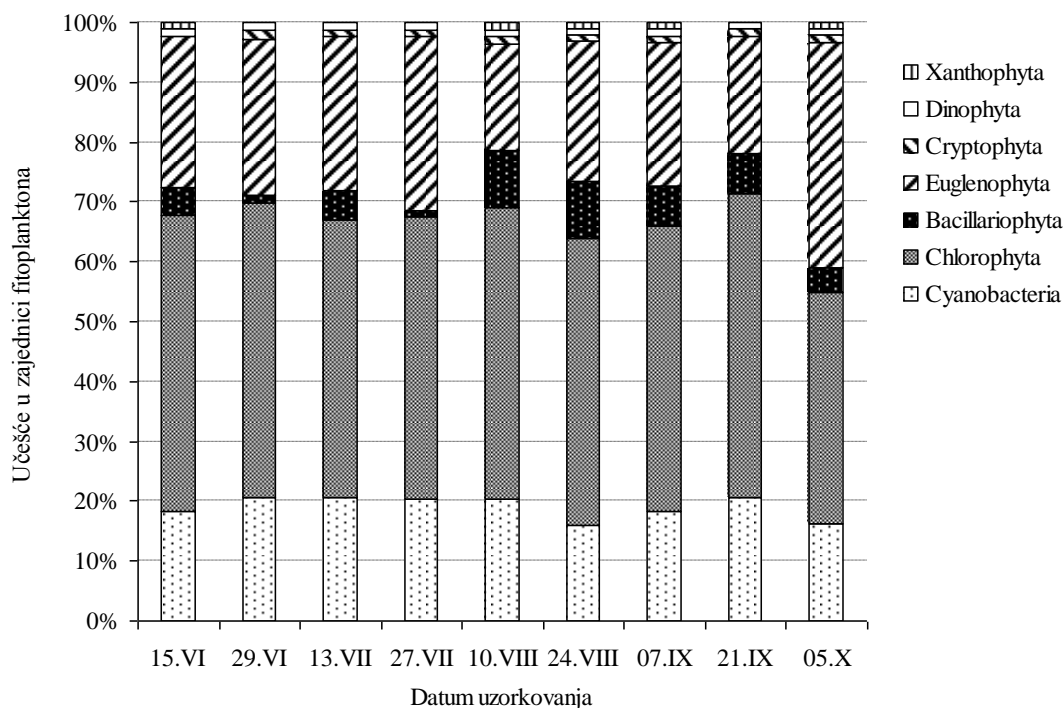
Ako se analizira procentualna zastupljenost razdela u zajednici fitoplanktona tokom sezone može se konstatovati da se sastav fitoplanktonske zajednice menjao na isti način bez obzira na to koji je tip dodatne hrane primenjen u zimovniku (Grafici 8,9 i 10). U većem delu sezone po broju taksona dominirale su zelene alge, dok su značajnu komponentu fitoplanktonske zajednice činile još euglenoidne alge i cijanobakterije. Cijanobakterije su imale udeo u zajednici koji se kretao od 14,6% do 22,7%. U avgustu je u sve tri eksperimentalne grupe došlo do porasta raznovrsnosti silikatnih algi, ali i tada njihovo učešće u zajednici retko je prelazilo 10%. Kraj sezone je karakterističan po porastu raznovrsnosti Euglenophyta koje su u jesen preovlađivale u fitoplanktonu ribnjačkih jezera.



Grafik 8. Učešće razdela u zajednici fitoplanktona tokom sezone uzgoja u tretmanu sa žitaricama



Grafik 9. Učešće razdela u zajednici fitoplanktona tokom sezone uzgoja u tretmanu sa peletiranom hranom



Grafik 10. Učešće razdela u zajednici fitoplanktona tokom sezone uzgoja u tretmanu sa ekstrudiranom hranom

4.2.2. Kvantitativna analiza fitoplanktona

Zajednica fitoplanktonskih organizama u ispitivanim ribnjacima je u kvantitativnom smislu bila veoma dinamična tokom sezone uzgoja. Podaci o brojnosti i biomasi ovih organizama u posmatranim tretmanima su varirali preko 30% (Tabele 31-36. u prilogu), zbog čega je za ocenu prosečnih vrednosti po grupama korišćena medijana, a struktura fitoplanktonske zajednice analizirana pojedinačno za svako jezero u okviru sve tri eksperimentalne grupe.

Iz tabele 17. se može videti da je tokom većeg dela eksperimenta u sve tri ispitivane grupe ukupna brojnost organizama fitoplanktona bila visoka. Izračunate prosečne vrednosti od početka do kraja eksperimenta ukazuju da je uglavnom najviše primarnih producenata konstatovano u ribnjacima sa klasičnim tipom šaranske proizvodnje, tj. tamo gde su se u prihrani koristile žitarice. Maksimalna prosečna brojnost fitoplanktona izražena medijanom zabeležena je početkom oktobra u tretmanu sa kombinacijom pšenice, kukuruza i ječma kada je iznosila $60,16 \times 10^6$ ind./l. Ove

ekstremne vrednosti bile su niže u zimovnicima sa dodatkom kompletne hrane u kojima su se kretale u rasponu od $42,62 \times 10^6$ ind./l (krajem septembra, u grupi jezera u kojima je korišćena peletirana hrana) do $47,46 \times 10^6$ jedinki u litru koliko je konstatovano krajem jula u grupi sa dodatkom ekstrudirane hrane. Najmanje algi i cijanobakterija nalaženo je u uzorcima sa početka eksperimenta i u avgustu, u proseku između $1,12 \times 10^6$ ind./l i $11,57 \times 10^6$ ind./l.

Tabela 17. Ukupna brojnost organizama fitoplanktona (10^6 ind./l) u jezerima sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{x}) i medijane (Me) za sve tri grupe jezera po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja									
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.	
Žitarice	Z4	2,60	3,80	2,69	13,27	6,39	2,15	6,21	17,18	19,27	
	Z7	16,74	11,57	15,27	20,86	26,38	21,15	28,16	54,98	70,98	
	Z10	11,57	19,80	19,04	36,58	7,08	7,68	16,34	52,50	60,16	
	\bar{X}	10,31	11,72	12,33	23,57	13,28	10,33	16,90	41,55	50,14	
	Me	11,57	11,57	15,27	20,86	7,08	7,68	16,34	52,50	60,16	
Peletirana hrana	Z5	0,91	0,75	0,84	3,11	2,75	0,71	3,79	16,50	22,67	
	Z8	1,12	6,90	2,09	14,11	3,10	6,55	26,51	42,62	32,86	
	Z11	12,10	20,18	18,86	11,76	7,72	5,87	20,82	44,70	45,04	
	\bar{X}	4,71	9,28	7,26	9,66	4,53	4,38	17,04	34,61	33,52	
	Me	1,12	6,90	2,09	11,76	3,10	5,87	20,82	42,62	32,86	
Ekstrudir. hrana	Z6	2,67	0,29	0,16	1,51	5,10	9,22	15,39	37,07	29,76	
	Z9	16,82	12,46	19,15	69,07	11,52	6,00	19,98	45,76	58,48	
	Z12	5,98	10,14	14,63	47,46	8,50	4,21	14,69	19,26	26,72	
	\bar{X}	8,49	7,63	11,32	39,35	8,37	6,48	16,69	34,03	38,32	
	Me	5,98	10,14	14,63	47,46	8,50	6,00	15,39	37,07	29,76	

Nešto drugačiju sliku akvatične zajednice dobijamo kada analiziramo tri eksperimentalne grupe zimovnika prema prosečnim vrednostima ukupne biomase fitoplanktona (Tabela 18). Iako je maksimalna brojnost bila najveća u tretmanu sa dodatnom hranom na bazi žitarica, najveća ekstremna vrednost biomase fitoplanktona konstatovana je krajem jula ($73,14$ mg/l) u grupi sa ekstrudiranom hranom. Čak je u grupi jezera sa klasičnim sistemom prihrane zabeležen najniži maksimum prosečne biomase algi i cijanobakterija ($44,13$ mg/l). Bez obzira na ove razlike možemo reći da je dinamika prosečne biomase fitoplanktona slična u tri eksperimentalne grupe, sa najvećim vrednostima zabeleženim 27. jula i 21. septembra - 5. oktobra, a minimalnim utvrđenim na početku eksperimenta i tokom avgusta meseca.

Tabela 18. Ukupna biomasa organizama fitoplanktona (mg/l) u jezerima sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{X}) i medijane (Me) za sve tri grupe jezera po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	5,26	9,14	4,68	21,09	8,37	2,39	8,06	28,51	44,13
	Z7	15,85	18,44	15,41	33,95	40,97	27,10	32,99	37,09	24,27
	Z10	15,77	51,10	21,91	63,03	5,72	10,27	19,43	48,92	234,4
	\bar{X}	12,29	26,23	14,00	39,36	18,35	13,25	20,16	38,17	100,9
	Me	15,77	18,44	15,41	33,95	8,37	10,27	19,43	37,09	44,13
Peletirana hrana	Z5	1,19	1,47	1,56	1,32	5,49	1,17	5,30	37,74	130,7
	Z8	1,22	13,71	2,44	23,27	4,29	7,05	20,27	53,26	34,53
	Z11	9,20	35,77	22,25	17,06	7,47	3,77	16,68	47,45	46,71
	\bar{X}	3,87	16,98	8,75	13,88	5,75	4,00	14,08	46,15	70,65
	Me	1,22	13,71	2,44	17,06	5,49	3,77	16,68	47,45	46,71
Ekstrudir. hrana	Z6	2,29	0,53	0,11	2,49	6,25	8,01	17,93	39,94	17,27
	Z9	21,29	15,18	19,00	80,44	12,24	5,73	18,91	60,06	211,3
	Z12	8,03	18,08	30,63	73,14	9,15	3,43	14,71	17,39	19,69
	\bar{X}	10,54	11,26	16,58	52,02	9,21	5,72	17,18	39,13	82,75
	Me	8,03	15,18	19,00	73,14	9,15	5,73	17,93	39,94	19,69

4.2.2.1. Dinamika brojnosti i biomase organizama fitoplanktona u zimovnicima sa dodatkom žitarica

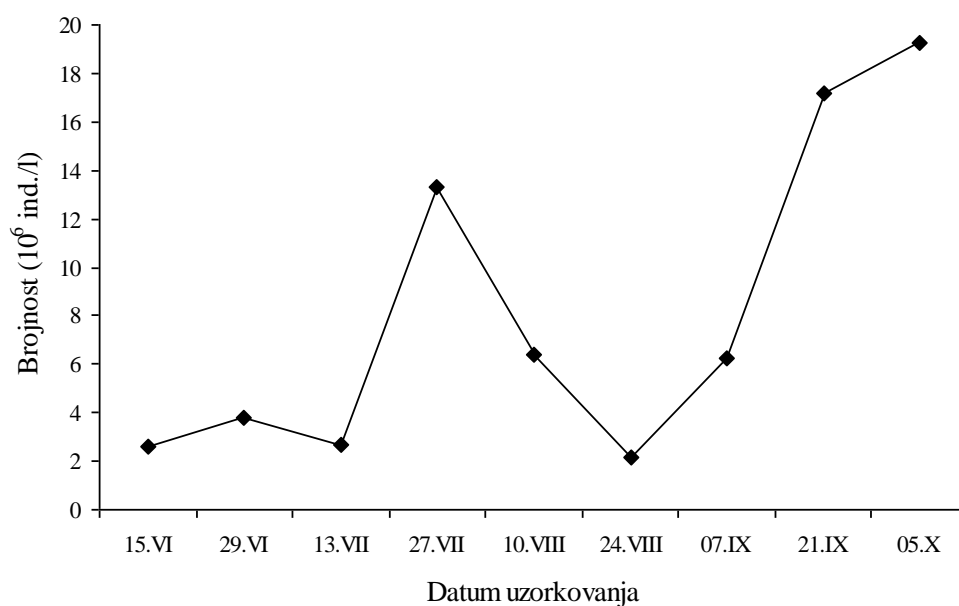
Na početku eksperimenta, sredinom juna, prosečna brojnost fitoplanktona je u zimovnicima sa dodatkom žitarica bila visoka, sa preko 10×10^6 ind./l i nastavila je da raste, izuzev u avgustu, skoro do kraja sezone uzgoja (Tabela 17). Karakteristično je da su u sva tri zimovnika dominirale cijanobakterije tokom čitavog trajanja eksperimenta i da je njihov naročito bujan razvoj obeležio kraj oglada. Uz njih je sa većom brojnošću u fitoplanktonskoj zajednici nalaženo svega nekoliko vrsta zelenih algi, dok je masovan razvoj euglenoidnih algi konstatovan u jesenjim uzorcima.

U grupi zimovnika sa žitaricama kao dodatnom hranom zimovnik 10 se izdvojio po izraženijim maksimumima ukupne biomase fitoplanktona (Tabela 18). U ovom zimovniku je konstatovana maksimalna vrednost od 234,4 mg/l, dok su u zimovniku 7 i 4 najveće zabeležene vrednosti biomase bile 40,97 mg/l i 44,13 mg/l (Tabela 18). Bez obzira na ove razlike, u sva tri zimovnika ukupna biomasa fitoplanktona je varirala tokom sezone uzgoja, s tim da su veće vrednosti konstatovane uglavnom u drugoj polovini eksperimenta.

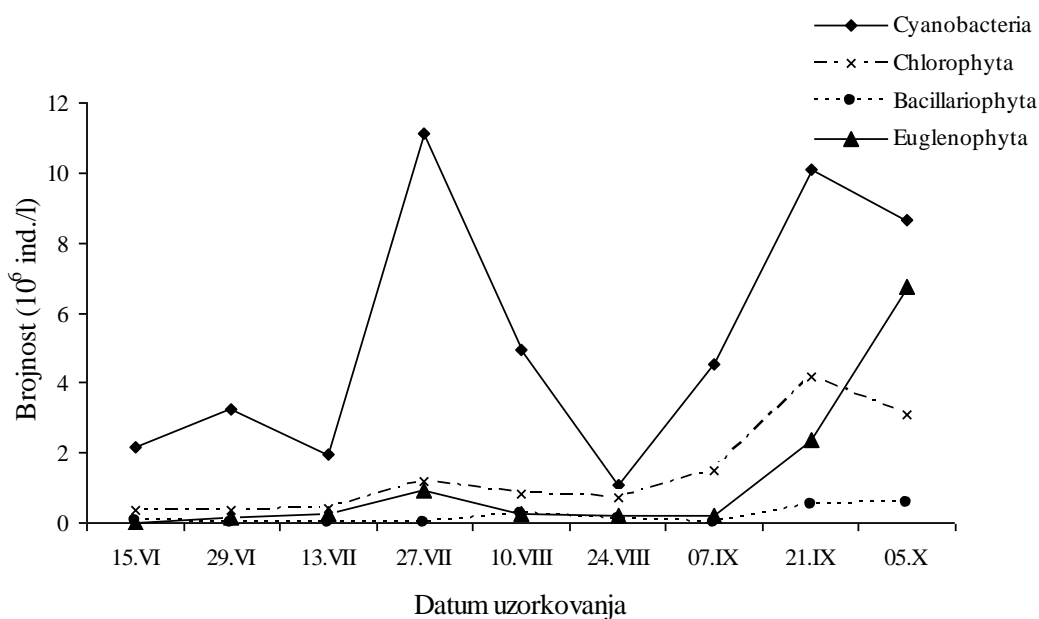
U periodu od juna do kraja avgusta, u zimovnicima sa dodatkom žitarica prema procentualnom učešću u ukupnoj biomasi fitoplanktona preovlađivale su cijanobakterije sa udelom od 50% do 90% (Grafik 14, 18. i 22). Krajem avgusta dolazi do smanjenja brojnosti cijanobakterija u sva tri jezera, pa tada zelene i euglenoidne alge čine najveći deo biomase fitoplanktona. Na kraju eksperimenta, u oktobru, u zimovniku 7 udeo cijanobakterija ponovo dostiže visok nivo (80%), dok u druga dva zimovnika u tom periodu preovlađuju euglenoidne alge sa udelom od 80% u zimovniku 4 i 84% u zimovniku 10.

Zimovnik 4

Ukupna abundanca fitoplanktona u najvećem objektu u kome je korišćena dodatna hrana u obliku žitarica kretala se od $2,15 \times 10^6$ ind./l do $19,27 \times 10^6$ ind./l (Tabela 17) uz izražene oscilacije tokom sezone (Grafik 11). U svim uzorcima fitoplanktona iz ovog zimovnika po brojnosti su preovlađivali pripadnici grupe Cyanobacteria, dok su u pojedinim momentima uz njih bile brojne Chlorophyta i Euglenophyta (Grafik 12). Maksimum abundance fitoplanktona krajem jula poklapa se sa pojavom najvećeg broja trihoma vrste *Planktothrix agardhii* u ovom jezeru ($8,0 \times 10^6$ ind./l). U uzorcima s kraja leta i u jesen dolazi do smene u dominaciji cijanobakterija, pa se u oktobru kao najbrojnije javljaju *Pseudanabaena limnetica* sa $3,89 \times 10^6$ ind./l i *Cylindrospermopsis raciborskii* sa $3,71 \times 10^6$ ind./l. U tom periodu pojavljuju se u većoj brojnosti jednoćelijske i kolonijalne zelene alge iz rodova *Chlamydomonas* i *Scenedesmus* kao i nekoliko vrsta euglenoidnih algi iz rodova *Euglena* (*E. acus*, *E. geniculata*) i *Phacus*.



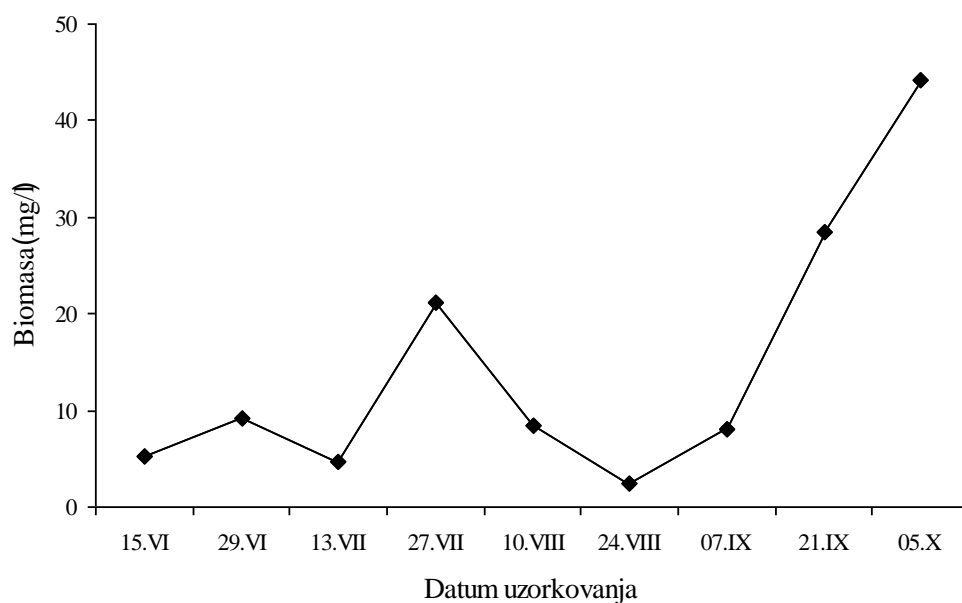
Grafik 11. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 4



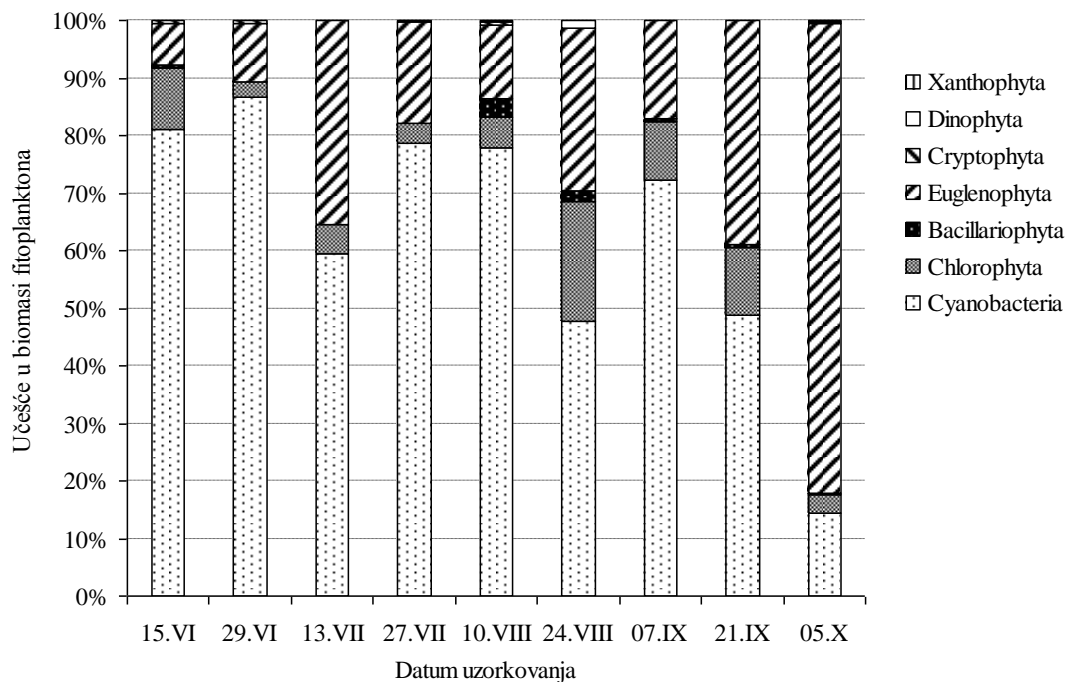
Grafik 12. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 4

U zimovniku 4 zabeležena su dva maksimuma biomase fitoplanktona, prvi krajem jula (21,1 mg/l), a drugi izraženiji na kraju eksperimetna, u oktobru (44,8 mg/l) (Grafik 13). Najniža biomasa cijanobakterija i algi utvrđena je krajem avgusta (2,39 mg/l). Maksimalna biomasa konstatovana krajem jula posledica je masovnog razvoja

cijanobakterije *Planktothrix agardhii* sa biomasom od 14,47 mg/l, dok se maksimum u oktobru može pripisati ekspanziji euglenoidnih algi iz roda *Euglena*, među kojima se sa naročito velikom biomasom pojavila vrsta *E. geniculata* (12,39 mg/l). Od ostalih cijanobakterija ističu se *Anabaena flos-aquae* koja je dominirala po udelu u ukupnoj biomasi u ovom zimovniku krajem juna (73,1%) i *Cylindrospermopsis raciborskii* koji je dominirao u ukupnoj biomasi cijanobakterija u oktobru (58,4%).



Grafik 13. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 4



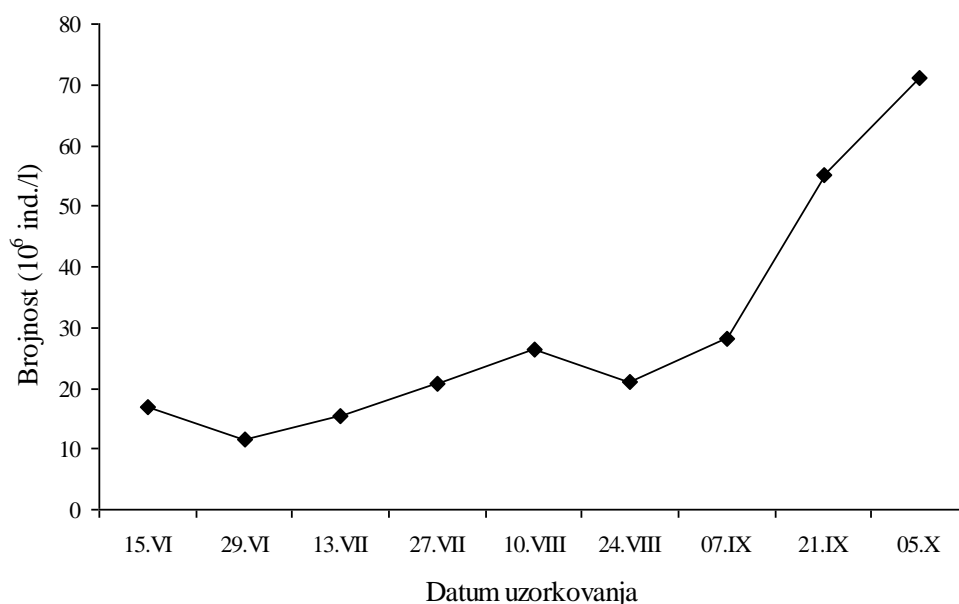
Grafik 14. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 4

Tokom većeg dela proizvodne sezone u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 4 preovlađivale su cijanobakterije, potom euglenoidne i zelene alge (Grafik 14). U jesen po prvi put u ovom zimovniku dominaciju cijanobakterija preuzima jedan drugi razdeo, Euglenophyta, sa udelom od 80,4% u ukupnoj biomasi. Zelene alge su samo krajem avgusta bile značajnije prisutne u zimovniku 4 sa 20,7%, a najzastupljeniji rodovi ovog razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona bili su *Pediastrum*, *Chlamydomonas*, *Carteria* i *Closterium*.

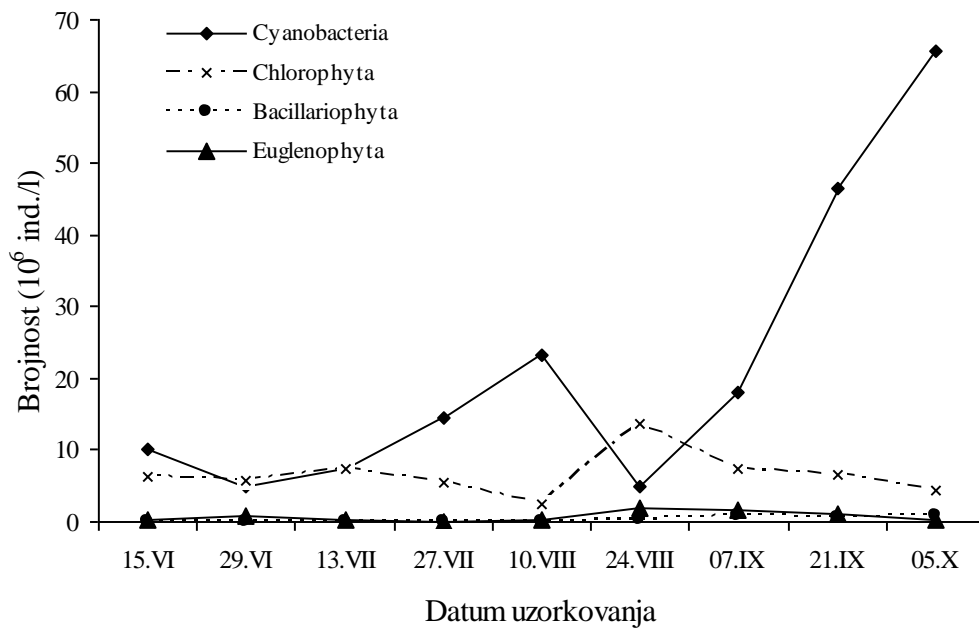
Zimovnik 7

U ovom ribnjačkom objektu zabeležena je maksimalna brojnost fitoplanktona u grupi zimovnika sa dodatkom žitarica ($70,98 \times 10^6$ ind./l) i to na kraju eksperimenta (Grafik 15). Sve glavne grupe algi karakteristične za naše ribnjake su bile zastupljene u ovom zimovniku, ali samo su cijanobakterije i zelene alge bile prisutne sa većim brojem jedinki (Grafik 16). Već u prva dva junska uzorka u fitoplanktonu se pojavljuje nekoliko vrsta sa više od 1 000 000 ind./l. Povećan broj trihoma cijanobakterije

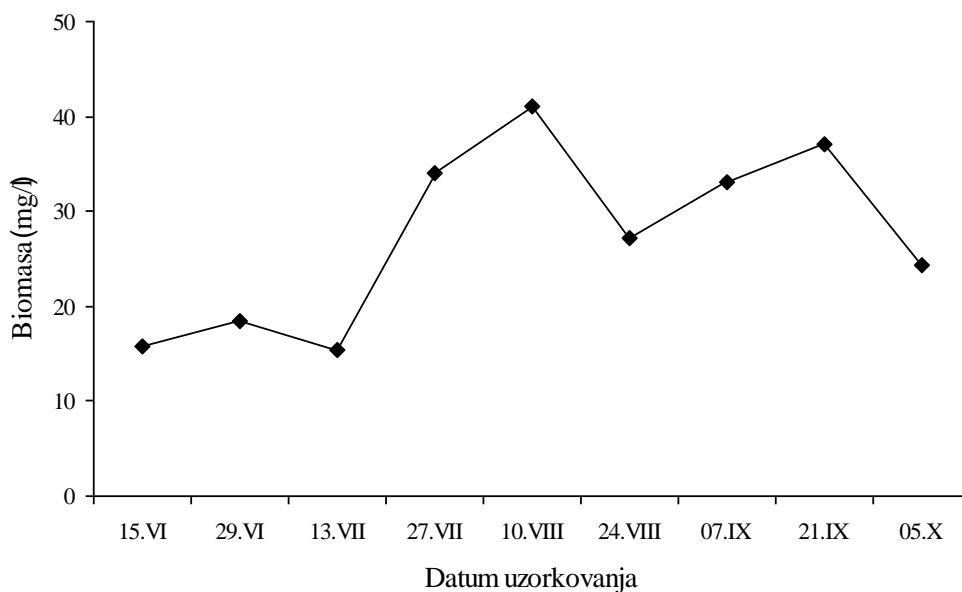
Anabaena flos-aquae u tom periodu predstavljao je nagoveštaj njenog masovnog razvoja sa maksimumom oko $6,0 \times 10^6$ ind./l koji se održao od kraja jula do sredine avgusta. Vrsta *Planktothrix agardhii* je u ovom jezeru bila naročito brojna u prvom delu sezone, 15. juna ($4,86 \times 10^6$ ind./l) i 10. avgusta ($4,78 \times 10^6$ ind./l). Specifičnost ovog zimovnika sa stanovišta strukture naselja cijanobakterija je pojava veoma guste populacije vrste *Pseudanabaena limnetica* na kraju eksperimenta. Veoma visoku abundancu fitoplanktona koja je uočena krajem septembra i početkom oktobra uslovio je razvoj velikog broja trihoma ove vrsta ($30-50 \times 10^6$ ind./l). Tokom sezone od zelenih algi u ukupnoj brojnosti fitoplanktona u ovom zimovniku preovlađivala je vrsta iz roda *Carteria* sa maksimumom konstatovanim 24. avgusta ($9,9 \times 10^6$ ind./l).



Grafik 15. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 7



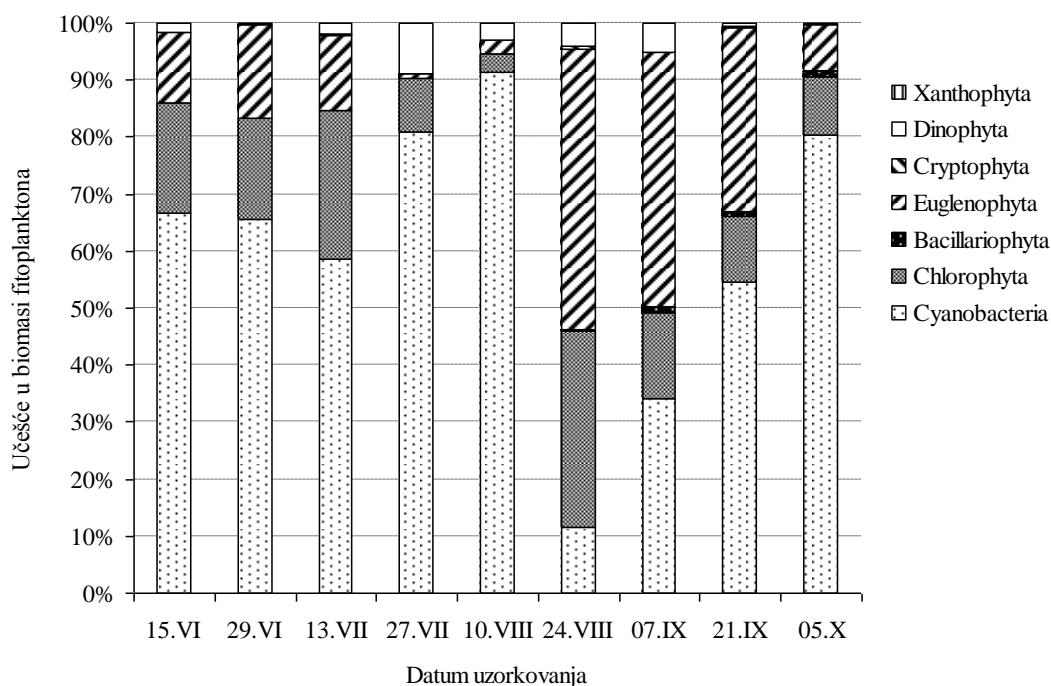
Grafik 16. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 7



Grafik 17. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 7

U zimovniku 7 od sredine jula biomasa fitoplanktona raste sve do sredine avgusta (Grafik 17) kada je zabeležen maksimum u ovom jezeru (41,0 mg/l) koji se podudara sa najvećim udelom cijanobakterija u biomasi fitoplanktonske zajednice

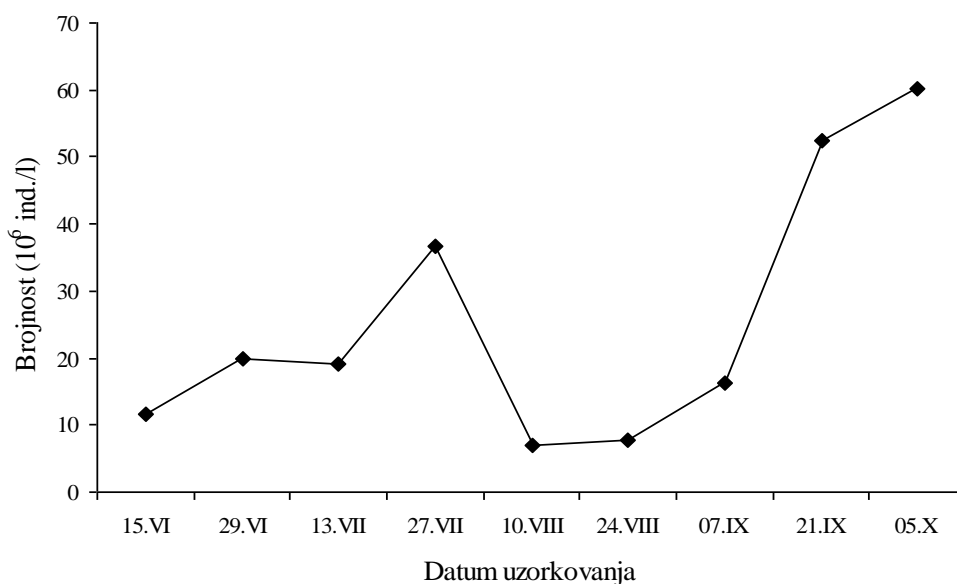
(91,4%) (Grafik 18). Pomenuti rast biomase posledica je pojave velikog broja trihoma *Anabaena flos-aquae*, a za maksimum je pored *A. flos-aquae* (18,85 mg/l) odgovorna i velika biomasa vrste *Planktothrix agardhii* i dve cijanobakterije iz reda Nostocales (*Anabaenopsis elenkinii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*). Krajem avgusta dolazi do smanjenja biomase cijanobakterija, naročito do tada dominantne *A. flos-aquae*, pa u jezeru preovlađuju zelene alge sa rodovima *Carteria* i *Chlamydomonas* i euglenoidne alge sa vrstom *Euglena clavata*. Drugi maksimum biomase fitoplanktona konstatovan je krajem septembra (37,1 mg/l). U tom periodu pojedinačno je najveću biomasu imala euglenoidna alga *E. clavata* (9,47 mg/l) koja ima visoko učešće u biomasi sve do kraja eksperimenta, ali su tri cijanobakterije (*P. agardhii*, *C. raciborskii* i *Pseudanabaena limnetica*) zajedno imale veći biomasu i time veći udeo u ukupnoj biomasi fitoplanktona. Po biomasi u zimovniku 7 od zelenih algi ističu se još *Crucigenia tetrapedia* i *Tetraedron triangulare*, od euglenoidnih algi pored roda *Euglena* rodovi *Lepocinclis*, *Trachelomonas* i od Dinophyta rod *Peridinium*.



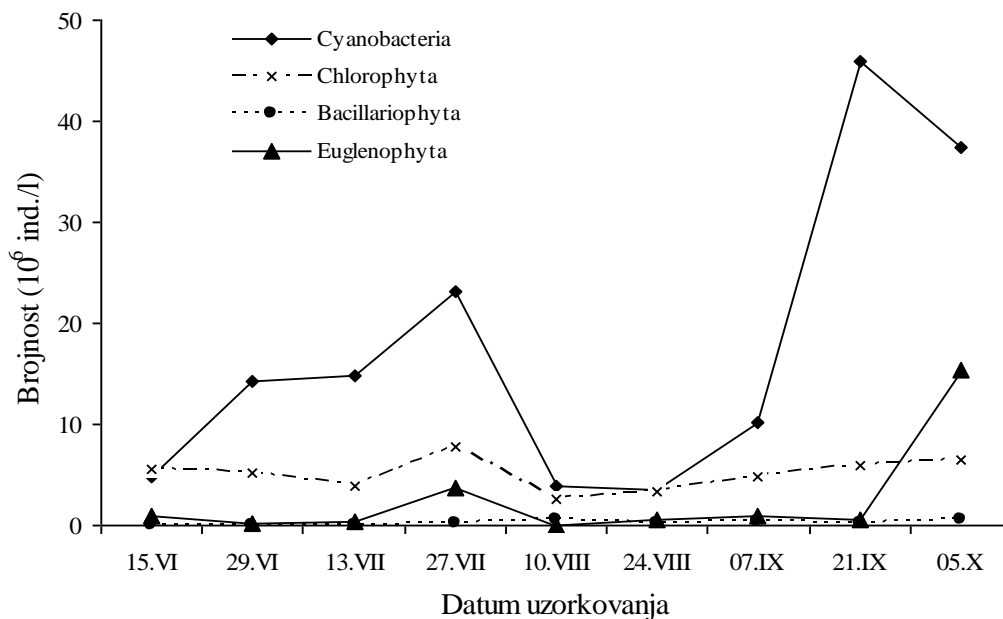
Grafik 18. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 7

Zimovnik 10

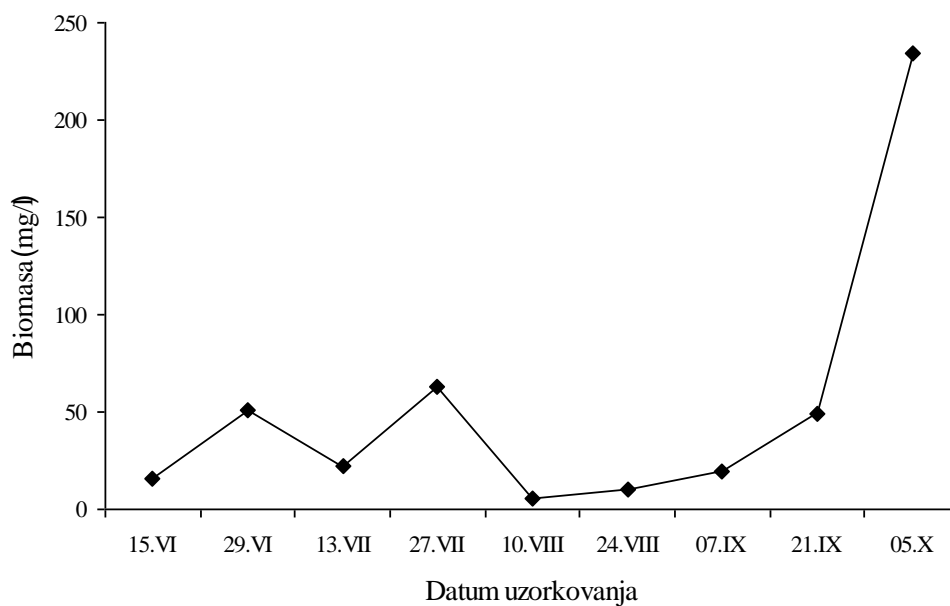
U trećem zimovniku u kome su za prihranu šarana korišćene žitarice konstatovana su dva izražena maksimuma abundance fitoplanktona, prvi krajem jula ($36,6 \times 10^6$ ind./l) i drugi početkom oktobra ($60,2 \times 10^6$ ind./l) (Grafik 19). Sezonsku dinamiku brojnosti fitoplanktona skoro je u potpunosti diktirala populaciona dinamika nekoliko cijanobakterijskih vrsta, a samo sporadično dinamika euglenoidnih i zelenih algi (Grafik 20). Porast abundance fitoplanktona u prvom mesecu eksperimenta rezultat je rapidnog rasta populacije *Anabaena flos-aquae* koja je 29. juna dostigla maksimum brojnosti od $7,9 \times 10^6$ ind./l. U nastavku sezone brojnost ove vrsta opada, pa dominantnu ulogu u zajednici u vreme prvog maksimuma (27. jula) ima druga cijanobakterija *Planktothrix agardhii* ($8,7 \times 10^6$ ind./l). U tom periodu konstatovan je maksimum brojnosti zelenih algi zahvaljujući sitnim jednoćelijskim oblicima sa bičevima iz roda *Carteria*. Nakon pada brojnosti fitoplanktona tokom avgusta, među cijanobakterijama najbrži rast zabeležile su populacije vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* koja je 21. septembra dostigla brojnost od $13,3 \times 10^6$ ind./l. U vreme drugog maksimuma u zajednici su pored *P. agardhii* i *C. raciborskii* dominirale euglenoidne alge, naročito vrsta *Euglena clavata* sa $8,9 \times 10^6$ ind./l i sitni jednoćelijski i cenobijski oblici zelenih algi (*Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus acuminatus* i dr.).



Grafik 19. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 10



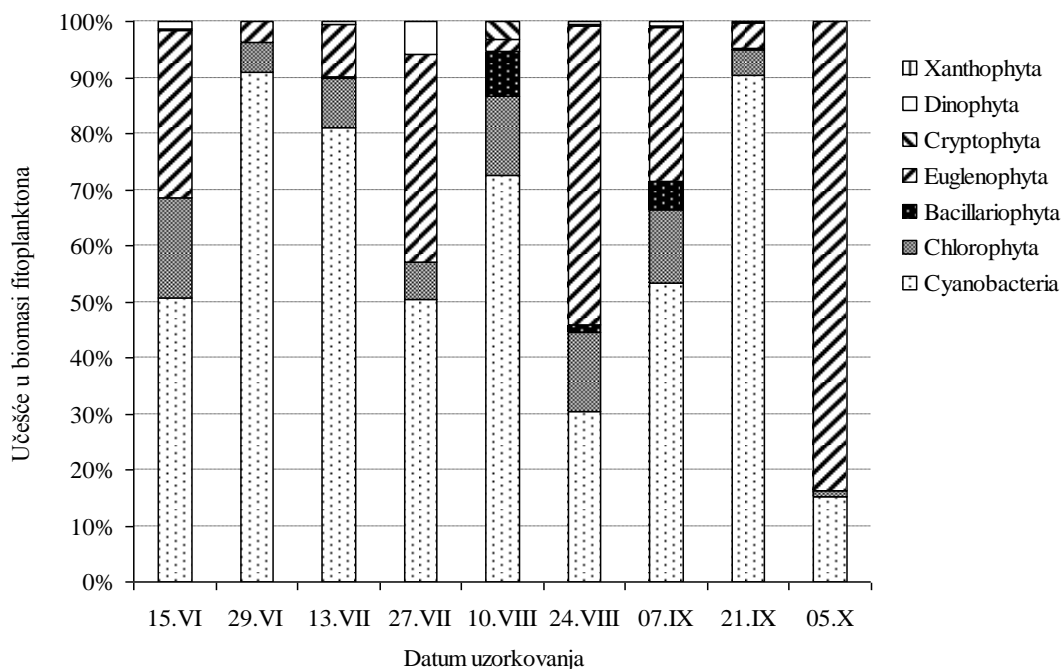
Grafik 20. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 10



Grafik 21. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 10

U zimovniku 10 konstatovana su tri maksimuma biomase fitoplanktona, od toga dva manja u prvom delu sezone, krajem juna (51,1 mg/l) i krajem jula (63,0 mg/l), i treći, veoma izražen, na kraju eksperimenta, u oktobru (234,4 mg/l) (Grafik 21). Krajem juna pojavio se veliki broj ćelija cijanobakterije *Anabaena flos-aquae* čija je ukupna biomasa iznosila 39,08 mg/l, dok je krajem jula najveći udeo u ukupnoj biomasi

fitoplanktona pripadao vrsti *Planktothrix agardhii* (24,8% ili 15,65 mg/l). Najveća biomasa algi zabeležena je u ovom zimovniku u oktobru kao rezultat masovne pojave krupnih jednoćelijskih Euglenophyta, posebno vrste *Euglena clavata* (169,1 mg/l).



Grafik 22. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 10

Udeo cijanobakterija u ukupnoj biomasi fitoplanktona bio je najveći krajem juna (91,0%) i krajem septembra (90,4%), zahvaljujući vrsti *Planktothrix agardhii*, a najmanji početkom oktobra (15,3%) i krajem avgusta (30,3%) (Grafik 22). Interesantno je pomenuti da je početkom septembra cijanobakterija iz reda Nostocales, *Cylindrospermopsis raciborskii*, imala pojedinačno najveću biomasu među cijanobakterijama i da se krajem septembra još jedna cijanobakterija iz istog reda, *Anabaena affinis*, pojavila sa većom biomasom. U grupi Euglenophyta pored vrste *Euglena clavata* po svom doprinosu u ukupnoj biomasi fitoplanktona značajne su bile *Euglena gracilis*, *Euglena geniculata*, *Euglena texta* i vrste iz rodova *Trachelomonas* i *Lepocinclis*. Udeo silikatnih algi je tokom sezone uglavnom bio nizak, a njihovo veće prisustvo u zajednici (8%) zabeleženo je početkom avgusta kada su konstatovane vrste *Aulacoseira granulata* i *Fragilaria ulna* f. *angustissima*. Razdeo Dinophyta je u ukupnoj biomasi uglavnom bio slabije zastupljen (<10%) i to vrstama iz roda *Peridinium*.

4.2.2.2. Dinamika brojnosti i biomase organizama fitoplanktona u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane

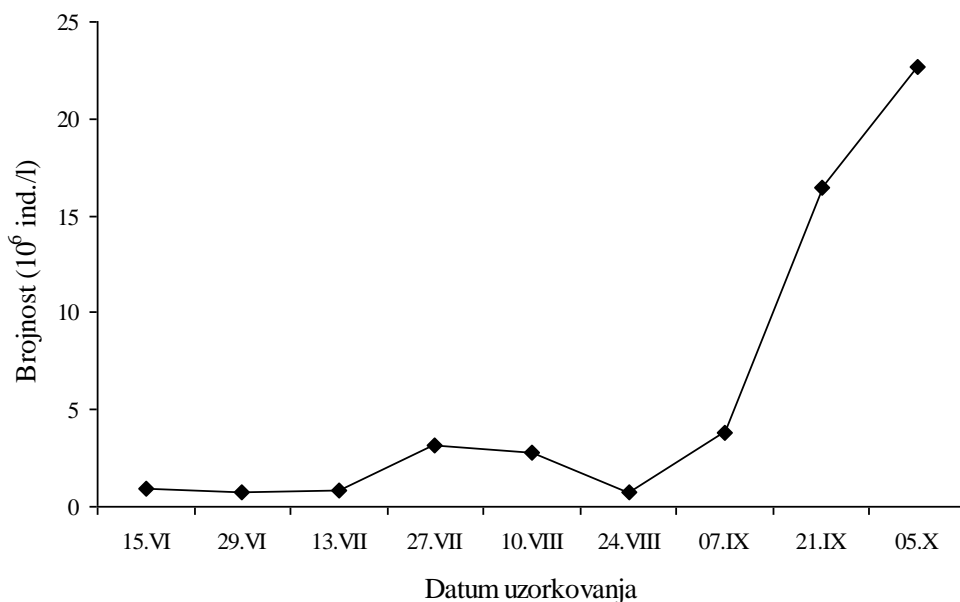
Sve do septembra prosečna brojnost fitoplanktona u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana bila je niža od vrednosti zabeleženih u druge dve ogledne grupe (Tabela 17). Naročito velika razlika konstatovana je na početku eksperimenta kada je u ovim zimovnicima srednja abundanca algi i cijanobakterija iznosila $1,12 \times 10^6$ ind./l, skoro deset puta manje u odnosu na zimovnike sa dodatkom žitarica i pet puta manje u odnosu na zimovnike u kojima je korišćena ekstrudirana hrana. Kako se eksperiment bližio kraju primarna produkcija je značajno rasla u svim zimovnicima, pa je brojnost fitoplanktona bila izrazito visoka u sve tri eksperimentalne grupe, a tamo gde je riba hranjena peletiranom hranom dostizala je maksimalno 45×10^6 ind./l (Tabela 17).

U jezerima sa peletiranom hranom fitoplankton je u proseku imao manju biomasu u poređenju sa druge dve grupe u periodu jun - avgust (Tabela 18). Minimalna srednja vrednost biomase zabeležena sredinom juna iznosila je svega 1,22 mg/l. Krajem leta i početkom jeseni kada dolazi do masovnog razvoja krupnih jednoćelijskih Euglenophyta, zimovnici u kojima je korišćena peletirana hrana sustižu ostale po ukupnoj biomasi algi.

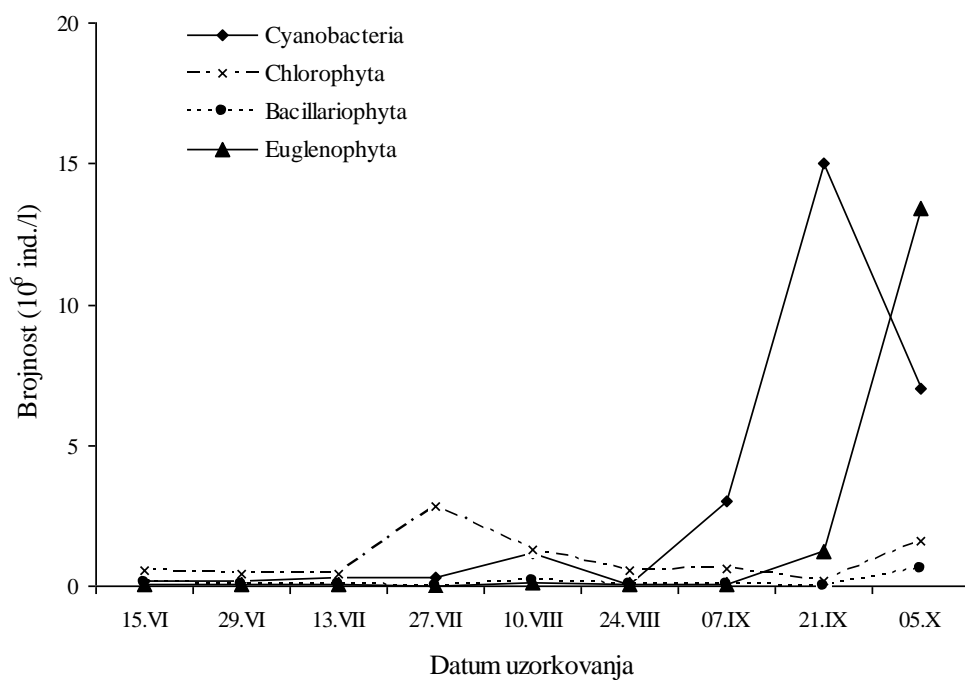
Zimovnik 5

U prvom zimovniku u kome je korišćena peletirana hrana fitoplanktonska zajednica je bila u kvantitativnom pogledu dosta siromašna, a ukupna brojnost ovih organizama u pojedinim periodima iznosila je manje od 1 000 000 ind./l (Tabela 17). Ova pojava je u vezi sa relativno malom zastupljenošću cijanobakterija u ukupnoj produkciji, izuzev na kraju eksperimenta kada je konstatovana maksimalna brojnost fitoplanktona od $22,7 \times 10^6$ ind./l (Grafik 23). Jedna od odlika ovog jezera je iznenadna i masovna pojava zelene alge *Closterium acutum* krajem jula sa $1,2 \times 10^6$ ind./l. Iako malobrojne, tokom prvih meseci eksperimenta cijanobakterije se intenzivno razvijaju u septembru, naročito krajem meseca kada *Planktothrix agardhii* dostiže maksimum brojnosti od 14×10^6 ind./l. U oktobru po ukupnoj abundanci cijanobakterije se nalaze

iza euglenoidnih algi zahvaljujući dominaciji vrste *Euglena geniculata* sa $8,5 \times 10^6$ ind./l.

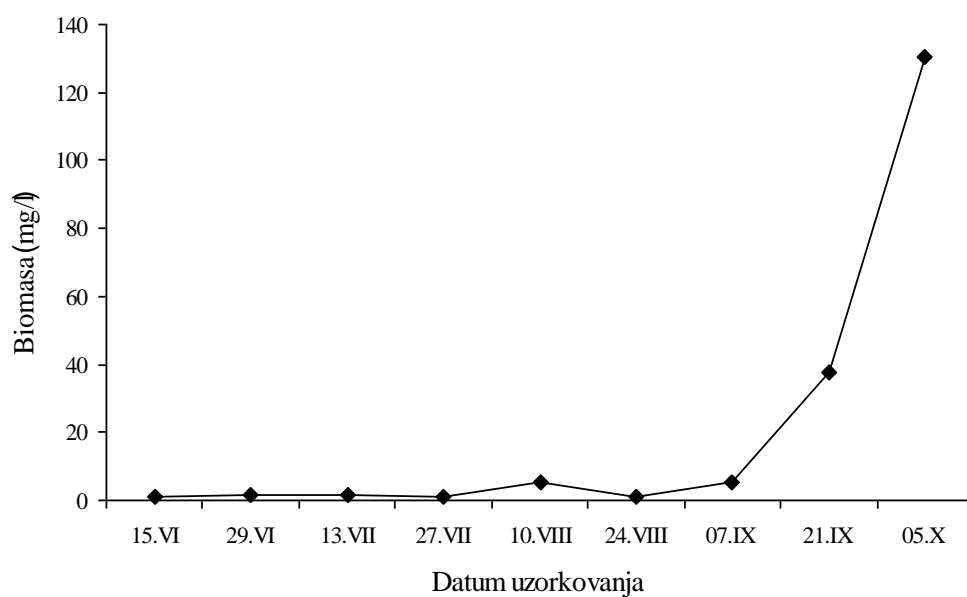


Grafik 23. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 5

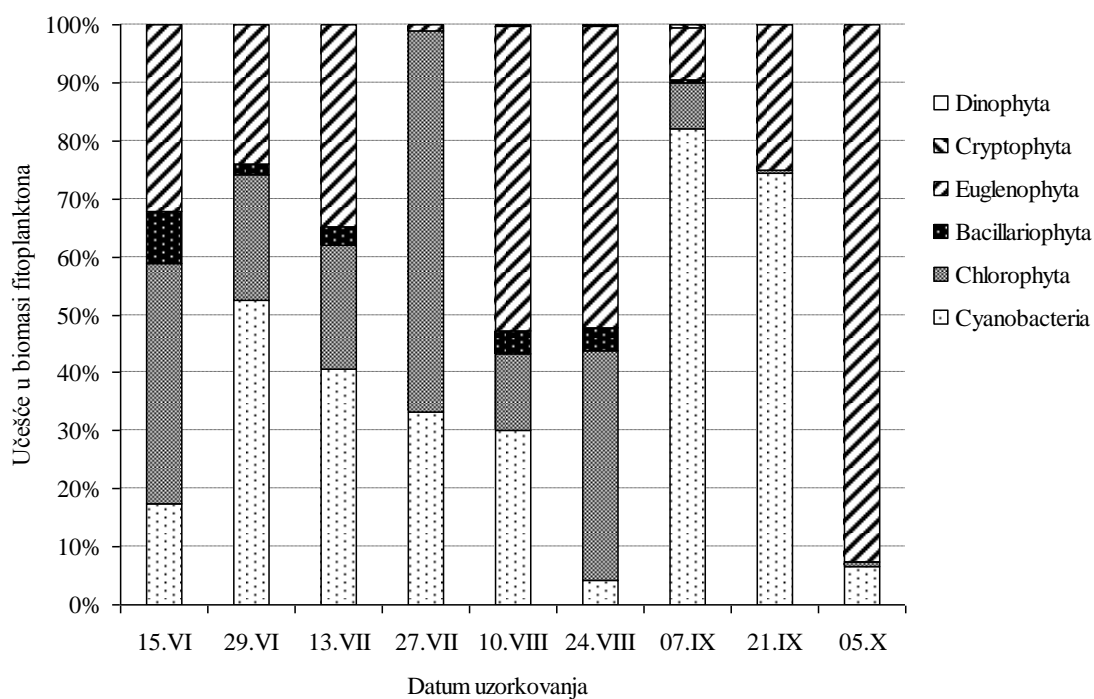


Grafik 24. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 5

Ukupna biomasa fitoplanktona u zimovniku 5 je sve do kraja septembra bila mala (<10 mg/l), a potom je za kratko vreme skoro eksponencijalno porasla do maksimalnih 130,7 mg/l u oktobru (Grafik 25). Ovo jezero se razlikuje od druga dva zimovnika sa peletiranom hranom po tome što cijanobakterije gotovo da nisu bile značajnije zastupljene u ukupnoj biomasi fitoplanktona sve do kraja eksperimenta (Grafik 26). U periodu od 15. juna do 24. avgusta udeo cijanobakterija se kretao od 4,1% do 52,5%. Maksimum dominacije cijanobakterija koji je zabeležen krajem juna rezultat je pojave velikog broja ćelija vrste *Anabaena flos-aquae*. Kasnije, u septembru, udeo cijanobakterija postaje značajniji i dostiže 82% u trenutku kada se pojavljuje vrsta *Planktothrix agardhii*, odnosno 74,5% kada se pored ove vrste kao subdominanta javila vrsta *Cylindrospermopsis raciborskii*. Do visoke vrednosti biomase fitoplanktona u oktobru dolazi usled masovne pojave vrste *Euglena geniculata*, ali i drugih vrsta roda *Euglena*, pa razdeo Euglenophyta u tom periodu učestvuje u ukupnoj biomasi fitoplanktona sa 92,6%. Ove alge su imale dominantan udeo u biomasi i tokom avgusta zahvaljujući vrstama *Euglena texta*, *E. oxyuris*, *Phacus orbicularis* i *P. longicauda*. Razdeo zelenih algi obeležio je prvi deo proizvodne sezone zbog povećanog učešća vrsta *Closterium acutum*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex* i *Crucigenia tetrapedia* u ukupnoj biomasi fitoplanktona. Od ostalih razdela izdvajaju se silikatne alge koje su zahvaljujući vrsti *Aulacoseira granulata* imale na početku eksperimenta, 15. juna, najveći udeo u ukupnoj biomasi fitoplanktonske zajednice (8,9%).



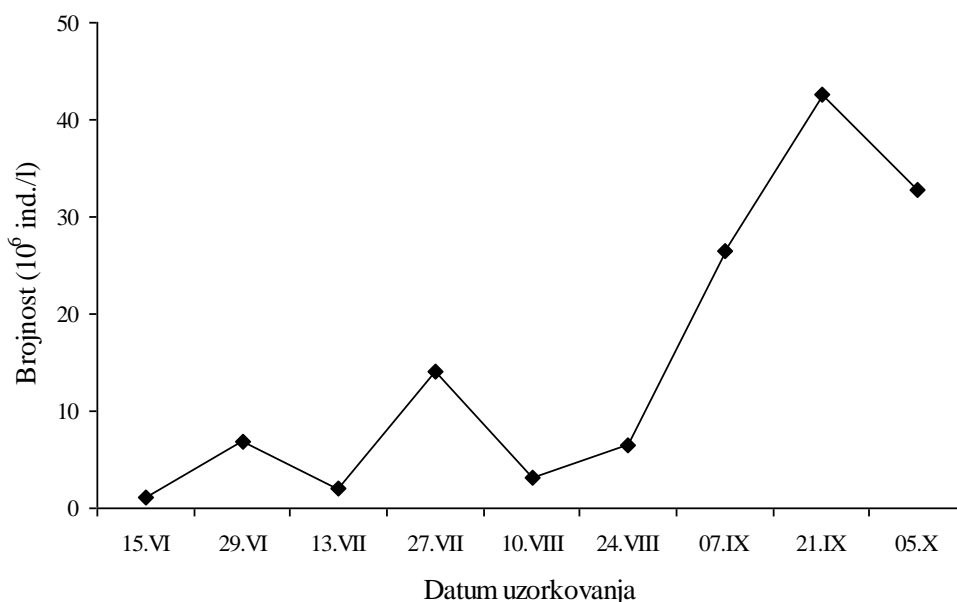
Grafik 25. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 5



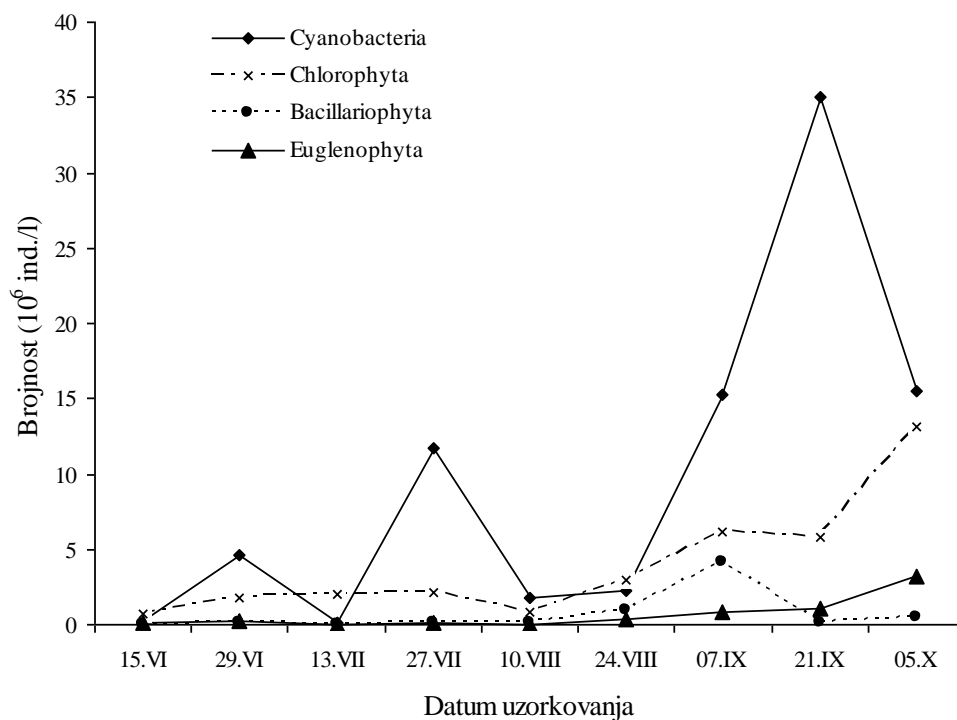
Grafik 26. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 5

Zimovnik 8

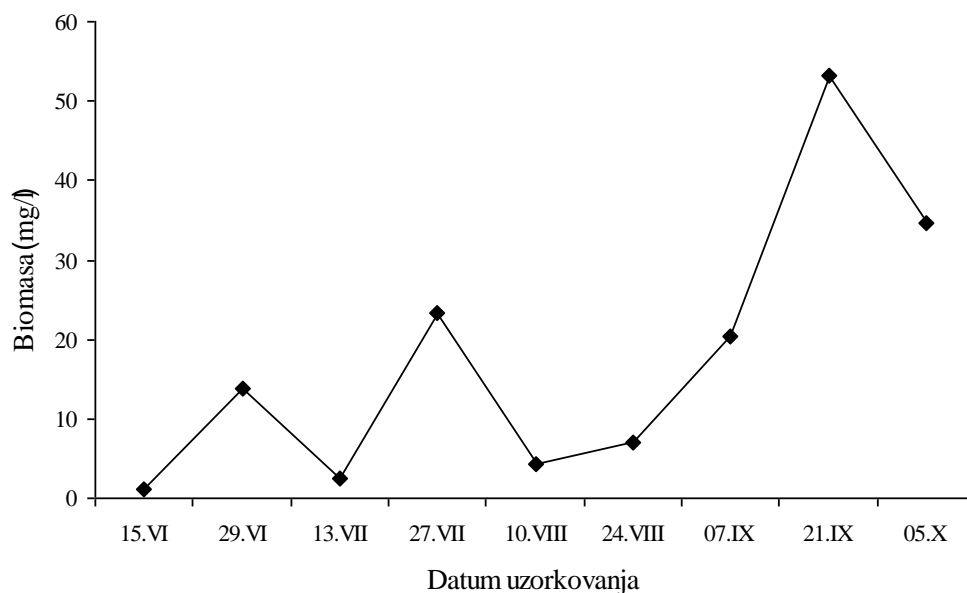
U zimovniku 8 ukupna abundanca fitoplanktona se kretala od $1,12 \times 10^6$ ind./l (15. jun) do $42,62 \times 10^6$ ind./l (21. septembar) (Grafik 27). Po ukupnoj brojnosti preovlađivale su Cyanobacteria, ispred Chlorophyta, Euglenophyta i Bacillariophyta, dok drugi razdeli nisu bili značajnije zastupljeni (Grafik 28). Tri sukcesivna maksimuma cijanobakterija sa vrednostima koje rastu od početka do kraja sezone u ovom jezeru rezultat su smene nekoliko prokariotskih organizama. Azotofiksirajuća cijanobakterija *Anabaena flos-aquae* pojavljuje se sa maksimumom brojnosti krajem juna ($2,2 \times 10^6$ ind./l). Krajem jula u uzorku je preovlađivao *Planktothrix agardhii*, dok su uz veliki broj trihoma ove vrste 21. septembra ($13,4 \times 10^6$ ind./l) zabeleženi i brojni filamenti *Cylindrospermopsis raciborskii* ($7,9 \times 10^6$ ind./l). Zelene alge su bile brojnije u drugom delu sezone uzgoja sa maksimumom abundance početkom oktobra zahvaljujući intenzivnom razvoju sitnih oblika iz rodova *Chlamydomonas*, *Carteria* i *Scenedesmus*. Slabo zastupljene u ribnjacima tokom toplih meseci silikatne alge u zimovniku 8 postaju brojnije u avgustu zahvaljujući vrstama iz rodova *Fragilaria* i *Melosira* i dostižu maksimum 7. septembra kada dominiraju vrste *Nitzschia acicularis* i *N. reversa*.



Grafik 27. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 8



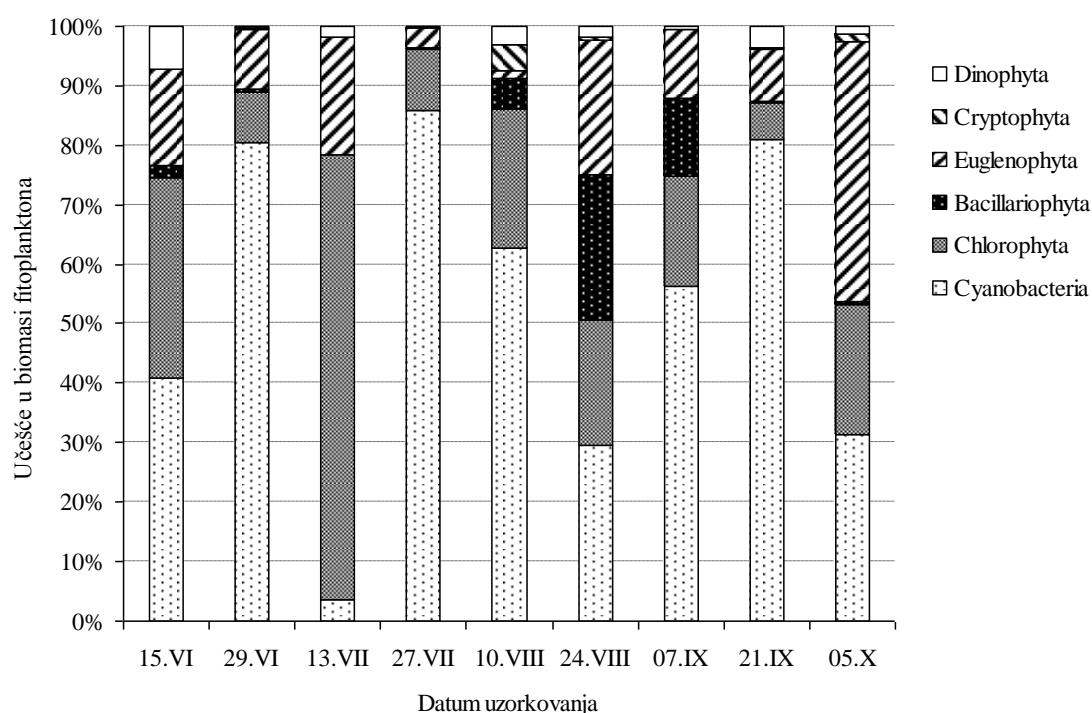
Grafik 28. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 8



Grafik 29. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 8

U zimovniku 8 tokom trajanja eksperimenta zabeležena su 3 maksimuma biomase fitoplanktona, prva dva u razmaku od mesec dana u prvoj polovini sezone

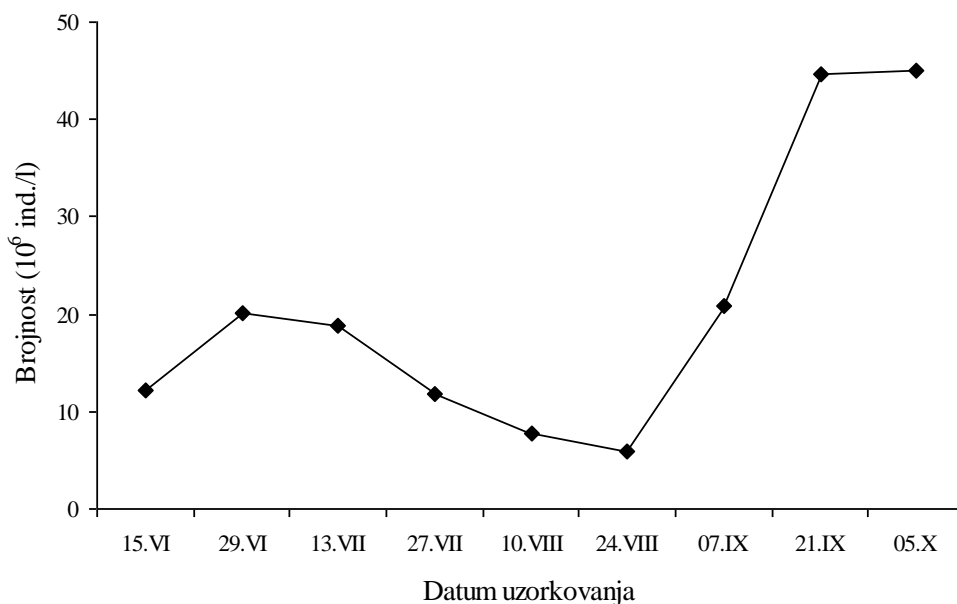
uzgoja (13,7 mg/l i 23,3 mg/l), a treći izraženiji dve nedelje pred kraj eksperimenta, u oktobru (53,3 mg/l) (Grafik 29). Svi maksimumi biomase u ovom zimovniku poklapaju se sa povećanom biomasom cijanobakterija u tim uzorcima (Grafik 30). Krajem juna najviše zahvaljujući vrsti *Anabaena flos-aquae* udeo ovih prokariotskih organizama u ukupnoj biomasu fitoplanktonske zajednice iznosio je 80,4%. Cijanobakterija iz reda Oscillatoriales, *Planktothrix agardhii*, je bila dominantno zastupljena u uzorcima uzetim krajem jula i krajem septembra, pa je tada procentualno učešće cijanobakterija bilo najveće u sezoni (85,9% i 81,0%). Zelene alge su preovlađivale samo u jednom uzorku (13. jula) najviše zahvaljujući pojavi cenobija vrsta roda *Pediastrum* (*P. boryanum* i *P. duplex*). Prisustvo vrsta *Euglena clavata*, *Phacus orbicularis* *Trachelomonas volvocina* i *T. intermedia* u zimovniku 11 je najviše doprinelo dominaciji Euglenophyta (43,8%) u ukupnoj biomasu fitoplanktona na kraju eksperimenta, u oktobru. Krajem avgusta konstatovano je povećano učešće silikatnih algi (24,4%), malo zastupljenih u ukupnoj biomasu fitoplanktona u ribnjacima tokom eksperimenta, kao rezultat pojave krupnih jedinki iz roda *Melosira* i vrsta *Aulacoseira granulata* i *Fragilaria ulna* f. *angustissima*.



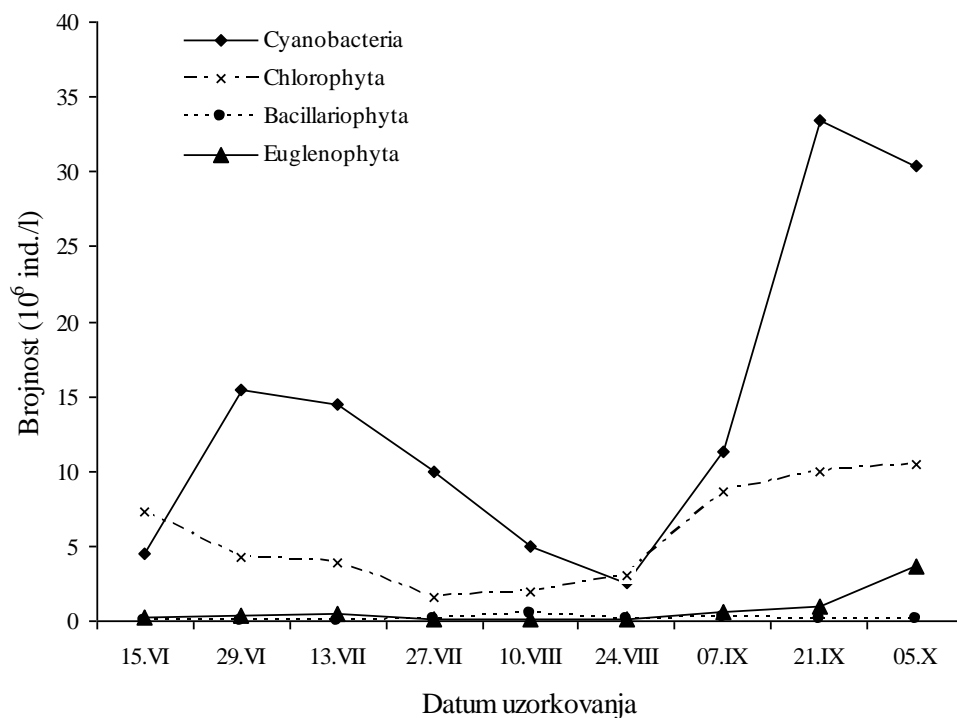
Grafik 30. Učešće razdela u ukupnoj biomasu fitoplanktona u zimovniku 8

Zimovnik 11

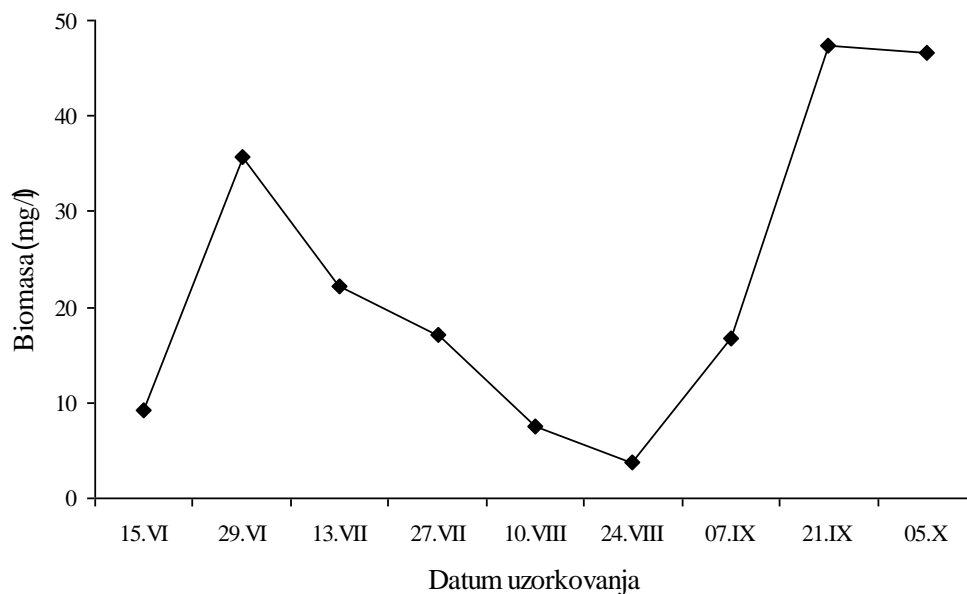
U trećem zimovniku sa peletiranom hranom ukupna brojnost fitoplanktona je, izuzev u avgustu, uvek bila iznad 10×10^6 ind./l (Grafik 31). Maksimalne vrednosti abundance algi i cijanobakterija, ujedno i najveće vrednosti utvrđene u ovom tretmanu (oko 45×10^6 ind./l) zabeležene su u ovom jezeru na kraju eksperimenta. Masovna pojava trihoma cijanobakterije *Anabaena flos-aquae* nije zaobišla ni ovo jezero sa peletiranom hranom, pa je krajem juna zabeležen maksimum njene brojnosti u ovom tretmanu ($8,9 \times 10^6$ ind./l). Interesantna zajednica u kojoj dominiraju zelena alga iz roda *Carteria* i cijanobakterija *Cylindrospermopsis raciborskii* pojavila se u prvoj polovini septembra. Dve nedelje kasnije, kada cijanobakterije beleže maksimum abundance u fitoplanktonu dominiraju *Planktothrix agardhii* sa 12×10^6 ind./l i *C. raciborskii* sa $6,5 \times 10^6$ ind./l. Od zelenih algi u periodu kada nisu dominirale cijanobakterije najčešće su nalažene sitne kolonijalne vrste iz rodova *Scenedesmus*, *Oocystis* i *Crucigenia*. Uporedo sa masovnim razvojem cijanobakterija početkom oktobra kao mnogobrojne pojavljuju se vrste iz roda *Euglena* (*E. gracilis*, *E. viridis*, *E. acus* i dr.).



Grafik 31. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 11



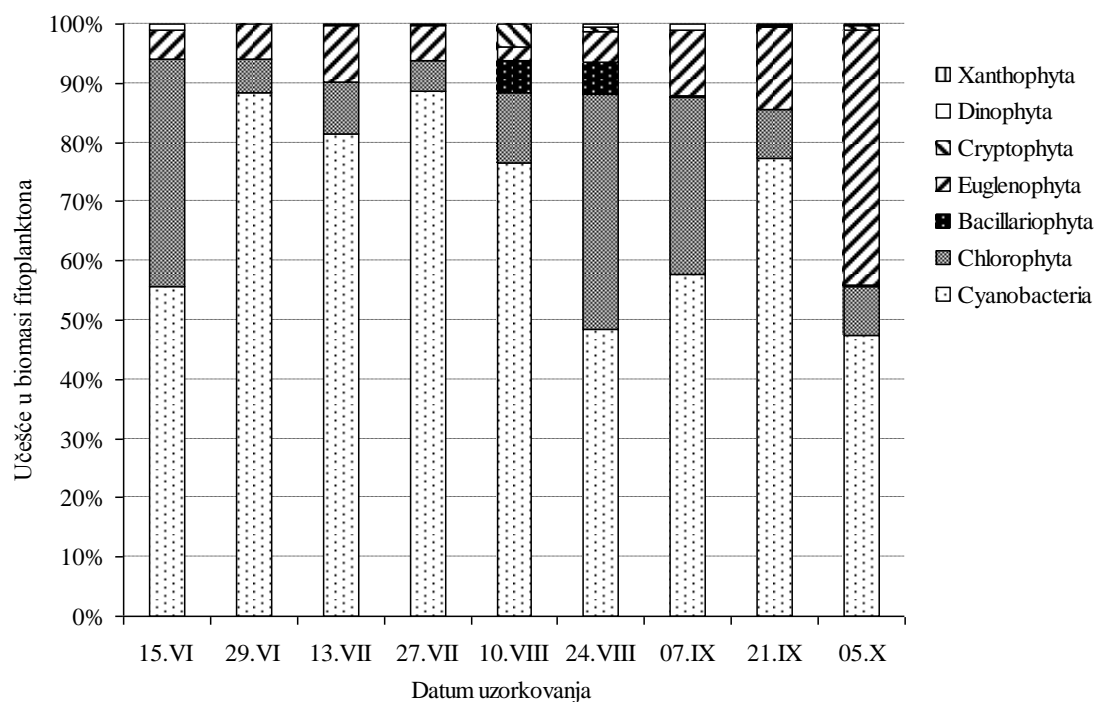
Grafik 32. Dinamika abundancije najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 11



Grafik 33. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 11

Prvi maksimum biomase fitoplanktona u zimovniku 11 zabeležen je krajem juna (35,8 mg/l) kao posledica masovnog razvoja trihalne cijanobakterije *Anabaena flos-aquae* (Grafik 33). Međutim, u poslednja dva uzorka, 21. septembra i petog oktobra,

vrednosti biomase algalnih i cijanobakterijskih ćelija su bile još veće (47,4 mg/l i 46,7 mg/l). Ako se pogleda procentualno učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona može se videti da su u zimovniku 11 skoro u svim uzorcima cijanobakterije bile zastupljene sa više od 50% (Grafik 34) i to zahvaljujući vrstama koje su nalažene i u druga dva zimovnika (*A. flos-aquae*, *Planktothrix agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*). U periodima kada je udeo cijanobakterija bio niži dominirale su zelene, silikatne (24. avgust) i euglenoidne alge (peti oktobar). Vrste roda *Carteria* su najčešće dominirale u ukupnoj biomasi pripadnika razdela Chlorophyta, pored vrsta *Crucigenia tetrapedia*, *Tetraedron triangulare*, *Pediastrum boryanum* i *P. duplex*. Od euglenoidnih algi u zimovniku 11 po velikoj biomasi izdvojile su se sledeće vrste *Euglena texta*, *E. clavata*, *E. gracilis*, *Phacus longicauda* i *P. triqueter*. U ovom zimovniku je 10. avgusta usled masovne pojave vrste iz roda *Cryptomonas* razdeo Cryptophyta po udelu nadmašio jedan od četiri dominantno zastupljena razdela.



Grafik 34. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 11

4.2.2.3. Dinamika brojnosti i biomase organizama fitoplanktona u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane

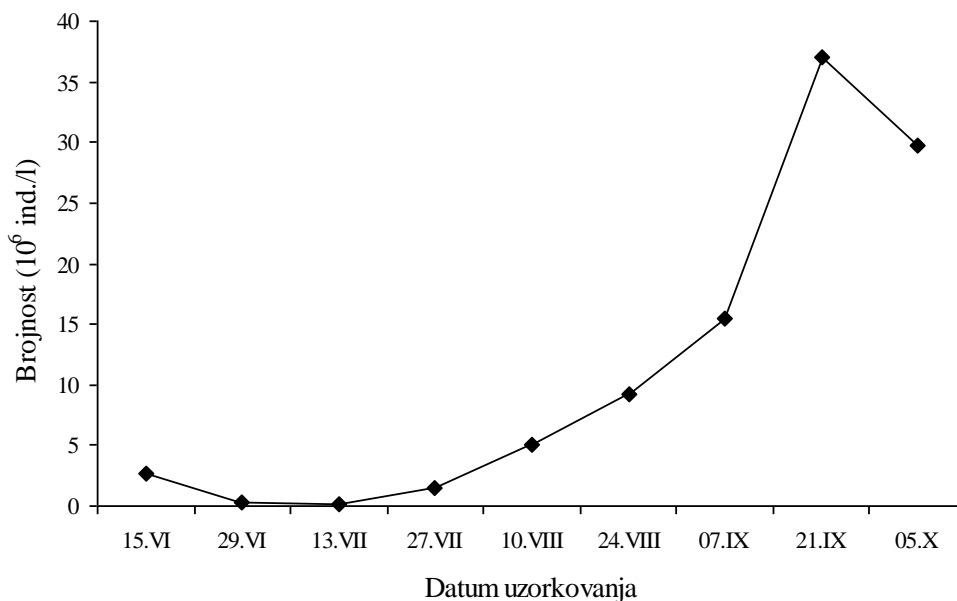
Visoka brojnost fitoplanktona praćena cvetanjem i dominacijom cijanobakterija tokom eksperimenta bila je karakteristika zimovnika sa ekstrudiranom hranom. Oscilacije prosečne abundance algi i cijanobakterija, slično kao u drugim zimovnicima, bile su rezultat sukcesije nekoliko vrsta cijanobakterija čije su populacije dostizale maksimum u različito vreme proizvodne sezone. Krajem juna, na mestu dominantne cijanobakterije našla se *Anabaena flos-aquae* koja je bila naročito brojna u zimovniku 12 ($4,6 \times 10^6$ ind./l). Krajem jula zabeležena je masovna produkcija trihalne cijanobakterije *Planktothrix agardhii* u vodenom stubu, koja je u dva od tri zimovnika formirala gust vodeni cvet. U tom periodu postepeno raste i produkcija trihalne vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*, pa ova cijanobakterija dostiže maksimum svoje brojnosti u septembru.

Visoka abundanca fitoplanktona u ovim jezerima bila je praćena visokom biomasom u pojedinim uzorcima. Razvoj vodenog cveta u čijem sastavu je dominirao *Planktothrix agardhii* uslovio je letnji maksimum prosečne biomase (80,44 mg/l) u grupi jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane u julu. Osim cijanobakterija, dominacija euglenoidnih algi dovela je do pojave maksimuma biomase fitoplanktona u jesenjim uzorcima, što je naročito bilo izraženo u zimovniku 9 (Tabela 18).

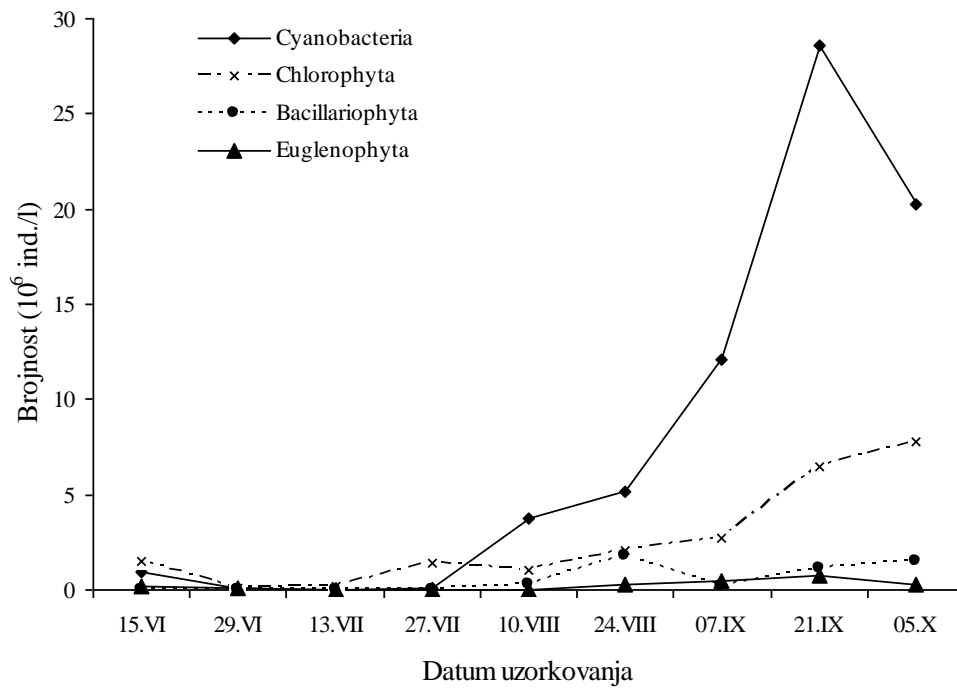
Zimovnik 6

U prvom zimovniku sa dodatkom ekstrudirane hrane ukupna abundanca fitoplanktona je skoro pravilno rasla od početka do kraja eksperimenta, sa maksimumom zabeleženim 21. septembra ($37,1 \times 10^6$ ind./l) (Grafik 35). Sve do kraja jula zajednica primarnih producenata u vodenom stubu bila je jednolična i sastavljena od malog broja organizama, a u jednom uzorku (13. jula) prisustvo cijanobakterija uopšte nije konstatovano. Od polovine sezone uzgoja broj cijanobakterija je u porastu, a pravilnu krivu rasta populacije nalazimo kod vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* sa maksimumom brojnosti od $9,7 \times 10^6$ ind./l (21. septembra). U uzorcima u kojima nije dominirao *C. raciborskii* najčešće su nalažene vrste *Planktothrix agardhii* i

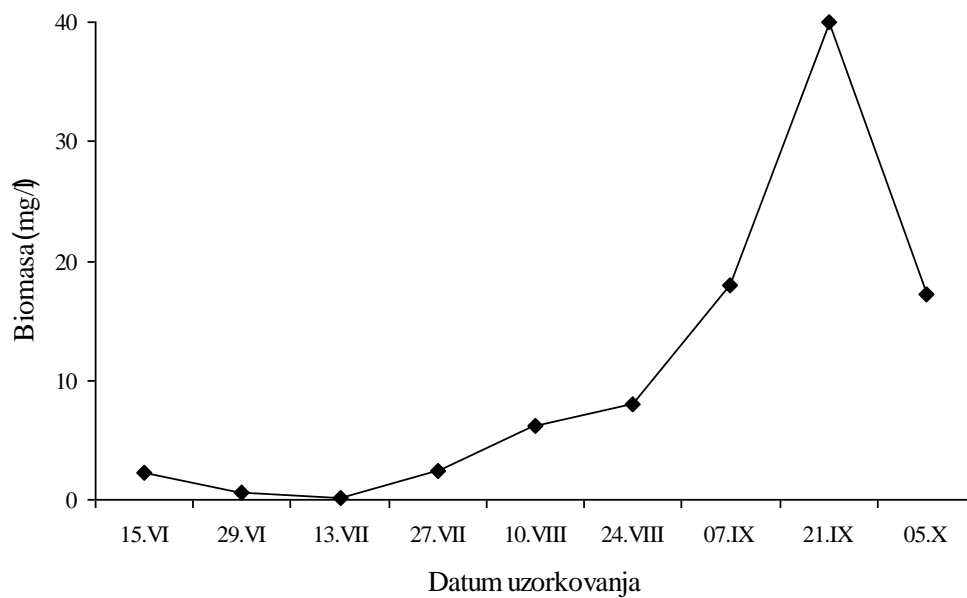
Pseudanabaena limnetica. Od zelenih algi koje se masovnije pojavljuju u septembru i oktobru izdvajaju se vrste rodova *Chlamydomonas* i *Scenedesmus*, zatim *Actinastrum hantzschii* i *Monoraphidium contortum*. Interesantno je da euglenoidne alge u ovom periodu nisu bile prisutne u većoj brojnosti kao što je to slučaj u drugim zimovnicima (Grafik 36). Umesto toga, krajem septembra i početkom oktobra često je nalažena silikatna alga *Nitzschia acicularis*.



Grafik 35. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 6

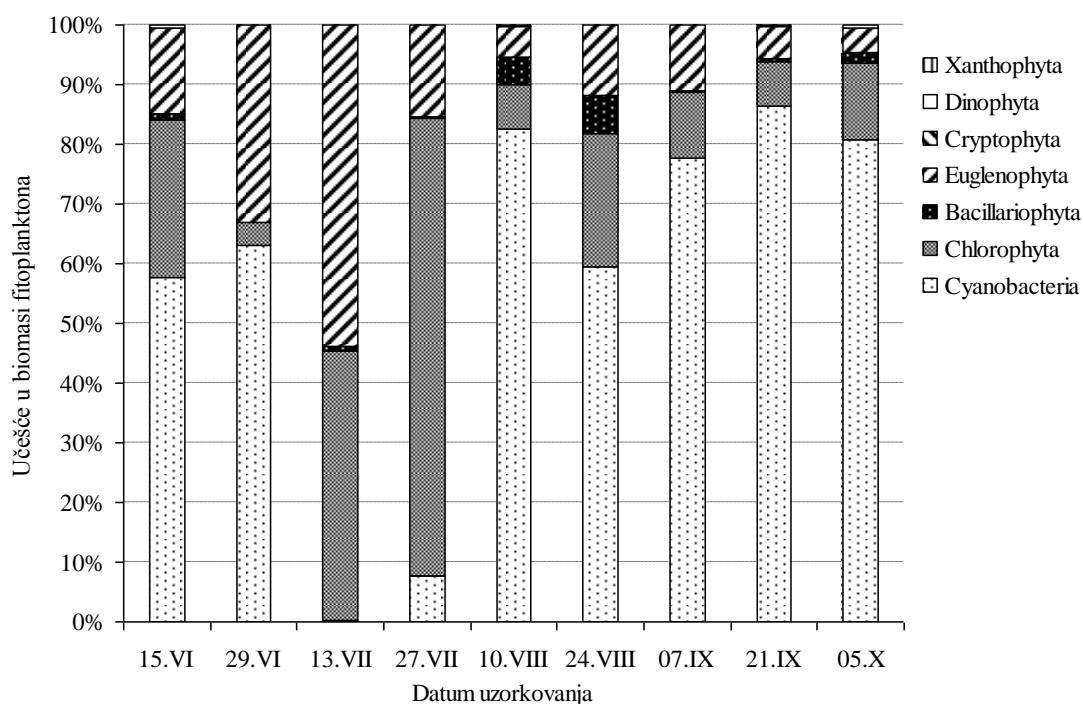


Grafik 36. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 6



Grafik 37. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 6

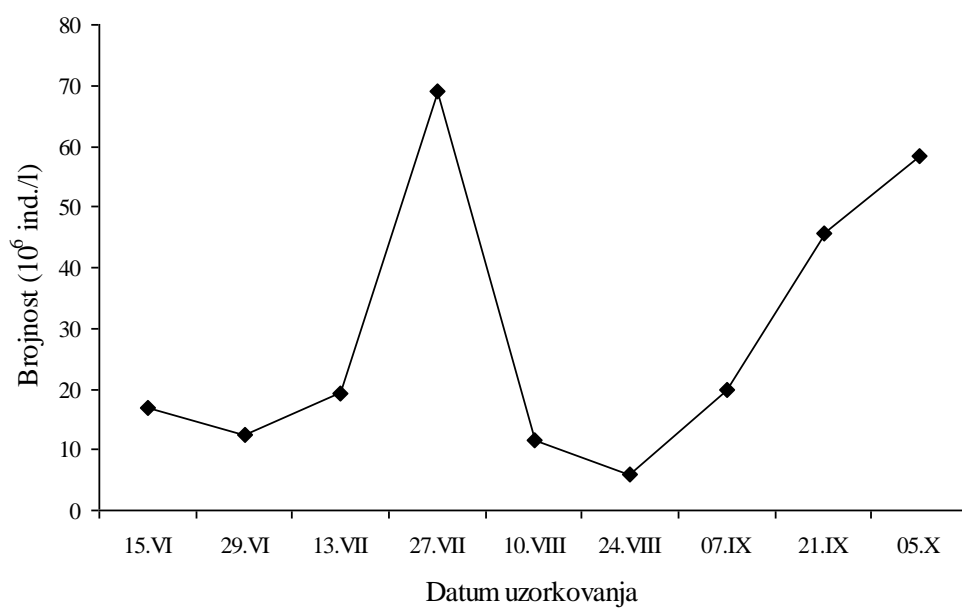
U zimovniku 6 ukupna biomasa fitoplanktona se sve do kraja avgusta kretala ispod 10 mg/l, da bi u septembru rapidno porasla i dostigla maksimalnu vrednost od 39,9 mg/l (Grafik 37). Cijanobakterije su tokom eksperimenta preovlađivale u ovom jezeru sa udelom od 57,7% do 86,5% u ukupnoj biomasi fitoplanktona (Grafik 38) i to najviše zahvaljujući vrstama *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae*, *Cylindrospermopsis raciborskii* i *Raphidiopsis mediterranea*. Ova grupa prokariotskih fotosintetskih organizama je u zimovniku 6 bila slabile zastupljena jedino u julu. Početkom ovog meseca cijanobakterije iščezavaju iz jezera, da bi se krajem meseca pojavila vrsta *Aphanizomenon flos-aquae*, inače retko nalažena u ovim ribnjacima. U tom periodu u ukupnoj biomasi fitoplanktonske zajednice najveći doprinos imale su zelene (vrste roda *Closterium*) i euglenoidne alge, naročito vrsta *Euglena texta*. Maksimum biomase fitoplanktona koji je konstatovan u septembarskom uzorku rezultat je masovne pojave nekoliko filamentoznih cijanobakterija, među kojima su pored gore pomenutih nalažene i vrste roda *Anabaenopsis*.



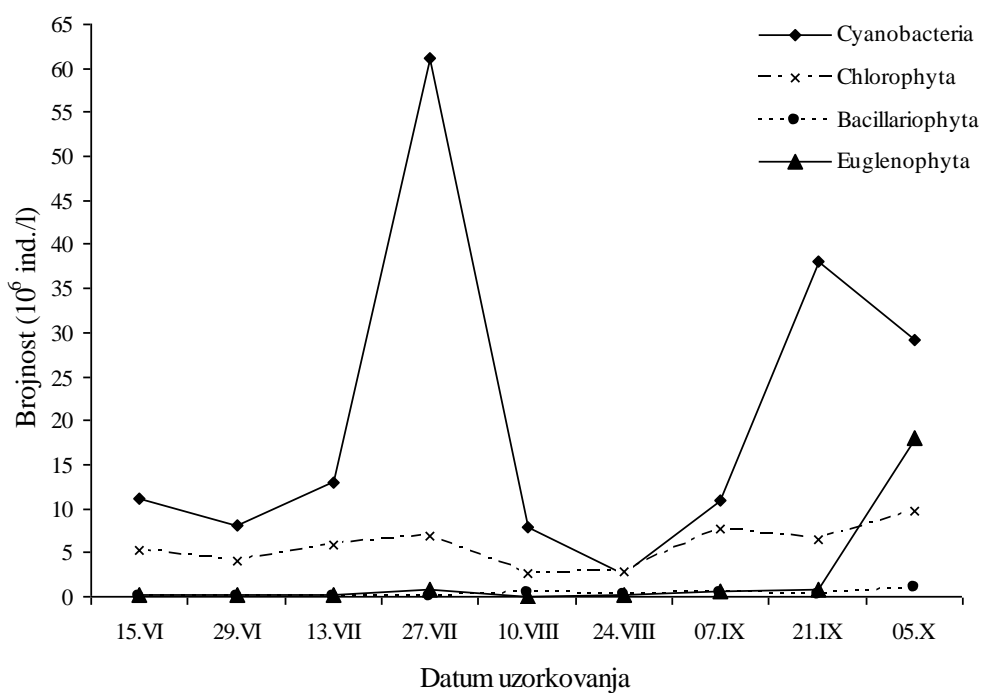
Grafik 38. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 6

Zimovnik 9

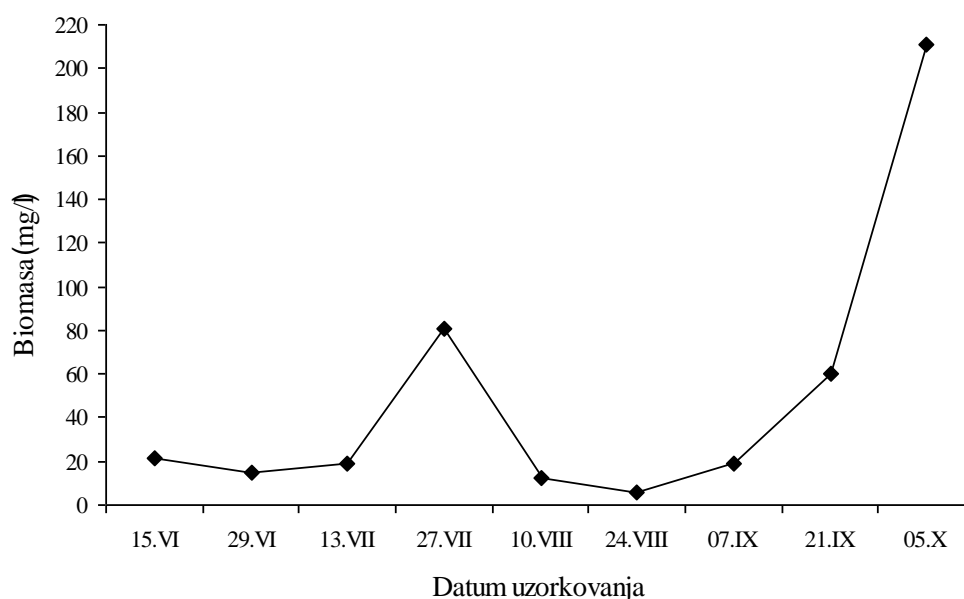
U zimovniku 9 zabeležena je pravilna smena minimuma (jun, avgust) i maksimuma abundance fitoplanktona (druga polovina jula i početak oktobra) (Grafik 39). Međutim, trebalo bi naglasiti da i "niže" abundance fitoplanktona u ovom zimovniku po vrednostima odgovaraju nekim maksimumima u drugim zimovnicima. Ovo je posledica izuzetno razvijenog naselja cijanobakterija od samog početka eksperimenta (Grafik 40). Tako je već 15. juna broj trihoma vrste *Planktothrix agardhii* iznosio 7×10^6 u jednom litru, nagoveštavajući maksimum koji se desio krajem jula kada je konstatovano $29,8 \times 10^6$ ind./l. To je ujedno i najveća brojnost ove cijanobakterije po jedinici zapremine koja je utvrđena tokom ovog eksperimenta. U sastavu vodenog cveta koji se u zimovniku 9 razvio u ovom periodu pored cijanobakterije *P. agardhii* nalažen je i veliki broj tankih trihoma vrste iz roda *Planktolyngbya*, dok se od drugih algi izdvajaju samo Chlorophyta od kojih su najbrojnije bile vrste roda *Carteria*. Nakon razbijanja vodenog cveta u avgustu, ponovo dolazi do uvećavanja populacija cijanobakterija po već viđenom obrazcu, u prvoj polovini septembra dominira *Cylindrospermopsis raciborski* u zajednici sa vrstom *P. agardhii* koja u nastavku sezone višestruko preovlađuje u odnosu na druge cijanobakterije. Kraj leta i početak jeseni odgovarao je i mnogim euglenoidnim algama među kojima su najčešće nalažene *Euglena clavata*, *E. chlamydophora* i dr. Od ostalih razdela početkom oktobra u poređenju sa ostatkom sezone Cryptophyta su bile zastupljenije u ukupnoj brojnosti fitoplanktona zahvaljujući vrstama roda *Cryptomonas*.



Grafik 39. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 9

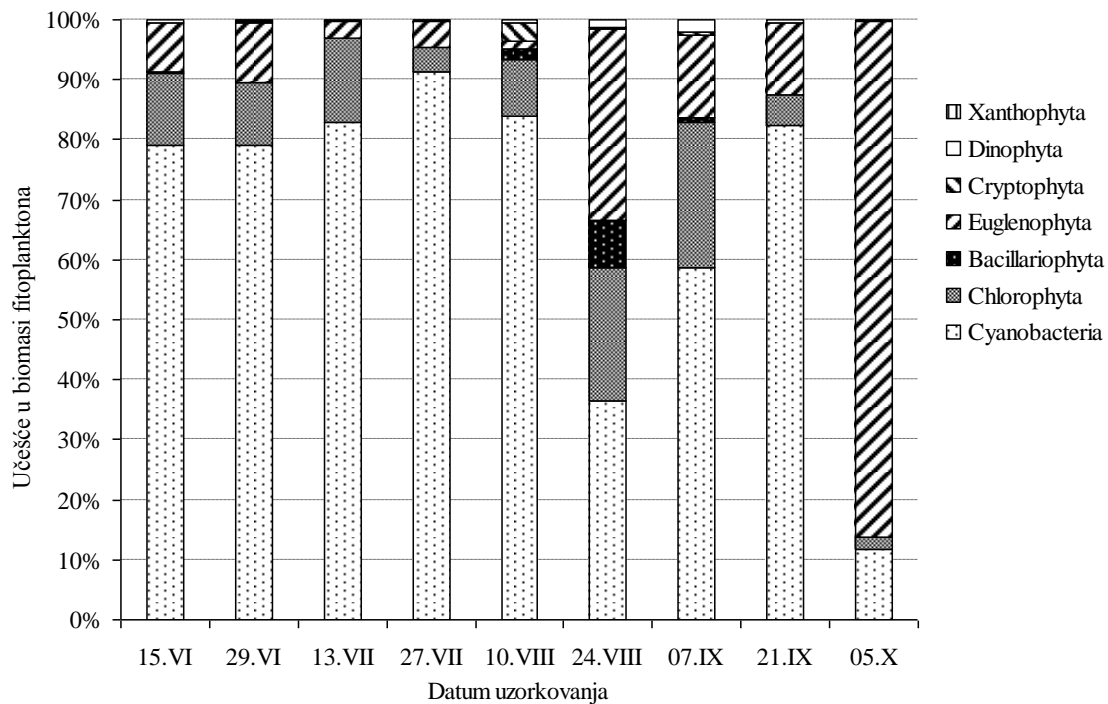


Grafik 40. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa fitoplanktona u zimovniku 9



Grafik 41. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 9

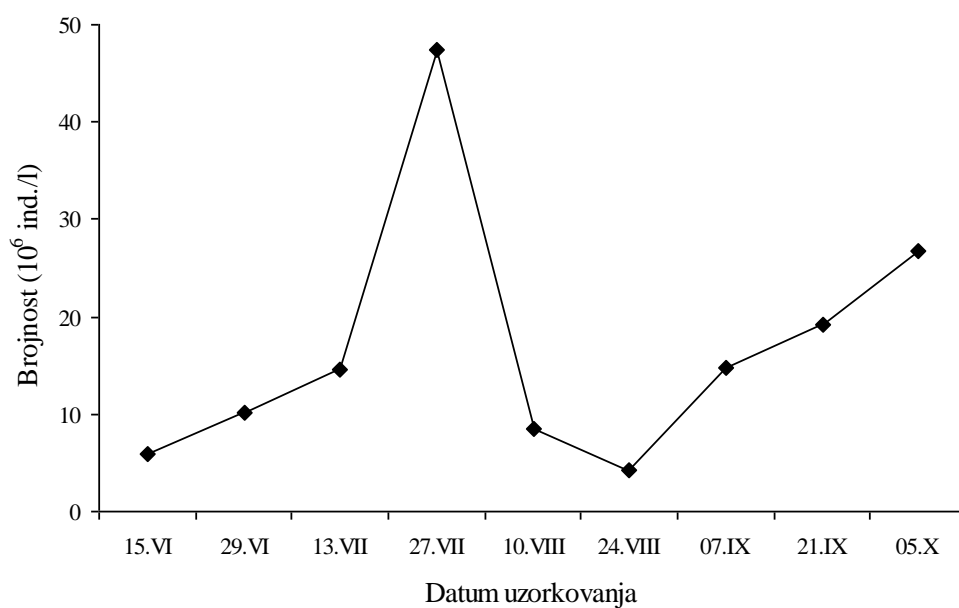
Tokom eksperimenta u zimovniku 9 zabeležena su dva maksimuma biomase fitoplanktona, prvi krajem jula (80,4 mg/l), a drugi početkom oktobra (211,2 mg/l) (Grafik 41). Za razliku od prvog maksimuma kada su najveći doprinos u ukupnoj biomasi činile cijanobakterije sa vrstama *Planktothrix agardhii* (66,4% ili 53,77 mg/l) i *Anabaena flos-aquae* (10,2%), jesenji maksimum je bio posledica masovne pojave euglenoidnih algi, naročito dve vrste, *Euglena clavata* (43,4%) i *E. sanguinea* (16,6%). Ako se analizira procentualno učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktonske zajednice može se zapaziti da su samo u dva uzorka, 24. avgusta i petog oktobra, cijanobakterije činile <50% udela, dok su u ostalim uzorcima ovi prokariotski organizmi bili dominantno zastupljeni (od 58,7 do 91,3%) (Grafik 42). Druge po zastupljenosti u ukupnoj biomasi iza cijanobakterija bile su euglenoidne alge sa najvećim udelom zabeleženim u ovom jezeru u jesen (86%). U većem delu eksperimenta među zelenim algama svojom biomasom je dominirala vrsta iz roda *Carteria*, ali ni u periodu kada je bio najveći, udeo ovih algi u ukupnoj biomasi nije prelazio 25%. Od ostalih razdela silikatne alge su imale povećani udeo u ukupnoj biomasi u zimovniku 9 u avgustu (8,1%).



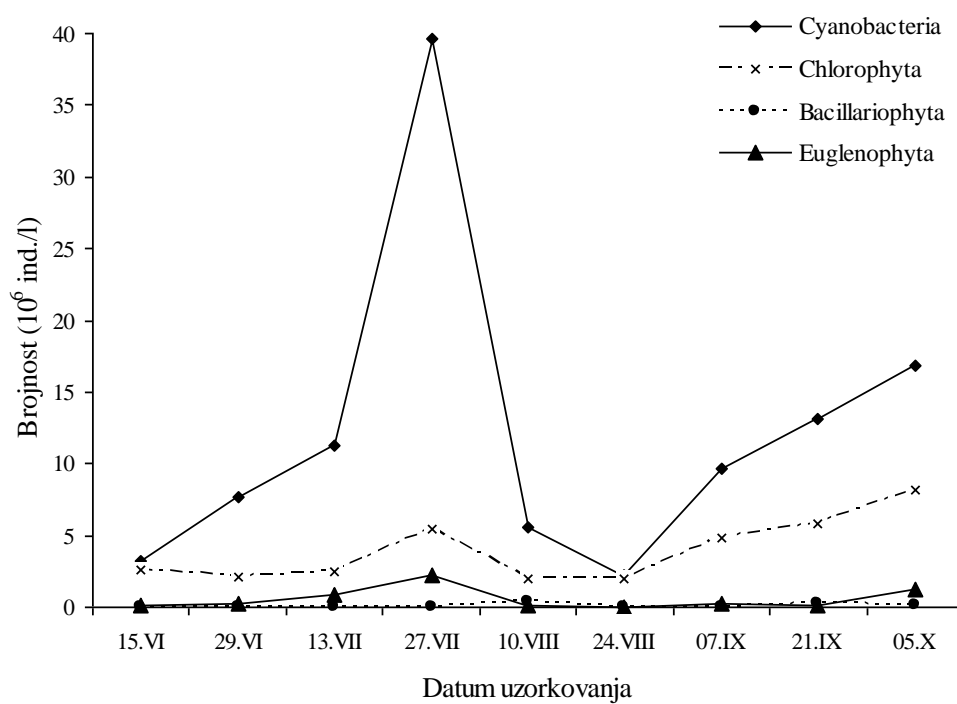
Grafik 42. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 9

Zimovnik 12

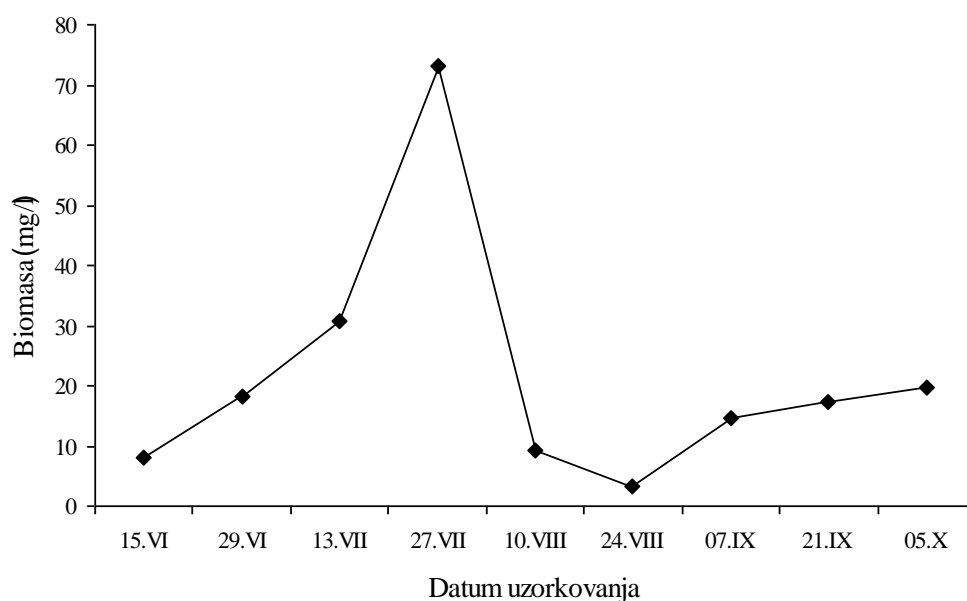
Velika sličnost u dinamici fitoplanktonske zajednice uočena je između ovog i prethodnog zimovnika u kome je korišćena ekstrudirana hrana. Maksimumi ukupne abundance ovih organizama zabeleženi su u isto vreme, prvi krajem jula, a drugi početkom oktobra (Grafik 43). Razlika je u tome što su ove ekstremne vrednosti niže u zimovniku 12, naročito na kraju eksperimenta. Veliko poklapanje nalazimo i u smeni dominantnih grupa algi i cijanobakterija (Grafik 44). Formiranje vodenog cveta krajem jula u ovom jezeru posledica je dominacije cijanobakterije *Planktothrix agardhii* sa abundancom od $18,5 \times 10^6$ ind./l. U zajednicu sa ovom vrstom kao dominantna cijanobakterija ulazi *Cylindrospermopsis raciborski* u septembru, a sa njima u oktobru preovlađuje trihalna vrsta iz roda *Pseudanabaena*. Od pratećih vrsta u ovoj zajednici krajem eksperimenta preovlađivali su kao u zimovniku 9 sitniji jednoćelijski i kolonijalni oblici zelenih algi (*Monoraphidium contortum* i vrste iz rodova *Carteria* i *Scenedesmus*).



Grafik 43. Dinamika ukupne brojnosti fitoplanktona u zimovniku 12

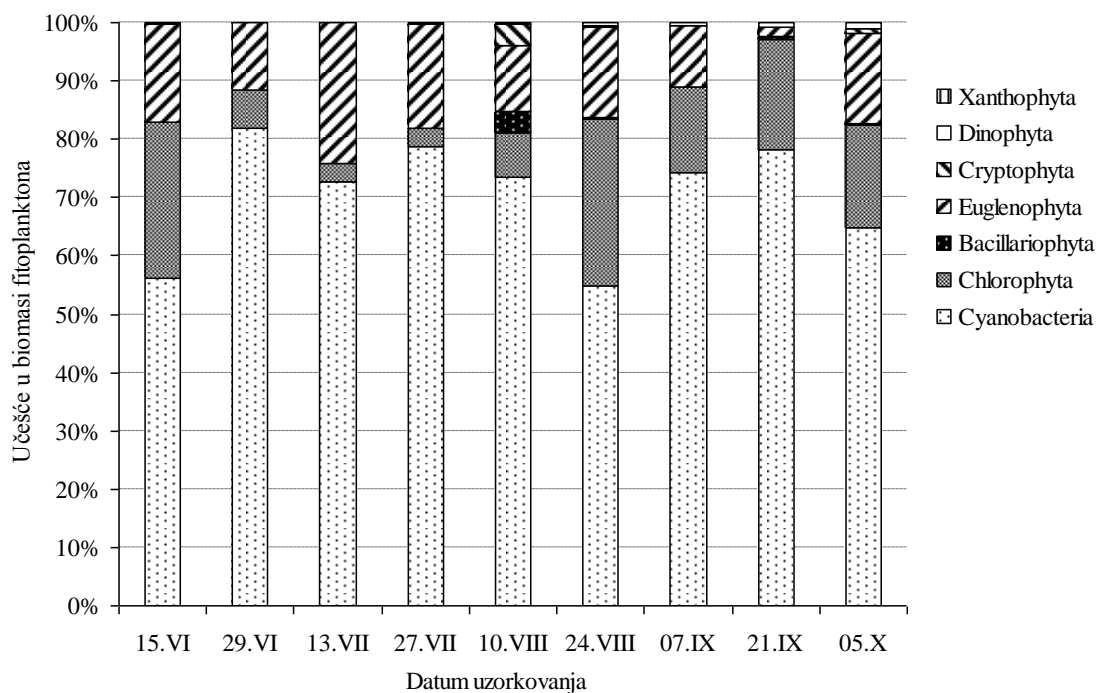


Grafik 44. Dinamika abundance grupa fitoplanktona u zimovniku 12



Grafik 45. Dinamika ukupne biomase fitoplanktona u zimovniku 12

U trećem zimovniku u kome je korišćena ekstrudirana dodatna hrana najveća ukupna biomasa fitoplanktona konstatovana je krajem jula (73,14 mg/l), dok je najniža vrednost zabeležena 24. avgusta (3,43 mg/l) (Grafik 45). U svim uzorcima u ovom jezeru dominirale su cijanobakterije sa učešćem u ukupnoj biomasi fitoplanktona od 56,2% do 81,9% (Grafik 46). Kao u većini drugih jezera u zimovniku 12 zabeležena je smena dominantnih vrsta cijanobakterija u totalnoj biomasi primarnih producenata vodenog stuba. Vrsta *Anabaena flos-aquae* je imala dominantan udeo u ukupnoj biomasi zajednice 29. juna (58,4%) i 13. jula (53,6%). Vrsta *Cylindrospermopsis raciborskii* se kao značajan činilac fitoplanktona u ovom jezeru pojavila početkom septembra. U svim ostalim uzorcima najzastupljenija je bila cijanobakterija *Planktothrix agardhii*. Od zelenih algi interesantna je pojava roda *Volvox* koji je zbog velikog broja ćelija po koloniji imao značajan udeo u zajednici fitoplanktona na početku eksperimenta. Od ostalih razreda Euglenophyta su bile dobro zastupljene u gotovo svim uzorcima sa vrstama: *Euglena clavata*, *E. chlamydothrix*, *E. acus* i *Lepocinclis salina*.



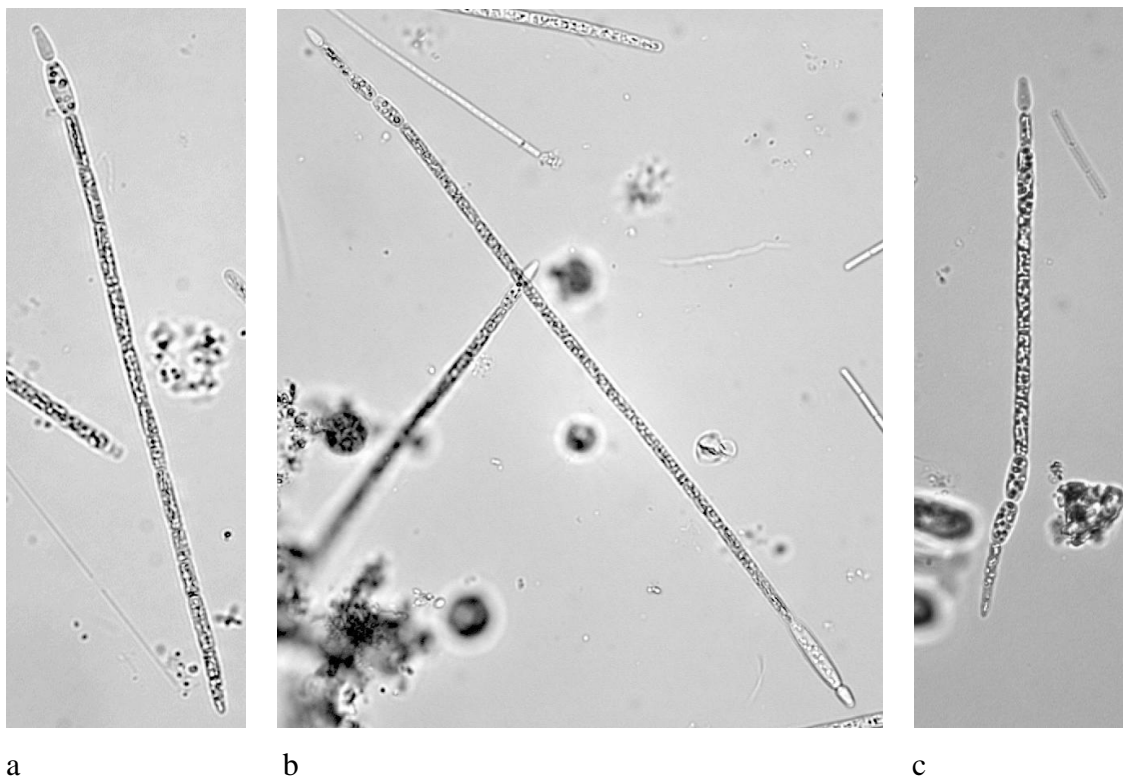
Grafik 46. Učešće razdela u ukupnoj biomasi fitoplanktona u zimovniku 12

4.2.3. Pojava i karakteristike vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* u zimovnicima "Kapetanskog rita"

U periodu od juna do oktobra 2009. godine prisustvo ove invazivne cijanobakterije iz reda Nostocales konstatovano je u svih devet eksperimentalnih zimovnika. Trihomi vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* identifikovani u ovim jezerima su pravi ili slabo zakrivljeni, najčešće sa jednom heterocistom, ređe dve ili bez heterocisti (Slika 4). Prosečna dužina trihoma po uzorku kretala se od 99,4 μm do 141 μm , a maksimalna od 152,9 μm do 357,1 μm . Pored heterocisti nalaženi su i akineti tj. spore, čiji je broj varirao od jedan do četiri po trihomu. Interesantno je napomenuti da su se prve spore pojavile gotovo istovremeno i to u septembarskim uzorcima. Podaci o veličini vegetativnih ćelija, heterocisti i akineta ove vrste prikazani su u Tabeli 19.

Prvi pojedinačni trihomi vrste *C. raciborskii* konstatovani su u zimovnicima 7 i 9 već na početku eksperimenta (15. juna), dok je ova vrsta najkasnije zabeležena u zimovnicima 4, 5 i 6 (krajem jula i početkom avgusta). Maksimalan broj trihoma u jednom litru iznosio je $13,2 \times 10^6$ u zimovniku 10, 21. septembra kada je zabeležena i

maksimalna biomasa ove vrste tokom eksperimenta (12,09 mg/l). Najveći udeo u ukupnoj biomasi fitoplanktona cijanobakterija *C. raciborskii* dostiže u svim zimovnicima u isto vreme (sedmog septembra), ali se ovaj udeo kretao u zavisnosti od zimovnika od 14,4% do 67%.



Slika 4. Morfologija trihoma cijanobakterije *Cyndrospermopsis raciborskii*. a - najčešće nalaženi oblik sa jednom heterocistom i jednim akinetom; b - oblik sa dve terminalne heterociste i većim brojem akineta; c - oblik sa jednom heterocistom i više od dva akineta

U fitoplanktonu eksperimentalnih zimovnika ribnjaka "Kapetanski rit" *C. raciborskii* se najčešće pojavljivao sa cijanobakterijama *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena limnetica* i *Raphidiopsis mediteranea*.

Tabela 19. Dimenzije različitih tipova ćelija *C. raciborskii* u zimovniku 4 ribnjaka "Kapetanski rit" tokom eksperimenta 2009. godine

Vegetativne ćelije		Heterociste		Akineti (spore)	
Dužina (µm)	Širina (µm)	Dužina (µm)	Širina (µm)	Dužina (µm)	Širina (µm)
7,97 ±0,15(54)	3,87 ±0,05(49)	8,44 ±0,24(34)	3,70±0,07 (34)	11,62±0,42(30)	4,94±0,11 (30)

Rezultati su predstavljeni kao Aritmetička sredina ± Stand. greška; u zagradi broj izmerenih ćelija (n)

4.2.4. Hlorofil *a*

Određivanje koncentracije hlorofila *a* jedan je od dva načina koji je korišćen za procenu ukupne biomase fitoplanktona u eksperimentalnim zimovnicima. Veoma visoke prosečne i ekstremne vrednosti ovog pigmenta u vodi konstatovane su u sve tri eksperimentalne grupe (Tabela 15). Bez obzira što su početkom eksperimenta jezera bila veoma heterogena po biomasi fitoplanktona na kraju su u svim jezerima konstatovane veoma visoke vrednosti. Maksimalne prosečne vrednosti zabeležene su u jesen početkom oktobra i kretale su se od 343,5 µg/l do 405,1 µg/l, dok su najniže prosečne koncentracije ovog pigmenta izmerene u avgustu kada su se kretale u intervalu od 78,0 µg/l do 101,1 µg/l. U prvom delu sezone uzgoja, od kraja juna do sredine avgusta, veće prosečne vrednosti koncentracije hlorofila *a* u vodi zabeležene su u zimovnicima sa dodatkom žitarica u odnosu na druge dve grupe zimovnika.

Tabela 15. Koncentracija hlorofila *a* (µg/l) u vodi oglednih jezera sa aritmetičkim sredinama (\bar{X}) za jezera sa istim tipom dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	<i>n.m.</i>	343,2	180,9	244,5	150,8	99,5	174,4	234,9	485,0
	Z7	<i>n.m.</i>	120,7	116,4	273,7	180,4	138,1	243,5	233,9	399,4
	Z10	<i>n.m.</i>	288,1	372,2	395,5	129,9	65,6	214,0	219,2	309,1
	\bar{X}		250,7	223,2	304,6	153,7	101,1	210,6	229,3	397,8
Peletirana hrana	Z5	<i>n.m.</i>	47,8	110,4	111,0	100,9	38,1	167,9	182,5	449,3
	Z8	<i>n.m.</i>	99,1	182,8	233,7	72,4	103,2	301,0	352,4	309,9
	Z11	<i>n.m.</i>	188,6	265,6	155,0	63,0	92,7	239,6	243,5	271,2
	\bar{X}		111,8	186,3	166,6	78,8	78,0	236,2	259,5	343,5
Ekstrudir. hrana	Z6	<i>n.m.</i>	15,1	19,6	63,6	96,5	113,3	221,3	314,0	440,4
	Z9	<i>n.m.</i>	109,3	222,4	383,0	88,9	141,0	202,6	364,6	488,8
	Z12	<i>n.m.</i>	200,5	304,0	340,7	83,3	194,4	141,3	190,4	286,2
	\bar{X}		108,3	182,0	262,4	89,6	149,6	188,4	289,7	405,1

n.m.- nije mereno

4.2.5. Kvalitet vode na osnovu fitoplanktonskih organizama kao bioindikatora

Saprobiološka analiza pokazuje da je kvalitet vode u tri eksperimentalne grupe jezera odgovarao II klasi ili beta-mezosaprobnoj zoni (b-m) sa jednim izuzetkom koji se desio trinaestog jula kada je vrednost indeksa saprobnosti u zimovniku 6 (2,70) ukazivala na III klasu ili beta-alfa-mezosaprobnu zonu (b-a-m) kvaliteta vode (Tabela 20). Ekstremne vrednosti saprobnog indeksa bile su izraženije u jezerima gde se prihrana šaranske mlađi sastojala ne od žitarica, već od kompletnih smeša.

Tabela 20. Vrednosti indeksa saprobnosti po Pantle-Buck-u za sva jezera grupisana prema tipu dodatne hrane po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	1,93	1,97	1,94	1,95	1,88	1,97	1,94	1,96	2,01
	Z7	1,93	2,07	2,01	2,02	1,92	2,06	1,94	1,97	1,96
	Z10	2,00	2,01	2,01	1,93	1,99	2,00	2,01	1,96	1,93
Peletirana hrana	Z5	2,03	1,97	1,97	1,87	2,01	1,87	1,90	2,05	2,05
	Z8	2,13	2,04	2,04	1,93	1,81	1,94	1,98	1,88	1,95
	Z11	2,09	1,98	1,94	1,90	1,90	1,95	1,97	1,99	2,00
Ekstrudir. hrana	Z6	1,91	2,03	2,70	2,05	1,86	1,94	1,90	1,97	1,92
	Z9	2,01	2,04	2,00	1,98	1,91	1,95	1,95	1,98	2,09
	Z12	2,00	1,98	2,02	1,92	1,93	1,92	1,97	1,83	1,96

4.3. Kvalitativni i kvantitativni sastav zooplanktona

4.3.1. Kvalitativna analiza zooplanktona

Tokom sezone uzgoja od juna do oktobra ukupno je identifikovano 86 različitih zooplanktonskih taksona među kojima je većina pripadala grupi Rotatoria (65), a manje ostalim grupama, Cladocera (17) i Copepoda (4) (Tabela 21). U analiziranim uzorcima bila je prisutna i grupa Protozoa koja zbog malog značaja u ishrani šarana nije faunistički obrađena.

U tabeli 21. je prikazana distribucija i ukupan broj identifikovanih taksona analiziranih grupa zooplanktona po jezerima za čitav ogledni period. U okviru Rotatoria najveći broj vrsta pripadao je rodu *Brachionus* (11), iza koga slede *Keratella* i *Trichocerca* sa šest, *Lecane* i *Polyarthra* sa pet, *Anuraeopsis* sa četiri i drugi rodovi sa manje identifikovanih vrsta i podvrsta. Grupa Rotatoria nije bila samo faunistički najraznovrsnija, već i grupa kojoj su pripadale vrste nalažene bar jednom u svih devet zimovnika, a to su: *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *B. diversicornis*, *B. forficula*, *Filinia terminalis*, *Keratella cochlearis* i *K. cochlearis* var. *tecta*.

Najveću raznovrsnost u grupi Cladocera imali su rodovi *Daphnia* sa šest i *Moina* sa tri identifikovane vrste, dok su rodovi *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Diaphanosoma* i *Leptodora* bili zastupljeni sa po jednom vrstom. Po dominantnosti se izdvaja vrsta *Bosmina longirostris* koja je konstatovana u najvećem broju zimovnika (8). U okviru roda *Daphnia*, vrsta *D. longispina* je nalažena u po dva jezera svakog tretmana, a *D. magna* i *D. obtusa* bar u jednom jezeru u svakoj oglednoj grupi.

Iako nije detaljno taksonomski obrađena možemo reći da je grupa Copepoda bila zastupljena sa dva roda: *Cyclops* čije su vrste nalažene podjednako u svim zimovnicima i *Diaptomus*, koji je konstatovan samo u jednom od tri zimovnika sa dodatkom ekstrudirane hrane (Tabela 21).

Kada analiziramo diverzitet glavnih zooplanktonskih grupa po grupama zimovnika sa različitim tipom dodatne hrane vidimo da se nijedna vrsta ne izdvaja kao karakteristična za određenu grupu, tj. da se javlja u dva ili više zimovnika samo te grupe, osim vrste roda *Euchlanis* koja je konstatovana samo u zimovnicima 8 i 11 u

kojima je korišćena peletirana hrana. Najčešće se vrste ili podvrste javljaju samo u jednom zimovniku, pa ih tada označavamo pre kao retke nego osobene za datu grupu. Takve su, na primer, u okviru roda *Brachionus* vrste *B. bidentata* i *B. caudatus* koje se pojavljuju samo u zimovniku 10 (grupa sa dodatkom žitarica) ili *B. falcatus*, *B. rubens* i *B. quadridentatus* od kojih se prve dve pojavljuju samo u zimovniku 8, a poslednja u zimovniku 5 (grupa sa dodatkom peletirane hrane). Kako u grupi u kojoj je korišćena ekstrudirana hrana nema vrsta roda *Brachionus* koje se mogu naći samo u tim jezerima, ovaj rod ima najmanji diverzitet u toj ogleđnoj grupi (5 vrsta) uprkos najvećoj raznovrsnosti Rotatoria. S druge strane, od pet identifikovanih vrsta roda *Lecane* tri se javljaju samo u ovoj grupi jezera i to *L. cornuta* i *L. hamata* u zimovniku 9, a *L. luna* u zimovniku 12. Slično je i sa rodom *Trichocerca*, čije su dve vrste, *T. mollis* i *T. mucosa*, karakteristične za po jedno od pomenuta dva zimovnika u kojima je korišćena ekstrudirana hrana.

Ako se pogleda detaljnije diverzitet Cladocera u sve tri eksperimentalne grupe može se konstatovati da je pojava roda *Ceriodaphnia* karakteristična za zimovnike sa dodatkom peletirane hrane. U ovoj grupi je i zimovnik 11 koji se izdvaja po bitno različitom sastavu Cladocera u koji ne ulaze češće prisutne *Daphnia magna* i *D. obtusa*, a mogu se naći četiri vrste karakteristične samo za ovo jezero (*Daphnia galeata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindti* i *Moina macrocopa*). Ova grupa zooplanktona je u faunističkom pogledu bila najoskudnije zastupljena u grupi jezera u kojima je korišćena ekstrudirana hrana. Od tri identifikovana roda, u zimovniku 9 nisu ni konstatovane vrste roda *Daphnia*, a u zimovniku 12 je bila prisutna samo *D. longispina* pored roda *Moina*.

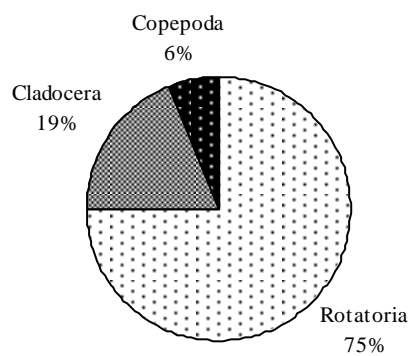
Tabela 21. Identifikovani taksoni zajednice zooplanktona u eksperimentalnim jezerima

T a k s o n	Jezera sa žitaricama			Jezera sa peletir. hranom			Jezera sa ekstrud. hranom		
	Z4	Z7	Z10	Z5	Z8	Z11	Z6	Z9	Z12
Rotatoria									
<i>Anuraeopsis coelata</i> de Beauchamp, 1932						+			+
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anuraeopsis fissa urawensis</i> Sudzuki, 1957									+
<i>Anuraeopsis navicula</i> Rousselet, 1910			+	+	+	+		+	+
<i>Anuraeopsis</i> sp. Lauterborn, 1900						+			
<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)									+

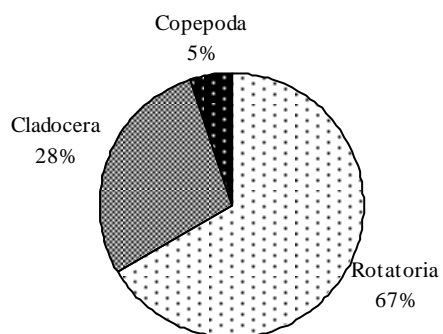
<i>Ascomorpha</i> sp. Perty, 1850	+	+						+	
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850							+		
<i>Asplanchna</i> sp. Gosse, 1850	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachionus bidentata</i> Anderson, 1889			+						
<i>Brachionus budapestinensis</i> Daday, 1885	+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachionus caudatus</i> Barrois et Daday, 1894			+						
<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday, 1883)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachionus falcatus</i> Zacharias, 1898					+				
<i>Brachionus forficula</i> Wierzejski, 1891	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783				+					
<i>Brachionus rubens</i> Ehrenberg, 1838					+				
<i>Brachionus urceolaris</i> O. F. Muller, 1773	+			+					
<i>Cephalodella</i> sp. Bory de St. Vincent, 1826		+	+				+	+	
<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831								+	
<i>Colurella</i> sp. Bory de St. Vincent, 1824		+				+		+	
<i>Colurella uncinata</i> (O. F. Muller, 1773)					+				
<i>Euchlanis</i> sp. Ehrenberg, 1832					+	+			
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)		+	+		+				+
<i>Filinia minuta</i> (Smirnow, 1928)	+	+	+					+	
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)						+			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> var. <i>tecta</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Keratella paludosa</i> (Lucks, 1912)					+				
<i>Keratella quadrata</i> (O. F. Muller, 1786)	+	+	+	+	+		+		+
<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)				+	+		+		
<i>Keratella tropica</i> Apstein, 1907	+	+	+	+		+		+	+
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1835)	+								
<i>Lecane cornuta</i> (O. F. Muller, 1786)								+	
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1859)								+	
<i>Lecane luna</i> (O. F. Muller, 1776)									+
<i>Lecane spinifera</i> Edmondson, 1934						+			
<i>Lecane</i> sp. Nitzsch, 1827			+			+	+	+	+
<i>Lepadella longiseta</i> Myers, 1934									+
<i>Lepadella</i> sp. Bory de St. Vincent, 1822						+			+
<i>Lophocharis</i> sp. Ehrenberg, 1834			+						+
<i>Notholca</i> sp. Gosse, 1886									+
<i>Paranuraeopsis quadriantennata</i> Koste, 1974								+	
<i>Philodina</i> sp. Ehrenberg, 1830					+			+	
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	+	+	+		+	+	+		
<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski, 1891)				+					
<i>Polyarthra longiremis</i> (Carlin, 1943)								+	
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896						+		+	+
<i>Polyarthra</i> sp. Ehrenberg, 1834		+							
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1934			+	+	+	+	+	+	+
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1855	+	+		+	+				

<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg, 1832)		+							+
<i>Testudinella carlini</i> Bartos, 1951			+						
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)								+	
<i>Trichocerca bicuspes</i> (Pell, 1890)			+			+		+	+
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1793)			+						
<i>Trichocerca mollis</i> Edmondson, 1936								+	
<i>Trichocerca mucosa</i> Stokes, 1896									+
<i>Trichocerca pusilla</i> (Jenning, 1903)			+			+		+	+
<i>Trichocerca rattus</i> (O. F. Muller, 1776)			+	+	+		+		+
<i>Trichocerca</i> sp. Lamarck, 1801	+	+		+	+		+		
Ukupno	20	22	28	22	26	26	19	30	31
Cladocera									
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ceriodaphnia</i> sp. Dana, 1853					+				
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Muller, 1785)				+					
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)		+		+					
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	+				+				
<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1864						+			
<i>Daphnia hyalina</i> Leydig, 1860	+	+		+	+				
<i>Daphnia longispina</i> O. F. Muller, 1785	+	+		+		+	+		+
<i>Daphnia magna</i> Straus, 1820	+	+		+	+		+		
<i>Daphnia obtusa</i> Kurz, 1874	+			+	+		+		
<i>Daphnia</i> sp. O. F. Muller, 1785	+	+		+		+			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)						+			
<i>Leptodora kindti</i> (Focke, 1844)						+			
<i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)						+			
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	+			+	+	+	+		+
<i>Moina rectirostris</i> Arevalo, 1920				+				+	
<i>Moina</i> sp. Baird, 1850						+			+
juvenilne	+		+	+	+	+	+		
Ukupno	8	6	1	10	7	9	5	2	3
Copepoda									
<i>Cyclops</i> sp.1 O. F. Muller, 1785	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclops</i> sp.2 O. F. Muller, 1785	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclops</i> sp.3 O. F. Muller, 1785	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diaptomus</i> sp. Westwood, 1836								+	
Nauplius	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Copepodit	+	+	+	+	+		+		
Ukupno	3	3	3	3	3	3	3	4	3
Zbirno	31	31	32	35	36	38	27	36	37
Zbirno po tretmanima	48		60			58			

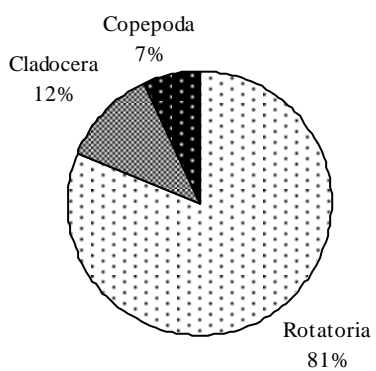
A)



B)



C)



Grafik 47. Učešće glavnih grupa zooplanktona u zimovnicima sa dodatkom različite dodatne hrane: A) žitarice, B) peletirana hrana i C) ekstrudirana hrana

Ako se posmatra sastav zooplanktonske zajednice u sve tri grupe jezera može se konstatovati veći broj vrsta u grupama sa dodatkom peletirane i ekstrudirane hrane u odnosu na grupu u kojoj su korišćene žitarice (Tabela 21). S druge strane, iako su grupe sa dodatkom peletirane i ekstrudirane hrane slične po ukupnom broju vrsta iz grafika 47 vidimo da se razlikuju po udelu glavnih grupa zooplanktona u zajednici. U prvoj pomenutoj grupi od Cladocera je zabeleženo 17 taksona ili 28% od ukupnog broja identifikovanih taksona u odnosu na 7 taksona ili 12% koliko je nađeno u grupi zimovnika sa dodatkom ekstrudirane hrane. Što se tiče faunističke raznovrsnosti Rotatoria važi obrnuto, pošto je 47 taksona identifikovano u jezerima sa dodatkom ekstrudirane hrane ili 81% ukupnog diverziteta, naspram 40 taksona (67%) u jezerima u kojima je korišćena peletirana hrana. Najmanji je bio udeo Copepoda koji se u ukupnom diverzitetu zooplanktona ove tri grupe zimovnika kretao od 5 do 7%.

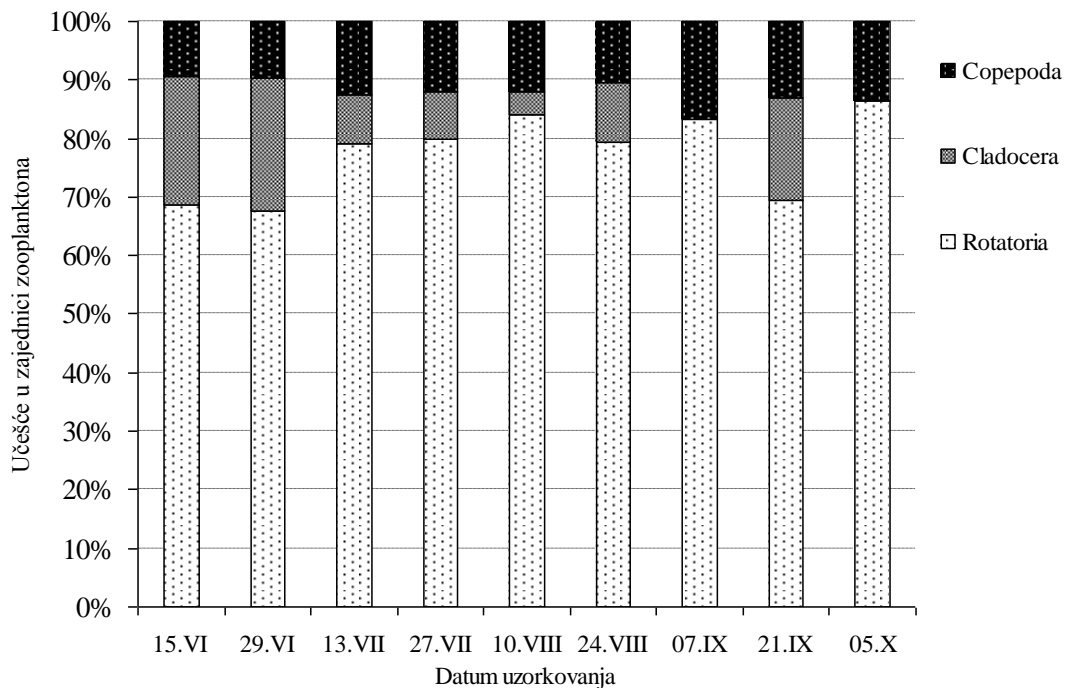
Kvalitativni sastav zooplanktona, ako se zanemare razlike među jezerima sa različitim tipom dodatne hrane, umereno je varirao u toku sezone (Tabela 22). Maksimalan diverzitet je zabeležen na početku eksperimenta (48 taksona) kada je konstatovana najveća raznovrsnost Cladocera (10) i visok diverzitet Rotatoria (35). Siromašnija planktonska zajednica ovih invertebrata zabeležena je krajem septembra (34) i sredinom jula, odnosno početkom oktobra (38). Tada je uglavnom nalažen manji broj Rotatoria, a razlog zašto je julski minimum bio manje izražen je bogatija zajednica Cladocera u julu u odnosu na kraj eksperimenta.

Tabela 22. Zastupljenost grupa zooplanktona u jezerima po datumima uzorkovanja

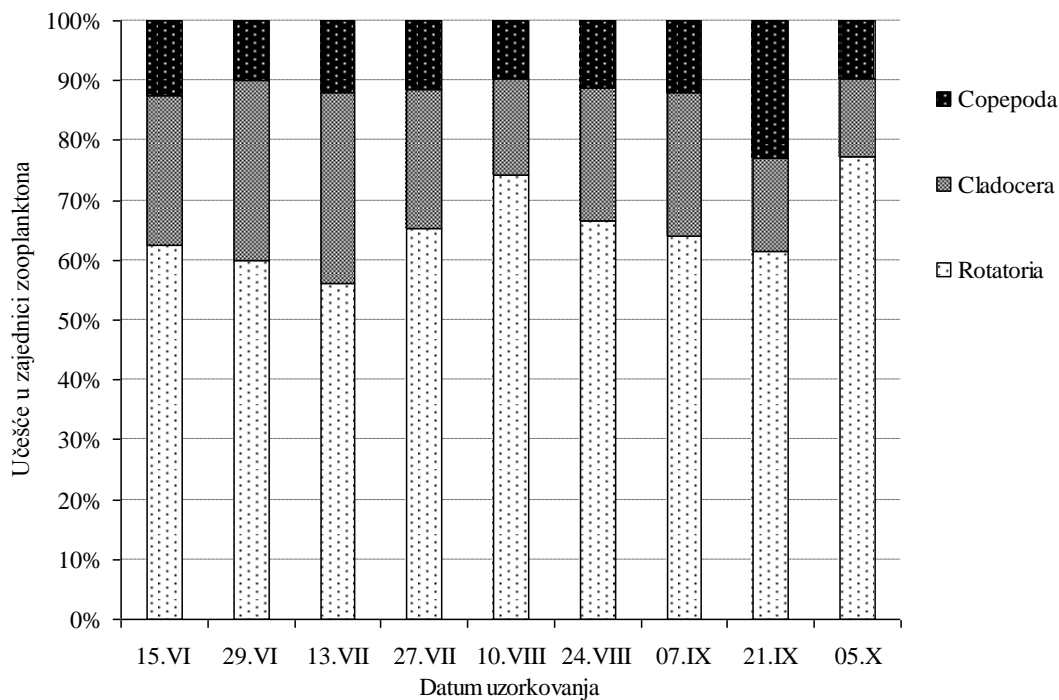
Grupa	Datum uzorkovanja								
	15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Rotatoria	32	35	26	32	33	36	32	25	31
Cladocera	8	10	9	8	5	7	6	6	4
Copepoda	4	3	3	4	3	3	3	3	3
<i>Ukupno</i>	44	48	38	44	41	46	41	34	38

Ako se analizira procentualno učešće različitih grupa zooplanktona po grupama jezera sa različitim tipom dodatne hrane tokom proizvodne sezone može se konstatovati kontinuirana dominacija Rotatoria i stabilan udeo Copepoda u ukupnom broju taksona u svim zimovnicima (Grafici 48, 49 i 50). Ono što izdvaja zimovnike sa dodatkom

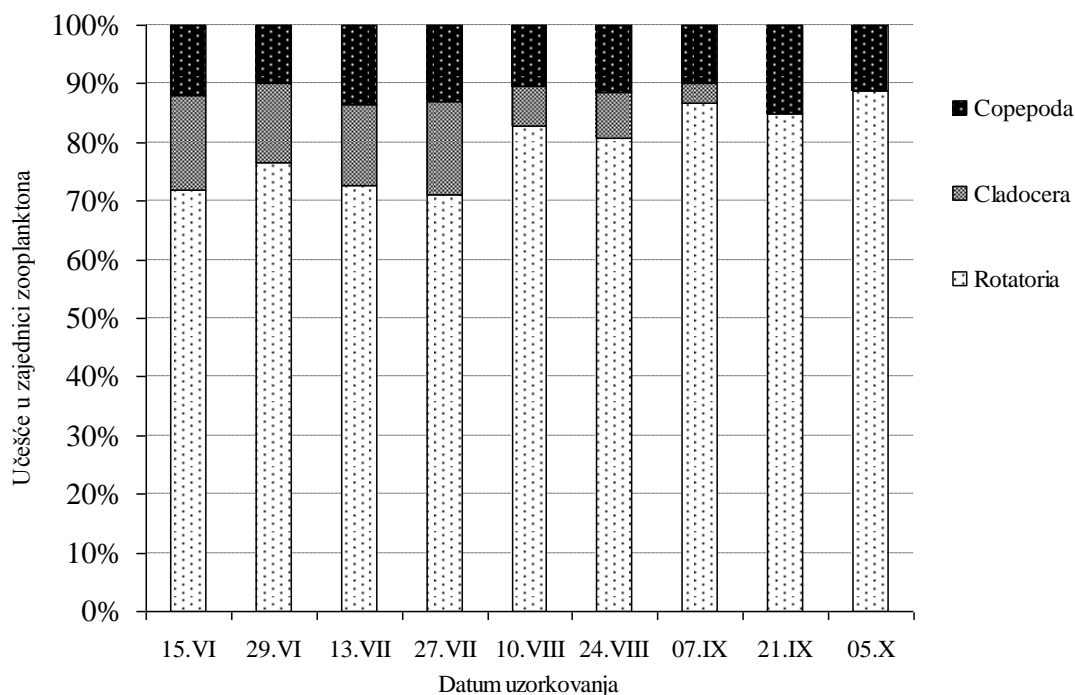
peletirane hrane od druge dve grupe jeste veći udeo Cladocera čiji se diverzitet održava sve do oktobra kada ovi beskičmenjaci iščezavaju u drugim grupama.



Grafik 48. Struktura zajednice zooplanktona u grupi jezera sa dodatkom žitarica



Grafik 49. Struktura zajednice zooplanktona u grupi jezera sa dodatkom peletirane hrane



Grafik 50. Struktura zajednice zooplanktona u grupi jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane

U nastavku su prikazani rezultati kvantitativne analize zooplanktona i to sa aspekta određivanja ne samo ukupne, već i grupne brojnosti i biomase ovih organizama. Kako je u tom pogledu zabeležena velika varijabilnost planktonskih zajednica zimovnika koji pripadaju istoj eksperimentalnoj grupi (koeficijent varijacije je bio najčešće iznad 30%, tabele 55-63. u prilogu), rezultati su obrađeni ne samo po grupama zimovnika, već i pojedinačno za svaki zimovnik.

4.3.2. Kvantitativna analiza zooplanktona

Na osnovu podataka u tabeli 23. može se konstatovati da se prosečna brojnost organizama zooplanktona uglavnom kretala ispod 1 500 ind./l i da su se njene ekstremne vrednosti uglavnom sezonski poklopile u sve tri ogledne grupe. Tako je minimalna brojnost ovih invertebrata koji naseljavaju vodeni stub u grupi jezera sa dodatkom žitarica konstatovana krajem avgusta (446 ind./l), a početkom septembra u grupi sa dodatkom peletirane (379 ind./l) i ekstrudirane hrane (501 ind./l). Prosečno

najviše zooplanktonskih organizama zabeleženo je krajem jula u sve tri eksperimentalne grupe, pri čemu je grupa zimovnika sa dodatkom peletirane hrane imala najizraženiji maksimumom od 3 810 ind./l, u poređenju sa druge dve grupe u kojima je utvrđeno maksimalno 2 755 ind./l (žitarice) i 1 606 ind./l (ekstrudirana hrana).

Na početku eksperimenta, u junu, prosečno najviše zooplanktonskih organizama nađeno je u jezerima sa dodatkom žitarica (Tabela 23). U nastavku sezone tokom jula meseca najbrojnija zooplanktonska zajednica bila je odlika jezera u kojima je riba hranjena peletiranom hranom. U jednom od ovih zimovnika je zabeležen apsolutni maksimum brojnosti zooplanktona za čitavu sezonu od 16 365 ind./l. Početkom avgusta je ponovo najveća brojnost sekundarnih producenata vodenog stuba utvrđena u zimovnicima sa dodatkom žitarica, posle čega se sve do jeseni u tri eksperimentalne grupe zimovnika beleži brojnost manja od 1 000 ind./l. Na kraju ogleda, početkom oktobra, dolazi do novog maksimuma brojnosti zooplanktona, koji je i ovoga puta najveći u zimovnicima u kojima je šaran hranjen peletiranom hranom.

Tabela 23. Ukupna brojnost organizama zooplanktona izražena kao broj ind./l u jezerima sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{X}) i medijane (Me) za sve tri grupe jezera po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	1806	1288	869	2695	1235	446	776	1240	2169
	Z7	728	457	564	2755	3700	1453	608	952	1372
	Z10	1506	1987	1189	3097	260	430	170	667	1292
	\bar{X}	1347	1244	874	2849	1732	776	518	953	1611
	Me	1506	1288	869	2755	1235	446	608	952	1372
Peletirana hrana	Z5	425	706	3653	687	759	1467	694	1937	1891
	Z8	687	561	906	3810	4473	504	379	453	1654
	Z11	484	572	383	16365	752	495	223	655	1939
	\bar{X}	532	613	1647	6954	1995	822	432	1015	1828
	Me	484	572	906	3810	759	504	379	655	1891
Ekstrudir. hrana	Z6	911	219	2645	4543	677	325	482	300	487
	Z9	1248	1272	494	1586	559	598	501	804	1600
	Z12	167	1444	628	1606	764	1348	842	1046	1428
	\bar{X}	775	978	1256	2578	667	757	608	717	1172
	Me	911	1272	628	1606	677	598	501	804	1428

Razlike između jezera još su izraženije ako se pogleda ukupna biomasa zooplanktona. Od tri eksperimentalne grupe jezera ona sa dodatkom peletirane hrane

imala je tokom čitave sezone uzgoja najveću prosečnu biomasu zooplanktona (Tabela 24). Pored toga, po jedan zimovnik u okviru svake grupe isticao se po izuzetno visokoj biomasi ovih beskičmenjaka na početku eksperimenta. Tako je u junu, najveća biomasa zabeležena u zimovniku 6 iznosila 172,4 mg/l. U nastavku sezone, ovako visoke vrednosti konstatovane su uglavnom krajem jula kada je i zabeleženo prosečno najviše zooplanktonskih organizama. U tom periodu utvrđena je najveća biomasa zooplanktona tokom čitavog eksperimenta koja je iznosila 366,8 mg/l u zimovniku 11. Tokom avgusta sa padom brojnosti došlo je do opadanja biomase ovih beskičmenjaka u većini zimovnika. Ipak, najmanja vrednost utvrđena je 7. septembra u zimovniku 10 i iznosila je 1,7 mg/l. Krajem septembra i početkom oktobra, jesenji maksimum biomase zooplanktona konstatovan je u grupi jezera sa dodatkom peletirane hrane.

Tabela 24. Ukupna biomasa organizama zooplanktona (mg/l) u jezerima sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{X}) i medijane (Me) za sve tri grupe jezera po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	152,7	27,90	19,68	26,61	14,60	10,89	5,64	39,19	15,70
	Z7	4,74	11,04	6,45	9,64	16,02	7,33	7,02	5,86	6,88
	Z10	13,81	10,83	7,88	20,92	2,00	2,92	1,73	4,42	4,12
	\bar{X}	57,08	16,59	11,34	19,06	10,87	7,05	4,80	16,49	8,90
	Me	13,81	11,04	7,88	20,92	14,60	7,33	5,64	5,86	6,88
Peletirana hrana	Z5	97,42	35,18	186,1	27,72	29,88	63,88	28,06	35,32	42,30
	Z8	155,5	16,60	41,89	155,1	135,0	19,58	13,01	9,91	13,30
	Z11	9,93	16,62	13,59	366,8	12,28	17,47	3,84	23,82	20,99
	\bar{X}	87,62	22,80	80,53	183,2	59,32	33,64	14,97	23,02	25,53
	Me	97,42	16,62	41,89	155,1	29,88	19,58	13,01	23,82	20,99
Ekstrudir. hrana	Z6	172,4	26,09	185,0	251,7	19,67	10,07	11,56	13,41	5,82
	Z9	4,61	14,67	9,53	9,80	5,29	9,72	4,54	8,04	8,55
	Z12	2,05	12,97	8,62	15,11	2,92	6,37	11,17	18,26	8,62
	\bar{X}	59,69	17,91	67,72	92,20	9,29	8,72	9,09	13,24	7,66
	Me	4,61	14,67	9,53	15,11	5,29	9,72	11,17	13,41	8,55

4.3.2.1. Dinamika brojnosti i biomase organizama zooplanktona u zimovnicima sa dodatkom žitarica

U toplovodnim ribnjacima sa poluintenzivnom proizvodnjom šarana, zooplanktonski organizmi igraju ključnu ulogu, pre svega kao prirodan izvor proteina u ishrani riba. Usled uticaja predatora, zooplanktonska zajednica u takvim ribnjacima postaje veoma dinamična sa izraženom smenom sitnijih i krupnijih oblika, ali i velikim oscilacijama brojnosti i biomase. U zimovnicima gde je riba prihranjivana kombinacijom žitarica ovo naročito dolazi do izražaja zbog povećanog uticaja šarana na krupan zooplankton koji koristi u ishrani.

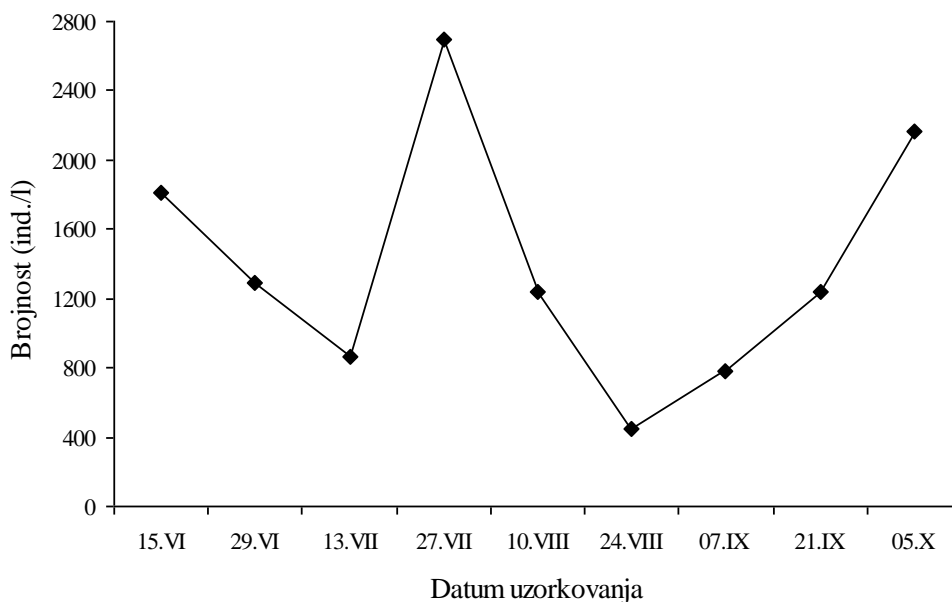
U tri zimovnika sa dodatkom žitarica od početka do kraja eksperimenta organizmi iz grupe Rotatoria su bili najbrojniji. U vreme njihove najveće abundance, 27. jula u zimovnicima 4 i 10 kao i 10. avgusta u zimovniku 7 zabeležena je najveća ukupna abundanca zooplanktona u ovim jezerima (Tabela 23). Na kraju eksperimenta konstatovan je jesenji maksimum brojnosti zahvaljujući pojavi većeg broja jedinki *Anuraeopsis fissa* i vrsta iz roda *Trichocerca*. Krupan zooplankton iz grupe Cladocera bio je prisutan u zimovniku 4 i zimovniku 7 gde se zadržao kratko, samo na početku eksperimenta. Čak ni sitnije Cladocera poput vrste *Bosmina longirostris* nisu bile česte u ova tri jezera.

Pošto je grupa Cladocera uglavnom bila slabo zastupljena u zimovnicima sa dodatkom žitarica, a organizmi iz grupe Rotatoria, iako brojni, nisu toliko značajni jer su pojedinačno sitni, najveći udeo u biomasi zooplanktona imala je grupa Copepoda. Ipak, dominaciju ove grupe samo su na kratko prekinule krupne Cladocera iz roda *Daphnia* u zimovnicima u kojima su se pojavile početkom leta uslovljavajući pojavu prvih maksimuma biomase.

Zimovnik 4

U zimovniku 4 konstatovana su tri maksimuma abundance zooplanktona tokom eksperimenta od kojih je najveći bio 27. jula (2 696 ind./l), dok su druga dva zabeležena 15. juna (1 806 ind./l) i petog oktobra (2 169 ind./l) (Grafik 51). Najmanja brojnost ovih planktonskih organizama zabeležena je krajem avgusta (446 ind./l).

Rotatoria je po abundanci bila dominantna grupa zooplanktona u zimovniku 4 (Grafik 52). Maksimumi ukupne brojnosti organizama ove zajednice zapravo predstavljaju maksimume brojnosti ove grupe beskičmenjaka. Najčešće nalaženi pripadnici Rotatoria od juna do oktobra bili su: *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Brachionus diversicornis*, *Pompholyx sulcata* i *Anuraeopsis fissa*. Na početku eksperimenta najveću brojnost imala je vrsta *P. sulcata* sa 272 ind./l. Tokom najvećeg letnjeg maksimuma (27. jula) dominirao je *B. diversicornis* sa abundancom od 584 ind./l ispred *K. cochlearis* var. *tecta*, *A. fissa* i *P. sulcata*. Najčešća vrsta jesenjeg maksimuma bila je *A. fissa* sa 870 ind./l što je najveća pojedinačna abundanca koja je zabeležena u ovom zimovniku. *K. cochlearis* var. *tecta* se nalazila u grupi najbrojnijih Rotatoria u ovom jezeru tokom čitave sezone sa abundancom koja se kretala od 32 ind./l do 321 ind./l, ali tokom pomenutih maksimuma nije bila ni jednom na prvom mestu po brojnosti.

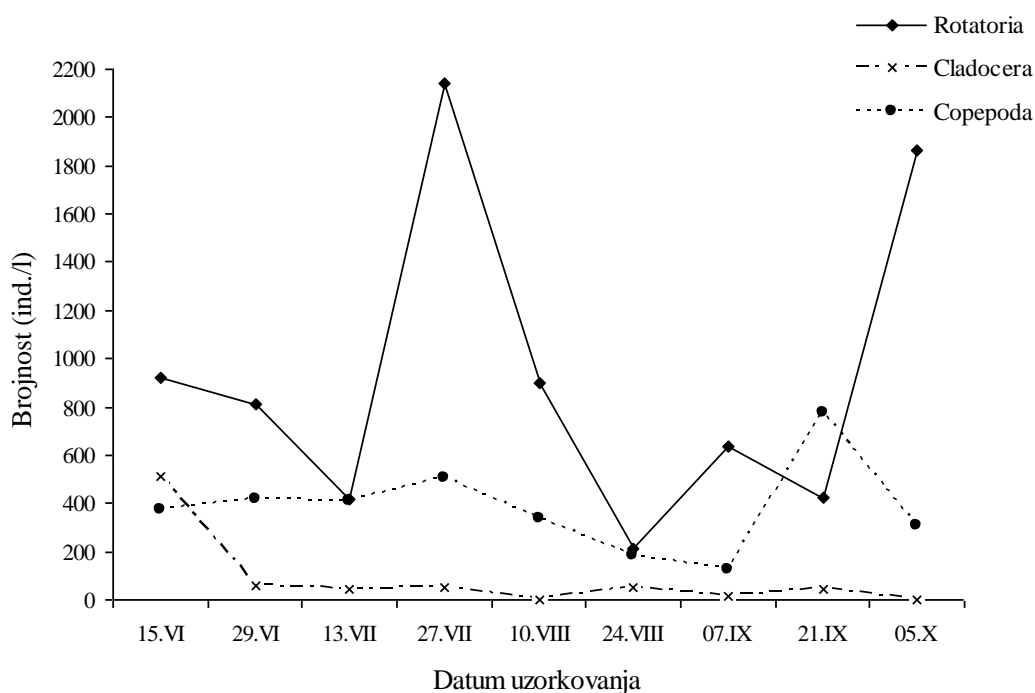


Grafik 51. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 4

Grupa Cladocera je samo na početku eksperimenta bila značajnija komponenta zooplanktonske zajednice zimovnika 4. U uzorku od 15. juna nađeno je nekoliko vrsta roda *Daphnia* (*D. longispina*, *D. magna* i *D. cucullata*) čija je abundanca bila veća od 100 ind./l. U nastavku sezone iz grupe Cladocera bila je prisutna uglavnom samo vrsta

Moina micrura i to u maloj brojnosti (7-36 ind./l), a u dva uzorka ova grupa zooplanktona uopšte nije nalažena.

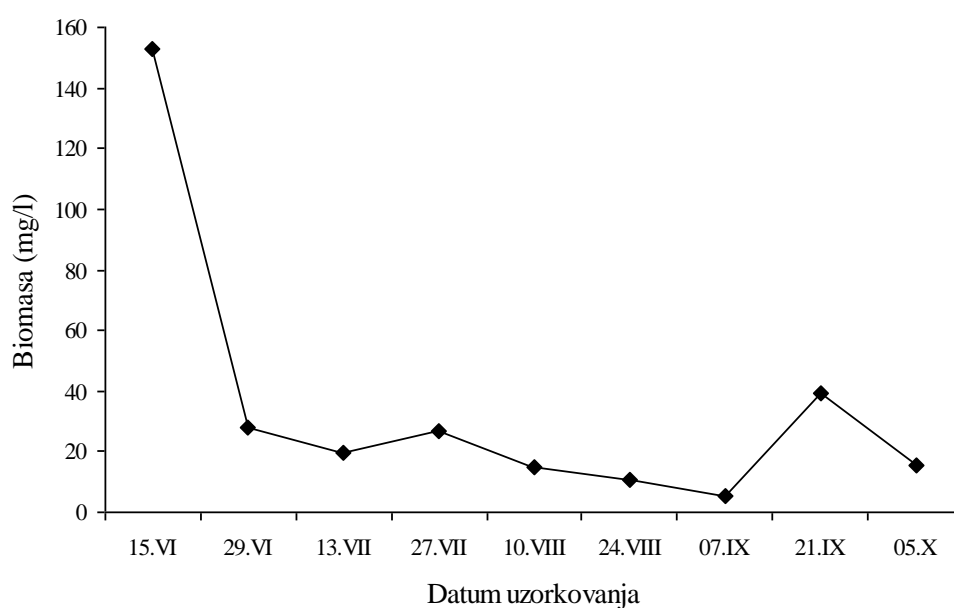
Grupa Copepoda je bila druga po brojnosti u zajednici zooplanktona skoro tokom čitavog ogleđa (Grafik 52). Značajnije oscilacije konstatovane su jedino krajem avgusta i početkom septembra kada su zabeleženi minimum (127 ind./l) i maksimum (775 ind./l) njihove abundance. U uzorcima je uglavnom dominirao larvalni oblik Nauplius.



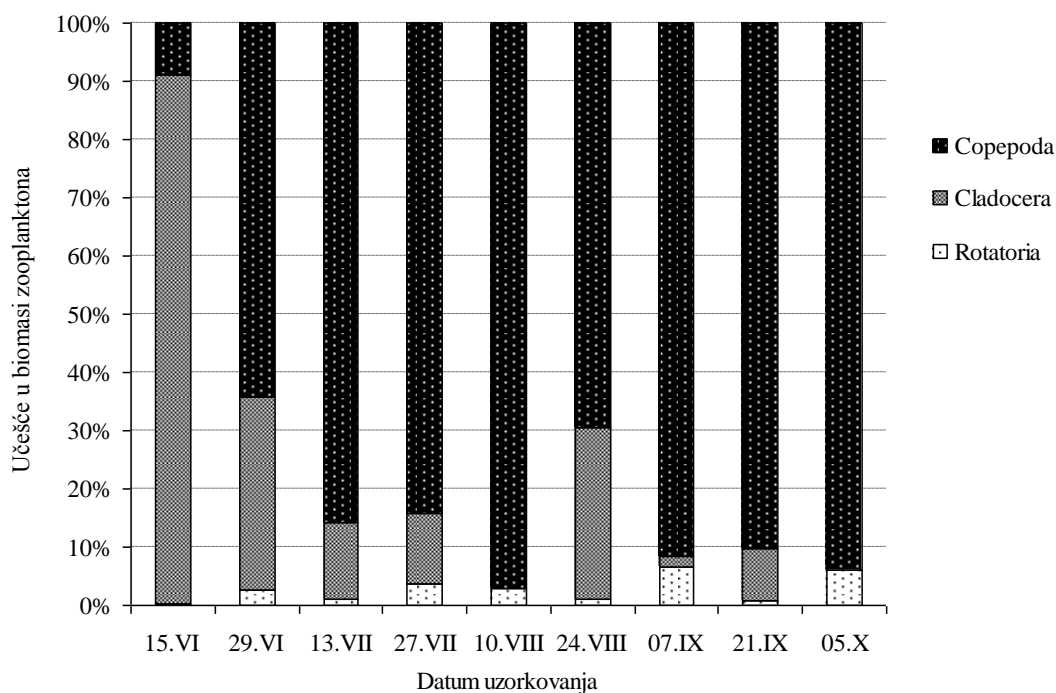
Grafik 52. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 4

Najveća biomasa zooplanktona u zimovniku 4 zabeležena je na početku eksperimenta, sredinom juna kada je izmereno 152,7 mg/l, ali od tada ona nepravilno opada. Drugi maksimum biomase konstatovan je 21. septembra i iznosio je 39,19 mg/l (Grafik 53). Prvi maksimum biomase poklapa se sa pojavom krupnih Cladocera čiji udeo u zajednici u tom periodu prelazi 90% (Grafik 54). Među njima najveću biomasu imale su vrste roda *Daphia*, naročito *D. magna* sa 104 mg/l koja posle juna iščezava iz zimovnika 4. U nastavku sezone u ukupnoj biomasu zooplanktona preovlađivale su Copepoda, dok udeo Cladocera nije prelazio 40%. Zato se drugi maksimum poklapa sa

maksimumom biomase Copepoda (35,4 mg/l) iako se baš tada u zimovniku 4 nakon više od dva meseca ponovo pojavljuju vrste roda *Daphia* (*D. hyalina* i *D. cucullata*). Larvalni oblik Nauplius preovlađivao je ne samo po broju, već i po biomasi, u odnosu na adultne Copepoda koje su se po dominaciju u zajednici tokom sezone smenjivale od sitnijih ka krupnijim oblicima. Organizmi iz grupe Rotatoria, iako brojni, zbog malih dimenzija tela nisu imali značajnijeg udela (0,3% - 6,5%) u biomasi zooplanktonske zajednice. U vreme maksimuma njihove abundance 27. jula biomasa ovih organizama iznosila je svega 1 mg/l.



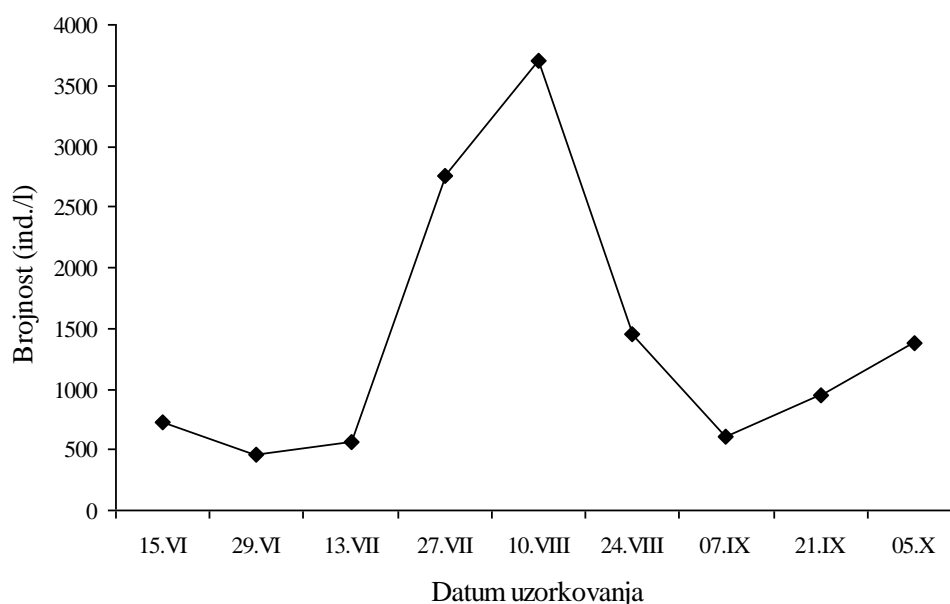
Grafik 53. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 4



Grafik 54. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 4

Zimovnik 7

Abundanca zooplanktona u zimovniku 7 u proseku je bila veća od 1 000 ind./l, s tim da su veće oscilacije zabeležene u periodu jul - avgust (Grafik 55). Porast brojnosti planktonskih beskičmenjaka u drugoj polovini jula bio je nagoveštaj izraženog maksimuma koji je konstatovan 10. avgusta (3 700 ind./l). Ovako visoka vrednost abundance zooplanktona nije se dugo zadržala u ovom jezeru, pa je već u drugoj polovini avgusta pala ispod 1 500 ind./l i nije prelazila ovu vrednost do kraja eksperimenta.

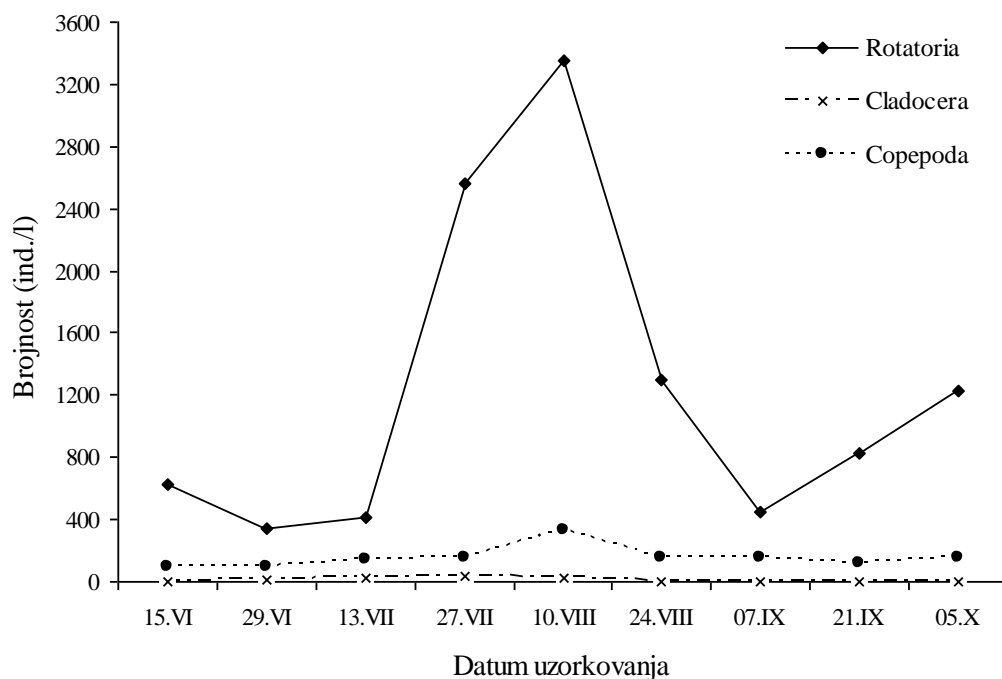


Grafik 55. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 7

Ako se pogleda abundanca pojedinačnih grupa zooplanktona može se zapaziti da je u ovom jezeru u svim uzorcima dominirala grupa Rotatoria, ispred grupe Cladocera, koja je u potpunosti iščezla od kraja avgusta, i grupe Copepoda (Grafik 56). Zbog toga što se svega par vrsta Rotatoria isticalo po većoj brojnosti, zooplanktonska zajednica zimovnika 7 je delovala ujednačeno tokom eksperimenta. Od Rotatoria najčešće je nalažena vrsta roda *Trichocerca* koja je dominirala u većini uzoraka sa maksimalnom brojnošću od 984 ind./l u vreme maksimuma ukupne abundance zooplanktona (10. avgusta). Pored toga, *Keratella cochlearis* var. *tecta* se u zimovniku 7 održava kao brojčan član zajednice od juna do oktobra sa najvećom brojnošću od 775 ind./l (10. avgusta). U drugoj polovini sezone u uzorcima se pored dve pomenute vrste često pojavljuje *Anuraeopsis fissa*, dok je veća produkcija vrste *Brachionus forficula* zabeležena u periodu jul - avgust.

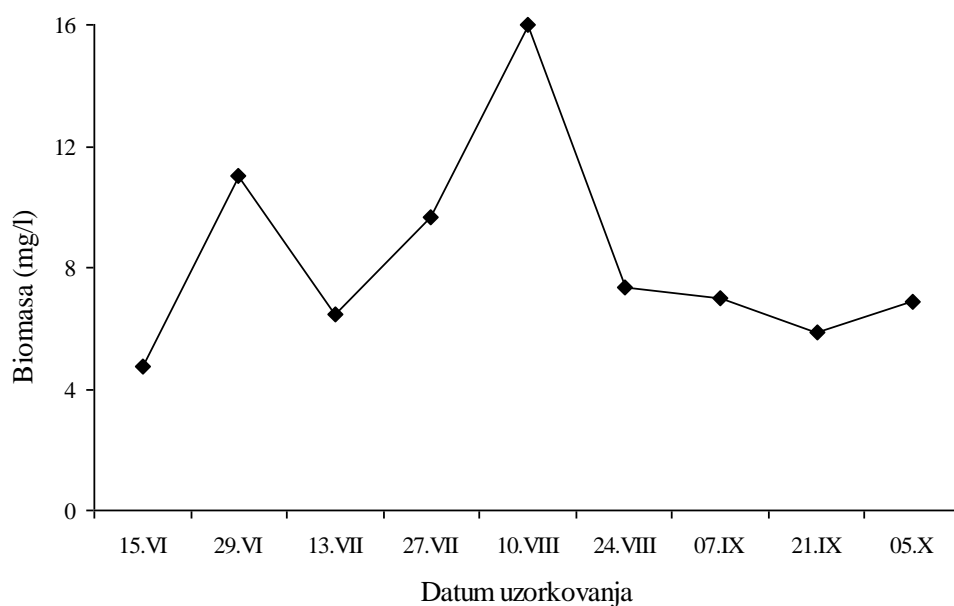
Za razliku od prethodnog jezera ovog tretmana grupa Cladocera u zimovniku 7 nije imala veću abundancu čak ni na početku eksperimenta. U periodu jun - oktobar uglavnom je nalažena vrsta *Bosmina longirostris* sa malim brojem organizama (19 ind./l - 34 ind./l), dok je rod *Daphnia* retko nalažen. Vrsta *D. magna* konstatovana je samo 29. juna sa 9 ind./l.

Beskičmenjaci iz grupe Copepoda su po broju organizama bili slabo zastupljeni u zimovniku 7, najčešće u obliku Nauplius larve čiji se maksimum abundance poklapa sa maksimalnim razvojem zooplanktona u ovom jezeru.

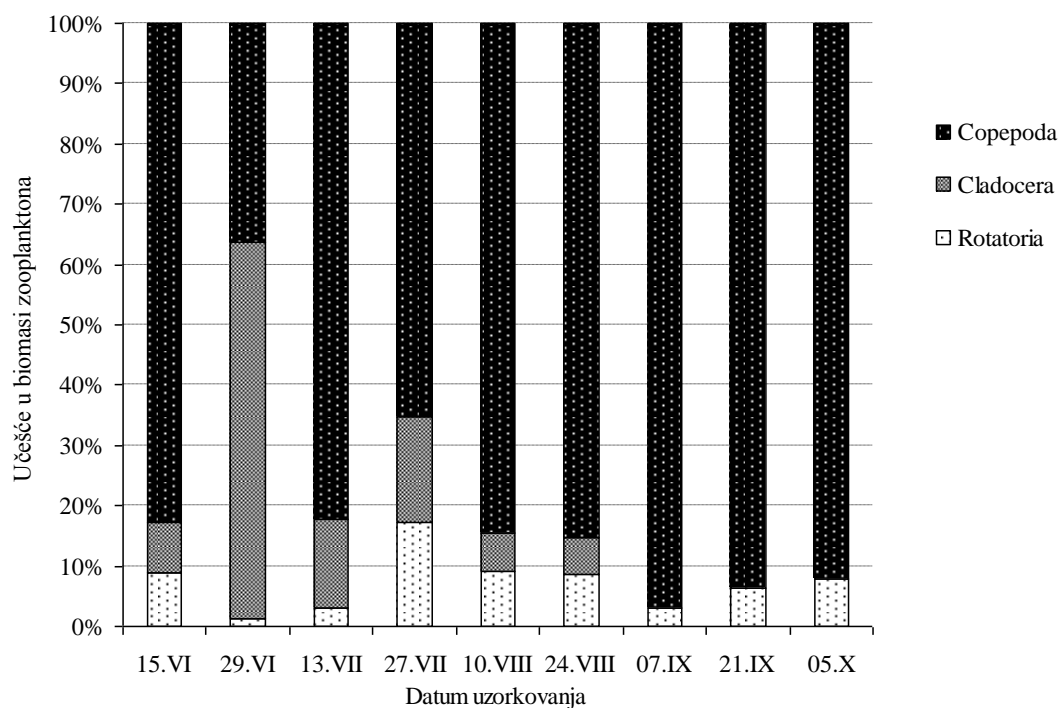


Grafik 56. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 7

Ukupna biomasa zooplanktona je dosta oscilirala tokom sezone uzgoja, ali u uskom opsegu od 4,7 mg/l do 16 mg/l (Grafik 57). U ovom zimovniku su konstatovana dva masena maksimuma planktonskih beskičmenjaka, prvi krajem juna (11,04 mg/l) i drugi 10. avgusta (16 mg/l). Kao u zimovniku 4 prvi maksimum se poklapa sa pojavom malobrojnih, ali krupnih Cladocera poput vrste *Daphnia magna*. U periodu kada se ova vrsta pojavljuje grupa Cladocera dostiže najveći udeo u ukupnoj biomasi zajednice od 62,4% potiskujući, inače dominantnu, grupu Copepoda (Grafik 58). U nastavku sezone, u julu i avgustu, krupnije Cladocera smenjuje sitnija *Bosmina longirostris* zbog čega udeo ove grupe u biomasi zajednice ne prelazi 20%.



Grafik 57. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 7



Grafik 58. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 7

Među kopepodama na prvom mestu po biomasi u svim uzorcima bio je larvalni oblik *Nauplis*, dok su adulti roda *Cyclops* bili sudominantno zastupljeni bez obzira na

trend porasta veličine tela od početka do kraja sezone. Drugi maksimum biomase zooplanktona bio je rezultat masovne pojave larvi ovih beskičmenjaka.

Od organizama iz grupe Rotatoria koji su ukupno gledano imali malu biomasu koja se kretala od 0,14 do 1,67 mg/l, u pojedinim momentima, u junu i julu, dominirale su krupnije forme iz roda *Asplanchna*, dok su od avgusta po biomasi u zajednici preovlađivale *Trichocerca sp.*, *Keratella cochlearis var. tecta* i *Anuraeopsis fissa*.

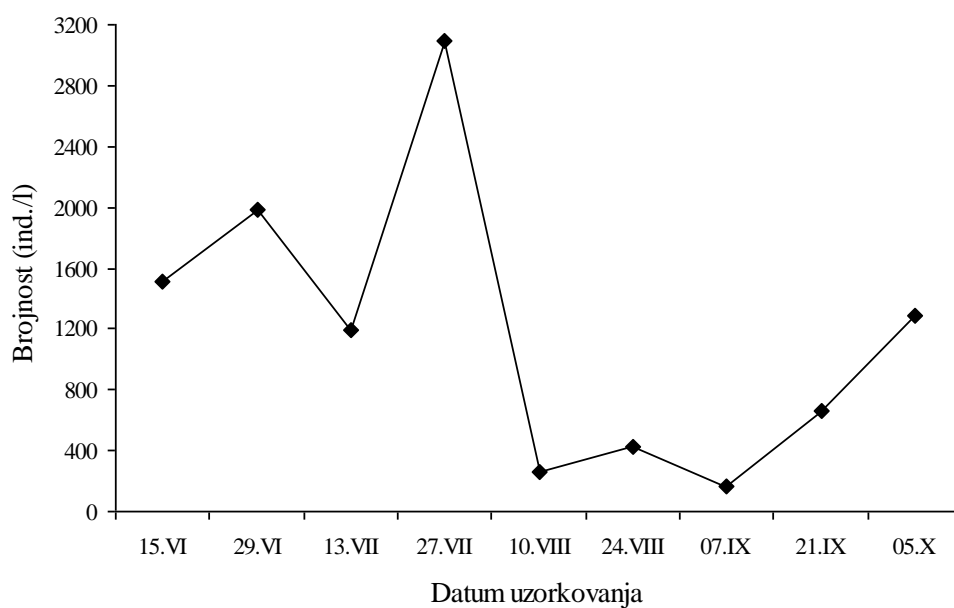
Zimovnik 10

U zimovniku 10 su zabeležena tri maksimuma abundance zooplanktona i to dva u prvom delu sezone koji je obeležila visoka produkcija, 29. juna (1 987 ind./l) i 27. jula (3 097 ind./l) dok je treći, jesenji maksimum, konstatovan petog oktobra (1 292 ind./l) (Grafik 59). U periodu avgust - septembar u uzorcima je zabeležen mali broj planktonskih beskičmenjaka, od 170 ind./l do 667 ind./l.

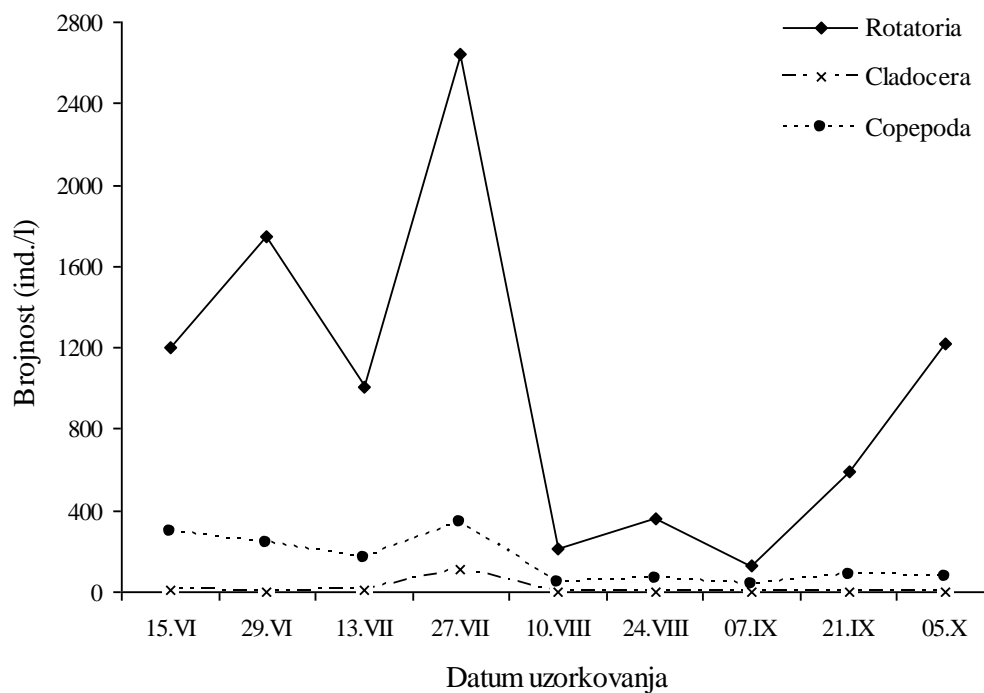
Poput druga dva zimovnika ovog tretmana grupa Rotatoria je bila najbrojnija u zooplanktonu zimovnika 10 (Grafik 60). Maksimumi ukupne brojnosti zooplanktona zabeleženi krajem juna i jula meseca uslovljeni su dominacijom jedne vrste - *Trichocerca rattus* prisutne sa više od 1 000 ind./l. Pored ove vrste najčešće su nalažene sledeće Rotatoria: *Keratella cochlearis var. tecta*, *Anuraeopsis fissa*, *Trichocerca pussila*, sve tri brojne tokom jesenjeg maksimuma abundance zooplanktona.

Druge dve grupe beskičmenjaka bile su daleko manje zastupljene u planktonu zimovnika 10. Od Cladocera konstatovana je samo *Bosmina longirostris* najčešće nalažena tokom jula sa najviše 114 ind./l.

U prvom delu sezone organizmi iz grupe Copepoda su bili brojniji nego u nastavku eksperimenta, s napomenom da su tokom čitave sezone bili bolje zastupljeni larvalni, nego adultni oblici roda *Cyclops*.



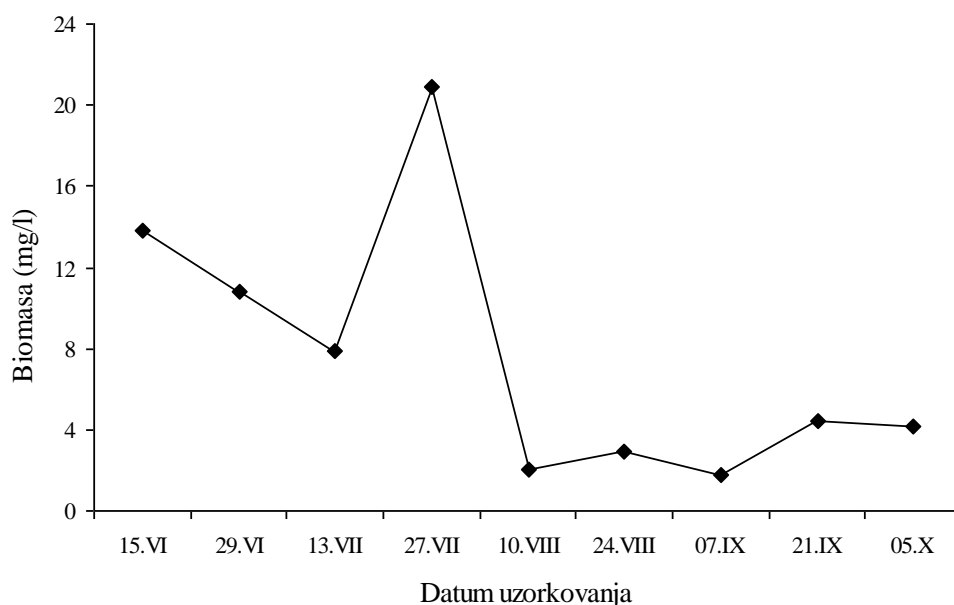
Grafik 59. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 10



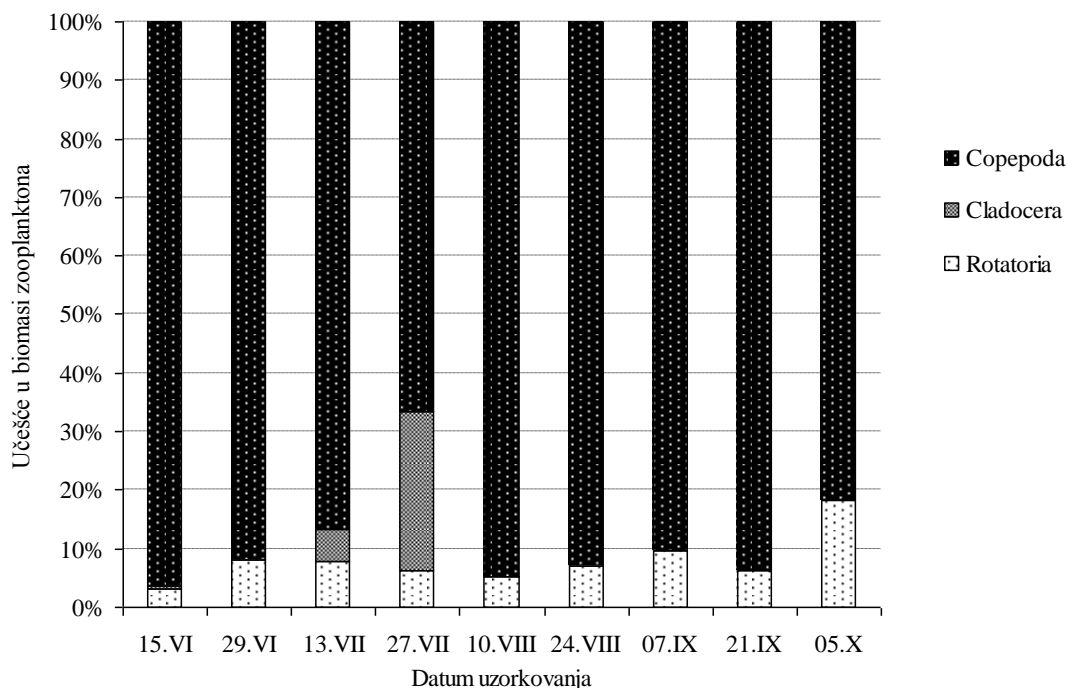
Grafik 60. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 10

Dinamika zooplanktonske zajednice u zimovniku 10 analizirana sa stanovišta ukupne biomase ne pokazuje veća odstupanja u odnosu na dinamiku na osnovu ukupne

abundance ovih organizama. Tako se najveća ukupna biomasa zooplanktona (20,9 mg/l) poklapa sa najvećom abundancom ovih organizama s kraja jula u zimovniku 10 (Grafik 61). Međutim, iako najbrojnije, vrste Rotatoria su po udelu u ukupnoj biomasi tokom ovog letnjeg maksimuma bile iza Copepoda i Cladocera (Grafik 62). U tom periodu najveću biomasu imali su larva Copepoda (Nauplius) sa 10,2 mg/l i *Bosmina longirostris* sa 5,7 mg/l. U svim ostalim uzorcima u ukupnoj biomasi preovlađivala je grupa Copepoda sa vrlo visokim udelom koji se kretao od 81,6% do 96,3% (Grafik 62).



Grafik 61. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 10



Grafik 62. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 10

4.3.2.2. Dinamika brojnosti i biomase organizama zooplanktona u jezerima sa dodatkom peletirane hrane

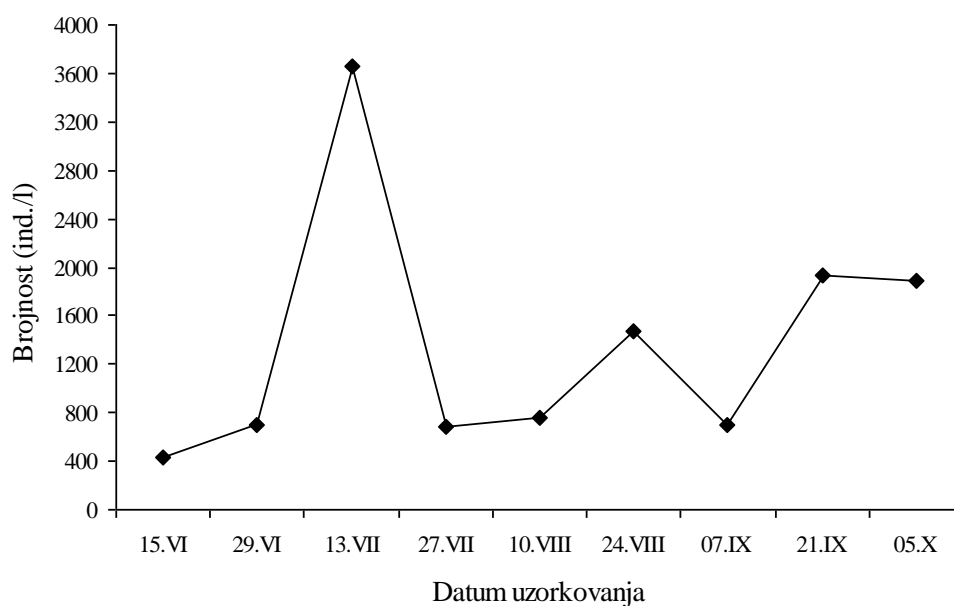
Zimovnici u kojima je korišćena peletirana hrana ne razlikuju se toliko u odnosu na grupu zimovnika sa dodatkom žitarica po dinamici ukupne brojnosti koliko po strukturi zajednice analiziranih grupa zooplanktona u toku sezone. Maksimalna prosečna abundanca ovih organizama zabeležena je u isto vreme u oba tretmana, krajem jula (Tabela 23). U tom periodu utvrđena je najveća brojnost zooplanktona u čitavoj sezoni (16 365 ind./l) u zimovniku 11. Pojavi drugog maksimuma, početkom oktobra, prethodio je period (avgust - septembar) kada se mali broj beskičmenjaka, prosečno manje od 1 000 ind./l, mogao naći u vodenom stubu. Međutim, uspostavljen je drugačiji međuodnos glavnih zooplanktonskih grupa u prilog veće zastupljenosti kvalitativno bogatijih Cladocera u odnosu na zimovnike sa klasičnim poluintenzivnim sistemom zbog čega su sve do kraja avgusta druge dve grupe, Rotatoria i Copepoda, uglavnom zauzimale subdominantno položaj u zajednici.

Na početku eksperimenta u većem broju nalažene su krupne jedinke vrsta *Daphnia magna* i *D. obtusa*. Ipak, u grupi Cladocera pojedinačno najbrojnija je bila *Bosmina longirostris* i to u julu sa maksimalnom abundancom od preko 5 000 ind./l u zimovniku 11 i preko 3 000 ind./l u zimovniku 5. Na kraju eksperimenta samo su u zimovniku 5 od krupnih Cladocera nalažene *D. longispina* i *D. obtusa* i to sa više od 100 ind./l. U periodu septembar - oktobar usled značajnog smanjenja brojnosti Cladocera u ovim ribnjacima njih prvo smenjuje organizmi iz grupe Copepoda, a zatim Rotatoria koje maksimum svoje brojnosti dostižu na kraju ogleda kada dominiraju vrste *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Anuraeopsis fissa*, *Trichocerca pusilla* i *T. rattus*. Beskičmenjaci iz grupe Rotatoria su u velikom broju nalaženi i krajem jula u zimovniku 11 zahvaljujući vrstama *Brachionus calyciflorus*, *B. diversicornis* i *Pompholyx complanata*. Od Copepoda uglavnom je tokom čitave sezone uzgoja najbrojniji bila Nauplius larva.

U zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane prvi maksimumi biomase zooplanktona zabeleženi su u junu zahvaljujući pojavi krupnih jedinki roda *Daphnia* (Tabela 24). U julu dolazi do smene dominantnih vrsta, pa *Bosmina longirostris* po produkciji daleko nadmašuje krupnije Cladocera zbog čega se u ovom periodu konstatuje najveća biomasa zooplanktona u sva tri jezera. Do kraja eksperimenta jedinke iz grupe Cladocera su bile značajnije zastupljene samo u zimovniku 5 zbog čega je jesenji maksimum biomase zooplanktona zabeležen jedino u ovom jezeru.

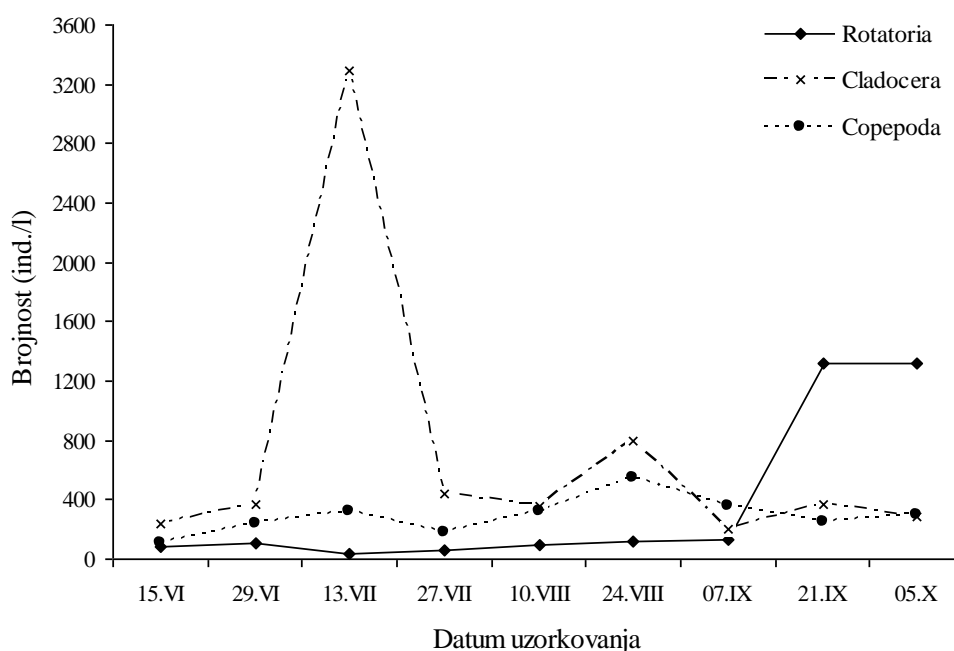
Zimovnik 5

Ukupna abundanca zooplanktona je u zimovniku 5 varirala u opsegu od 425 ind./l do 3 653 ind./l (Grafik 63). Nakon nižih vrednosti u junu, brojnost zooplanktona naglo raste i dostiže maksimum 13. jula, posle čega isto tako naglo opada i sve do polovine septembra ostaje ispod 1 500 ind./l. Krajem eksperimenta u ovom jezeru dolazi do pojave jesenjeg maksimuma abundance zooplanktona.



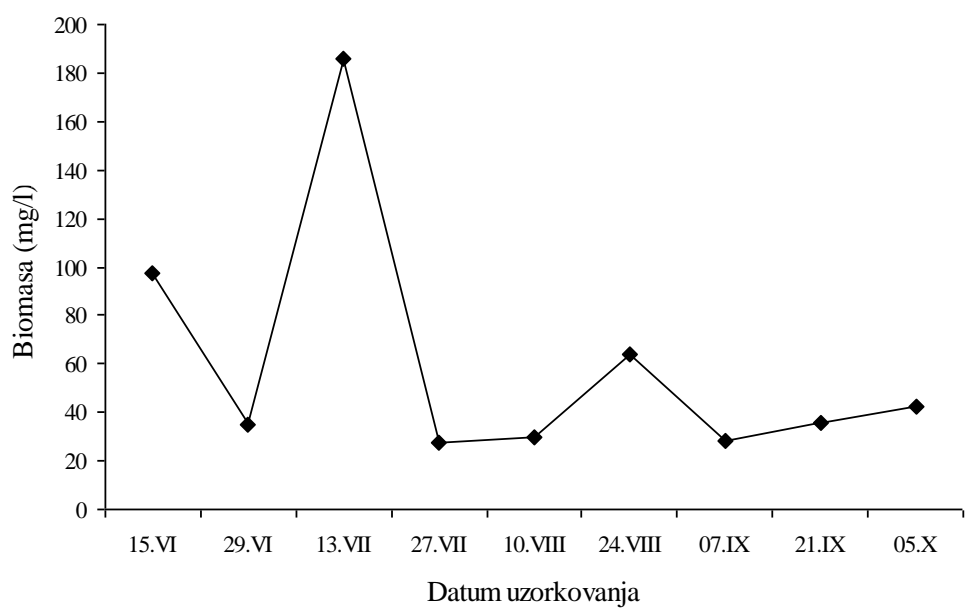
Grafik 63. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 5

U periodu jun - avgust u zimovniku 5 po broju organizama u zajednici planktonskih beskičmenjaka preovlađuje grupa Cladocera koju u septembru i oktobru smenjuje Rotatoria kao brojnija grupa. Najčešće nalažena vrsta u ovom jezeru je *Bosmina longirostris* čiji se maksimumi brojnosti od 3 038 ind./l i 598 ind./l poklapaju sa letnjim maksimumima ukupne abundance zooplanktona, 13. jula i 24. avgusta. Značajan udeo u ukupnoj produkciji zooplanktona, naročito na početku eksperimenta, imale su krupnije Cladocera iz roda *Daphnia* (Grafik 64). *D. magna* je bila zastupljena sa većim brojem jedinki samo 15. juna (107 ind./l), dok su *D. obtusa* i *D. longispina* nalažena sa više od 100 ind./l početkom jeseni. Od Rotatoria koje su sve do poslednjih nedelja eksperimenta bile oskudnije zastupljene u planktonu, krajem septembra u većoj brojnosti pojavljuju se *Trichocerca rattus*, *Anuraeopsis fissa*, *Pompholyx sulcata* i *Keratella cochlearis* var. *tecta*. Od Copepoda u zimovniku 5 po brojnosti je uglavnom dominirao larvalni oblik Nauplius.

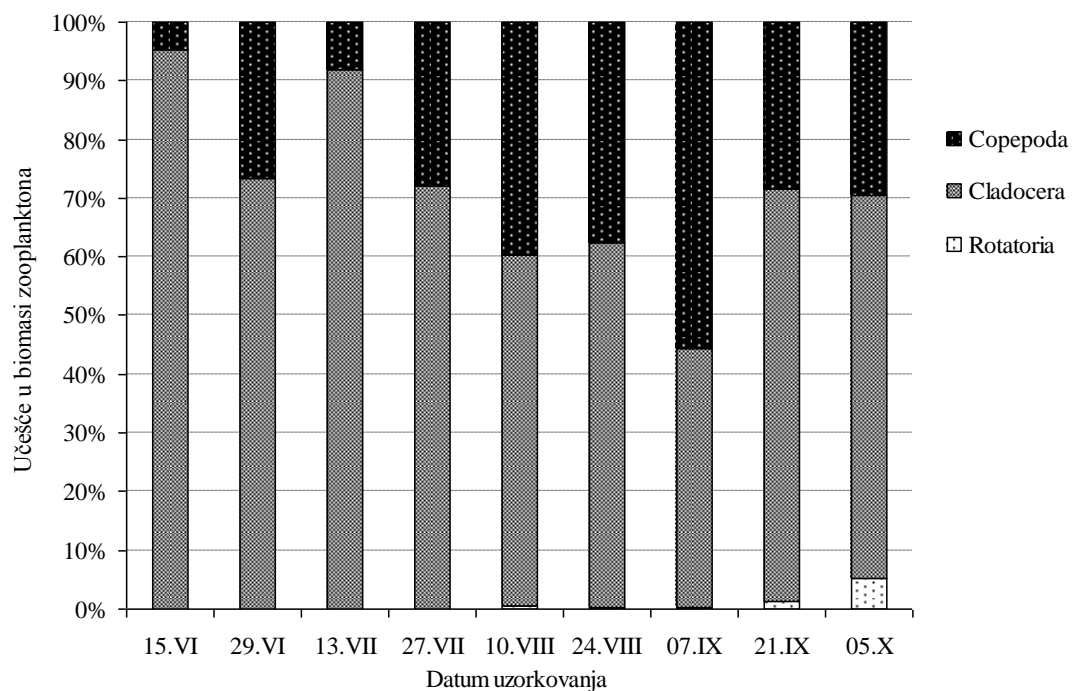


Grafik 64. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 5

Ukupna biomasa zooplanktona u zimovniku 5 oscilirala je na sličan način kao i brojnost ovih organizama, pa je u periodu jul - avgust konstatovan izraženi maksimum od 186,1 mg/l (Grafik 65). Pored toga, visoka vrednost biomase od priližno 100 mg/l zabeležena je na početku eksperimenta (15. juna) uz jedan niži maksimum 24. avgusta (63,9 mg/l). Izuzev jednog uzorka, u zimovniku 5 u ukupnoj biomasi zajednice preovlađivale su Cladocera sa udelom od koji se kretao od 60% do 95,2% (Grafik 66). Kontinuirana dominacija ove grupe beskičmenjaka do kraja eksperimenta posledica je pojave maksimuma biomase dve vrste, *Daphnia longispina* i *D. obtusa*, krajem leta i početkom jeseni. Dok je u junu dominirala *D. magna* sa maksimalnom biomasom od 79,9 mg/l, a u julu i avgustu *Bosmina longirostris* sa 151,9 mg/l u vreme najvećeg maksimuma, pomenute vrste dominirale su u septembru i početkom oktobra, i to *D. longispina* sa najviše 21,1 mg/l i *D. obtusa* sa maksimalnom biomasom od 14,7 mg/l. Pored Cladocera, jedino je grupa Copepoda imala značajniji doprinos u ukupnoj biomasi zooplanktona u ovom jezeru, uglavnom Nauplius larva, a manje adultni oblici roda *Cyclops*.



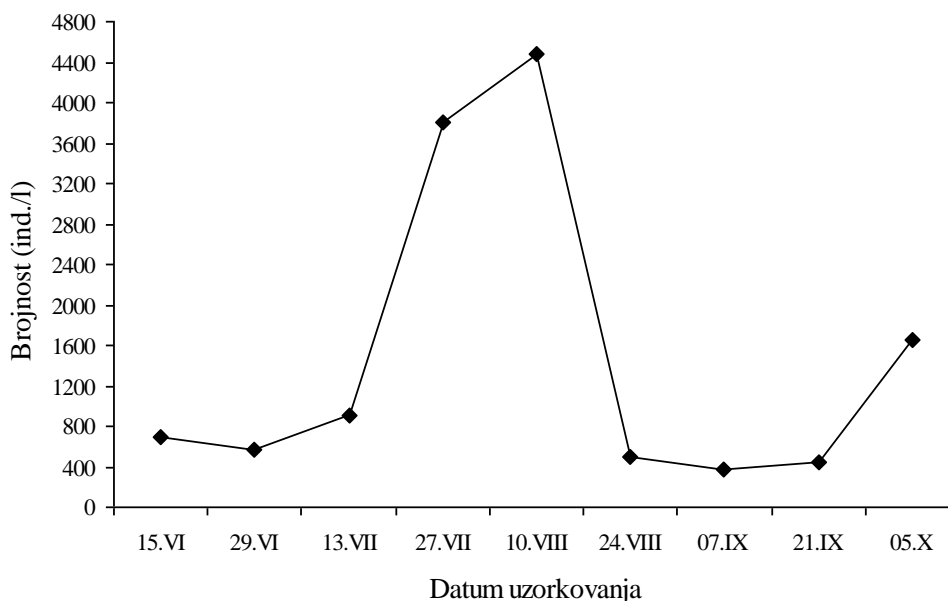
Grafik 65. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 5



Grafik 66. Učesće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 5

Zimovnik 8

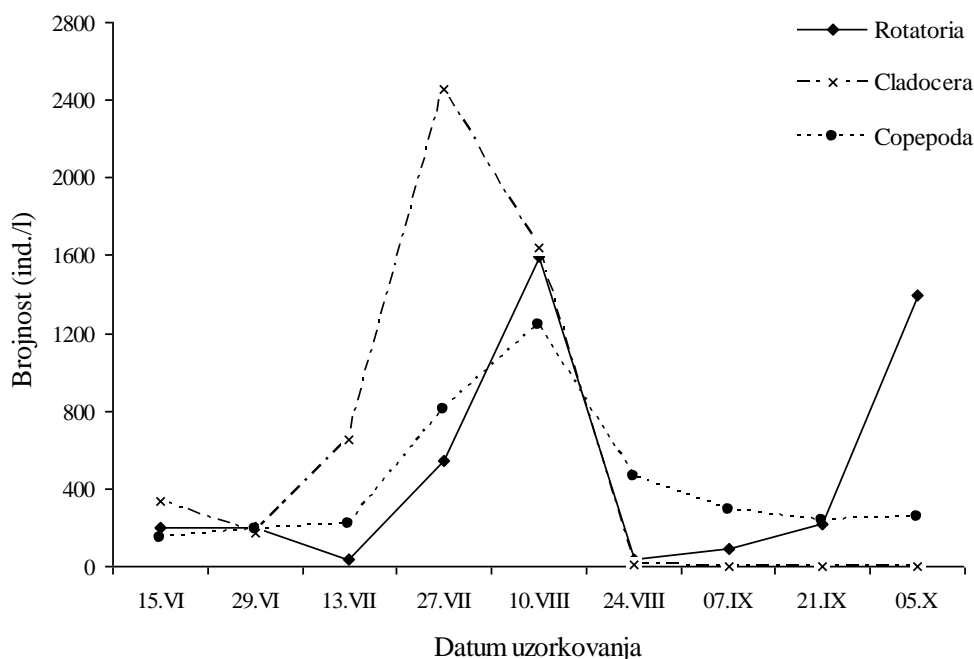
U zimovniku 8 zabeležene su visoke vrednosti abundance zooplanktona 27. jula (3 810 ind./l) i 10. avgusta (4 473 ind./l), dok je slabo izražen jesenji maksimum konstatovan petog oktobra (1 654 ind./l) (Grafik 67).



Grafik 67. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 8

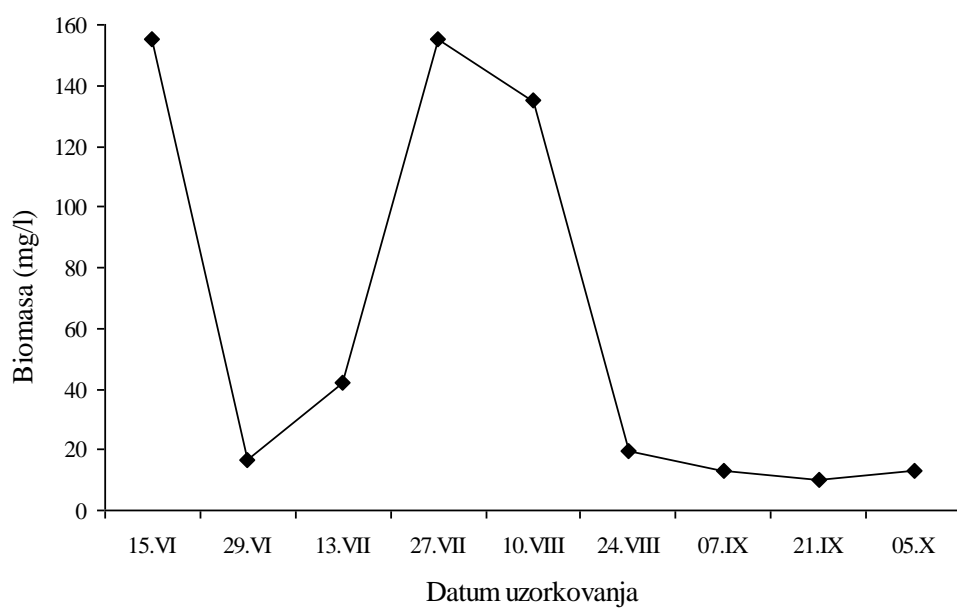
U ovom kao u prethodnom jezeru u kome je korišćena peletirana hrana prvi deo sezone obeležila je dominacija Cladocera, dok su u drugoj polovini eksperimenta uglavnom preovlađivale Rotatoria (Grafik 68). Krupne Cladocera iz roda *Daphnia* pojavile su se u većem broju sredinom juna, i to *D. magna* sa 175 ind./l, a *D. obtusa* sa 108 ind./l. U tom periodu je zabeležena i *Bosmina longirostris*, ali u maloj brojnosti. Međutim, već od sredine jula brojnost ove vrste prelazi 500 ind./l nagoveštavajući maksimume, prvi 27. jula (2 210 ind./l) i drugi 10. avgusta (1 522 ind./l) u vreme maksimuma abundance zooplanktona. Visoka produkcija planktonskih beskičmenjaka u avgustu nije bila samo posledica masovne pojave ove vrste, već i nekoliko vrsta Rotatoria: *Brachionus diversicornis*, *B. calyciflorus* i *Pompholyx complanata*, kao i larve Copepoda (Nauplius). U drugoj polovini proizvodne sezone dolazi do smene u naselju Rotatoria, pa se umesto vrsta iz rodova *Brachionus* i *Pompholyx* pojavljuju

Trichocerca rattus i *Anuraeopsis fissa* koje zajedno sa *Keratella cochlearis* var. *tecta* preovlađuju tokom jesenjeg maksimuma abundance zooplanktona.

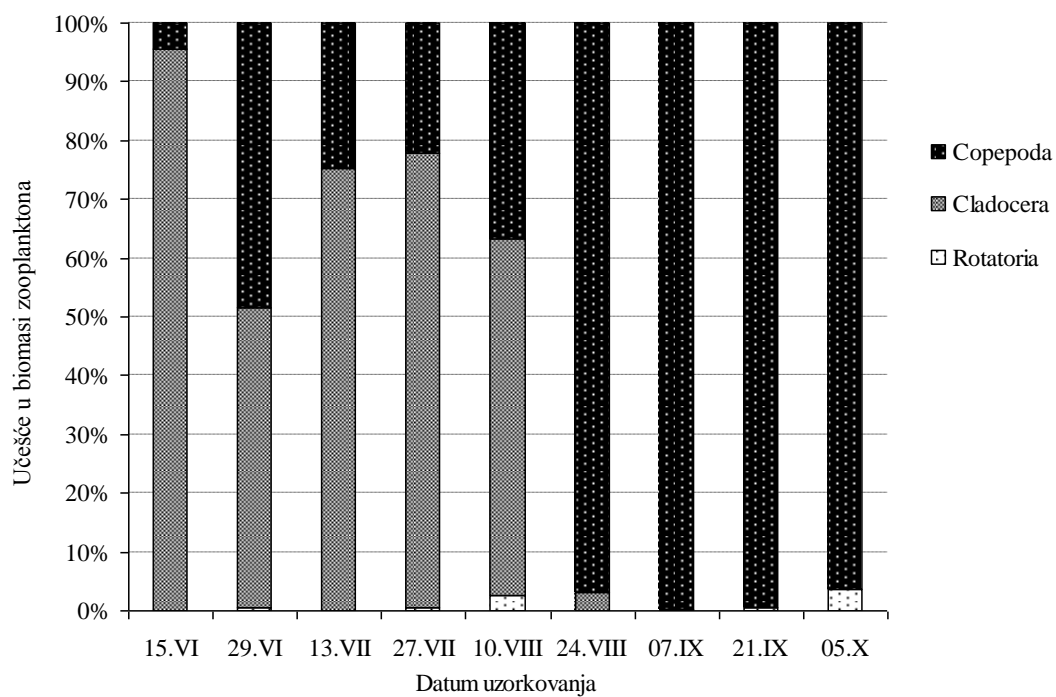


Grafik 68. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 8

Na osnovu grafika 69. možemo videti da se u zimovniku 8 zooplankton pojavljuje sa najvećom biomasom 15. juna (155,5 mg/l) što se vremenski ne podudara sa najvećim vrednostima abundance zooplanktona u ovom jezeru. Ova pojava je bila karakteristična za sve zimovnike u kojima su se u nešto većem broju pojavile krupne Cladocera koje koliko god da su brojne nikada ne dostižu tako velike abundance kao sitnija *Bosmina longirostris* ili organizmi iz grupe Rotatoria. Junski maksimum biomase zooplanktona u ovom jezeru bio je rezultat pojave *Daphnia*, naročito vrste *D. magna* sa biomasom od 131,3 mg/l zbog čega je udeo ove grupe u ukupnoj biomasu zooplanktona u tom periodu iznosio 95,6% (Grafik 70). Sve do kraja avgusta grupa Cladocera je bila značajno zastupljena u zooplanktonu ovog jezera sa udelom od 51% do 77,5%. Maksimum biomase zooplanktona u periodu jul - avgust bio je uslovljen masovnim razvojem vrste *Bosmina longirostris* čija se biomasa u vreme njene najveće abundance kretala od 76,1 mg/l do 110,5 mg/l. Sa iščezavanjem Cladocera krajem avgusta dolazi do potpune dominacije uglavnom Naulius larve, zbog čega se maseni udeo Copepoda u zajednici u tom periodu kretao od 96,2% do 99,6%.



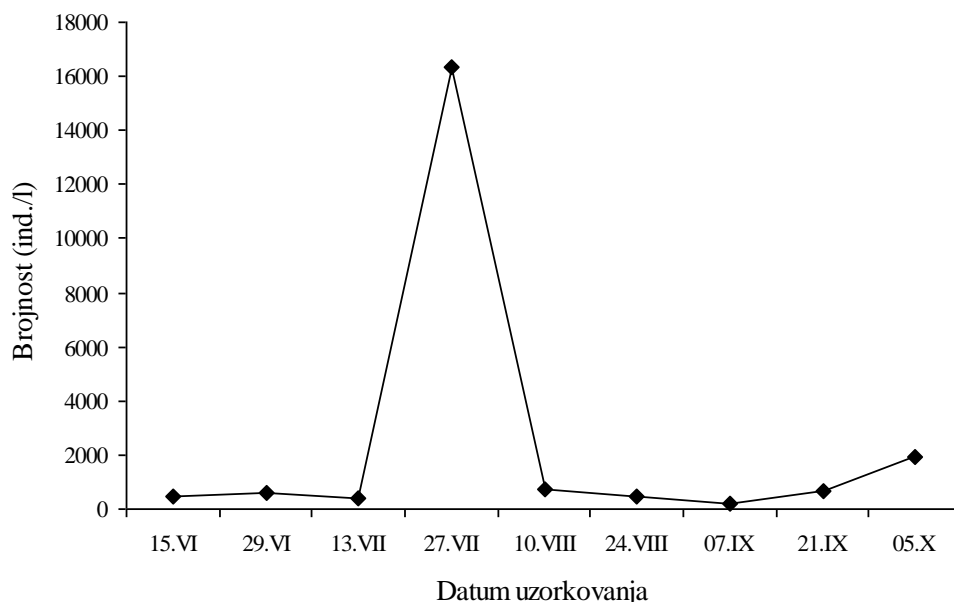
Grafik 69. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 8



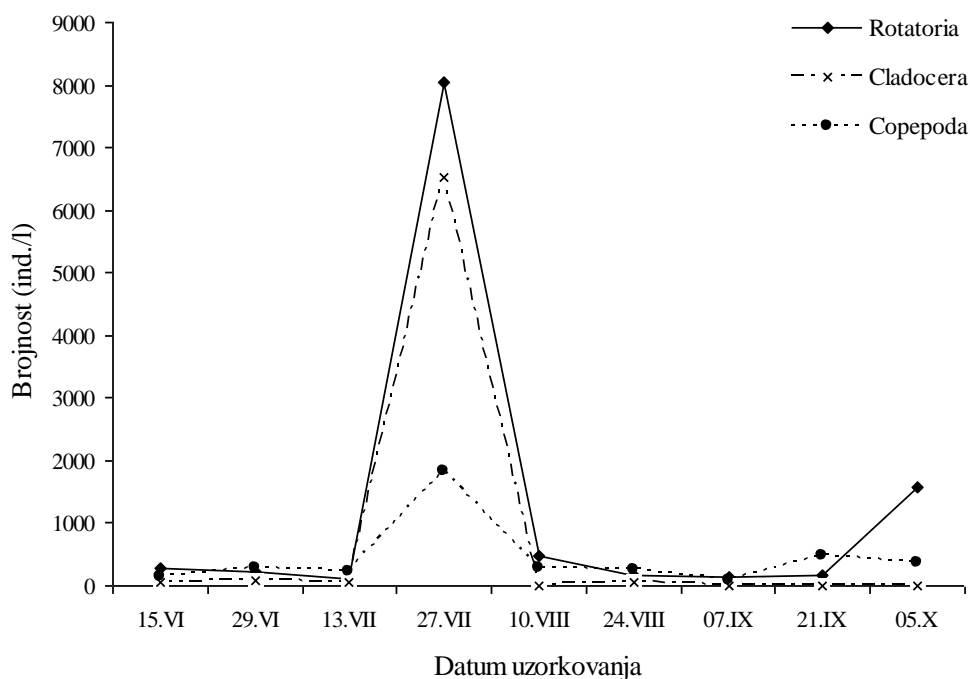
Grafik 70. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 8

Zimovnik 11

Treći zimovnik u grupi sa dodatkom peletirane hrane odlikuje se najvećom prosečnom abundancom zooplanktona u toku sezone što je rezultat izuzetno velikog broja ovih organizama (16 365 ind./l) konstatovanih u jednom uzorku (27. jula) (Grafik 71). Sve do pomenutog maksimuma nalažen je mali broj vrsta u sve tri ispitivane grupe zooplanktona i njihova abundanca nije prelazila 100 ind./l. Krajem jula najbrojnije su bile Rotatori sa vrstama *Brachionus calyciflorus* (3 650 ind./l), *B. diversicornis* (1 850 ind./l) i *Pompholyx complanata* (1 050 ind./l) (Grafik 72). U tom periodu pojedinačno je najveću abundancu imala *Bosmina longirostris* (5 233 ind./l), a od Cladocera su dobro bili zastupljeni i različiti juvenilni oblici. Od Copepoda za vreme letnjeg maksimuma u vodi je nađen veliki broj Nauplius larvi (1 383 ind./l). Međutim, već u narednom uzorkovanju broj organizama zooplanktona drastično pada i održava se ispod 1 000 ind./l sve do oktobra kada je zabeležen novi rast abundance. Početkom jeseni, kao u drugim jezerima, u zimovniku 11 ponovo su najbrojniji organizmi iz grupe Rotatoria i to vrste *Trichocerca pussila*, *Anuraeopsis fissa* i *Keratella cochlearis* var. *tecta*.

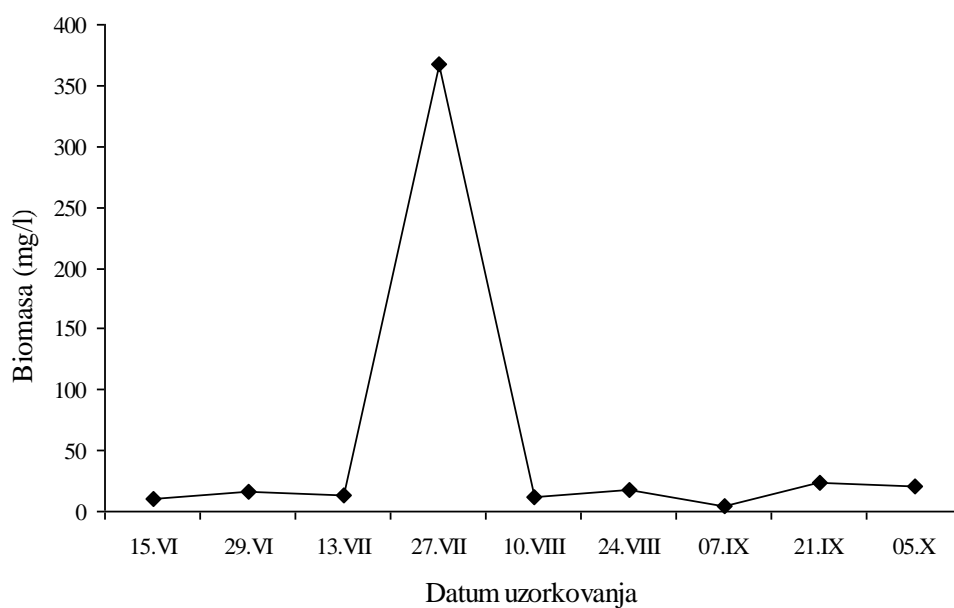


Grafik 71. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 11

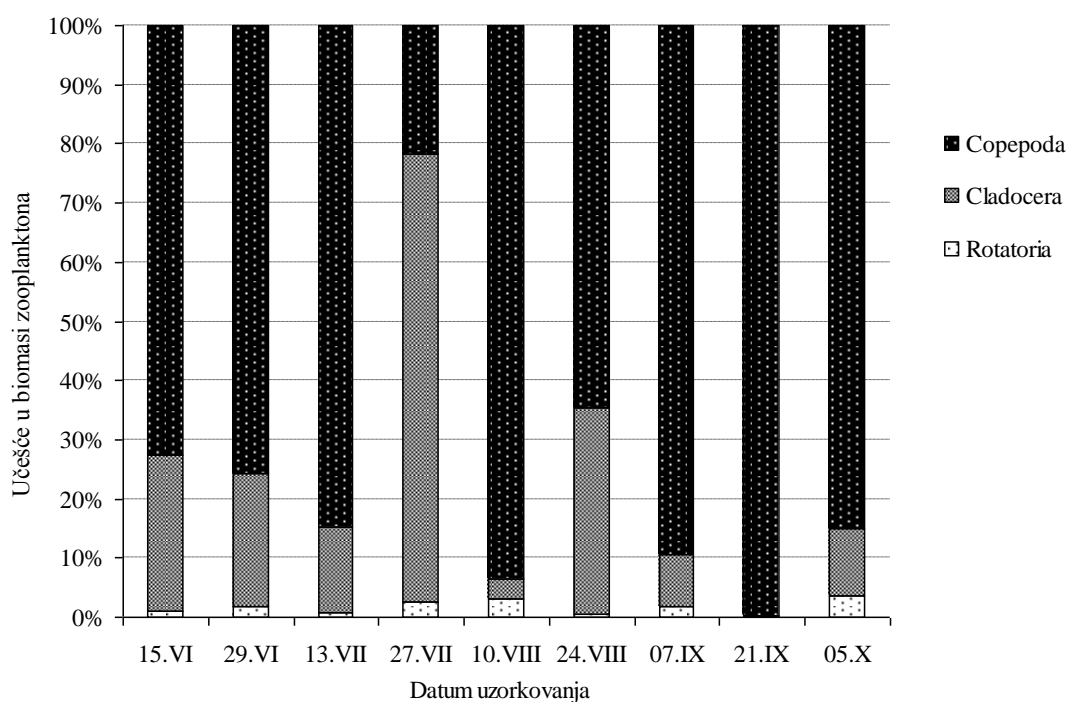


Grafik 72. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 11

U zimovniku 11 u vreme najveće brojnosti zooplanktona (27. jula) konstatovana je najveća biomasa ovih organizama od 366,8 mg/l (Grafik 73). Jedino je tada grupa Cladocera imala veći udeo u planktonskoj zajednici (75,7%) u odnosu na grupu Copepoda koja je veći deo sezone dominirala sa udelom od 64,5% do 99,6% (Grafik 74). Od Cladocera najveću biomasu imala je *Bosmina longirostris* sa maksimalno 261,7 mg/l u uzorku u kome su dominirale Cladocera, dok je druga po redu bila *Leptodora kindti* sa 4,3 mg/l (24. avgusta). Među kopepodama najveću biomasu imala je Nauplius larva sa vrednostima koje su se kretale od 1,7 mg/l do 55,3 mg/l, dok su adultni oblici roda *Cyclops* bili dobro zastupljeni sa maksimalnom biomasom zabeleženom takođe u vreme maksimuma biomase zooplanktona.



Grafik 73. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 11



Grafik 74. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 11

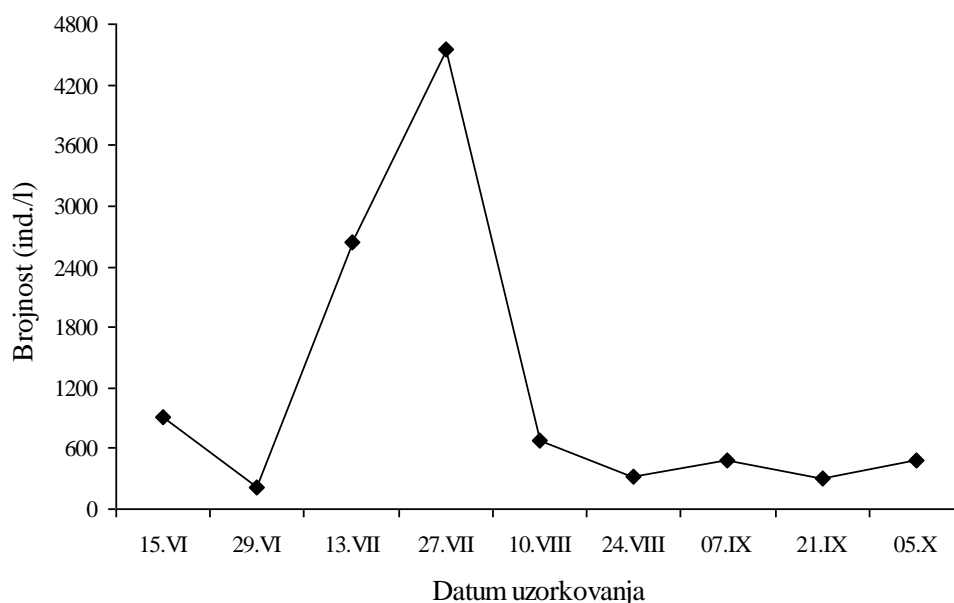
4.3.2.3. Dinamika brojnosti i biomase organizama zooplanktona u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane

Prosečna abundanca zooplanktona u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane je bila najveća krajem jula, najniža tokom druge polovine avgusta i prve polovine septembra i ponovo visoka u oktobru kada je zabeležen jesenji maksimum brojnosti zooplanktona (Tabela 23). Zapažanje da određeni kvalitativni i kvantitativni sastav zajednice planktonskih beskičmenjaka zavisi ponekad više od samog jezera, a manje od toga kojoj od tri eksperimentalne grupe (žitarice, peletirana ili ekstrudirana dodatna hrana) ono pripada, potvrđuje primer zimovnika 6 u grupi sa ekstrudiranom hranom. Nekoliko vrsta iz rodova *Bosmina* i *Daphnia* nalažene su gotovo samo u ovom jezeru nekada u tolikoj meri da je njihova brojnost prevazilazila brojnost Rotatoria, dominantne grupe u ovoj grupi zimovnika. Od krupnih Cladocera u ovom jezeru sredinom juna bila je brojna *D. magna*, sredinom juna i jula *D. longispina*, dok je tokom jula *Bosmina longirostris* bila zastupljena sa više od 1 000 ind./l. Međutim, do kraja sezone u zimovniku 6 dolazi do opadanja gustine populacija i potpunog iščezavanja Cladocera, a kako je tada brojnost Rotatoria takođe bila niska u ovom zimovniku nije zabeležen jesenji maksimum abundance zooplanktona. U druga dva zimovnika najčešće su nalažene jedinke iz grupe Rotatoria među kojima su bile najbrojnije *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis* i *B. forficula*. Pojava jesenjeg maksimuma brojnosti zooplanktona u ova dva jezera bila je pretežno rezultat visoke brojnosti populacija dve vrste, *Anuraeopsis fissa* i *Keratella cochlearis* var. *tecta*. U tri zimovnika sa ekstrudiranom hranom grupa Copepoda je bila dobro zastupljena u vodenom stubu uglavnom larvom Nauplius i srednje krupnom vrstom roda *Cyclops*.

Masovna pojava Cladocera u zimovniku 6 odrazila se na biomasu zooplanktona tako što je u ovom jezeru u periodu njihovog pojavljivanja ona bila i do nekoliko puta veća u odnosu na biomasu u druga dva zimovnika (Tabela 24). Zbog toga su vrste sa najvećom biomasom u grupi zimovnika u kojima je šaran hranjen ekstrudiranom hranom bile *Daphnia magna* i *Bosmina longirostris*. U druga dva jezera ubedljivo najveći udeo u ukupnoj biomasu zooplanktona tokom trajanja eksperimenta imala je grupa Copepoda, među kojima je larvalni oblik Nauplius preovlađivao nad adultima roda *Cyclops*.

Zimovnik 6

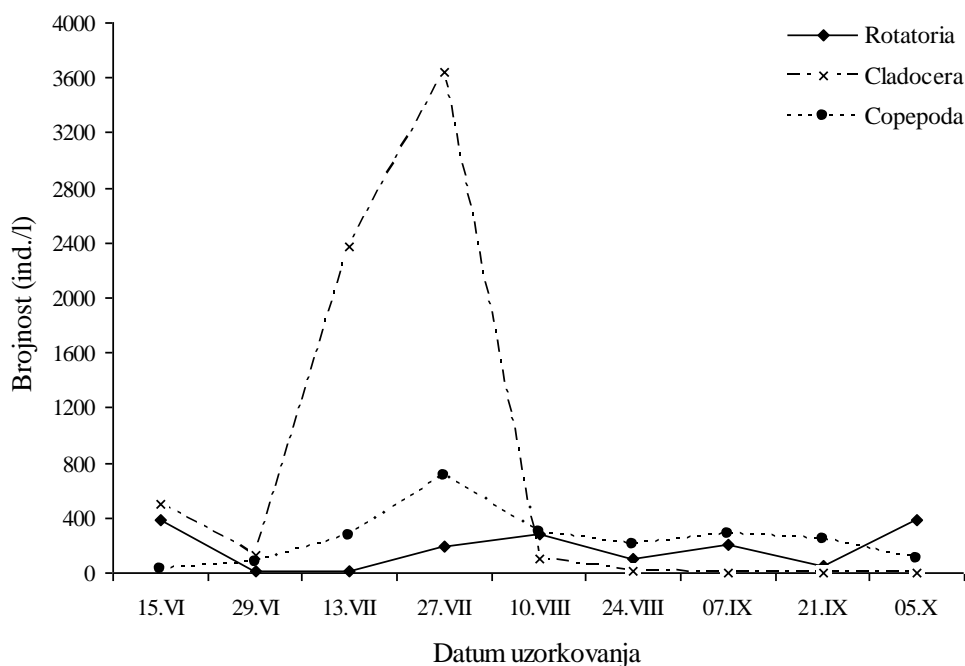
U zimovniku 6 najveće vrednosti abundance zooplanktona zabeležene su tokom jula meseca kada je brojnost planktonskih beskičmenjaka gotovo eksponencijalno porasla do maksimalno 4 543 ind./l (27. jula) (Grafik 75). Ovako visoka brojnost nije se dugo zadržala i, osim u prvoj polovini avgusta, do kraja eksperimenta nije prelazila 500 ind./l.



Grafik 75. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 6

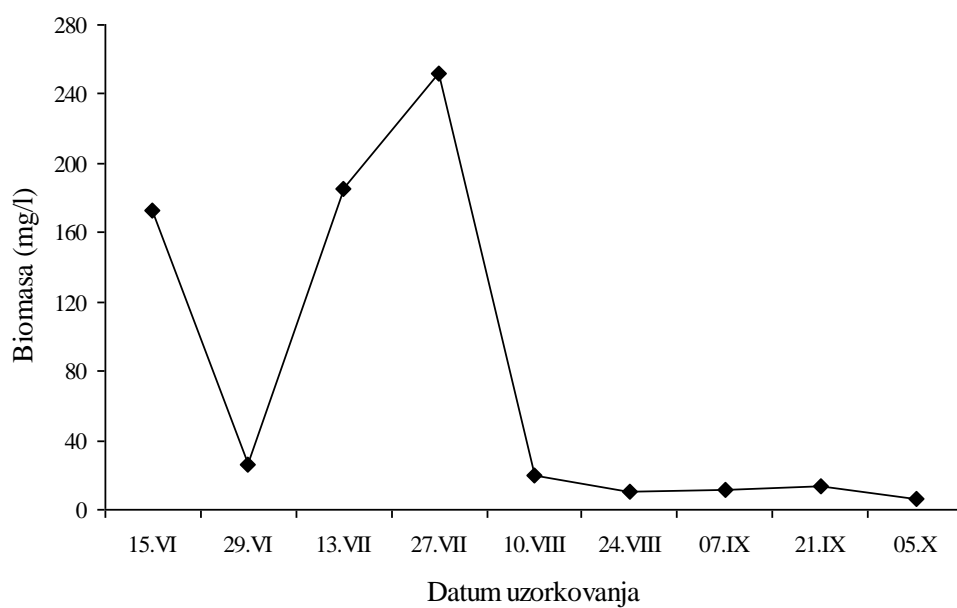
U periodu jun - jul kada je produkcija zooplanktona bila najveća u planktonskoj zajednici zimovnika 6 dominirala je grupa Cladocera, ispred Rotatoria i Copepoda (Grafik 76). Ovo jezero se izdvaja u odnosu na druga jezera po najvećoj brojnosti nekoliko krupnih Cladocera iz roda *Daphnia* (*D. magna*, *D. longispina* i *D. obtusa*), ali i po tome što su se baš u ovom zimovniku ti organizmi najduže zadržali. *Daphnia magna* je bila najbrojnija u junu sa maksimalno 193 ind./l, ali je tokom jula nalažena sa brojnošću od 14 ind./l do 63 ind./l, što je više nego što je u nekim jezerima konstatovano za vreme najvećih junskih maksimuma abundance ove vrste. Za razliku od *D. magna*, vrsta *D. longispina* je najčešće nalažena u julu i to sa 426 ind./l (13. jul) i 286 ind./l (27. jul). Sitnije Cladocera bile su naročito brojne u julu, pa je tako pojedinačno najveću abundancu imala *Bosmina longirostris* sa maksimalno 2 883 ind./l

u vreme najveće abundance zooplanktona u ovom jezeru. Grupa Rotatoria bila je u kvantitativnom pogledu slabo zastupljena u zimovniku 6, a više od 100 ind./l imale su samo *Keratella cochlearis* var. *tecta* (15. juna) i *Anuraeopsis fissa* (petog oktobra). Od Copepoda najčešće je nalažena Nauplius larva, dok su adulti roda *Cyclops*, i to uglavnom krupniji, u većem broju nalaženi samo krajem jula.

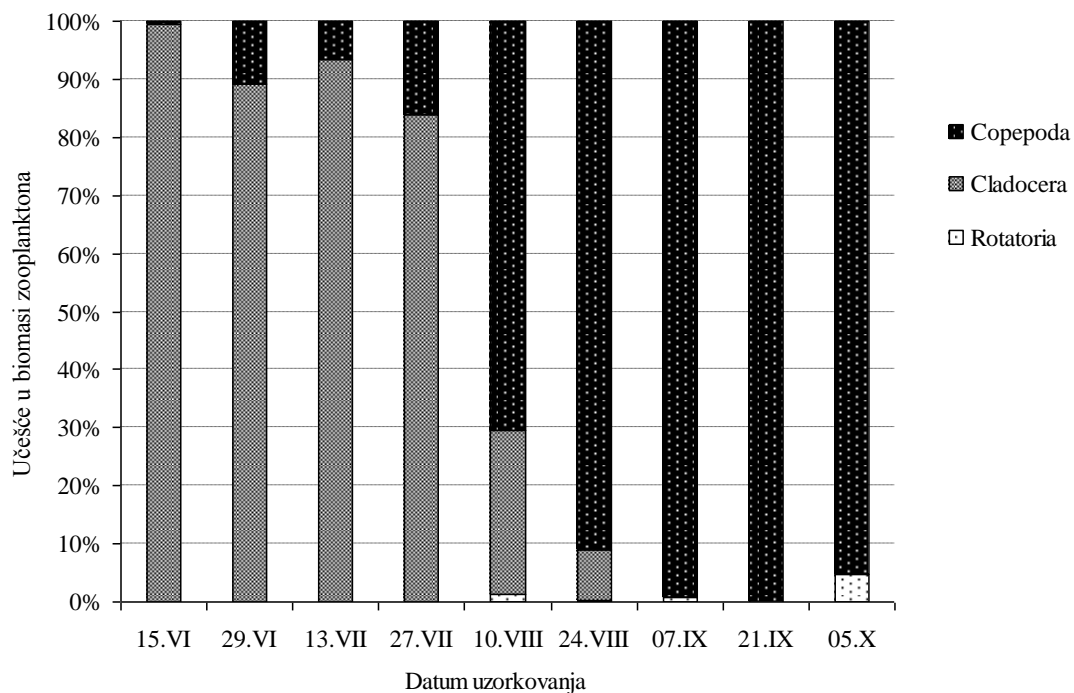


Grafik 76. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 6

Izražene oscilacije ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 6 zabeležene su samo u prvoj polovini eksperimenta, a maksimumi biomase se poklapaju sa najvećim vrednostima abundance planktonskih beskičmenjaka (Grafik 77). Udeo Cladocera u ukupnoj biomasi je bio veoma visok u periodu jun - jul i kretao se od 83,9% do 99,3%, a najveći doprinos imale su *Daphnia magna* i *D. longispina* u junu i *Bosmina longirostris* u julu (Grafik 78). Od avgusta dolazi do jasne smene grupa u zooplanktonskoj zajednici, pa u ukupnoj biomasi preovlađuju larvalni i adultni oblici Copepoda sa ukupnim udelom od 70,3% do 99,9%.



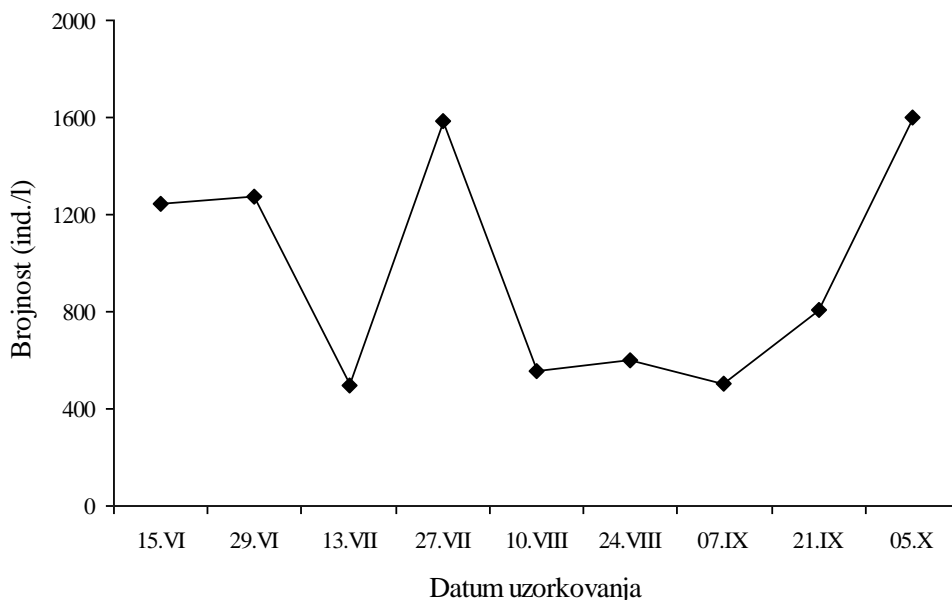
Grafik 77. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 6



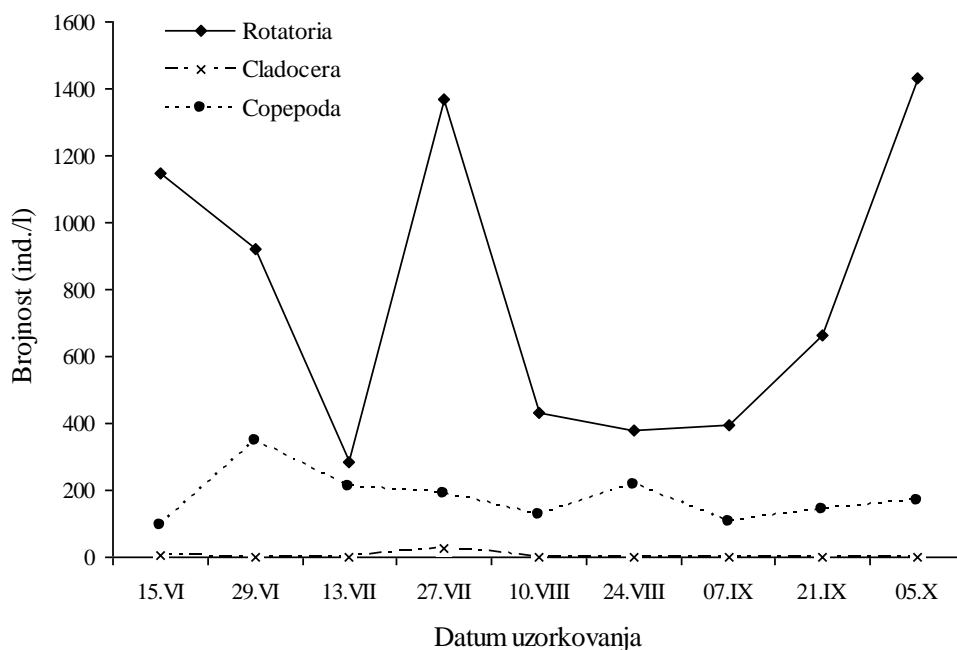
Grafik 78. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 6

Zimovnik 9

U zimovniku 9 u periodu od juna do oktobra koliko je trajao eksperiment prosečna abundanca zooplanktona je iznosila manje od 1 000 ind./l, što je zabeleženo samo u ovom jezeru (Grafik 79). Najveća brojnost planktonskih beskičmenjaka konstatovana je na kraju eksperimenta (1 600 ind./l) i 27. jula (1 586 ind./l) dok su vrednosti veće od proseka konstatovane i tokom juna meseca. Od tri analizirane grupe zooplanktona u svim uzorcima je prema ukupnoj abundanci dominirala grupa Rotatoria, a najčešće nalaženi oblici bili su *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Brachionus angularis*, *Anuraeopsis fissa* i *Trichocerca pusilla* (Grafik 80). Dok su u prethodnom jezeru ovog tretmana organizmi iz grupe Cladocera bili bogato zastupljeni, u zimovniku 9 ova grupa skoro da nije ni bila prisutna, pošto su konstatovane samo *Bosmina longirostris* i *Moina micrura*, u dva uzorka sa svega nekoliko individua u litri. Abundanca Copepoda je bila najveća krajem juna kada je zabeležen najveći broj Nauplius larvi u ovom jezeru (220 ind./l), ali iako niža, abundanca ove grupe nije mnogo oscilirala u nastavku sezone uzgoja.

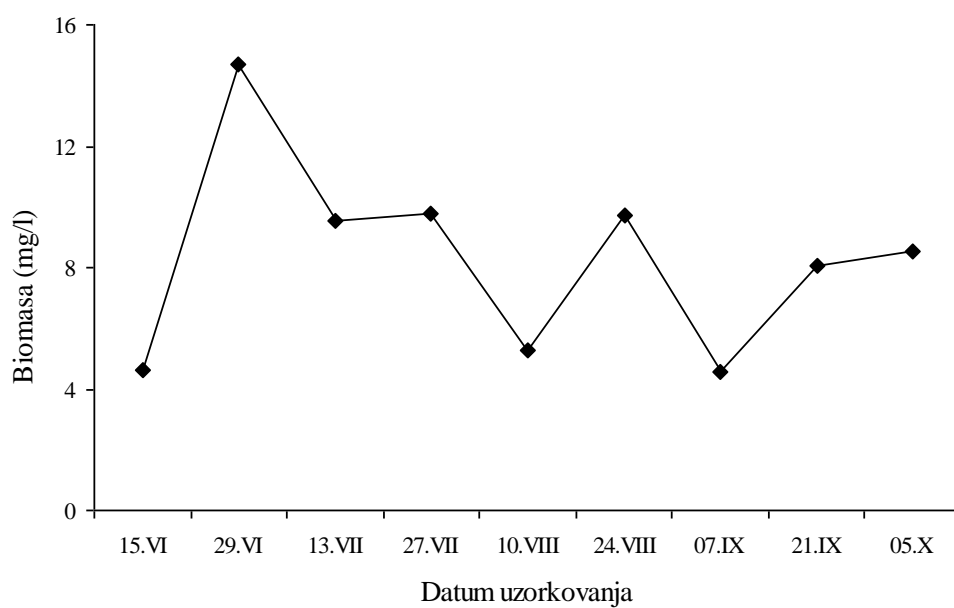


Grafik 79. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 9

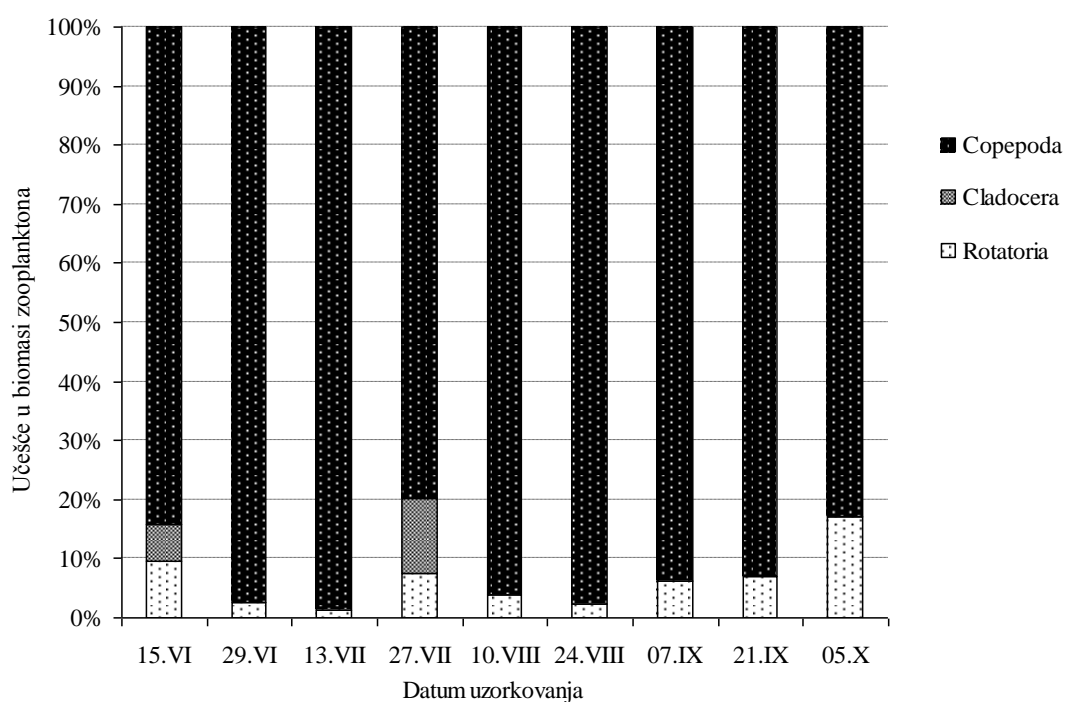


Grafik 80. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 9

U odnosu na abundancu, ukupna biomasa zooplanktona u zimovniku 9 pokazuje sasvim drugačiju dinamiku i varira u uskom opsegu od 4,6 mg/l do 14,7 mg/l (Grafik 81). Kako grupa Cladocera nije imala značajan udeo u zajednici, grupa Copepoda je dominirala čitave sezone sa udelom u ukupnoj biomasi od 79,7% do 98,7% (Grafik 82). Najveću produkciju uglavnom je imao Nauplis, pa je tako u vreme maksimuma 29. juna ova larva Copepoda imala tri puta veću biomasu od svih odraslih jedinki roda *Cyclops* zajedno. Ostale dve grupe zooplanktona po učešću u zajednici nisu prelazile 20%, a najbliže tome bila je grupa Rotatoria čiji je udeo na kraju eksperimenta iznosio 17,2% najviše zahvaljujući rodu *Asplanchna* i vrstama *Anuraeopsis fissa* i *Keratella cochlearis* var. *tecta*.



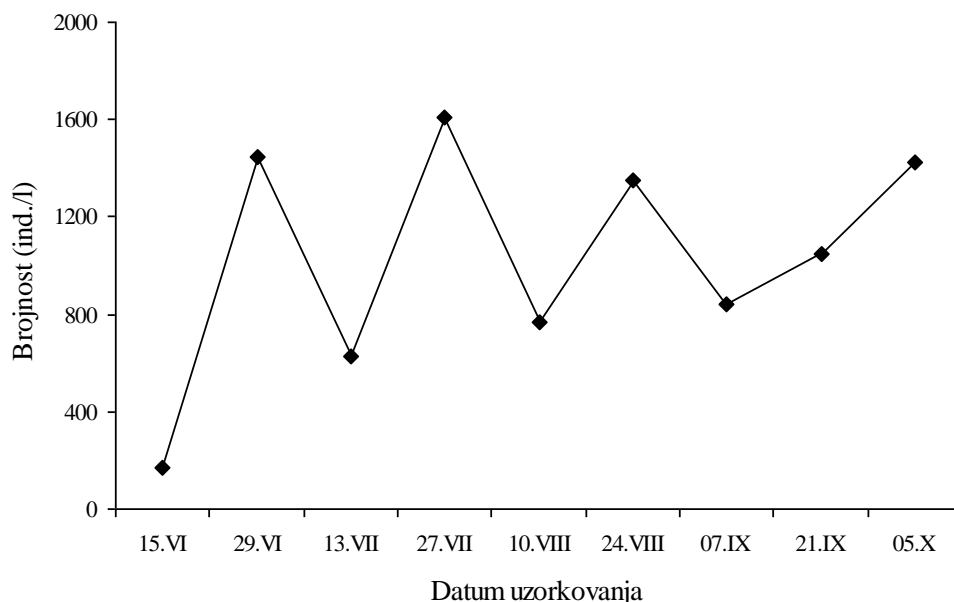
Grafik 81. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 9



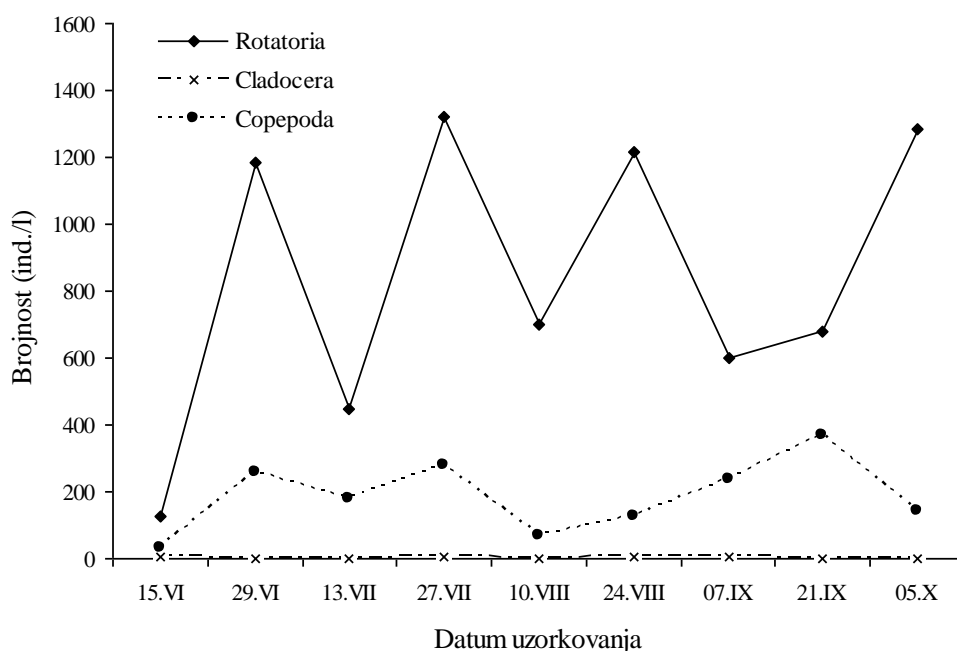
Grafik 82. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 9

Zimovnik 12

Zajednica zooplanktona u zimovniku 12 pokazivala je izražene, skoro pravilne oscilacije brojnosti koje su postajale sve manje sa odmicanjem proizvodne sezone (Grafik 83). Maksimalne vrednosti abundance ovih planktonskih beskičmenjaka kretale su se u rasponu od 1 300 ind./l do 1 600 ind./l, dok je u vreme minimuma abundanca bila manja od 900 ind./l. Ovakva dinamika ukupne brojnosti zooplanktona bila je uslovljena pre svega naglašenim oscilacijama dominantno zastupljenih Rotatoria (Grafik 84). U ovoj grupi najčešće su nalažene pored *Keratella cochlearis* var. *tecta* sa najviše 520 ind./l *Brachionus forficula*, *B. angularis* i *Anuraeopsis fissa* koja je bila naročito brojna u oktobru, na kraju eksperimenta. Poput zimovnika 9 iz grupe zimovnika sa dodatkom ekstrudirane hrane, u ovom jezeru organizmi iz grupe Cladocera gotovo da nisu nalaženi izuzev svega nekoliko individua *Daphnia longispina* i *Moina micrura*. Među kopepodama najčešće je nalažen larvalni oblik Nauplius, ali i pored toga ukupna brojnost ove grupe nije prelazila 400 ind./l ni za vreme maksimuma njihove brojnosti 21. septembra.

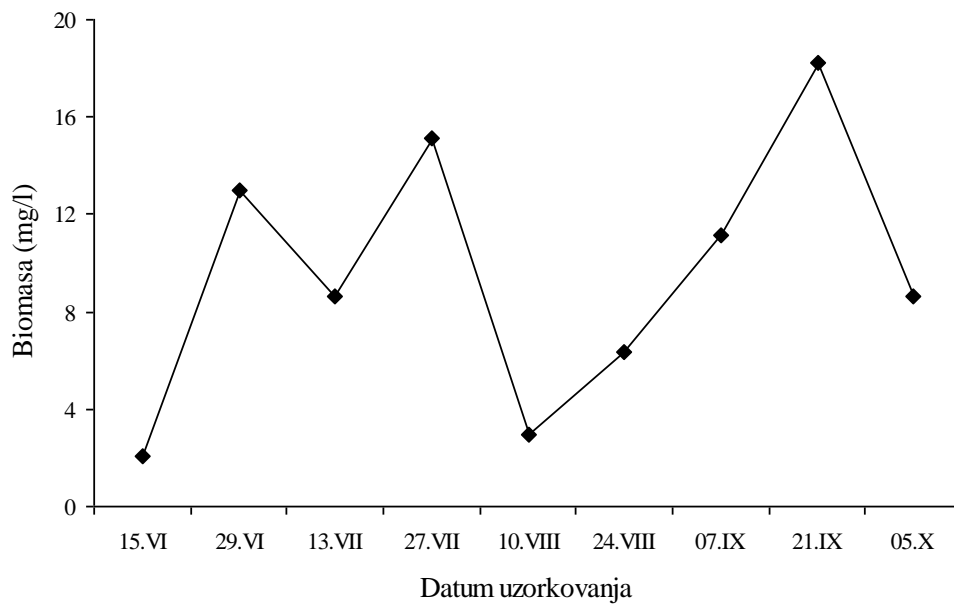


Grafik 83. Dinamika ukupne brojnosti zooplanktona u zimovniku 12

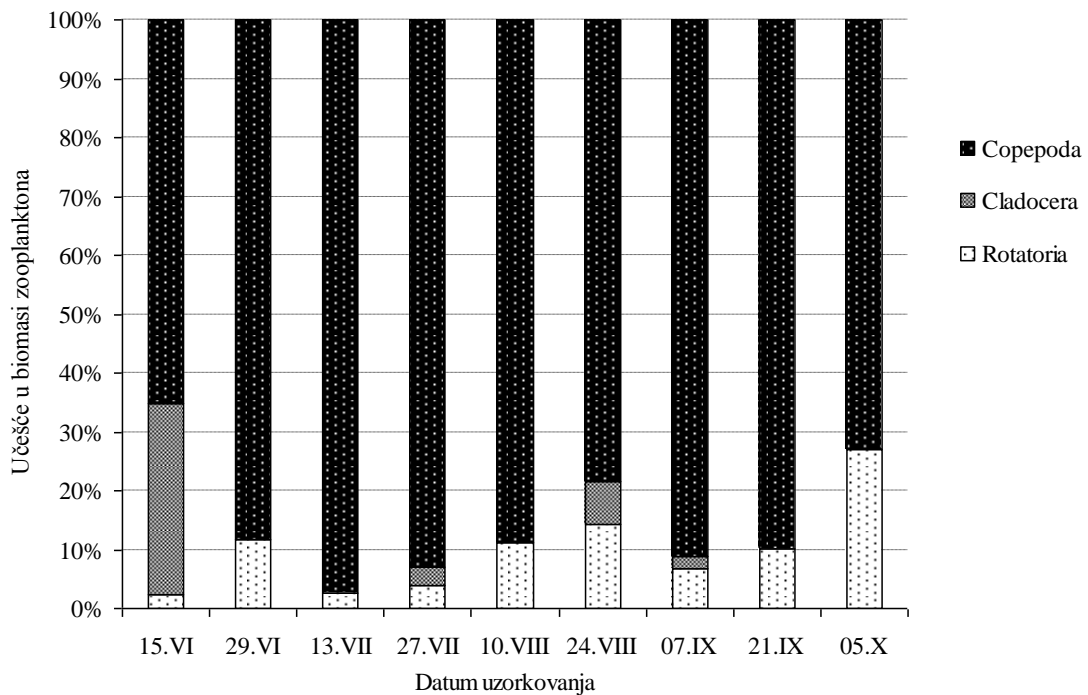


Grafik 84. Dinamika abundance najzastupljenijih grupa zooplanktona u zimovniku 12

U zimovniku 12 konstatovana su tri maksimuma biomase zooplanktona, prva dva u periodu jun - jul i treći, najveći sa vrednošću od 18,3 mg/l, 21. septembra (Grafik 85). Kako su Copepoda bile dominantna grupa sa udelom u ukupnoj biomasi zajednice koji se kretao od 65% do 97,5% dinamika njihove abundance u potpunosti je diktirala dinamiku ukupne biomase zooplanktona (Grafik 86). Najveću ukupnu biomasu ova grupa je imala 21. septembra kada su se u zajednici pojavile srednje krupne jedinice roda *Cyclops* sa biomasom od 8,7 mg/l i često nalažena larva Nauplius. Grupa Cladocera je značajniji udeo imala samo na početku eksperimenta, u junu, zahvaljujući pojavi jedinki vrste *Daphnia longispina* koje su, iako malobrojne, kao srednje krupni organizmi imale relativno veliki udeo u biomasi zajednice. Grupa Rotatoria je po pravilu bila od manjeg značaja za ukupnu biomasu zooplanktona. Udeo pomenute grupe beskičmenjaka u ovom jezeru nije prelazio 30%, a najveću biomasu grupa Rotatoria je imala u vreme pojavljivanja vrsta iz roda *Asplanchna*.



Grafik 85. Dinamika ukupne biomase zooplanktona u zimovniku 12



Grafik 86. Učešće grupa zooplanktona u ukupnoj biomasi u zimovniku 12

4.4. Kvantitativni sastav faune dna

Ribnjački objekti korišćeni u eksperimentu imali su uglavnom dobro razvijeno dno sa rastresitim gornjim slojem sedimenta u vidu mulja. Ovakva podloga je pogodno stanište za nekoliko životinjskih grupa u naselju dna, od kojih su sa aspekta uzgoja šarana najznačajnije Oligochaeta i larvalni oblici familije Chironomidae. Kako istraživanje nije imalo faunistički karakter analizirane su pomenute grupe koje šaran najviše koristi u svojoj ishrani bez dalje identifikacije do nivoa roda i vrste uz napomenu da je pored familije Chironomidae sporadično nalažen mali broj drugih Diptera koje su takođe obuhvaćene analizom.

U kvantitativnom pogledu fauna dna je bila različito razvijena ne samo između tri grupe zimovnika, već i među zimovnicima u istoj oglednoj grupi. O ovim individualnim razlikama između jezera najbolje govori podatak da koeficijent varijacije ukupnog broja organizama faune dna bez obzira na tip dodatne hrane tokom sezone nije bio manji od 60% (Tabele 64-66. u prilogu). Zbog toga je kao pokazatelj srednje vrednosti ukupne abundance makrozoobentosa pored aritmetičke sredine u tabelama prikazana i medijana.

Tabela 25. Ukupna brojnost organizama faune dna (Chironomidae, Oligochaeta i Diptera) izražena kao br. ind./m² u jezerima sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{x}) i medijane (Me) za sve tri grupe jezera po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	6358	4226	533	6701	457	1371	533	724	952
	Z7	1675	228	1599	533	152	0	152	114	114
	Z10	0	267	152	266	76	38	38	152	38
	\bar{X}	2678	1574	761	2500	228	470	241	330	368
	Me	1675	267	533	533	152	38	152	152	114
Peletirana hrana	Z5	5178	7615	152	600	200	4073	10812	1979	7119
	Z8	380	2171	1066	6053	1143	875	114	76	1066
	Z11	305	228	647	1181	228	952	343	1904	571
	\bar{X}	1954	3338	622	2611	524	1967	3756	1320	2919
	Me	380	2171	647	1181	228	952	343	1904	1066
Ekstrudirana hrana	Z6	4645	3579	3655	190	1904	1675	1751	647	3655
	Z9	76	304	419	76	76	114	76	152	152
	Z12	914	343	38	343	38	114	38	76	190
	\bar{X}	1878	1409	1371	203	673	634	622	292	1332
	Me	914	343	419	190	76	114	76	152	190

U prva dva uzorkovanja koja sezonski obuhvataju kraj proleća i početak leta konstatovana je prilično visoka brojnost organizama faune dna u većini zimovnika (Tabela 25). Ako zaključujemo na osnovu medijane onda su ovi kasno prolećni maksimumi ujedno i najveće izmerene vrednosti tokom sezone uzgoja, izuzev u grupi jezera sa dodatkom peletirane hrane. Može se primetiti i to da su zimovnici koji su na početku eksperimenta imali značajno razvijeno naselje dna zadržali prilično brojnu bentofaunu i nakon letnjeg minimuma. U drugom delu sezone uzgoja, u periodu od 10. avgusta do 7. septembra, u zavisnosti od tipa dodatne hrane konstatovan je minimalan broj organizama makrozoobentosa. U zimovnicima u kojima je riba hranjena peletiranom hranom ove minimalne vrednosti abundance organizama faune dna bile su daleko manje izražene u odnosu na druge dve eksperimentalne grupe zimovnika.

U ribnjacima na našim prostorima pojavljuje se ponekad jesenji maksimum brojnosti organizama faune dna, uglavnom kao pozitivan signal da ribnjačka proizvodnja nije dovela do iscrpljivanja živih prirodnih izvora proteina u sedimentu. Ako pogledamo prosečne vrednosti abundance makrozoobentosa izražene medijanom možemo konstatovati pojavu jesenjeg maksimuma sa vrednostima preko 1 000 ind./m² samo u grupi zimovnika sa dodatkom peletirane hrane. Međutim, u istom periodu u jezerima druge dve eksperimentalne grupe zimovnika, u kojima je fauna dna od početka bila dobro razvijena, zabeležen je povećan broj organizama u sedimentu.

Sličnu sliku bentosne zajednice dobijamo kada pogledamo prosečne vrednosti biomase makrozoobentosa (Tabela 26). U periodu jun - jul zabeležene su uglavnom više vrednosti nego u nastavku sezone, a izuzetak čine zimovnici sa dodatkom peletirane hrane u kojima je najveća prosečna biomasa bentosnih beskičmenjaka konstatovana u septembru. Tada je izmeren i apsolutni maksimum biomase od 27,7 g/m² u zimovniku 5 u kome je riba dobijala peletiranu hranu. U periodu od sredine jula do kraja avgusta u sve tri grupe zimovnika zabeleženi su minimumi biomase faune dna. Na samom kraju eksperimenta, početkom oktobra, u pogledu prosečne biomase naselje dna je bilo najoskudnije tamo gde je riba hranjena žitaricama i ekstrudiranom hranom, dok je ostalo dobro razvijeno u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana (Tabela 26).

Tabela 26. Biomasa organizama faune dna (Chironomidae, Oligochaeta i Diptera) izražena kao g/m² u jezerima sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{x}) i medijane (Me) za sve tri grupe jezera po datumima uzorkovanja

Tip dodatne hrane	Jezero	Datum uzorkovanja								
		15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Žitarice	Z4	12,564	4,569	0,952	3,312	0,800	0,114	0,952	0,727	1,142
	Z7	1,371	0,038	0,495	0,381	0,076	0,000	0,305	0,038	0,004
	Z10	0,000	0,228	0,015	0,019	0,000	0,004	*0,000	0,457	*0,000
	\bar{X}	4,645	1,612	0,487	1,237	0,292	0,039	0,419	0,407	0,382
	Me	1,371	0,228	0,495	0,381	0,076	0,004	0,305	0,457	0,004
Peletirana hrana	Z5	6,206	18,12	0,038	0,090	0,040	2,551	27,717	4,679	6,206
	Z8	0,190	1,371	0,990	3,541	0,647	0,305	0,011	*0,00	1,142
	Z11	0,533	0,533	0,190	1,294	0,267	0,800	1,561	2,399	0,952
	\bar{X}	2,310	6,676	0,406	1,642	0,318	1,219	9,763	2,359	2,767
	Me	0,533	1,371	0,190	1,294	0,267	0,800	1,561	2,399	1,142
Ekstrudirana hrana	Z6	4,150	7,957	8,224	0,038	2,399	0,990	4,417	2,817	3,998
	Z9	0,008	0,038	0,076	0,004	0,011	0,008	0,179	0,267	0,038
	Z12	0,190	0,267	0,076	0,114	0,008	0,015	*0,00	0,011	0,038
	\bar{X}	1,449	2,754	2,792	0,052	0,806	0,338	1,532	1,032	1,358
	Me	0,190	0,267	0,076	0,038	0,011	0,015	0,179	0,267	0,038

* zabeleženo je prisustvo organizama, ali je njihova biomasa bila ispod granice merljivosti vage (<0,0001 g)

4.4.1. Dinamika brojnosti i biomase organizama faune dna u zimovnicima sa dodatkom žitarica

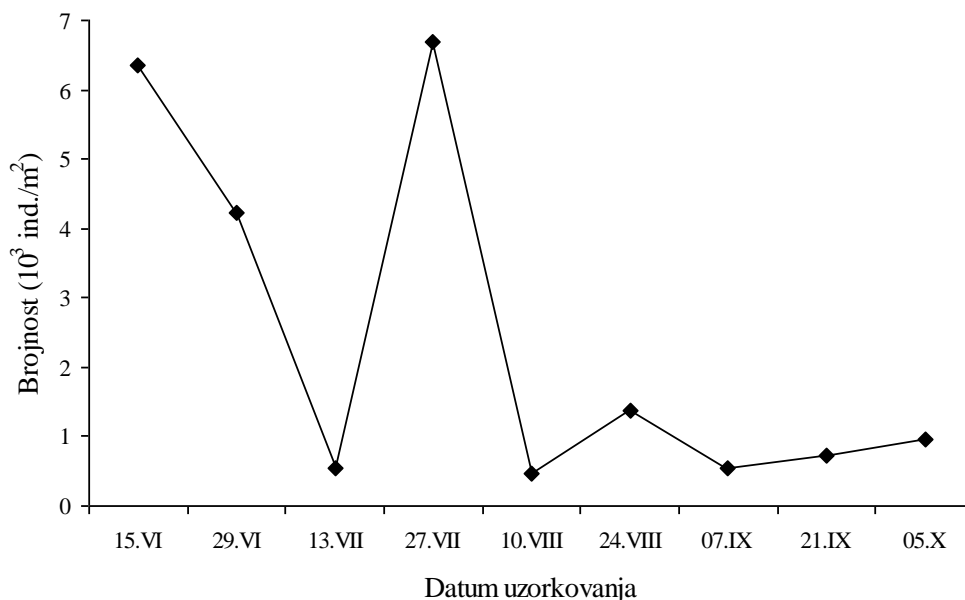
Sa stanovišta prirodne hrane šarana u kvantitativnu analizu faune dna pored grupe Oligochaeta i familije Chironomidae uključene su i druge larve Diptera koje se u zimovnicima pojavljuju sporadično i ulaze u sastav onoga što označavamo kao ukupna brojnost i biomasa organizama faune dna.

Od početka eksperimenta zimovnici u kojima su korišćene žitarice značajno su se razlikovali po broju i biomasi bentosnih beskičmenjaka. U zimovniku 4 naselje dna je bilo dobro razvijeno, pa je konstatovano nekoliko maksimuma abundance makrozoobentosa, uključujući i jesenji (Tabela 25). U druga dva zimovnika u kojima je u ishrani šarana korišćena kombinacija pšenice, kukuruza i ječma nalaženo je manje jedinki iz grupa Oligochaeta i Chironomidae, naročito u zimovniku 10. Ipak, zajedničko za sva tri zimovnika je to da se najveći broj organizama faune dna pojavljuje u periodu jun - jul i da se tada prvo masovno pojavljuju Chironomidae, a kasnije jedinke iz grupe Oligochaeta.

Na ukupnu biomasu makrozoobentosa u ovim jezerima najviše je uticala pojava krupnih larvi iz familije Chironomidae, pa su najveće vrednosti konstatovane početkom eksperimenta. Najveća vrednost biomase makrozoobentosa zabeležena je u junu u zimovniku 4, preko 10 g/m^2 , što je nekoliko puta više od maksimalnih vrednosti konstatovanih u druga dva zimovnika (Tabela 26). Jesenji maksimum biomase nije konstatovan u zimovniku 7, a to bi se moglo reći i za zimovnik 10, iako su u njemu nađene krupne Chironomidae krajem septembra, ali u malom broju. U zimovniku 4 Chironomidae su nalažene u masi početkom oktobra, međutim daleko ispod vrednosti biomase konstatovanih tokom maksimuma u junu i julu.

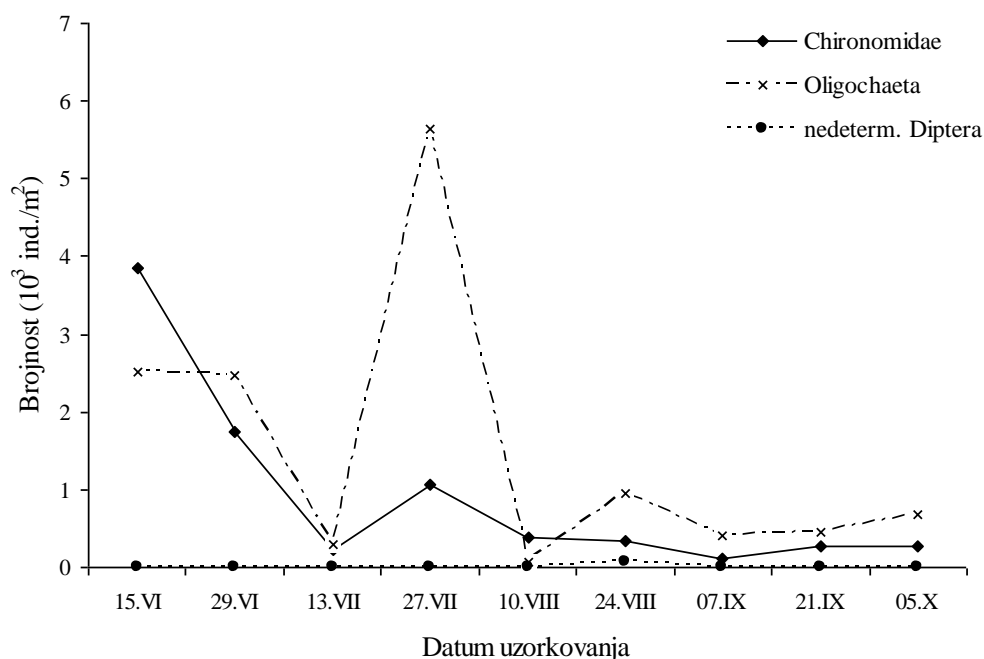
Zimovnik 4

U prvom zimovniku u grupi sa dodatkom žitarica zabeležene su velike oscilacije abundance makrozoobentosa u prvom delu sezone uzgoja (Grafik 87). U tom periodu konstatovana su dva izražena maksimuma, prvi sredinom juna ($6\,358 \text{ ind./m}^2$) i drugi krajem jula ($6\,701 \text{ ind./m}^2$). U nastavku sezone, fauna dna je bila oskudnija (sa manje od $1\,000 \text{ ind./m}^2$) izuzev u drugom uzorku u avgustu kada je broj bentosnih organizama bio u blagom porastu.



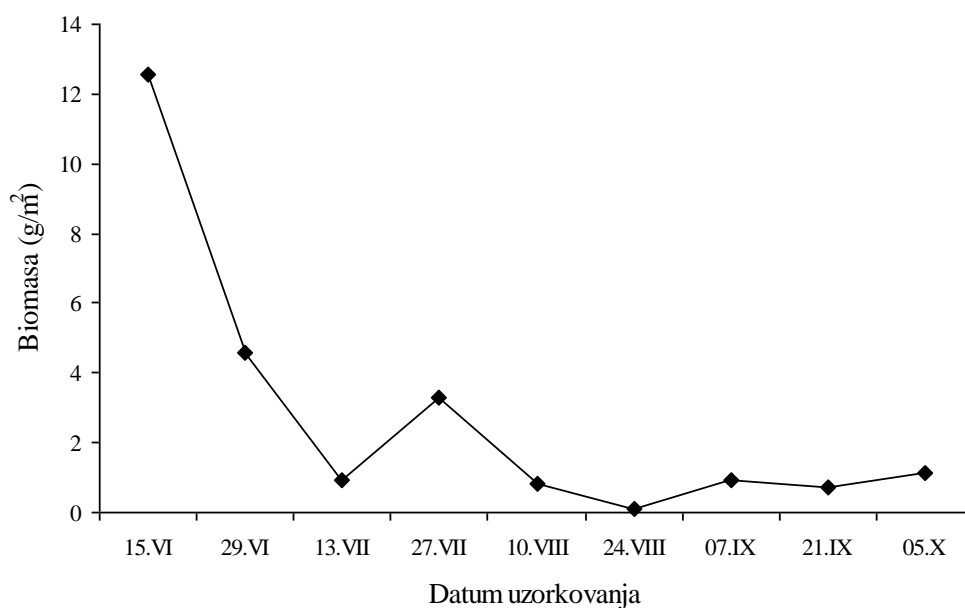
Grafik 87. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 4

Ako se pogleda dinamika brojnosti pojedinačnih grupa makrozoobentosa može se uočiti sukcesija dve analizirane grupe tokom sezone (Grafik 88). Larve iz familije Chironomidae su bile najbrojnije na početku eksperimenta, sredinom juna, sa blizu četiri hiljade ind./m². U nastavku sezone Oligochaeta postaju dominantna grupa u naselju dna sa maksimumom abundance od preko 5 600 ind./m² krajem jula. Od 10. avgusta u ovom jezeru je nalaženo daleko manje organizama u odnosu na prvu polovinu sezone, s tim da do kraja eksperimenta brojnost organizama nije nastavila da opada, čak je blago porasla za obe analizirane grupe.

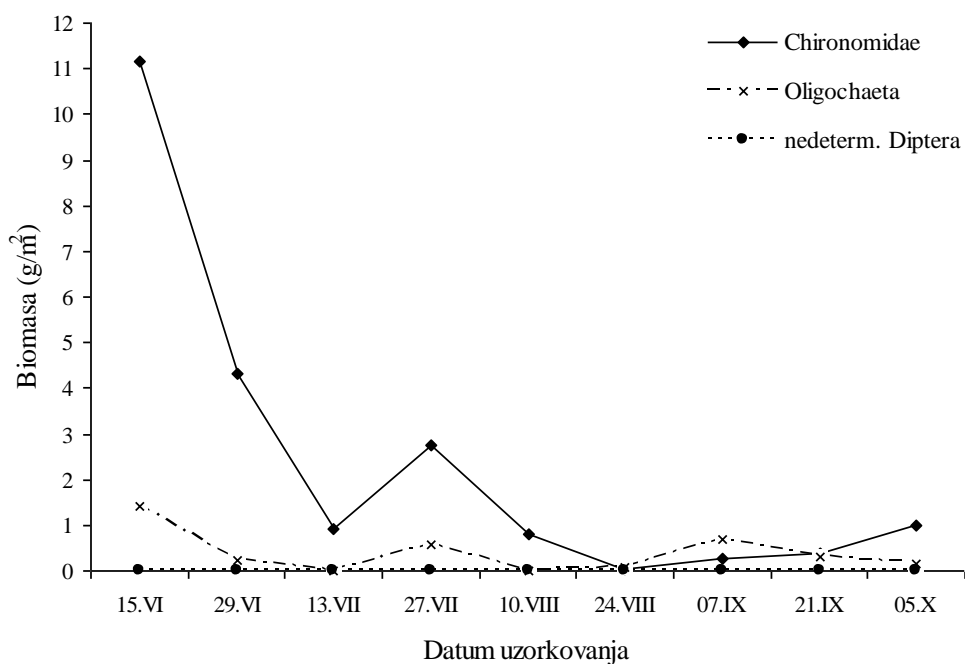


Grafik 88. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 4

Ukupna biomasa organizama makrozoobentosa u zimovniku 4 kretala se u rasponu od 0,1 g/m² (24. avgust) do 12,6 g/m² (15. jun) sa izraženim trendom opadanja tokom sezone (Grafik 89). Maksimalne vrednosti biomase ovih organizama u junu i krajem jula poklapaju se sa periodom masovne pojave krupnih larvi iz familije Chironomidae (Grafik 90). Organizmi iz grupe Oligochaeta zbog malih dimenzija tela nisu imali tako izražen uticaj na ukupnu biomasu, a njihove maksimalne vrednosti konstatovane su na početku eksperimenta (1,4 g/m²) i 7. septembra (0,7 g/m²).



Grafik 89. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 4

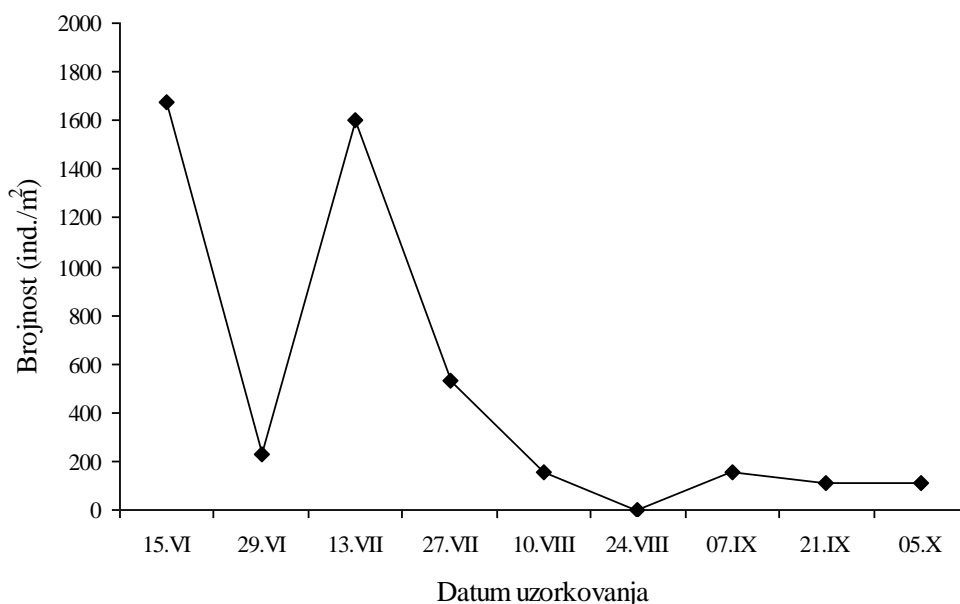


Grafik 90. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 4

Zimovnik 7

Ukupna abundanca makrozoobentosa u zimovniku 7 je kao u prethodnom jezeru sa dodatkom žitarica izraženo varirala u prva dva meseca eksperimenta (Grafik 91).

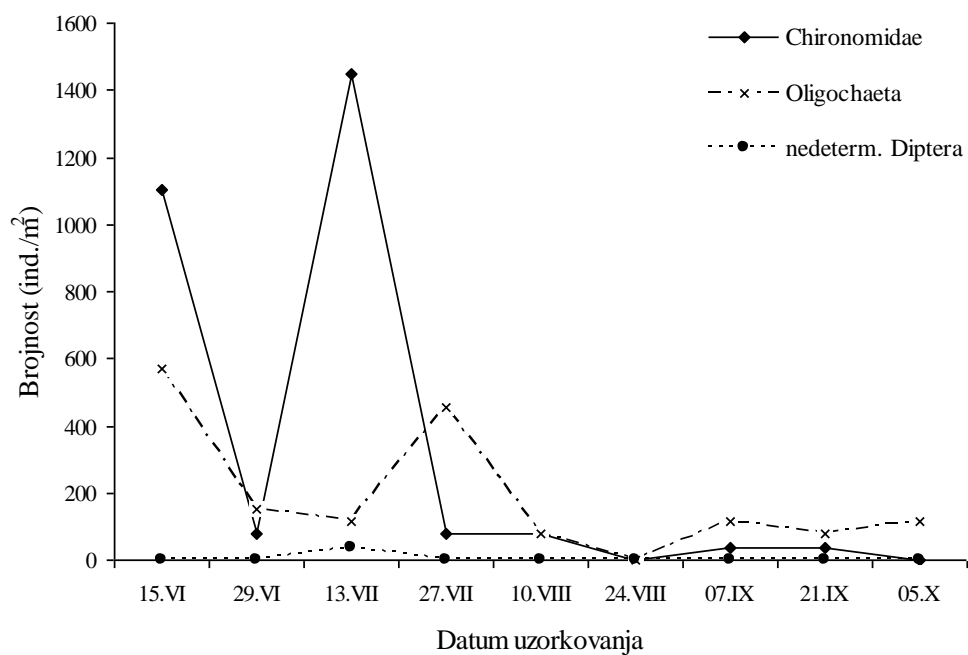
Maksimalne vrednosti su zabeležene sredinom juna (1675 ind./m²) i 13. jula (1599 ind./m²), dok je u ostalim uzorcima faune dna nađeno manje od 500 ind./m².



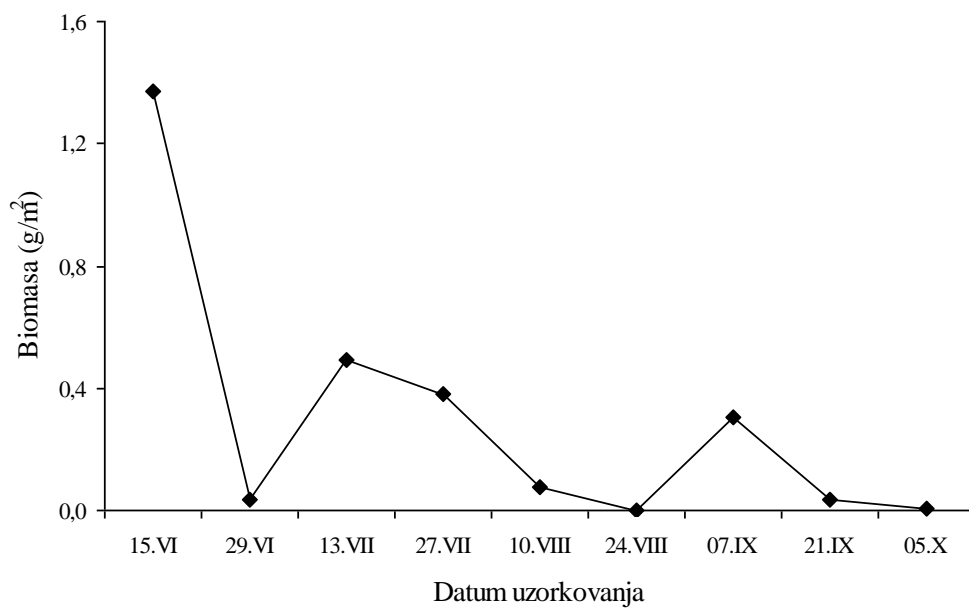
Grafik 91. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 7

Na početku eksperimenta, sredinom juna u fauni dna pored larvi Chironomidae u većem broju nađeni su organizmi iz grupe Oligochaeta (Grafik 92). Nakon minimuma krajem juna, obe grupe ponovo postaju brojne u julu, i to Chironomidae 13. jula (1447 ind./m²), a Oligochaeta 27. jula (457 ind./m²). U ovom jezeru od avgusta do oktobra brojnost makrozoobentosa ostaje niska bez većih variranja, pa jesenji maksimumi brojnosti pomenutih grupa nisu registrovani.

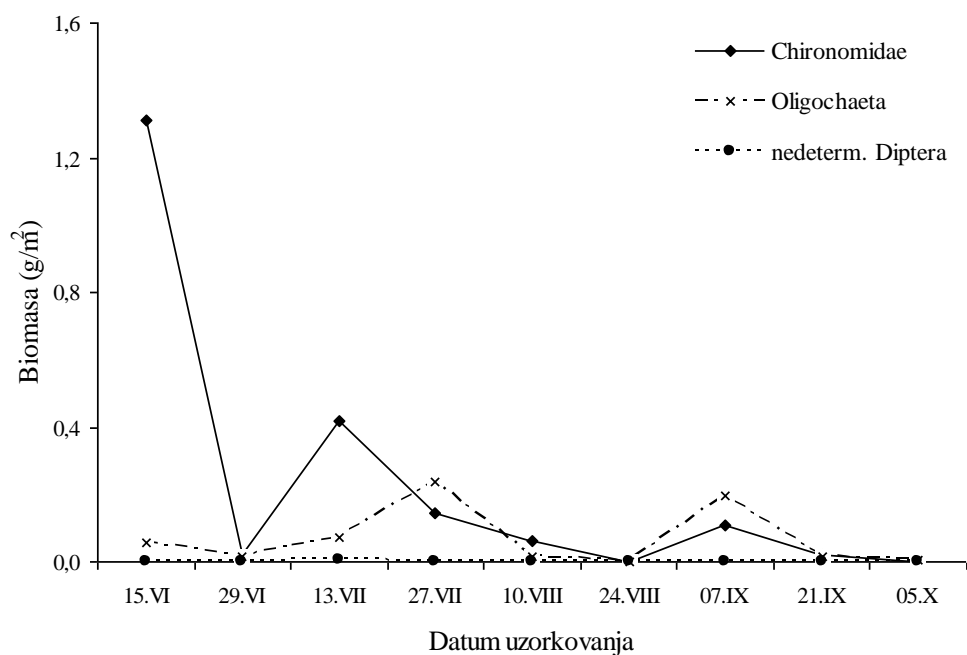
Ukupna biomasa organizama faune dna u zimovniku 7 je bila u proseku niska, ispod 0,5 g/m² (Tabela 26). Poput abundance, ukupna biomasa makrozoobentosa se nepravilno kretala od početka do kraja sezone uzgoja (Grafik 93). Samo je na početku eksperimenta vrednost biomase bila veća od 1 g/m² zbog pojave krupnih jedinki iz familije Chironomidae (Grafik 94).



Grafik 92. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 7



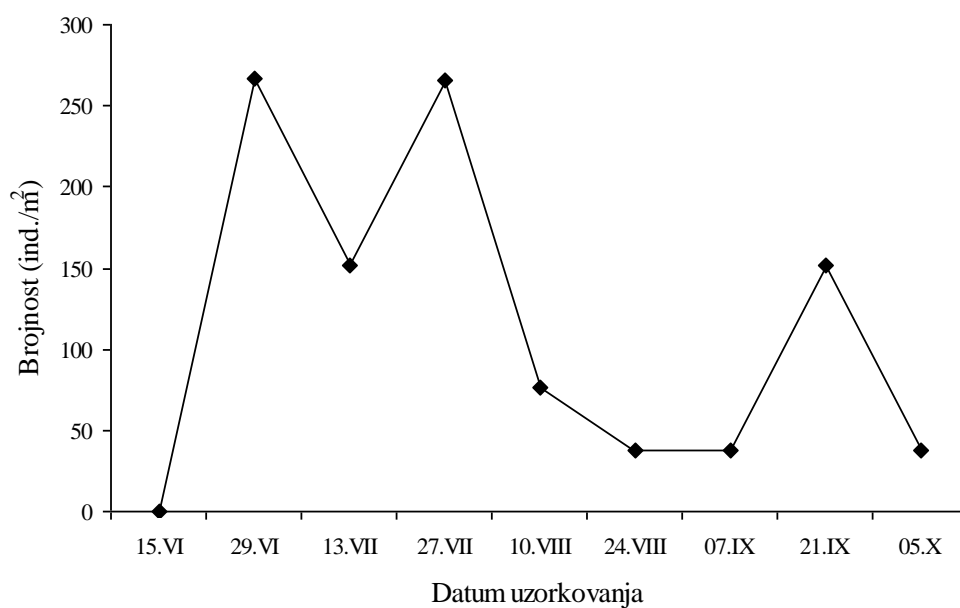
Grafik 93. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 7



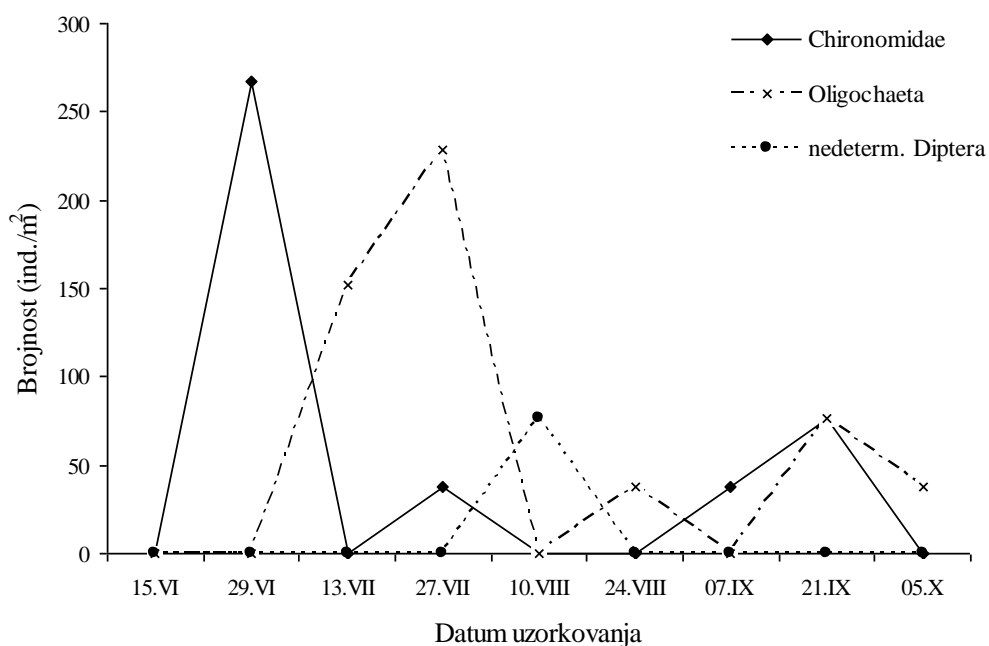
Grafik 94. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 7

Zimovnik 10

Zajednica bentosnih beskičmenjaka zimovnika 10 je bila najsiromašnija u okviru grupe jezera sa dodatnom hranom u obliku žitarica. Vrednost ukupne brojnosti organizama makrozoobentosa retko je prelazila 200 ind./m² i to samo u prvoj polovini sezone (Grafik 95). Larve iz grupe Chironomidae bile su najbrojnije krajem juna, i uglavnom malobrojne u nastavku sezone, mada je pojava krupnijih jediniki obeležila kraj septembra (Grafik 96). Organizmi iz grupe Oligochaeta najčešće su nalaženi u fauni dna tokom jula. Pored pomenutih grupa u uzorcima bentosa nalažene su larve drugih Diptera i to samo u avgustu, u vreme minimuma abundance bentosnih invertebrata.



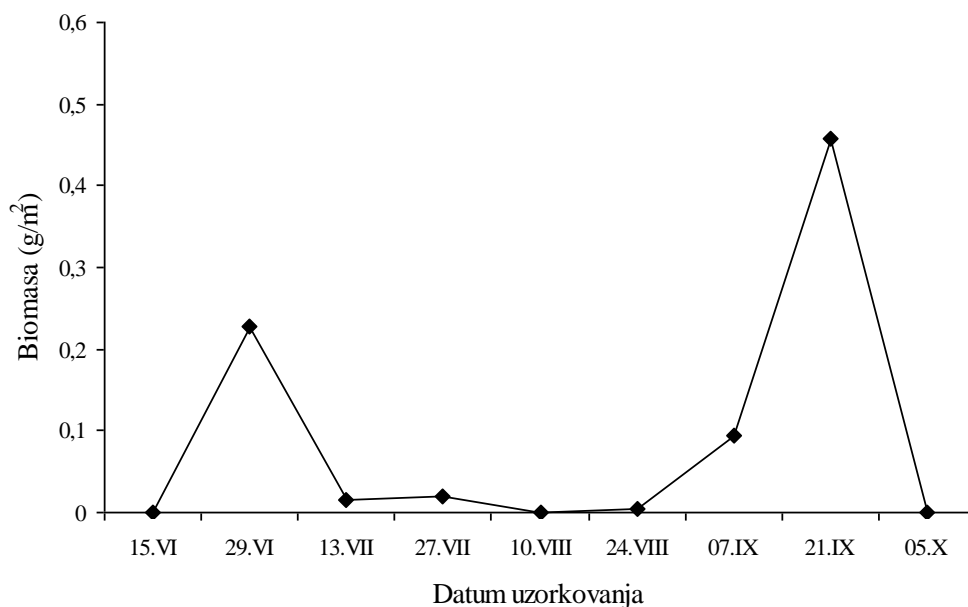
Grafik 95. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 10



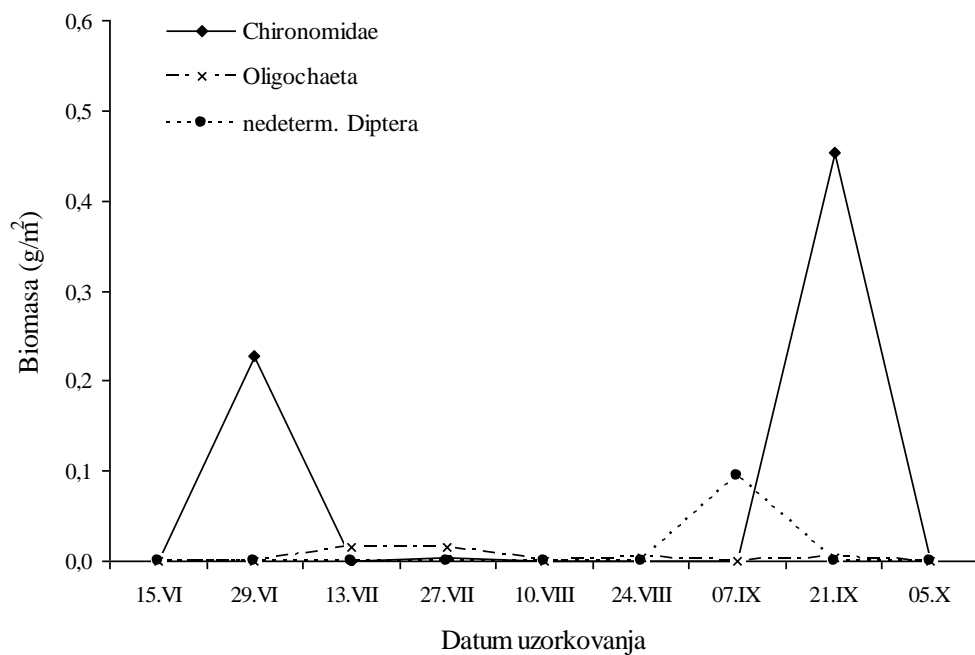
Grafik 96. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 10

Biomasa organizama koji naseljavaju ribnjačku podlogu i predstavljaju prirodnu hranu šarana bila je niska u zimovniku 10 tokom čitavog eksperimenta. Ni u vreme

maksimuma biomasa faune dna nije prelazila $0,5 \text{ g/m}^2$ (Grafik 97). Povećane vrednosti krajem juna rezultat su pojave većeg broja sitnijih jedinki iz familije Chironomidae, dok je drugi maksimum biomase 21. septembra bio posledica pojave manjeg broja krupnih jedinki ove familije (Grafik 98).



Grafik 97. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 10



Grafik 98. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 10

4.4.2. *Dinamika brojnosti i biomase organizama faune dna u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane*

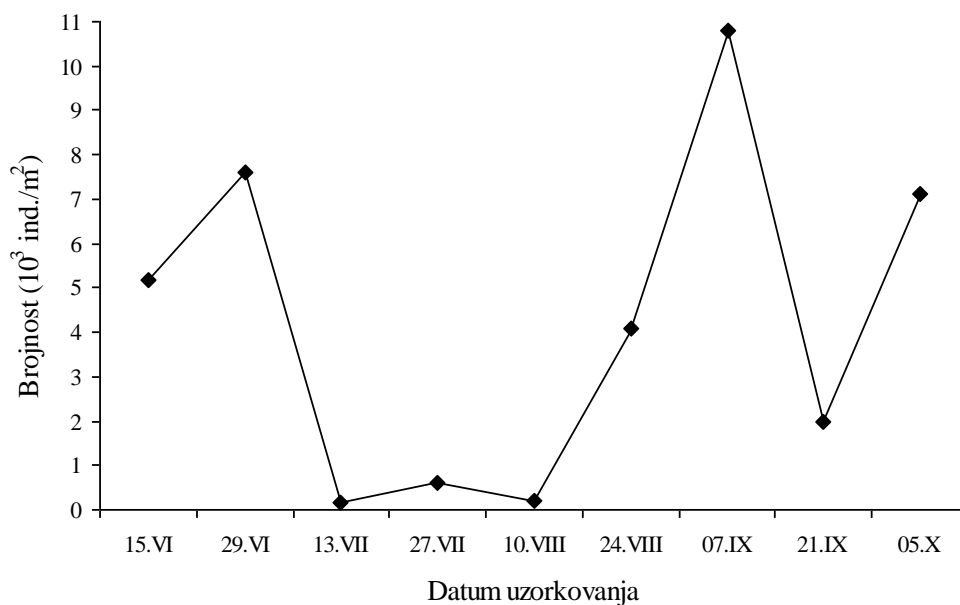
Zajednica dna zimovnika sa dodatkom peletirane riblje hrane je u kvantitativnom pogledu jako varirala tokom sezone, ali za razliku od druge dve grupe maksimalna brojnost organizama na kraju eksperimenta uglavnom nije padala ispod hiljadu ind./m² (Tabela 25). Larve iz familije Chironomidae su bile najbrojnije u periodu jun - jul, s tim da se u sva tri jezera pojavljuje i drugi, niži, maksimum njihove abundance u septembru, odnosno u oktobru. Za razliku od njih, organizmi iz grupe Oligochaeta su najveću abundancu imali uglavnom u septembru, ali su pre toga takođe bili brojni u prva dva meseca realizacije eksperimenta.

Ako se pogleda biomasa makrozoobentosa u ovim zimovnicima može se konstatovati pojava najmanje dva maksimuma, s tim da se prvi javlja krajem juna i tokom jula, dok se drugi pojavljuje kasnije u septembru i oktobru (Tabela 26). Ovo je rezultat pojava krupnih larvi iz familije Chironomidae koje su u ovim zimovnicima bile česte ne samo u prvim mesecima proizvodne sezone, već i na njenom kraju.

Ako analiziramo naselja organizama dna pojedinačno po zimovnicima, zapazićemo da se poput zimovnika sa dodatkom žitarica i u grupi zimovnika sa dodatkom peletirane hrane jedno jezero (zimovnik 5) izdvaja po kvantitativno bogatijoj bentosnoj zajednici (Tabele 25. i 26).

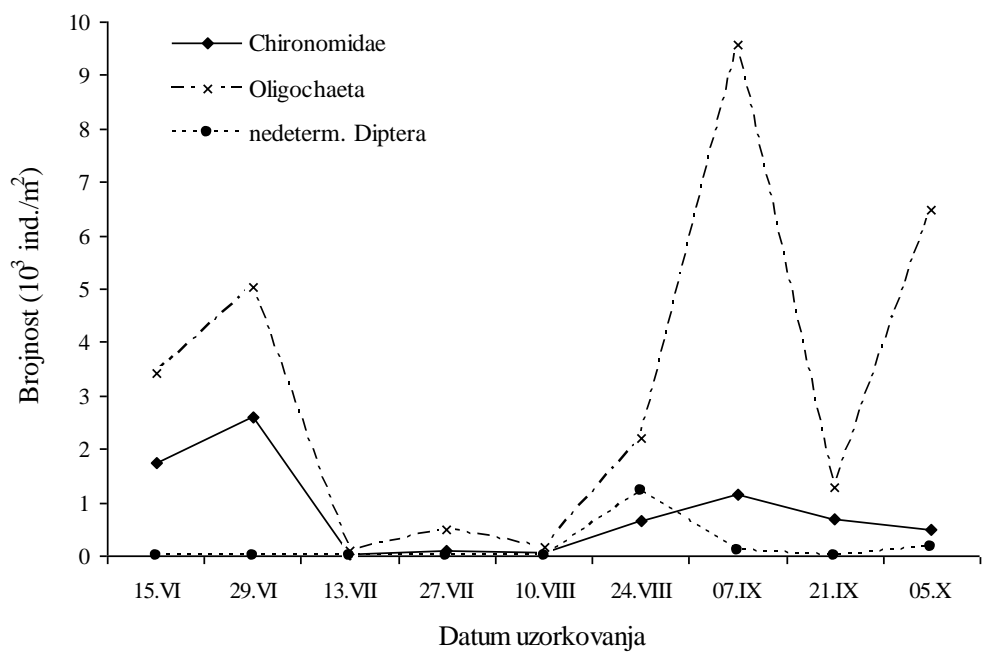
Zimovnik 5

U ovom jezeru je fauna bentosnih beskičmenjaka bila dobro razvijena, ali je tokom sezone njihova brojnost i biomasa izraženo varirala (Grafici 99. i 101). Najveća abundanca makrozoobentosa zabeležena je 7. septembra kada je konstatovano preko 10 hiljada ind./m², ali su pored toga visoke vrednosti (>5 000 ind./m²) zabeležene u junu i oktobru (Grafik 99). U svim uzorcima dominirale su jedinke iz grupe Oligochaeta, pa su pomenuti maksimumi bili pretežno rezultat njihove masovne pojave (Grafik 100). Larve iz familije Chironomidae su bile najbrojnije na početku sezone s tim da je u ovom jezeru tokom septembra konstatovan drugi maksimum njihove brojnosti sa preko 1 000 ind./m².

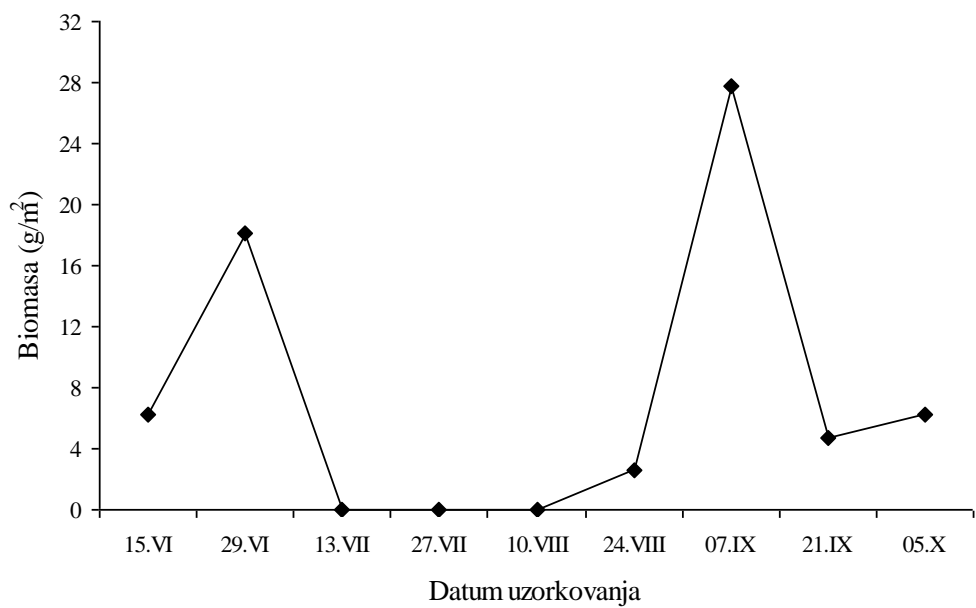


Grafik 99. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 5

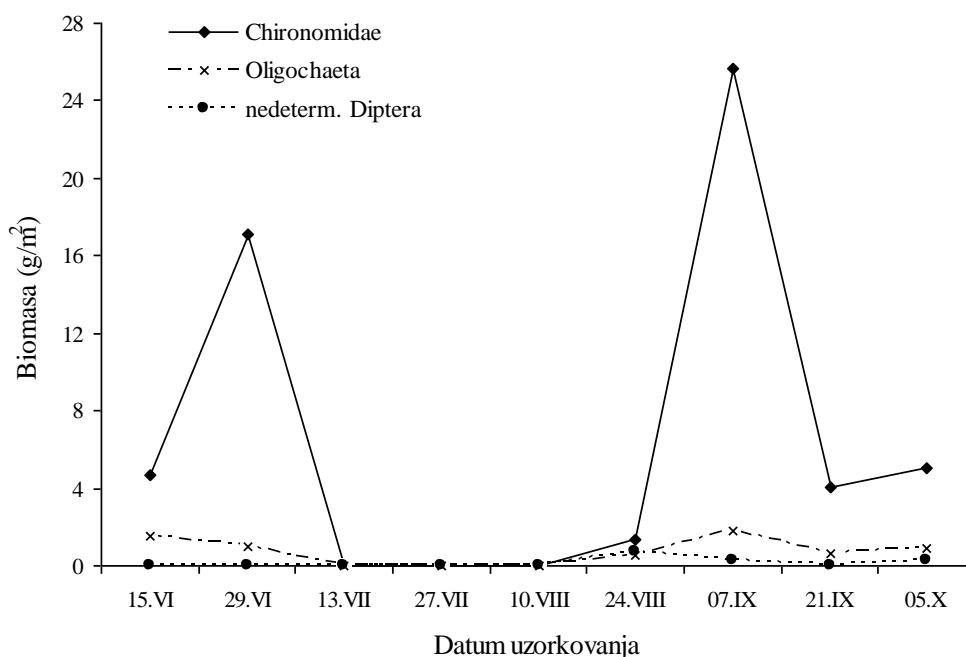
U zimovniku 5 zabeležena su dva naglašena maksimuma biomase bentosnih invertebrata, prvi 29. juna ($18,1 \text{ g/m}^2$) i drugi, po vrednosti veći, 7. septembra ($27,7 \text{ g/m}^2$) (Grafik 101). Iako se pomenuti maksimumi podudaraju sa ekstremnim vrednostima abundance makrozoobentosa u ovom jezeru preovlađujući udeo u ukupnoj biomasi faune dna imale su Chironomidae (Grafik 102), umesto tada daleko brojnije grupe Oligochaeta (Grafik 100). Organizmi iz grupe Oligochaeta imali su nekoliko puta manju biomasu od pomenutih larvi insekata, ali su te vrednosti u vreme njihovog masovnog pojavljivanja prelazile 1 g/m^2 .



Grafik 100. Dinamika abundance grupa makrozoobentosa u zimovniku 5



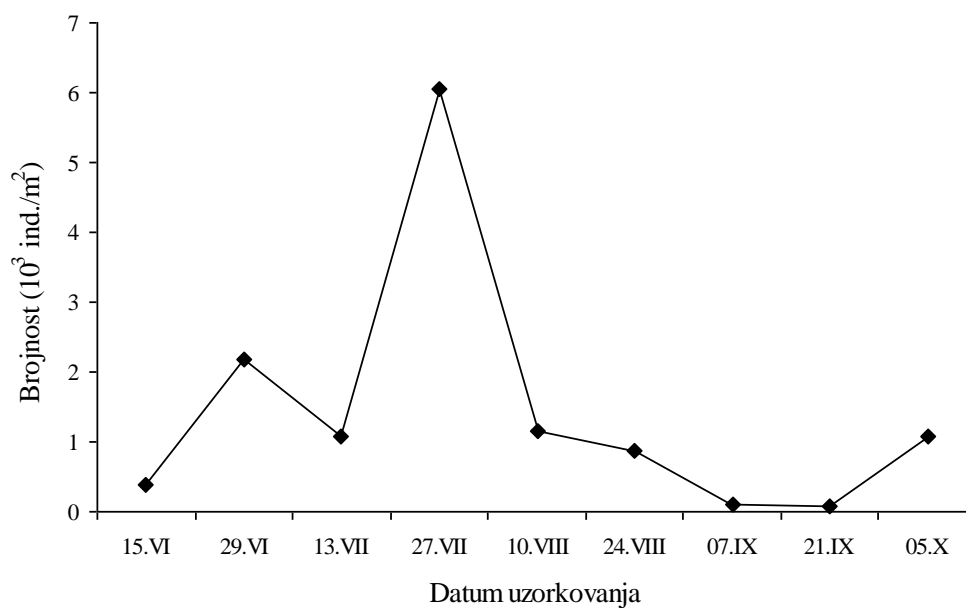
Grafik 101. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 5



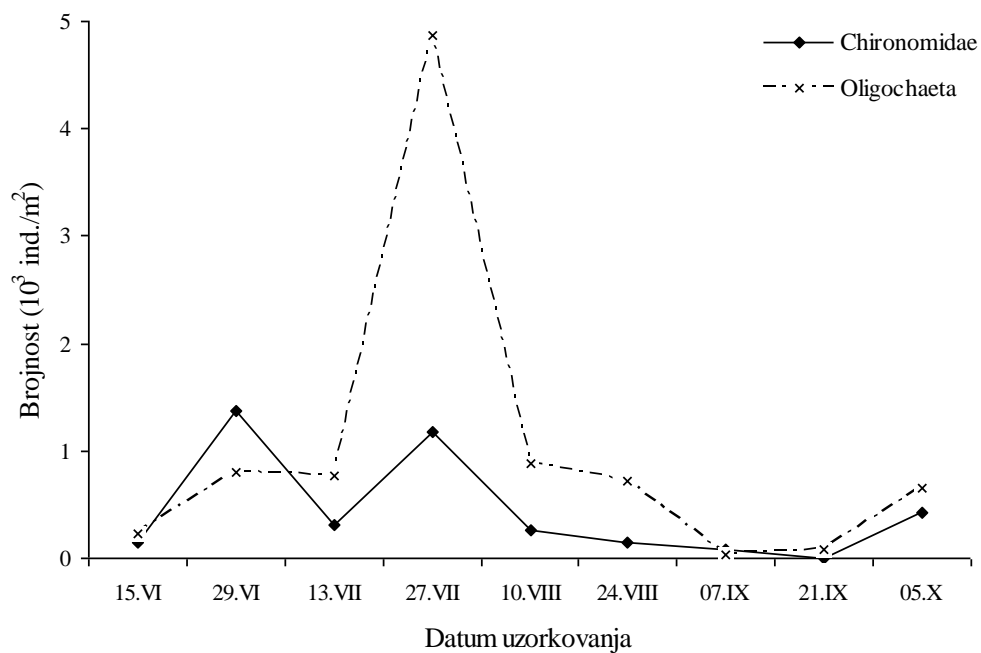
Grafik 102. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 5

Zimovnik 8

Ukupna abundanca organizama faune dna u zimovniku 8 varirala je u rasponu od 95 ind./m² koliko je zabeleženo u septembru do najviše 6 000 ind./m² što je maksimum konstatovan 27. jula (Grafik 103). U ovom jezeru najčešće su nalažene jedinice iz grupe Oligochaeta, pa se sezonska dinamika njihove abundance podudara sa dinamikom ukupne brojnosti faune dna (Grafik 104). U vreme maksimuma, brojnost ovih organizama je iznosila blizu 4 900 ind./m². Larve iz familije Chironomidae su kao u drugim jezerima bile najbrojnije u periodu jun - jul kada je u pojedinim uzorcima zabeleženo više od 1 000 ind./m². Pravi jesenji maksimum abundance ovih insekatskih larvi nije zabeležen, ali je u oktobru konstatovan porast njihove brojnosti i pojava krupnijih larvi.

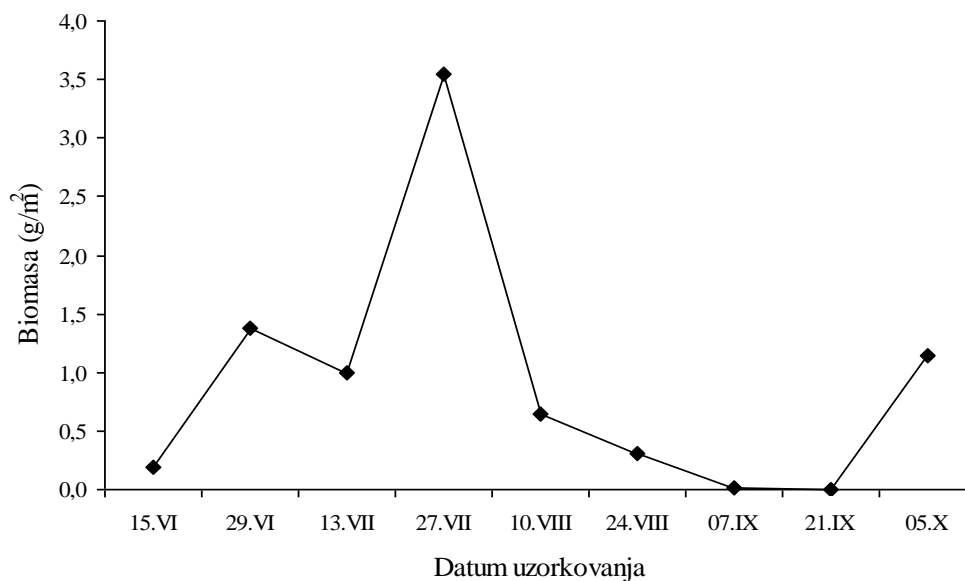


Grafik 103. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 8

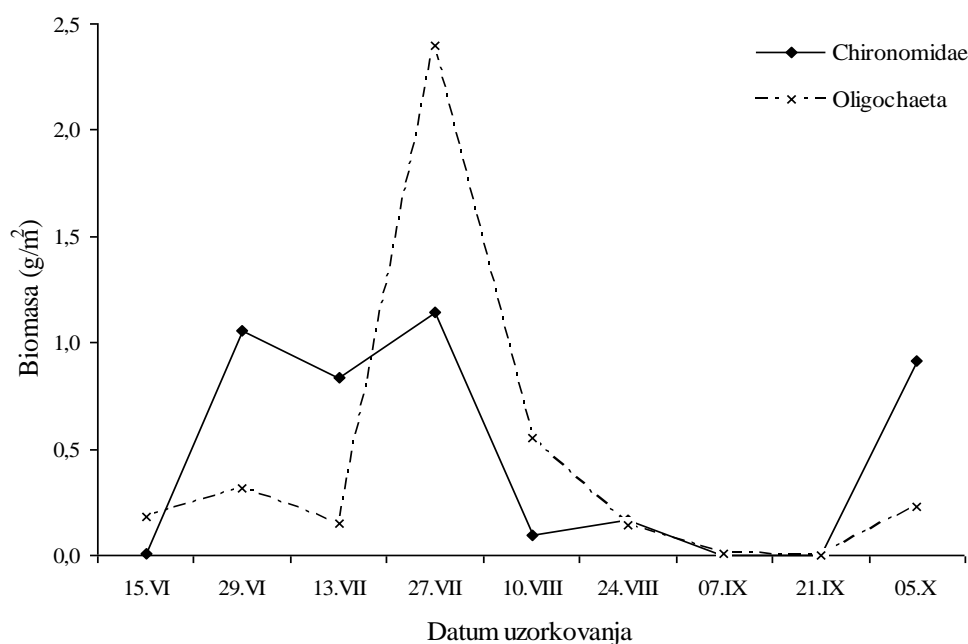


Grafik 104. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 8

U zimovniku 8 su tokom eksperimenta zabeležena tri maksimuma vrednosti biomase makrozoobentosa veća od 1 g/m² (Grafik 105). Najveća ukupna biomasa faune dna utvrđena je 27. jula (3,5 g/m²) kada su u ribnjačkoj podlozi preovlađivale jedinke iz grupe Oligochaeta (Grafik 106). U drugim uzorcima uglavnom su veću biomasu imale Chironomidae, naročito u periodu jun - jul i u oktobru kada je zabeležen slabo izražen jesenji maksimum biomase ovih organizama.



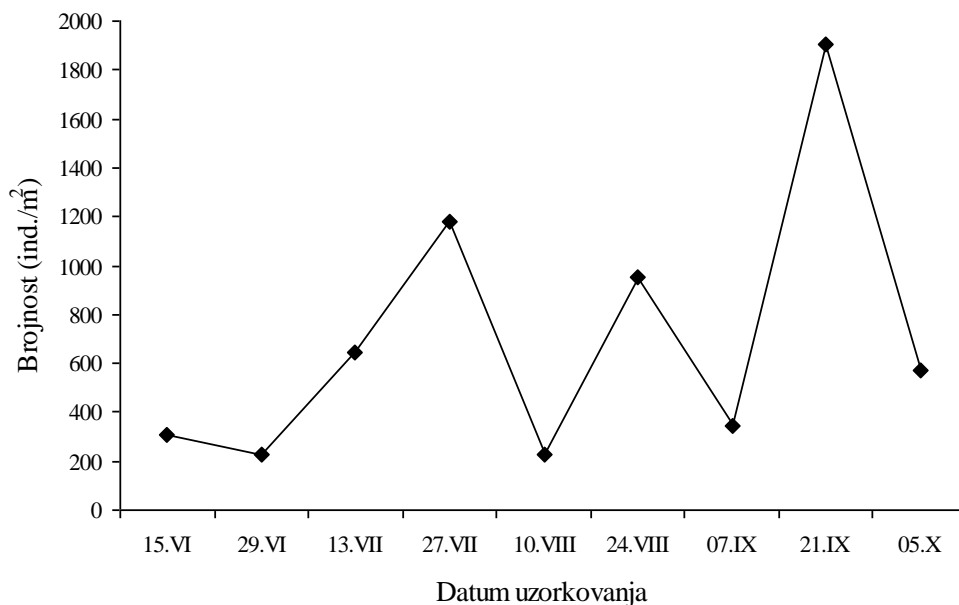
Grafik 105. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 8



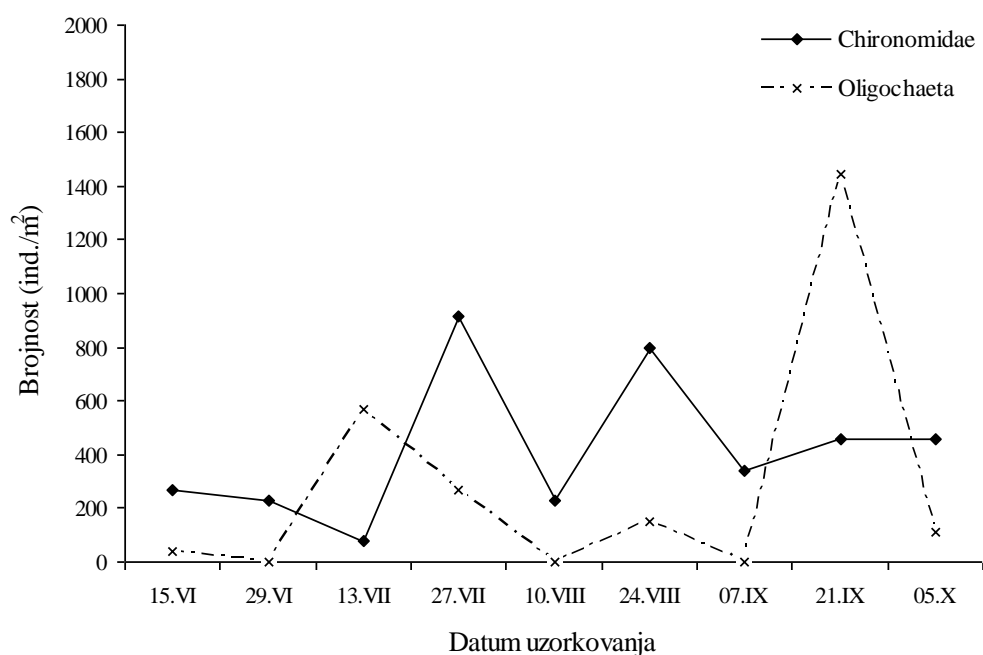
Grafik 106. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 8

Zimovnik 11

Dinamika brojnosti bentosnih organizama u posljednjem zimovniku sa peletiranom dodatnom hranom pokazivala je jako izražen oscilirajući karakter tokom sezone uzgoja od juna do oktobra 2009. godine (Grafik 107). Fauna dna je u kvantitativnom pogledu bila najsiromašnija na početku eksperimenta, u junu, kada je zabeleženo manje od 400 ind./m². Tokom jula brojnost makrozoobentosa je bila u porastu, pa je prvi maksimum konstatovan 27. jula (1 180 ind./m²). U nastavku sezone zajednica dna je promenjiva. Najviše organizama u jednom uzorku zabeleženo je 21. septembra (1 900 ind./m²). Prvi maksimum abundance makrozoobentosa dogodio se kao rezultat masovne pojave larvi dvokrilaca iz familije Chironomidae koje su, osim u uzorcima 13. jula i 21. septembra, bile najbrojnija grupa faune dna (Grafik 108). Njih po dominantnosti u pomenutim uzorcima smenjuju Oligochaeta koje dostižu abundancu od blizu 1 500 ind./m² dovodeći do pojave gore pomenutog maksimuma brojnosti faune dna krajem leta u ovom jezeru.

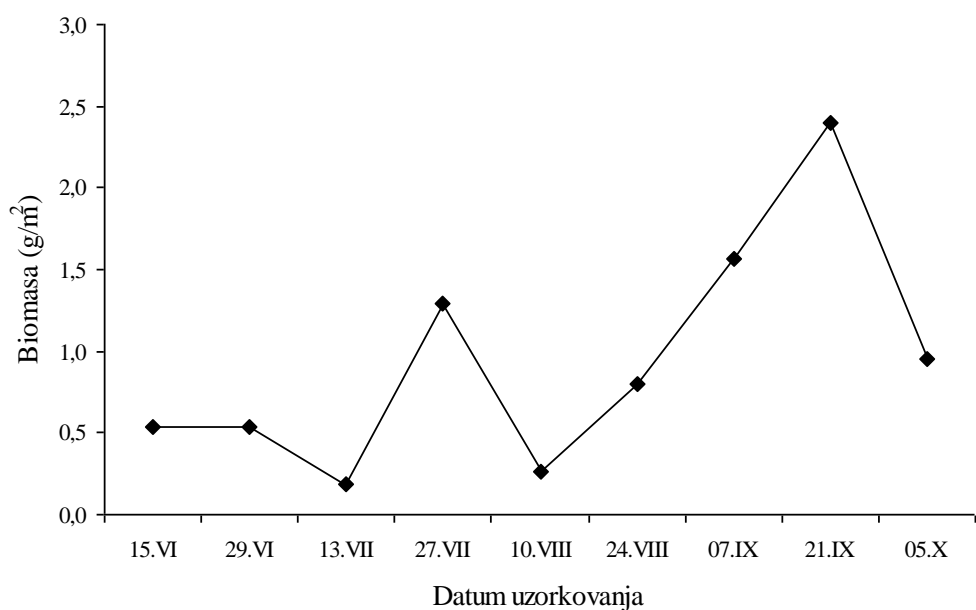


Grafik 107. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 11

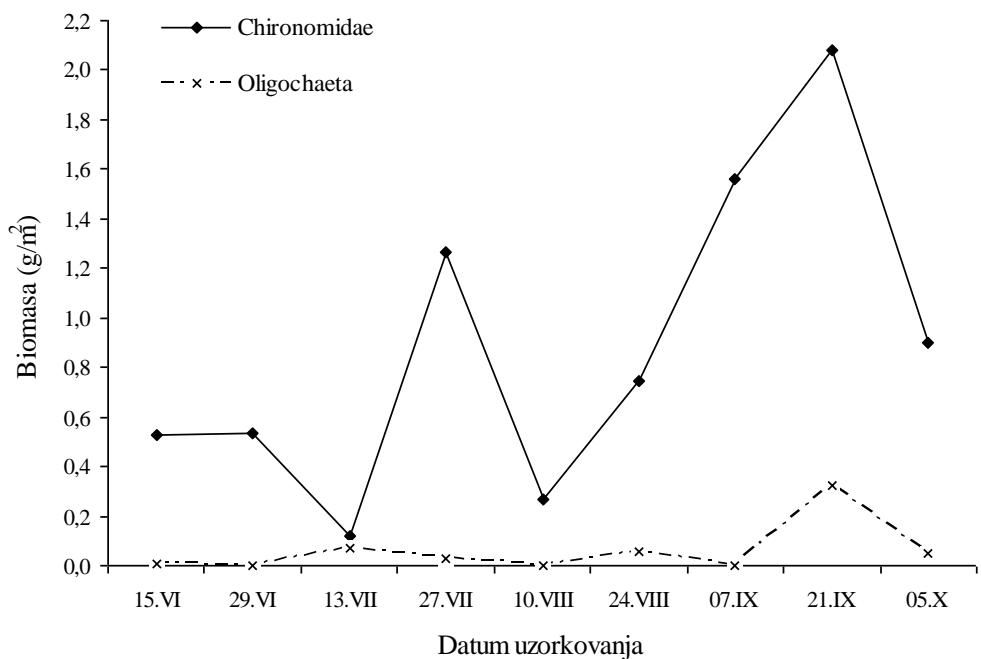


Grafik 108. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 11

Biomasa beskičmenjaka koji naseljavaju ribnjačko dno u jezeru 11 je u odnosu na druga dva zimovnika u kojima je korišćena peletirana hrana bila najniža, što se vidi po tome što su najviše vrednosti zabeležene 21. septembra bile manje od $2,5 \text{ g/m}^2$ (Grafik 109). Biomasa jedinki familije Chironomidae u potpunosti je diktirala biomasu čitave zajednice bentosnih invertebrata, pa je tako pojava krupnijih jedinki ove grupe dovela do rasta biomase od 10. avgusta do kraja septembra (Grafik 110). Za razliku od larvi Chironomidae čija se biomasa u vreme maksimuma kretala od $1,2$ do $2,1 \text{ g/m}^2$, biomasa Oligochaeta u ovom jezeru nije prelazila $0,4 \text{ g/m}^2$.



Grafik 109. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 11



Grafik 110. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 11

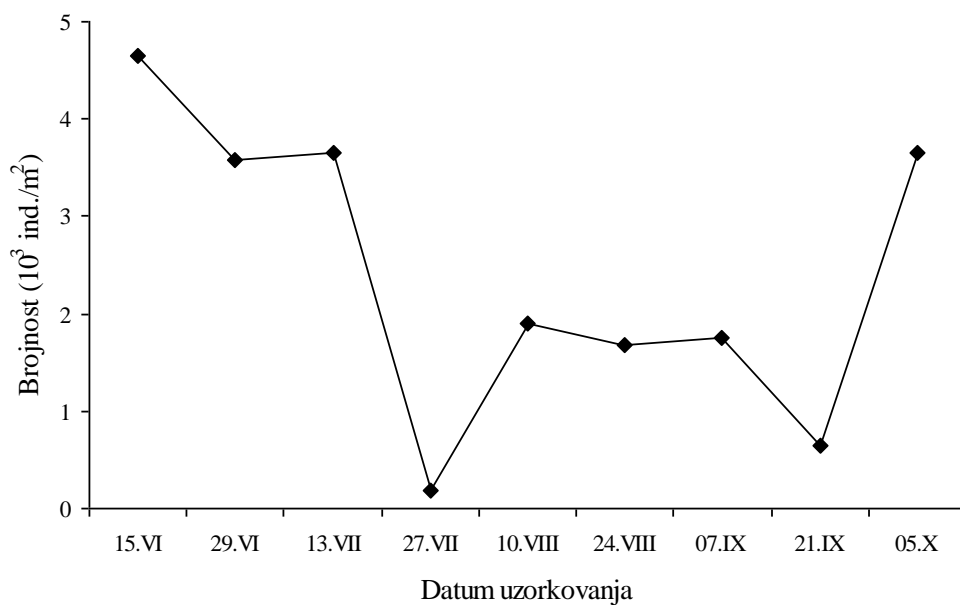
4.4.3. *Dinamika brojnosti i biomase organizama faune dna u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane*

Bez obzira što je šaran u zimovnicima 6, 9 i 12 hranjen istom dodatnom hranom, zajednice bentosnih beskičmenjaka su u kvantitativnom pogledu u njima dosta odstupale. Nekoliko puta veća abundanca ovih organizama zabeležena je u zimovniku 6 u odnosu na druga dva jezera (Tabela 25). Takođe, u tom jezeru nije došlo do iscrpljivanja faune dna, pa se do kraja sezone konstatuju jesenji maksimumi brojnosti larvi iz familije Chironomidae i jedinki iz grupe Oligochaeta.

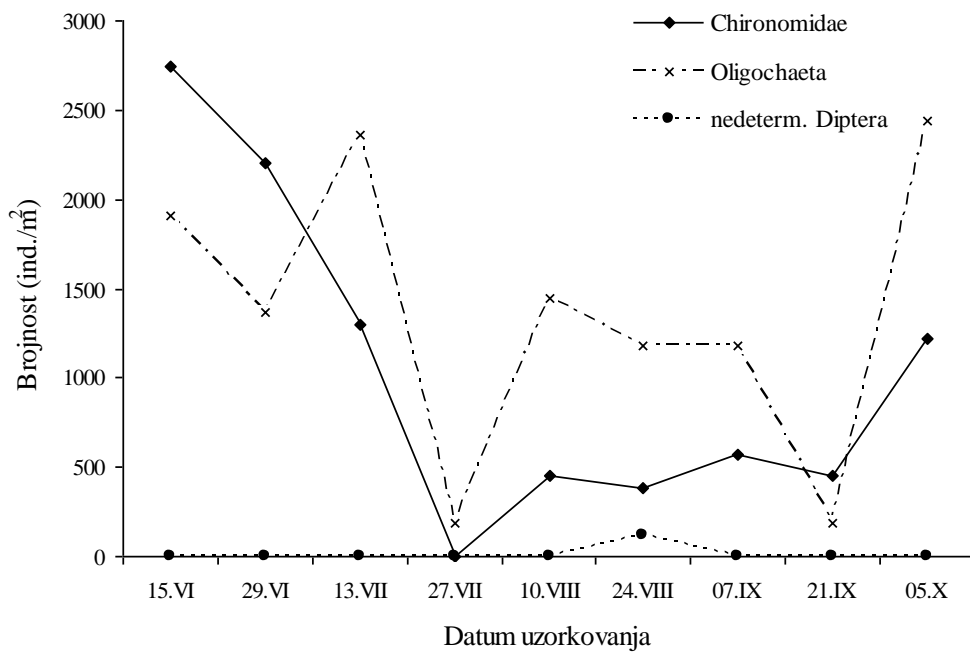
Ova neujednačenost u razvoju makrozoobentosa još je očiglednija kada se pogledaju vrednosti biomase ovih organizama u tri zimovnika u kojima je korišćena ekstrudirana hrana (Tabela 26). U jezerima sa oskudnom faunom bentosnih beskičmenjaka krupnije larve insekata su retko nalažene, pa ukupna biomasa nije prelazila $0,5 \text{ g/m}^2$. S druge strane, u zimovniku 6 krupne Chironomidae su nalažene u izobilju ne samo na početku, već skoro tokom čitave sezone, što je dovelo do pojave nekoliko izraženih maksimuma biomase bentosnih beskičmenjaka u ovom jezeru.

Zimovnik 6

Fauna dna je u zimovniku 6 bila dobro razvijena zbog čega je bilo malo uzoraka u kojima su ovi organizmi retko nalaženi. Ukupna brojnost makrozoobentosa uglavnom je bila iznad $1\ 500 \text{ ind./m}^2$, a najveće vrednosti zabeležene su u junu, prvoj polovini jula i početkom oktobra ($> 3\ 500 \text{ ind./m}^2$) (Grafik 111). Početkom leta u bentosu su dominirale Chironomidae, ali je njihova brojnost postepeno opadala sve do kraja jula kada je nađeno najmanje jedinki u ovom jezeru u toku čitave sezone (Grafik 112). Međutim, posle minimuma, populacije ovih insekatskih larvi se postepeno obnavljaju nagoveštavajući drugi maksimum abundance u jesen. Od jula meseca u naselju dna preovlađuju organizmi iz grupe Oligochaeta koji polovinom meseca doživljavaju prvi maksimum brojnosti, a nakon izraženih oscilacija u periodu avgust - septembar i drugi maksimum, u oktobru.



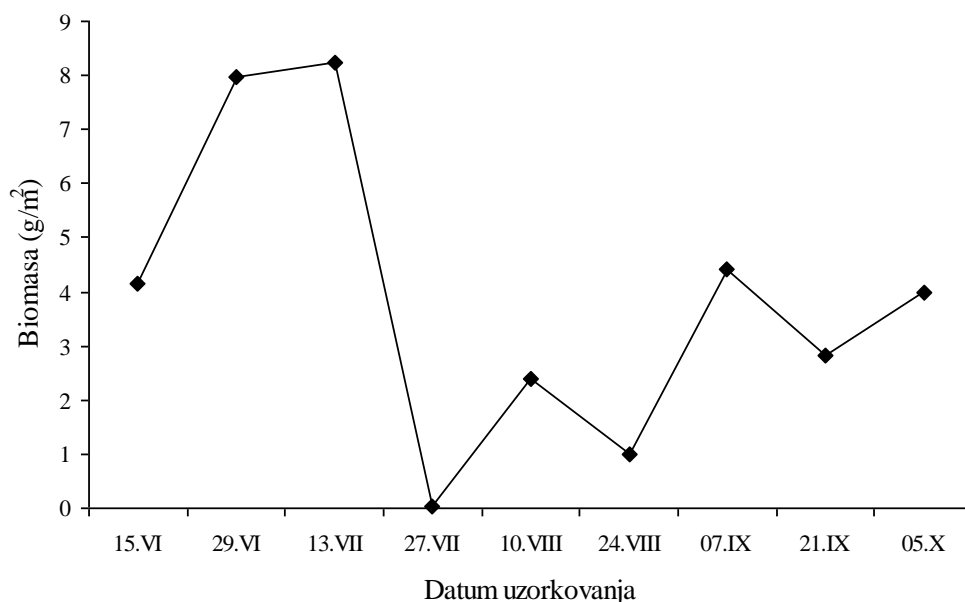
Grafik 111. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 6



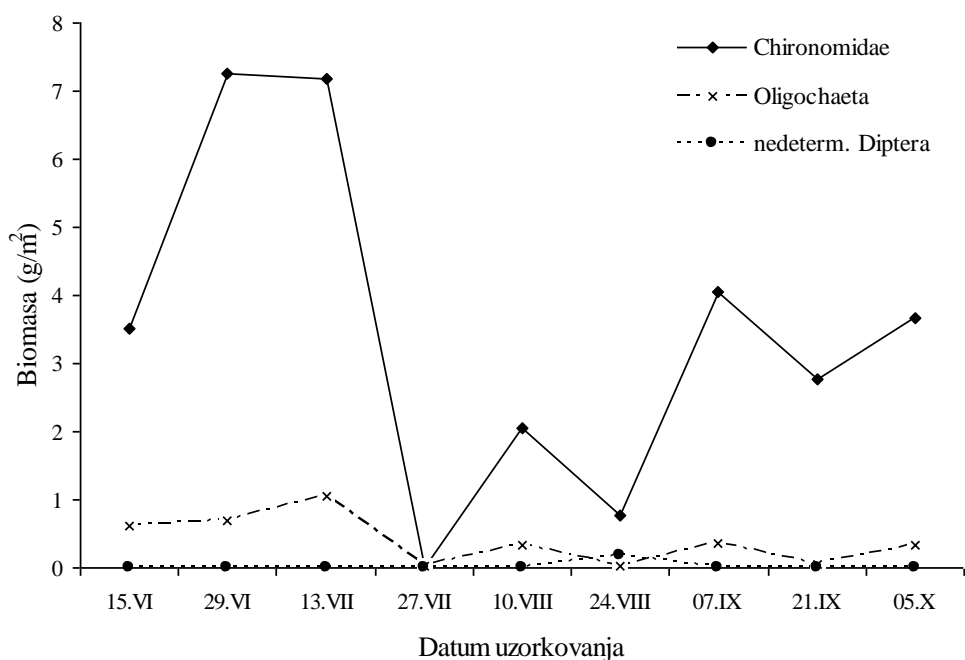
Grafik 112. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 6

Dinamika bentosne zajednice još je izraženija kada se posmatra kretanje ukupne biomase ovih beskičmenjaka tokom sezone ispitivanja (Grafik 113). Iako su vrednosti već na početku eksperimenta bile visoke, biomasa makrozoobentosa je dalje rasla i dostigla 8 g/m^2 krajem juna i početkom jula. Nakon toga, sa velikim padom abundance usledio je drastičan pad biomase ovih organizama, ali je u nastavku sezone biomasa postepeno rasla, pa su maksimalne vrednosti početkom septembra i oktobra iznosile oko 4 g/m^2 .

U biomasi makrozoobentosa u zimovniku 6 u potpunosti su dominirale Chironomidae, a masovna pojava krupnih jedinki uslovlila je pojavu pomenutih maksimuma biomase faune dna na početku i na kraju sezone (Grafik 114). Za razliku od larvi familije Chironomidae koje su zajedno težile više od 2 g/m^2 u većini uzoraka, najveća biomasa Oligochaeta zabeležena je 13. jula i iznosila je 1 g/m^2 . Jesenji maksimum biomase ovih organizama nije konstatovan u zimovniku 6.



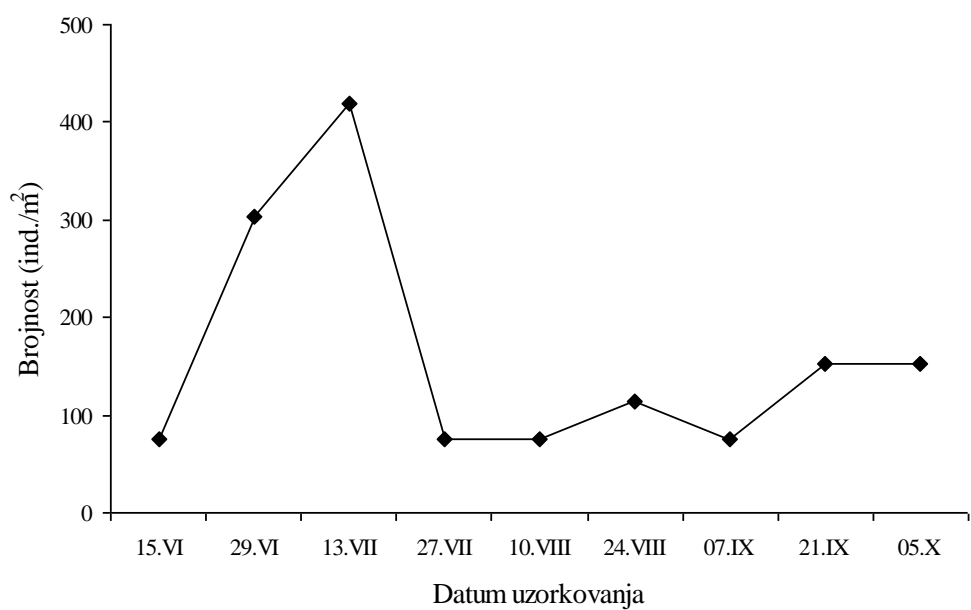
Grafik 113. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 6



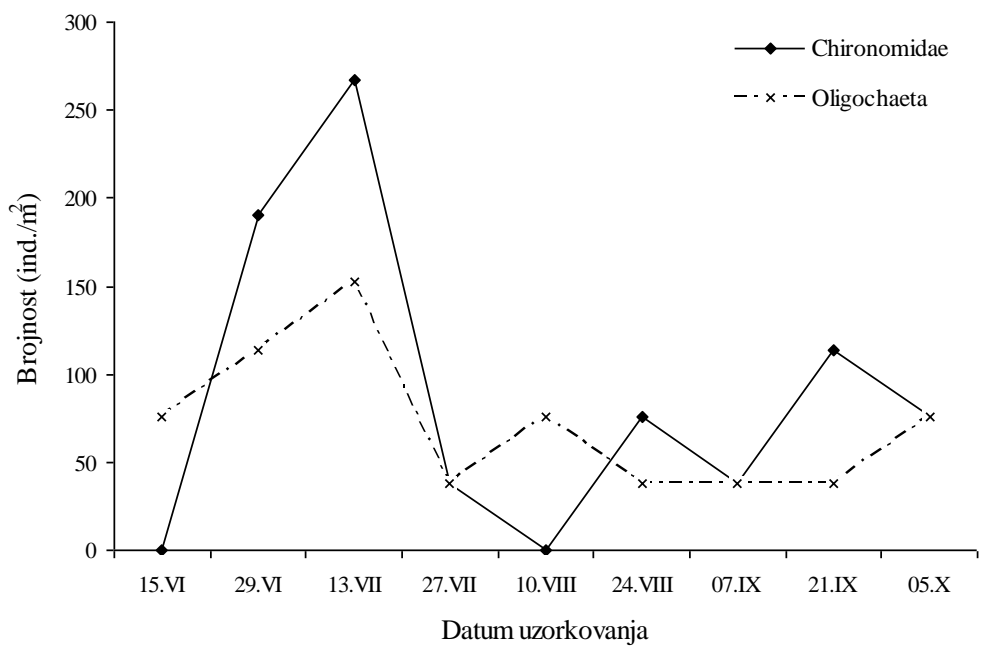
Grafik 114. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 6

Zimovnik 9

U odnosu na prethodni zimovnik u grupi sa ekstrudiranom dodatnom hranom, zimovnik 9 se odlikovao siromašnom zajednicom bentosnih beskičmenjaka od samog početka eksperimenta. O tome svedoči ukupna abundanca makrozoobentosa koja se kretala u rasponu od 76 ind./m² do 419 ind./m² (Grafik 115). Visoke maksimalne vrednosti abundance organizama faune dna nisu konstatovane čak ni sredinom jula, kada je utvrđeno najviše jedinki iz familije Chironomidae i grupe Oligochaeta u ovom jezeru (Grafik 116).

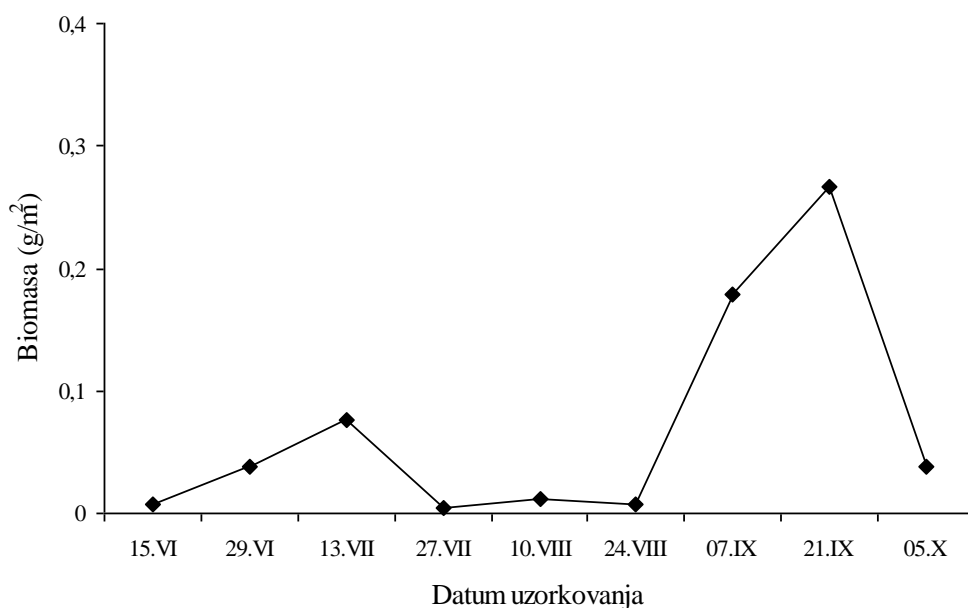


Grafik 115. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 9



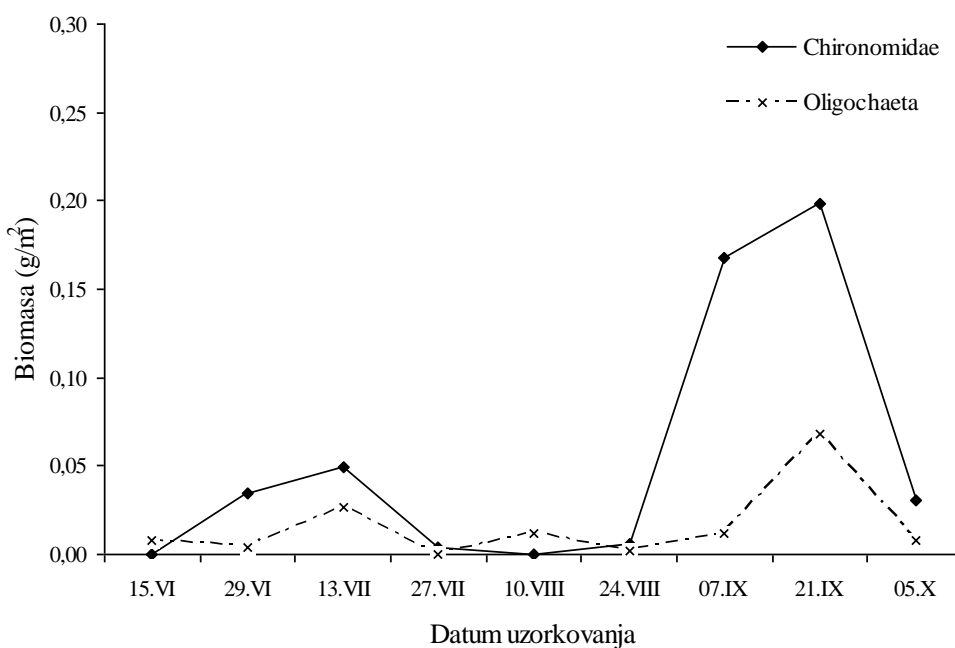
Grafik 116. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 9

Koliko je u ovom zimovniku prirodna hrana šarana u bentosu bila oskudna bolje se može videti na osnovu veličine i dinamike biomase ovih organizama (Grafik 117).



Grafik 117. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 9

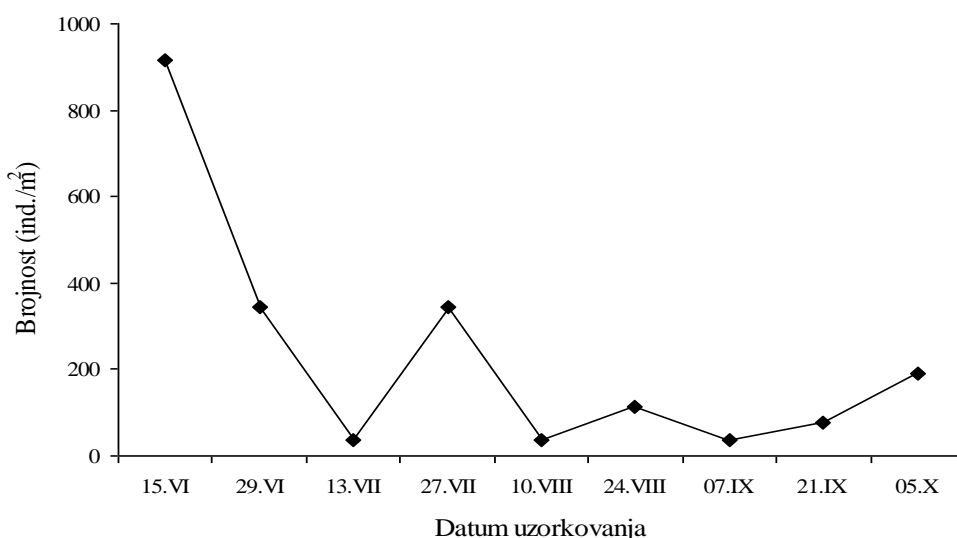
Praktično sve do septembra biomasa makrozoobentosa nije prelazila $0,1 \text{ g/m}^2$, a porast zabeležen na kraju sezone rezultat je povećanja biomase larvi familije Chironomidae sa maksimumom od svega $0,2 \text{ g/m}^2$ (Grafik 118). Iako su jedinice iz grupe Oligochaeta bile brojnije na početku eksperimenta, najveća biomasa ove grupe beskičmenjaka konstatovana je kasnije, 21. septembra.



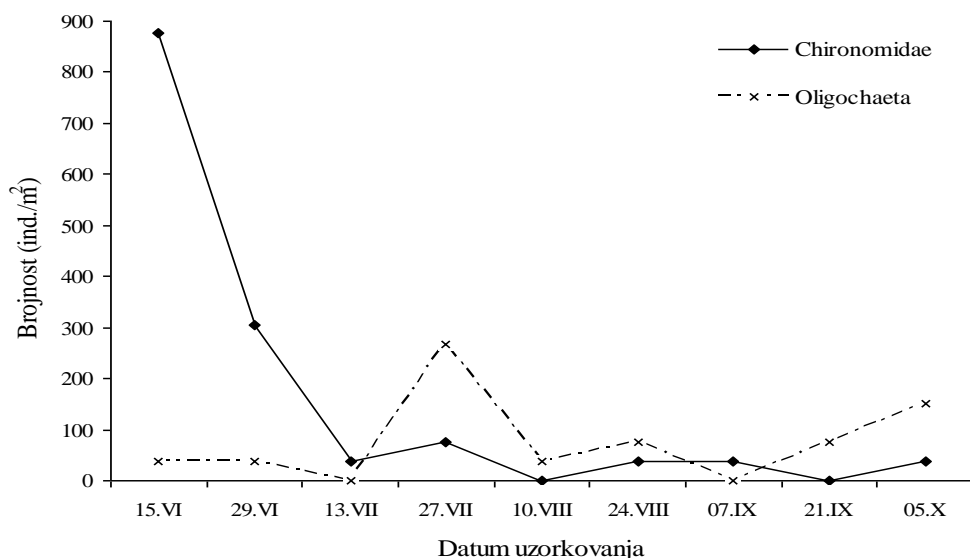
Grafik 118. Dinamika biomase pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 9

Zimovnik 12

Kada se pogleda čitava sezona uzgoja treći zimovnik u kome je korišćena ekstrudirana hrana naseljavao je mali broj bentosnih beskičmenjaka, a veća brojnost ovih organizama zabeležena je na početku eksperimenta, u junu (Grafik 119). U tom periodu u naselju dna sa više od 300 ind./m² preovlađivale su Chironomidae koje su u nastavku sezone retko nalažene u ovom jezeru (Grafik 120). Organizmi iz grupe Oligochaeta su bili najbrojniji 27. jula i na kraju eksperimenta, ali se ne može govoriti o pojavi jesenjeg maksimuma abundance ove grupe.

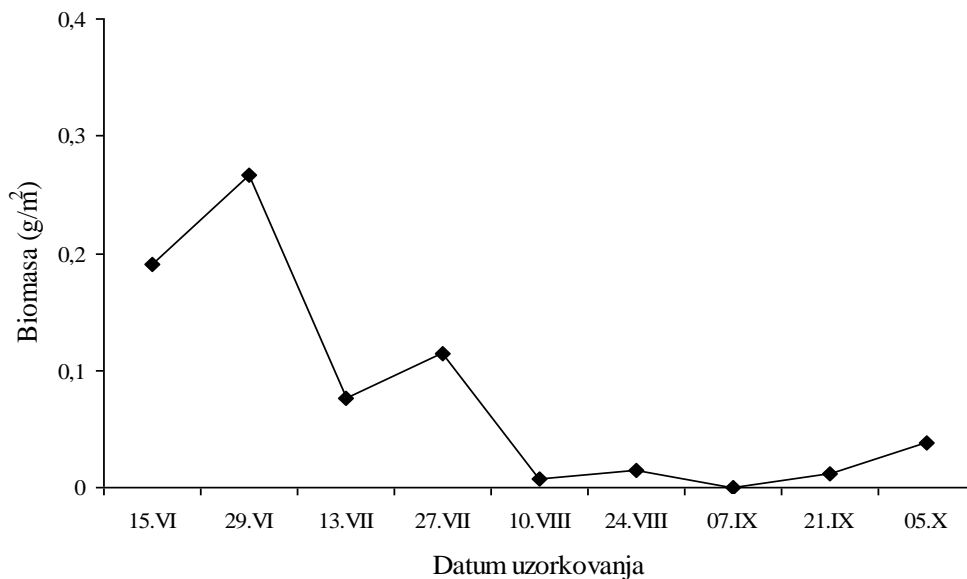


Grafik 119. Dinamika ukupne brojnosti organizama faune dna u zimovniku 12

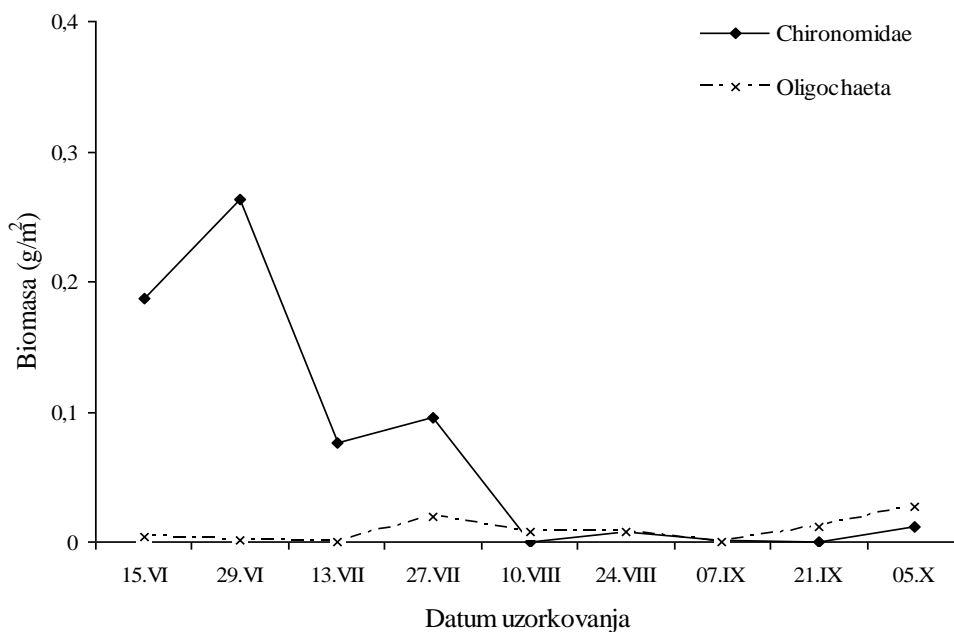


Grafik 120. Dinamika abundance pojedinačnih grupa makrozoobentosa u zimovniku 12

Vrednosti biomase faune dna u zimovniku 12 su bile niske i kretale su se od juna do oktobra u opsegu od 0,01 g/m² do 0,27 g/m² (Grafik 121). Poput abundance, biomasa makrozoobentosa je opadala tokom sezone, pa su najveće vrednosti konstatovane u junu (Grafik 121). Od analiziranih grupa samo su Chironomidae u zajednici bentosnih beskičmenjaka bile značajne po svojoj biomasi diktirajući sezonsku dinamiku biomase čitave zajednice (Grafik 122).



Grafik 121. Dinamika ukupne biomase makrozoobentosa u zimovniku 12



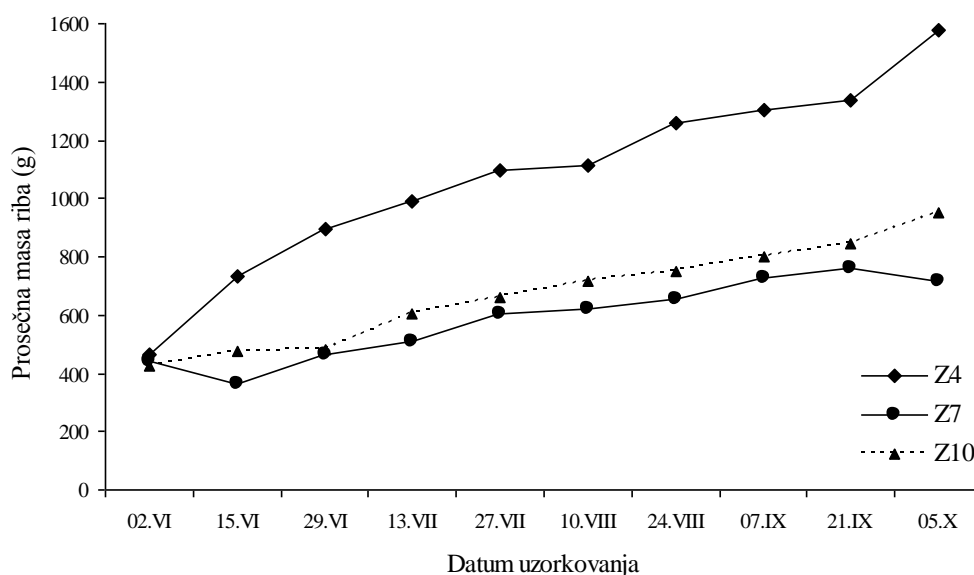
Grafik 122. Dinamika biomase grupa makrozoobentosa u zimovniku 12

4.5. Dinamika rasta riba

U devet zimovnika ribnjaka "Kapetanski rit" dve nedelje nakon nasađivanja jednogodišnje šaranske mlađi počelo se sa prihranom šarana, pa je u zavisnosti od tipa dodatne hrane riba tokom sezone različito napredovala. Međutim, velike razlike u prosečnoj individualnoj masi i dnevnoj stopi rasta šarana nalazimo u zimovnicima u kojima je korišćen isti tip dodatne hrane, što ukazuje na složenost predviđanja rasta u ribnjacima sa poluintenzivnom proizvodnjom šarana.

4.5.1. Dinamika rasta riba u zimovnicima sa žitaricama kao dodatnom hranom

Od prvog probnog izlova prosečna individualna masa šaranske mlađi pokazivala je trend rasta u sva tri zimovnika (Grafik 123). Naročito je riba dobro napredovala u zimovniku 4, pre svega zahvaljujući odličnom rastu u prvoj polovini juna, zbog čega je prilikom završnog izlova prosečna masa riba u ovom jezeru (1 579,7 g) bila skoro dvostruko veća u odnosu na druga dva zimovnika u grupi sa dodatkom žitarica, zimovnik 7 (715,3 g) i zimovnik 10 (953,5 g).



Grafik 123. Kretanje prosečne individualne mase šarana u zimovnicima sa dodatkom žitarica tokom trajanja eksperimenta

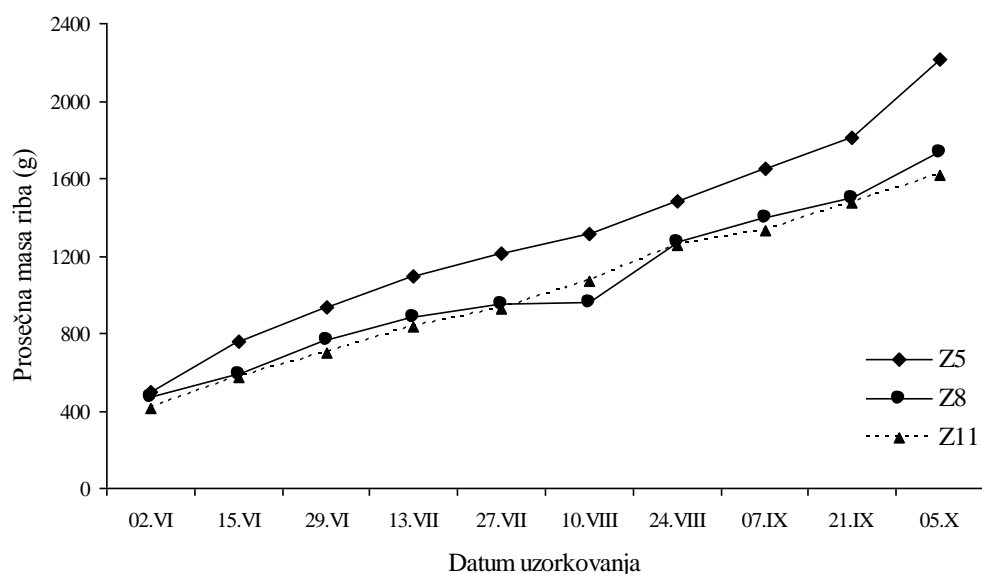
Razlike u rastu šarana između tri zimovnika još su očiglednije ako se pogledaju vrednosti specifične dnevne stope rasta riba računate za period između dva probna izlova (Tabela 27). U periodu jun - jul u sva tri zimovnika zabeležena je najveća stopa rasta riba, ali je u zimovniku 4 maksimum zabeležen sredinom juna bio daleko najizraženiji (3,27%). S druge strane, negativna stopa rasta konstatovana je u zimovniku 7 sredinom juna i početkom oktobra, dok je u proseku u jezerima 4 i 10 riba najsporije rasla u septembru.

Tabela 27. Procentualni dnevni prirast šarana (% telesne mase riba/dan) u jezerima sa dodatkom žitarica sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{X}) i medijane (Me) po datumima uzorkovanja

Jezero	Datum uzorkovanja									
	02.06.	15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Z4	2,70	3,27	1,43	0,76	0,71	0,10	0,88	0,26	0,19	1,19
Z7	2,08	-0,54	1,77	0,64	1,26	0,20	0,32	0,78	0,32	-0,44
Z10	2,04	0,79	0,14	0,70	1,51	0,58	0,37	0,47	0,36	0,62
\bar{X}	2,27	1,17	1,11	0,70	1,16	0,29	0,52	0,50	0,29	0,46
Me	2,08	0,79	1,43	0,70	1,26	0,20	0,37	0,47	0,32	0,62

4.5.2. Dinamika rasta riba u zimovnicima sa peletiranom dodatnom hranom

Među zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana tokom sezone nisu zabeležene tako velike razlike u prosečnoj individualnoj masi riba kao u prethodnoj grupi, ali se na kraju eksperimenta zimovnik 5 ipak izdvojio po većoj vrednosti (2 218,9 g) u odnosu na zimovnik 8 (1 730,8 g) i zimovnik 11 (1 617,3 g) (Grafik 124).



Grafik 124. Kretanje prosečne individualne mase šarana u zimovnicima sa peletiranom dodatnom hranom tokom trajanja eksperimenta

Ako se pogleda dinamika procentualnog dnevnog prirasta šarana tokom trajanja eksperimenta može se zapaziti da je riblja mlad u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane najbolje rasla u junu sa prosečnom stopom preko 2%, a da je najmanju prosečnu stopu rasta imala 10. avgusta (0,57%) (Tabela 28).

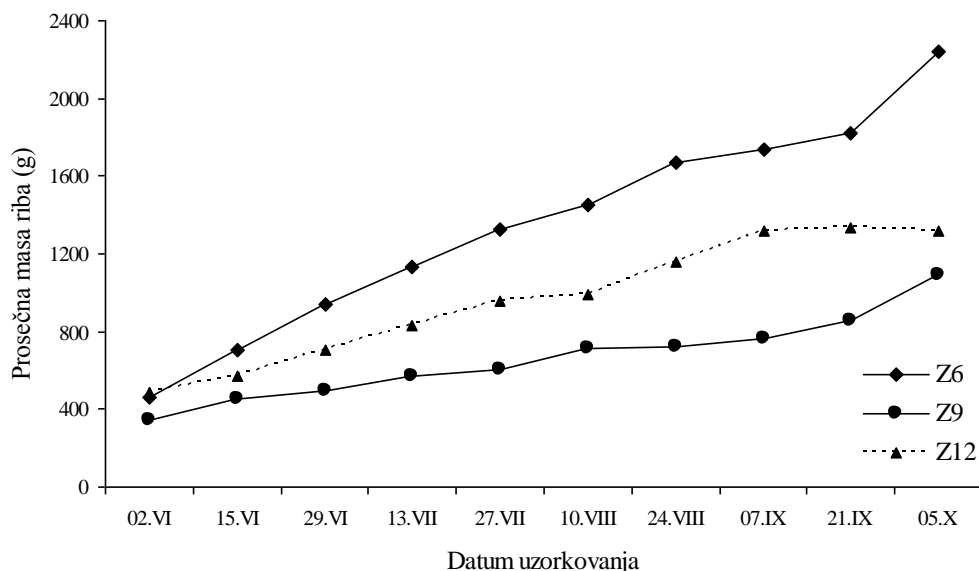
Tabela 28. Procentualni dnevni prirast šarana (% telesne mase riba/dan) u jezerima sa dodatkom peletirane hrane sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{X}) i medijane (Me) po datumima uzorkovanja

Jezero	Datum uzorkovanja									
	02.06.	15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Z5	2,66	2,96	1,51	1,14	0,69	0,57	0,89	0,75	1,16	0,97
Z8	2,50	1,62	1,86	1,03	0,57	0,04	2,01	0,70	0,49	1,02
Z11	2,09	2,23	1,47	1,27	0,76	1,02	1,12	0,41	0,73	0,68
\bar{X}	2,41	2,27	1,61	1,15	0,67	0,54	1,34	0,62	0,79	0,89
Me	2,50	2,23	1,51	1,14	0,69	0,57	1,12	0,70	0,73	0,97

4.5.3. Dinamika rasta riba u zimovnicima sa ekstrudiranom dodatnom hranom

Grupa zimovnika u kojima je korišćena ekstrudirana dodatna hrana delovala je veoma heterogeno kada se pogledaju vrednosti prosečne individualne mase šarana

tokom proizvodne sezone. Iako je u sva tri jezera zabeležen trend porasta ihtiomase, na kraju sezone finalna prosečna masa riba u zimovniku 6 iznosila je 2 243,3 g, što je više nego u zimovniku 9 (1 088,4 g) i zimovniku 12 (1 319,8 g) (Grafik 125).



Grafik 125. Kretanje prosečne individualne mase šarana u zimovnicima sa ekstrudiranom dodatnom hranom tokom trajanja eksperimenta

Slično kao u prethodne dve eksperimentalne grupe u zimovnicima u kojima je korišćena ekstrudirana hrana najveća stopa rasta ribe konstatovana je u prva dva meseca eksperimenta, izuzev u zimovniku 9 gde je riba ostvarila najbolji rast u prvaj polovini avgusta (Tabela 29). Inače ovaj zimovnik je poseban po tome što je riba u njemu slabo napredovala, a u jednom trenutku je stopa rasta bila negativna (27. jula). U druga dva jezera minimalna stopa rasta konstatovana je tokom septembra (zimovnik 6), odnosno krajem septembra i početkom oktobra (zimovnik 12).

Tabela 29. Procentualni dnevni prirast šarana (% telesne mase riba/dan) u jezerima sa dodatkom ekstrudirane hrane sa vrednostima aritmetičke sredine (\bar{X}) i medijane (Me) po datumima uzorkovanja

Jezero	Datum uzorkovanja									
	02.06.	15.06.	29.06.	13.07.	27.07.	10.08.	24.08.	07.09.	21.09.	05.10.
Z6	2,55	3,08	2,00	1,34	1,15	0,63	1,00	0,30	0,32	1,50
Z9	1,05	1,27	0,94	1,30	-0,03	1,63	0,24	0,44	0,52	0,76
Z12	2,64	1,20	1,50	1,17	0,97	0,24	1,15	0,90	0,09	-0,06
\bar{X}	2,08	1,85	1,48	1,27	0,70	0,83	0,80	0,55	0,31	0,73
Me	2,55	1,27	1,50	1,30	0,97	0,63	1,00	0,44	0,32	0,76

4.6. Analiza kovarijanse ispitivanih parametara

Planom eksperimenta predviđeno je ispitivanje uticaja tri tipa dodatne hrane za ishranu šarana (kombinacije žitarica, peletirane i ekstrudirane hrane) na fizičke, hemijske i biološke osobine ribnjačke vode. Pošto je sa stanovišta upravljanja proizvodnjom na toplovodnim ribnjacima značajan period sezone uzgoja (npr. produkcija prirodne hrane se razlikuje u prolećnim i letnjim mesecima) istraživanja su trajala od juna do oktobra kako bi se pored uticaja dodatne hrane mogao ispitati i uticaj meseca uzgoja na pomenute parametre. S obzirom da je eksperiment izveden u devet ribnjačkih objekata koji nisu identični po površini, sa statističkog aspekta pored dva faktora, "tip dodatne hrane" sa tri nivoa i "mesec" sa pet nivoa, u analizu je uključena i kovarijabla - površina jezera. Zbog toga je primenjena dvofaktorijalna analiza kovarijanse (ANCOVA). Analizom faktorijalnih modela u kojima je pored glavnih efekata ispitivana i interakcija faktora (dodatna hrana \times mesec) nije utvrđena statistička značajnost ove interakcije, pa su u daljoj analizi korišćeni modeli u kojima se testiraju samo glavni efekti faktora.

Pre nego što je primenjena analiza kovarijanse provereno je da li su podaci raspoređeni po modelu normalne distribucije i da li su homogene varijanse eksperimentalnih grupa za ispitivane parametre. Vrednosti koeficijenata varijacije, koji su korišćeni kao aproksimativni kriterijum za proveru pretpostavke o distribuiranosti podataka po modelu normalne raspodele, uglavnom su bile manje od 30% u grupi fizičkih i hemijskih parametara zajedno sa koncentracijom hlorofila *a* (Tabele 1-30. u prilogu), a veće od 30% u grupi bioloških promenljivih (Tabele 31-75. u prilogu). Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi grupa jezera u kojima je korišćen različit tip dodatne hrane pokazali su da je za većinu fizičkih, hemijskih i bioloških parametara bio ispunjen uslov za primenu parametarske metode, dok za grupe koje pripadaju različitim mesecima sezone uzgoja ovaj uslov uglavnom nije bio ispunjen (Tabele 76-78. u prilogu). U onim slučajevima u kojima gore pomenuti uslovi nisu ispunjeni izvršena je transformacija podataka u cilju njihove homogenizacije (Tabele 30. i 31).

Tabela 30. Primenjene matematičke transformacije podataka za fizičke i hemijske osobine vode

Parametar	Transformacija
Temperatura	-
Providnost	$\log(x+1)$
Tvrdoća	-
Provodljivost	-
pH	-
Utrošak KMnO_4	-
Rastvoreni kiseonik	\sqrt{x}
Amonijačni azot	$\sqrt{\log(x+1)}$
Rastvoreni reaktivni fosfor	$\sqrt[4]{\log(x+1)}$
Hlorofil <i>a</i>	$\sqrt[3]{x}$

Tabela 31. Primenjene matematičke transformacije podataka za abundancu različitih planktonskih grupa, faune dna i rast šarana

Parametar	Transformacija
Chlorophyta	$\sqrt[4]{x}$
Bacillariophyta	$\sqrt{\log(x+1)}$
Cyanobacteria	$\sqrt[4]{x}$
Euglenophyta	$\sqrt{\log(x)}$
Rotatoria	$\sqrt{\log(x)}$
Cladocera	$\sqrt{\log(x+4)}$
Copepoda	$\sqrt{\log(x)}$
Fauna dna	$\sqrt{\log(x)}$
% dnevni prirast šarana	$\sqrt[3]{x}$
Prosečna ind. masa šarana	\sqrt{x}

4.6.1. Rezultati analize kovarijanse za fizičke i hemijske osobine vode i sadržaj hlorofila *a*

U tabeli 32. su prikazani rezultati analiza kovarijanse za devet ispitivanih fizičkih i hemijskih parametara kvaliteta vode i koncentraciju hlorofila *a*. Rezultati svih analiza su bili statistički značajni, izuzev za ortofosfate, a ispitivani faktori i kovarijabla su objasnili 99% promene u temperaturi vode ($r^2= 0,99$) i 32-93% promena u drugim analiziranim parametrima. Vrednost koeficijenta determinacije modela (r^2) može da ukaže na postojanje drugih značajnih izvora varijabilnosti koji nisu obuhvaćeni modelom, kao što je slučaj sa pH vrednošću vode gde su tip dodatne hrane, mesec sezone uzgoja i površina jezera učestvovali u objašnjenju svega 32% promena u vrednostima ovog parametra.

Kovarijabla, površina jezera, je imala statistički značajan uticaj na vrednosti tvrdoće i elektroprovodljivosti vode, pa se može konstatovati da je količina rastvorenih mineralnih materija u vodi, uključujući kalcijum i magnezijum, bila veća u manjim jezerima. Druge fizičke i hemijske osobine vode nisu se značajno menjale u zavisnosti od površine jezera.

Iz tabele 32. se može videti da je na kvalitet vode u oglednim ribnjacima više uticao mesec uzorkovanja nego tip dodatne hrane. Prosečne vrednosti većine fizičkih i hemijskih osobina vode su statistički vrlo značajno varirale u zavisnosti od meseca sezone uzgoja, izuzev pH na koji je uticaj sezone bio slabije, ali ipak statistički značajno izražen i ortofosfata na koji ni jedan od faktora nije imao značajnijeg uticaja. Daljim pojedinačnim poređenjem po dva mesečna proseka za svaki ispitivani parametar primenom Tukey-evog testa dobijeni su rezultati koji ukazuju na različite obrasce sezonskog variranja fizičkih i hemijskih osobina vode (Tabela 80. u prilogu).

Temperatura vode je bila u optimalnim granicama za uzgoj šarana, izuzev u oktobru kada je zbog zahlađenja temperatura vode pala na 17,5 °C što je statistički vrlo značajno niža prosečna vrednost u odnosu na sve prethodne mesece ispitivanja. Takođe, temperatura vode u septembru je bila statistički vrlo značajno niža u odnosu na vrednosti temperature vode u junu, julu i avgustu [Tabela 80. a) u prilogu i tabela 32]. Providnost vode se kretala od 30,6 cm (jun) do 16,7 cm (oktobar), s tim da je prosečna vrednosti ovog parametra u junu bila statistički značajno veća u odnosu na prosečne vrednosti konstatovane u julu, septembru i oktobru [Tabela 80. b) u prilogu i tabela

32]. Voda je u ribnjacima u proseku bila tvrda sa najmanjom izmerenom koncentracijom soli Ca i Mg (izraženim kao °dH) u avgustu (10,1 °dH) i veoma tvrdom vodom u poslednjem mesecu eksperimenta (18,8 °dH). Statistički značajne razlike nisu utvrđene samo između prosečnih vrednosti tvrdoće vode u junu, julu i septembru [Tabela 80. c) u prilogu i tabela 32]. Slična sezonska dinamika konstatovana je za elektroprovodljivost vode sa najnižim prosečnim vrednostima u avgustu (531 µS/cm) i najvećim u oktobru (950 µS/cm), uz napomenu da su se svi meseci sezone ispitivanja međusobno statistički vrlo značajno razlikovali prema prosečnim vrednostima elektroprovodljivosti [Tabela 80. d) u prilogu i tabela 32]. Tokom sezone uzgoja šarana pH vrednost vode se nije statistički značajno menjala (Tabela 32). Količina organske materije izražena utroškom kalijum-permanganata je u proseku bila najniža u avgust (50,0 mg/l), a najviša u oktobru (109,6 mg/l). Slično kao u slučaju elektroprovodljivosti, svi meseci eksperimenta su se međusobno statistički vrlo značajno razlikovali prema prosečnim vrednostima utroška kalijum-permanganata, izuzev jula i septembra [Tabela 80. f) u prilogu i tabela 32]. U prva četiri meseca eksperimenta sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi je bio u preporučenim granicama za uzgoj šarana, dok je u oktobru prosečna koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi bila iznad gornje preporučene granice (9,3 mg/l). Koncentracija ovog vitalnog gasa u vodi je bila statistički značajno viša u oktobru u odnosu na koncentracije rastvorenog kiseonika u julu, avgustu i septembru, kao i statistički značajno viša u junu u odnosu na septembar [Tabela 80. g) u prilogu i tabela 32]. Koncentracija ukupnog amonijaka u vodi je bila najveća u julu kada je u proseku iznosila 0,58 mg/l, a najniža u avgustu (0,19 mg/l). Statistički značajne razlike utvrđene su između prosečnih vrednosti sadržaja amonijačnog azota u junu u odnosu na jul, u julu u odnosu na avgust i septembar, kao i u oktobru u odnosu na avgust i septembar [Tabela 80. h) u prilogu i tabela 32]. Visoka prosečna koncentracija hlorofila *a* zajedno sa niskom providnošću vode bili su indikator hipereutrofnog statusa svih eksperimentalnih jezera. Koncentracija hlorofila *a* u vodi je bila najveća na kraju eksperimenta, u oktobru (376 µg/l), a najmanja u avgustu (106 µg/l), uz napomenu da su prosečne vrednosti hlorofila *a* u oktobru bile statistički značajno više u odnosu na vrednosti u junu, julu i avgustu, kao i da su prosečne vrednosti u septembru bile statistički značajno više u odnosu na vrednosti u avgustu [Tabela 80. j) u prilogu i tabela 32].

Primenjeni tretman u vidu različite dodatne hrane za šaransku mlađ nije imao značajnijeg uticaja na ispitivane fizičke i hemijske osobine vode, izuzev na tvrdoću vode (Tabela 32). U sve tri eksperimentalne grupe zimovnici su u proseku imali tvrdvu vodu, ali su rezultati Tukey-evog testa poređenja srednjih vrednosti pokazali statistički značajno veće vrednosti tvrdoće vode u zimovnicima sa peletiranom hranom u odnosu na zimovnike sa žitaricama [Tabela 32. i tabela 79. c) u prilogu].

Tabela 32. Rezultati analize kovarijance i sličnost između sredina nivoa faktora (na bazi rezultata Tukey-evog testa) za ispitivane fizičke i hemijske osobine vode i hlorofil *a*

	Temperatura °C		Providnost cm		Tvrdoća °dH		Provodljivost µS/cm		pH	
ANCOVA modeli										
P	<0,001 ^{***}		0,002 ^{**}		<0,001 ^{***}		<0,001 ^{***}		0,031 [*]	
r ²	0,99		0,44		0,93		0,93		0,32	
Izvor varijabilnosti	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Površina jezera	0,5	0,496 ^{nz}	0,82	0,371 ^{nz}	7,13	0,011 [*]	5,37	0,026 [*]	3,34	0,076 ^{nz}
Tip dodatne hrane	0,2	0,796 ^{nz}	0,06	0,941 ^{nz}	5,83	0,006 ^{**}	1,74	0,190 ^{nz}	2,45	0,100 ^{nz}
Mesec	1086	<0,001 ^{***}	6,83	<0,001 ^{***}	122	<0,001 ^{***}	124	<0,001 ^{***}	2,82	0,039 [*]
Sličnost sredina nivoa faktora tip dodatne hrane										
Žitarice	22,6 a		21,0 a		12,8 b		735 a		8,61 a	
Peletirana hrana	22,6 a		21,7 a		14,0 a		765 a		8,45 a	
Ekstrudirana hrana	22,6 a		21,6 a		13,2 ab		746 a		8,55 a	
Sličnost sredina nivoa faktora mesec uzgoja										
Jun	24,8 a		30,6 a		12,4 b		842 b		8,66 a	
Jul	25,1 a		18,9 b		12,8 b		750 c		8,63 a	
Avgust	25,1 a		22,9 ab		10,1 c		531 e		8,40 a	
Septembar	20,5 b		20,2 b		12,6 b		671 d		8,45 a	
Oktobar	17,5 c		16,7 b		18,8 a		950 a		8,55 a	

Tabela 32 (nastavak). Rezultati analize kovarijanse i sličnost između sredina nivoa faktora (na bazi rezultata Tukey-evog testa) za ispitivane fizičke i hemijske osobine vode i hlorofil *a*

	Utrošak KMnO ₄		Rast. kiseonik		Amonijačni azot		Rast. reakt. fosfor		Hlorofil <i>a</i>	
	mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		µg/l	
ANCOVA modeli										
p	<0,001 ***		<0,001 ***		<0,001 ***		0,058 ^{nz}		<0,001 ***	
r ²	0,89		0,47		0,58		0,29		0,56	
Izvor varijabilnosti	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Površina jezera	0,003	0,960 ^{nz}	2,28	0,140 ^{nz}	0,05	0,818 ^{nz}	0,64	0,430 ^{nz}	0,00	0,990 ^{nz}
Tip dodatne hrane	1,51	0,234 ^{nz}	2,69	0,081 ^{nz}	0,76	0,476 ^{nz}	2,76	0,077 ^{nz}	1,90	0,160 ^{nz}
Mesec	74,78	<0,001 ***	6,83	<0,001 ***	12,4	<0,001 ***	2,45	0,063 ^{nz}	10,8	<0,001 ***
Sličnost sredina nivoa faktora tip dodatne hrane										
Žitarice	85,4 a		7,6 a		0,31 a		0,016 a		236 a	
Peletirana hrana	80,3 a		6,4 a		0,37 a		0,032 a		170 a	
Ekstrudirana hrana	81,5 a		7,2 a		0,36 a		0,020 a		185 a	
Sličnost sredina nivoa faktora mesec uzgoja										
Jun	69,0 c		8,0 ab		0,32 bc		0,029 ab		130 bc	
Jul	90,9 b		6,7 bc		0,58 a		0,038 a		201 bc	
Avgust	50,0 d		6,3 bc		0,19 c		0,011 b		106 c	
Septembar	92,6 b		5,5 c		0,26 c		0,018 ab		232 ab	
Oktobar	109,6 a		9,3 a		0,49 ab		0,021 ab		376 a	

nz- nije statistički značajno; *0,01 < p ≤ 0,05- značajno, ** p < 0,01- vrlo značajno, ***p < 0,001- vrlo značajno; a > b > c > d > e.

4.6.2. Rezultati analize kovarijanse za abundancu organizama akvatične biocenoze

Dok vrsta dodatne hrane uglavnom nije značajno uticala na fizičke i hemijske osobine vode, njen efekat na brojnost pojedinih planktonskih grupa i bentosa je bio daleko izraženiji. Rezultati svih analiza kovarijanse za brojnost ispitivanih grupa organizama su bili statistički značajni (Tabela 33). Na osnovu koeficijenata determinacije (r^2) može se konstatovati da su testiranim faktorima najvećim delom objašnjene promene u brojnosti Cladocera (65%) i ukupnoj brojnosti Cyanobacteria (60%), dok se procenat objašnjene varijabilnosti drugih ispitivanih parametara kretao od 34% do 55%. Površina ribnjačkog objekta je statistički veoma značajno uticala na prosečnu brojnost zelenih algi ($p < 0,001$), cijanobakterija ($p < 0,001$), organizama makrozoobentosa ($p = 0,003$), Copepoda ($p = 0,008$) i statistički značajno na brojnost Cladocera ($p = 0,032$) (Tabela 33). Zelene alge i cijanobakterije su u kvantitativnom pogledu bile bogatije zastupljene u manjim jezerima, dok su organizmi makrozoobentosa, Copepoda i Cladocera bili brojniji u jezerima sa većom površinom.

Tip dodatne hrane šarana imao je najjači uticaj na količinu prirodne hrane u ribnjacima. Krupni zooplanktonski organizmi iz grupa Cladocera i Copepoda su bili u proseku kvantitativno slabo zastupljeni u sve tri grupe jezera, ali se njihova brojnost statistički značajno menjala u zavisnosti od tipa dodatne hrane ($p < 0,001$). Slično tome, vrsta dodatne hrane je statistički značajno uticala na brojnost makrozoobentosa u eksperimentalnim ribnjačkim objektima ($p = 0,006$). Pored toga, hrana je imala statistički vrlo značajan efekat na brojnost cijanobakterija ($p = 0,006$) i značajan efekat na abundancu sitnijih zooplanktonskih organizama iz grupe Rotatoria ($p = 0,022$).

Pojedinačnim poređenjima sredina tretmana pomoću Tukey-evog testa utvrđeno je da je prosečna brojnost Cladocera bila statistički vrlo značajno veća ($p < 0,001$) u jezerima u kojima je dodavana peletirana hrana u odnosu na jezera u kojima je riba hranjena žitaricama i ekstrudiranom hranom [Tabela 81. f) u prilogu]. Takođe je prosečna brojnost Copepoda bila statistički vrlo značajno veća u jezerima sa dodatkom peletirane hrane u odnosu na jezera u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom ($p = 0,007$), odnosno statistički značajno veća u odnosu na jezera u kojima je riba hranjena žitaricama ($p = 0,012$) [Tabela 81. g) u prilogu]. Prosečna brojnost organizama makrozoobentosa je bila statistički značajno veća u jezerima u kojima je dodavana

peletirana hrana u odnosu na jezera sa dodatkom žitarica ($p=0,045$) [Tabela 81. h) u prilogu]. Drugačiji je bio odnos brojnosti Rotatoria koje su u proseku bile najbrojnije u klasičnom poluintenzivnom sistemu sa dodatkom pšenice, kukuruza i ječma (902 ind./l). One su u ribnjacima u kojima je riba hranjena žitaricama bile statistički značajno brojnije ($p=0,020$) u odnosu na ribnjake sa dodatkom peletirane hrane [Tabela 81. e) u prilogu]. Slično tome, cijanobakterije su kao dominantna grupa fitoplanktonskih organizama u svim jezerima u proseku bile najbrojnije tamo gde su korišćene žitarice kao dodatna hrana šarana ($12,5 \times 10^6$ ind./l) što je bilo značajno više ($P<0,05$) u odnosu na jezera sa dodatkom peletirane hrane ($5,96 \times 10^6$ ind./l) [Tabela 81. c) u prilogu].

Svi fitoplanktonski organizmi i Cladocera su pokazivali izraženu sezonsku dinamiku (Tabela 82). Brojnost svih ispitivanih grupa fitoplanktona je rasla tokom sezone uzgoja, pa je abundanca zelenih, silikatnih, euglenoidnih algi i cijanobakterija bila statistički značajno veća na kraju u odnosu na početak eksperimenta. Brojnost sitnih zooplanktonskih organizama iz grupe Rotatoria je takođe rasla tokom eksperimenta dostigavši svoj maksimum u oktobru. Suprotno tome, brojnost organizama koji predstavljaju prirodnu hranu gajenog šarana je uglavnom opadala od početka do kraja eksperimenta. Tako je, na primer, brojnost Cladocera bila najveća u julu, a najniža u oktobru. Iako se abundanca makrozoobentosa nije statistički značajno menjala tokom sezone, najveći broj organizama faune dna konstatovan je u junu, dok je najmanje zabeleženo u avgustu.

Tabela 33. Rezultati analize kovarijance i sličnost između sredina nivoa faktora (na bazi rezultata Tukey-evog testa) za prosečnu abundancu planktonskih grupa i faune dna

	Chlorophyta 10 ³ ind./l		Bacillariophyta 10 ³ ind./l		Cyanobacteria 10 ³ ind./l		Euglenophyta 10 ³ ind./l	
ANCOVA modeli								
p	<0,001 ***		0,01 **		<0,001 ***		<0,001 ***	
r ²	0,55		0,38		0,60		0,49	
Izvor varijabilnosti	F	p	F	p	F	p	F	p
Površina jezera	22,2	<0,001 ***	1,50	0,199 ^{nz}	13,4	<0,001 ***	0,73	0,399 ^{nz}
Tip dodatne hrane	3,42	0,043 *	1,30	0,283 ^{nz}	5,84	0,006 **	2,35	0,110 ^{nz}
Mesec	5,31	0,002 **	4,68	0,004 **	9,28	<0,001 ***	7,81	<0,001 ***
Sličnost sredina nivoa faktora tip dodatne hrane								
Žitarice	3640 a		105 a		12508 a		709 a	
Peletirana hrana	2794 a		116 a		5961 b		324 a	
Ekstrudirana hrana	3784 a		23 a		9423 ab		314 a	
Sličnost sredina nivoa faktora mesec uzgoja								
Jun	2204 b		19 ab		3756 c		204 b	
Jul	2811 b		2 b		7303 bc		197 b	
Avgust	2163 b		270 a		3699 c		180 b	
Septembar	4588 ab		293 a		18471 ab		677 ab	
Oktobar	6421 a		505 a		21874 a		2802 a	

Tabela 33 (nastavak). Rezultati analize kovarijanse i sličnost između sredina nivoa faktora (na bazi rezultata Tukey-evog testa) za prosečnu abundancu planktonskih grupa i faune dna

	Rotatoria ind./l		Cladocera ind./l		Copepoda ind./l		Fauna dna ind./m ²	
ANCOVA modeli								
p	0,023 [*]		<0,001 ^{***}		0,001 ^{**}		0,011 [*]	
r ²	0,34		0,65		0,45		0,37	
Izvor varijabilnosti	F	p	F	p	F	p	F	p
Površina jezera	0,30	0,586 ^{nz}	4,95	0,032 [*]	7,99	0,008 ^{**}	9,96	0,003 ^{**}
Tip dodatne hrane	4,25	0,022 [*]	16,0	<0,001 ^{***}	8,93	<0,001 ^{***}	5,92	0,006 ^{**}
Mesec	2,57	0,054 ^{nz}	9,06	<0,001 ^{***}	2,21	0,087 ^{nz}	1,19	0,331 ^{nz}
Sličnost sredina nivoa faktora tip dodatne hrane								
Žitarice	902 a		8 b		180 b		277 b	
Peletirana hrana	352 b		100 a		324 a		974 a	
Ekstrudirana hrana	477 ab		6 b		172 b		350 ab	
Sličnost sredina nivoa faktora mesec uzgoja								
Jun	406 a		38 a		168 a		899 a	
Jul	583 a		142 a		330 a		597 a	
Avgust	435 a		23 ab		222 a		268 a	
Septembar	349 a		4 b		208 a		298 a	
Oktobar	1206 a		2 b		181 a		448 a	

nz - nije statistički značajno; *0,01 < p ≤ 0,05- značajno, ** p < 0,01- vrlo značajno, ***p < 0,001- vrlo značajno; a > b > c.

4.6.3. *Rezultati analize kovarijanse za procentualni dnevni prirast i prosečnu individualnu masu šarana*

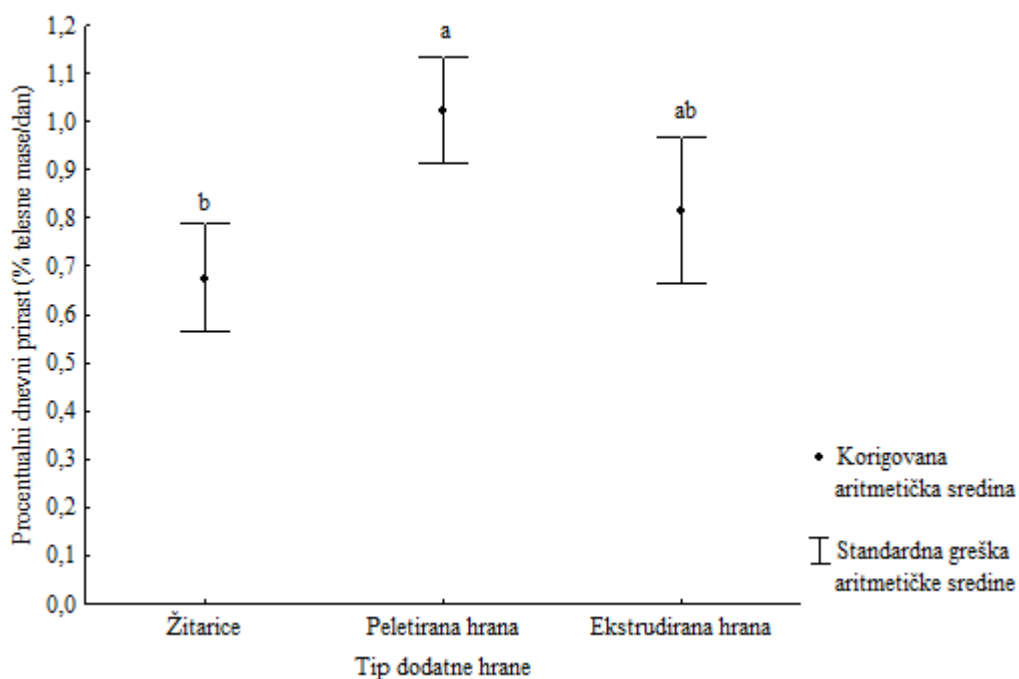
Rezultati analize kovarijanse za procentualni dnevni prirast (specifičnu stopu rasta) i individualnu prosečnu masu šaranske mlađi bili su statistički vrlo značajni ($p < 0,001$) (Tabela 34). Izvori varijabiliteta (površina jezera- kovarijabla, mesec uzorkovanja i tip dodatne hrane) objasnili su 52% promene u rastu ribe ($r^2 = 0,52$) i 83% promene u prosečnoj individualnoj masi šarana ($r^2 = 0,83$). Tip dodatne hrane je značajno uticao na procentualni dnevni prirast ribe ($p = 0,040$) i imao je statistički vrlo značajan uticaj na prosečnu masu jedinki ($p < 0,001$). Međutim, na rast ribe je veći uticaj imao mesec uzgoja koji je, prirodno, vrlo značajno uticao na prosečnu individualnu masu šarana.

Na osnovu testova višestrukog poređenja prosečnih vrednosti po mesecima vidimo da je šaranska mlađ imala najveći procentualni dnevni prirast u junu, statistički značano veći u odnosu na sve druge mesece, osim na jul [Tabela 34. i tabela 84. a) u prilogu]. Procentualni dnevni prirast šarana u jezerima sa dodatkom žitarica je bio značajno manji u odnosu na jezera sa peletiranom hranom ($p = 0,043$), dok razlike između dve grupe sa proteinskom dodatnom hranom nisu bile statistički značajne (Tabela 83. u prilogu, grafik 126). Individualna masa šarana je konstantno rasla tokom sezone uzgoja, pa je prosečna vrednost u oktobru bila statistički značajno veća u odnosu na vrednosti u junu ($p < 0,001$), julu ($p < 0,001$) i avgustu ($p = 0,002$), dok se prosečna vrednost u oktobru nije statistički značajno razlikovala u odnosu na septembarski prosek ($p = 0,262$) [Tabela 84. b) u prilogu]. Poređenjem prosečne individualne mase šarana u tri grupe ribnjaka sa različitom dodatnom hranom možemo da konstatujemo da je u odnosu na jezera u kojima je riba hranjena žitaricama, masa riba bila vrlo značajno veća u jezerima sa dodatkom peletirane ($p < 0,001$) i ekstrudirane hrane ($p = 0,003$) (Tabela 83. u prilogu, grafik 127).

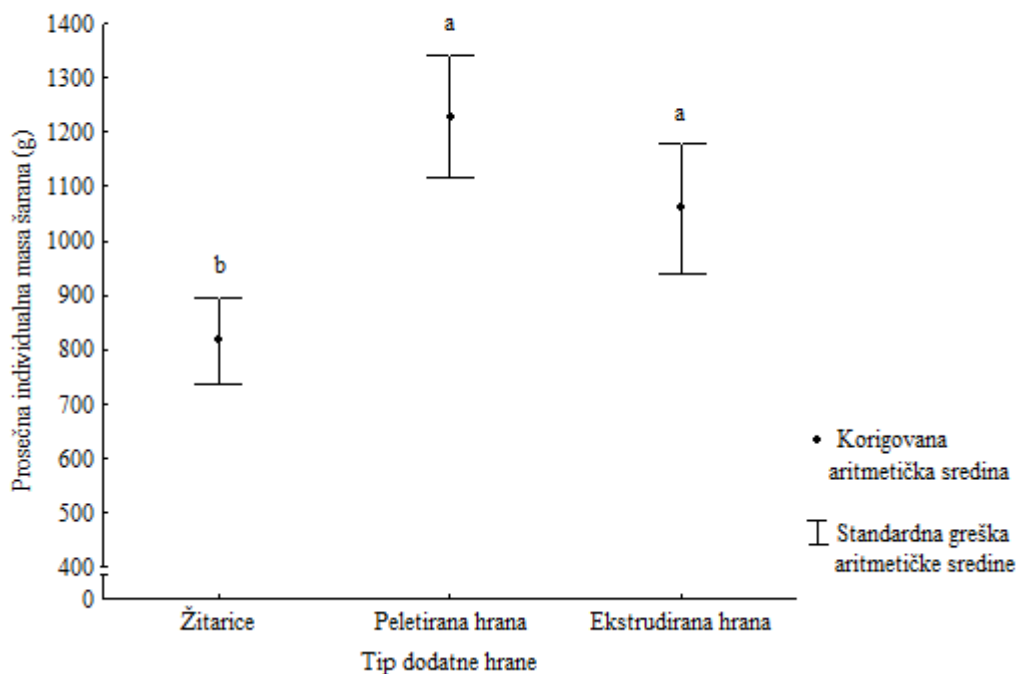
Tabela 34. Rezultati analize kovarijanse i sličnost između sredina nivoa faktora (na bazi rezultata Tukey-evog testa) za procentualni dnevni prirast i prosečnu individualnu masu šarana

	Procentualni dnevni prirast % telesne mase/dan		Prosečna ind. masa g	
ANCOVA modeli				
p	<0,001 ***		<0,001 ***	
r ²	0,52		0,83	
Izvor varijabilnosti	F	p	F	p
Površina jezera	0,71	0,403 ^{nz}	3,95	0,054 ^{nz}
Tip dodatne hrane	3,52	0,040 [*]	21,7	<0,001 ^{***}
Mesec	8,36	<0,001 ^{***}	21,1	<0,001 ^{***}
Sličnost sredina nivoa faktora mesec uzgoja				
Jun	1,54 a		635 d	
Jul	0,93 ab		861 c	
Avgust	0,69 b		1043 bc	
Septembar	0,49 b		1236 ab	
Oktobar	0,70 b		1452 a	

nz - nije statistički značajno; *0,01 < p ≤ 0,05- značajno,** p < 0,01- vrlo značajno,***p < 0,001- vrlo značajno. Prosečne vrednosti u istoj koloni označene različitim slovom statistički se razlikuju p ≤ 0,05; a > b > c > d.



Grafik 126. Korigovani prosečni procentualni dnevni prirasti, njihove standardne greške i sličnost između različitih tipova dodatne hrane (na bazi rezultata Tukey-evog testa, $p \leq 0,05$)



Grafik 127. Korigovane prosečne individualne mase šarana, njihove standardne greške i sličnost između različitih tipova dodatne hrane (na bazi rezultata Tukey-evog testa, $p \leq 0,05$)

4.7. Ispitivanje međuzavisnosti različitih komponenata ribnjačkog ekosistema uz pomoć analize redundantnosti (RDA)

U kompleksnom ribnjačkom ekosistemu gotovo da nema komponente tj. ekološkog faktora koji osim što utiče na drugu komponentu nije u isto vreme i objekat na koji neki drugi faktor utiče. Sa statističkog aspekta to znači da često nije moguće razlikovati šta je zavisna, a šta nezavisna promenjiva. Uz to na svaki analizirani parametar utiče nekoliko drugih faktora i obratno, pa je za ispitivanje ovakvih interakcija najpogodnije koristiti metode koje smanjuju broj promenjivih, odnosno stvaraju nove sintetičke promenjive. Međutim kako je jedan od ciljeva istraživanja bio da se jedan skup podataka opiše ili objasni drugim skupom podataka (na primer: brojnost planktona i bentosa fizičkim i hemijskim osobinama ribnjačke vode), ali nakon što se uzme u obzir i varijacija objašnjena trećim skupom podataka - kovarijabla (mesec uzgoja) korišćena je parcijalna kanonična analiza. Interakcije su ispitivane između tri skupa podataka: 1. fizičke i hemijske osobine vode, 2. brojnost (abundanca, gustina) planktona i bentosa i 3. produkcija i rast ribe. Da bi se utvrdilo koje su interakcije u trofičkoj piramidi ribnjaka najjače svaka grupa faktora je analizirana kao zavisna i kao nezavisna promenjiva (npr. nije praćen samo uticaj fizičkih i hemijskih osobina vode na gustinu planktona i bentosa, već i uticaj gustine planktona i bentosa na fizičke i hemijske osobine vode u ribnjacima). Pošto je svaki od tri skupa podataka korišćen kao zavisna i kao nezavisna promenjiva ukupan broj analiza redundantnosti je šest (Tabele 88-93. u prilogu).

Rezultati Monte-Karlo testova permutacija su pokazali da prva kanonična osa nije statistički značajna ($p > 0,05$) za dve analize redundantnosti - kada je kvalitet vode (fizičke i hemijske osobine) objašnjen rastom ribe i obrnuto, dok su sve četiri kanonične ose statistički značajne u svih šest RDA (Tabele 94-99. u prilogu). U tabeli 35. predstavljene su korelacije između skupova zavisnih i nezavisnih promenjivih duž prve RDA ose, a najveća vrednost koeficijenta korelacije (r) ukazuje na najbolju direktnu objašnjenost jednog skupa podataka drugim. Najjače korelacije su utvrđene u slučajevima kada je gustina planktona i bentosa korišćena kao skup nezavisnih promenjivih da bi se objasnile promene u druga dva skupa (rastu ribe i kvalitetu vode u ribnjacima). Tako je rast ribe bolje objašnjen abundancom planktona i bentosa u jezeru

($r = 0,893$), nego obrnuto ($r = 0,820$). Slično tome, gustina planktona i bentosa je više uticala na promene fizičkih i hemijskih osobina vode ($r = 0,888$), nego što je kvalitet vode uticao na planktonsku i zajednicu naselja dna ($r = 0,827$). Pošto druge RDA analize gde se gustina planktona i bentosa koristi kao zavisna promenljiva imaju niže korelacione koeficijente i time slabiju moć objašnjavanja one nisu uzete u dalje razmatranje.

Tabela 35. Korelacija između tri skupa podataka duž prve kanonične RDA ose (r vrednost)

Faktori	Zavisne promenjive		
	Abundanca planktona i bentosa	Fizičke i hemijske osobine vode	Rast i produkcija ribe
Abundanca planktona i bentosa	×	0,888	0,893
Fizičke i hemijske osobine vode	0,827	×	0,729
Rast i produkcija ribe	0,820	0,561	×

Najveće vrednosti korelacionih koeficijenata su posebno naglašene

4.7.1. Fizičke i hemijske osobine vode objašnjene abundancom planktona i makrozoobentosa

Iz tabele 89. u prilogu možemo videti da zbir vrednosti svih karakterističnih korenova parcijalne ordinacije (0,458) nije jednak ukupnoj varijansi (1) što znači da je kovarijabla (mesec uzorkovanja) već objasnila deo varijanse fizičkih i hemijskih parametara vode ($1 - 0,458 = 0,542$ tj. $100 * 0,542/1 = 54,2\%$). Posmatrane promenjive (bez uticaja kovarijable) su objasnile $100 * 0,303/1 = 30,3\%$ varijanse dok je ostatak od 15,5% varijanse ostao neobjašnjen. Nakon eliminisanja uticaja kovarijable prve dve RDA ose učestvovala su u objašnjavanju 62,8% varijanse fizičkih i hemijskih osobina vode, odnosno 95,1% od onoga što je ukupno objašnjeno brojnošću algi, cijanobakterija, zooplanktona i faune dna (Tabela 89. u prilogu).

Prva RDA osa je bila pozitivno korelisana sa dodatkom proteinske hrane u ishrani šarana (Grafik 128). Ova osa bi se mogla označiti kao osa dodatne proteinske hrane, a pozitivno je korelisana sa gustinom Cladocera, Copepoda i makrozoobentosa,

koncentracijom ortofosfata ($\text{PO}_4\text{-P}$) i amonijačnog azota (TAN), tvrdoćom, providnošću i elektroprovodljivošću vode, a negativno korelisana sa abundancom svih grupa fitoplanktona i sitnih zooplanktonskih organizama Rotatoria, koncentracijom rastvorenog kiseonika, pH i količinom lakorazgradive organske materije u vodi izražene preko utroška KMnO_4 . Jačinu korelacije između promenjivih iz dva analizirana skupa moguće je utvrditi na osnovu ugla koje zaklapaju promenjive na grafiku 128 (oštriji ugao među njima ukazuje na jaču pozitivnu korelaciju, ugao od 90° na nezavisnost među njima, a što je ugao veći od 90° na jaču negativnu korelaciju), ali statistička značajnost tih korelacija može se videti tek nakon testiranja značajnosti korelacionih koeficijenata (Tabela 100. u prilogu). Kada se pogleda međuzavisnost abundance makrozoobentosa i ispitivanih osobina vode jedino je konstatovana statistički značajna pozitivna korelacija sa sadržajem ortofosfata u vodi ($r=0,452$, $p=0,014$). Tokom eksperimenta u devet zimovnika na ribnjaku "Kapetanski rit" konstatovana je statistički veoma značajna pozitivna međuzavisnost abundance Rotatoria i pH ($r=0,742$, $p<0,001$), abundance Rotatoria i koncentracije rastvorenog kiseonika ($r=0,662$, $p<0,001$), a statistički značajna negativna međuzavisnost gustine populacija ove grupe zooplanktona i sadržaja ortofosfata u vodi ($r= -0,441$, $p=0,017$). Pored pomenutih, konstatovane su sledeće značajne korelacije i to:

između **abundance cijanobakterija** i:

- pH veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,808$, $p<0,001$)
- koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,595$, $p=0,001$)
- utroška kalijum-permanganata veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,558$, $p=0,002$)
- sadržaja ortofosfata veoma značajna negativna korelacija ($r=-0,602$, $p=0,001$)

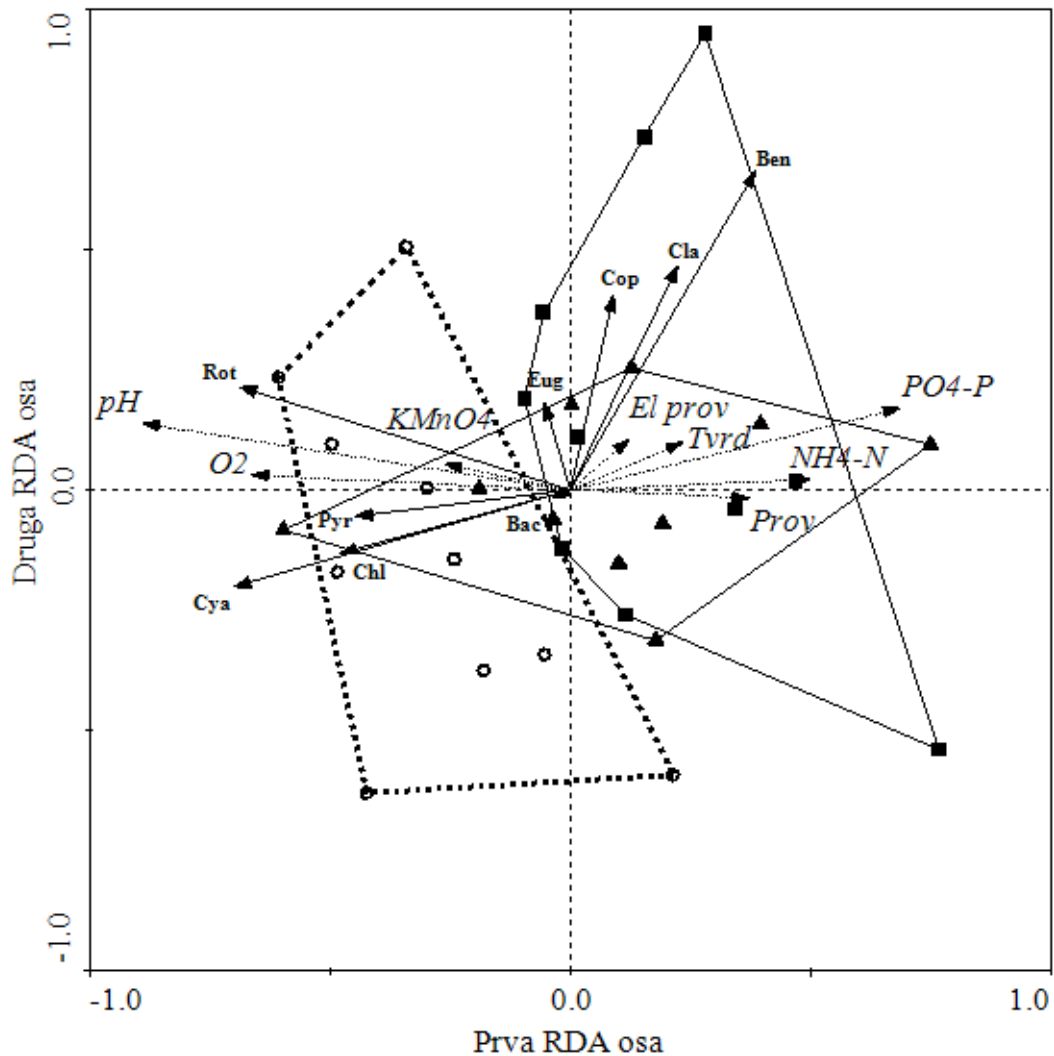
između **abundance zelenih algi** i:

- pH veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,564$, $p=0,001$)
- koncentracije kiseonika u vodi značajna pozitivna korelacija ($r=0,450$, $p=0,014$)
- utroška kalijum-permanganata značajna pozitivna korelacija ($r=0,401$, $p=0,031$)
- sadržaja ortofosfata u vodi značajna negativna korelacija ($r=-0,380$, $p=0,042$)

između abundance **euglenoidnih algi** i:

- elektroprovodljivosti značajna pozitivna korelacija ($r=0,400$, $p=0,032$)

- tvrdoće vode značajna pozitivna korelacija ($r=0,453$, $p=0,014$) između abundance **vatrenih algi** i:
- pH značajna pozitivna korelacija ($r=0,418$, $p=0,024$)



Promenjljive: $\cdots \blacktriangleright$ zavisne \rightarrow nezavisne
 Dodatna hrana: \circ žitarice \blacksquare peletirana hrana \blacktriangle ekstrudirana hrana

Grafik 128. RDA triplot sa prve dve RDA ose, zavisnim (fizičke i hemijske osobine vode) i nezavisnim (abundanca planktona i bentosa) promenljivim i svim uzorcima

Chl = Chlorophyta, Bac = Bacillaryophyta, Cya = Cyanobacteria, Eug = Euglenophyta, Pyr = Pyrrophyta, Rot = Rotatoria, Clad = Cladocera, Cop = Copepoda; Ben = organizmi makrozoobentosa (Oligochaeta and Chironomidae).

Linijama su povezani uzorci koji pripadaju istom tipu dodatne hrane.

4.7.2. Rast ribe objašnjen gustinom planktona i organizama makrozoobentosa

Za razliku od kvaliteta vode, kovarijable, mesec uzorkovanja, je učestovala u objašnjenju svega 39,3% ($1 - 0,607 = 0,393$ tj. $100 * 0,393/1$) promena u rastu ribe (Tabela 93. u prilogu). S druge strane, posmatrane promenjive su (nakon eliminisanja uticaja kovarijable) objasnile $100 * 0,422/1 = 42,2\%$ promena u rastu ribe dok je ostatak od 18,5% varijanse ostao neobjašnjen. Samo prve tri karakteristične vrednosti su kanonične. Prve dve RDA ose su zajedno učestvovale u objašnjavanju 68,8% promena u rastu riba, odnosno 99,0% promena u odnosu rasta riba i gustine planktona i bentosa. Tretman sa peletiranom hranom je zabeležio najveće skorove na prvoj RDA osi koja je bila pozitivno korelisana sa svim parametrima rasta i produkcije ribe, abundancom silikatnih i euglenoidnih algi, Cladocera, Copepoda i makrozoobentosa, a negativno korelisana sa brojnošću zelenih i vatrenih algi, cijanobakterija i Rotatoria (Grafik 129). S druge strane, produkcija i rast riba bili su negativno korelisani sa prisustvom sitnih zooplanktonskih organizama, Rotatoria, cijanobakterija, zelenih i vatrenih algi (Tabela 101. u prilogu).

Kada se pogleda međuzavisnost gustine različitih grupa planktona i bentosa sa parametrima rasta i produkcije šarana konstatovana je:

između **abundance makrozoobentosa** i:

- procentualnog dnevnog prirasta šarana veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,627$, $p<0,001$)
- prosečne individualne mase šarana veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,648$, $p<0,001$)
- ukupnog prinosa riba po jezeru veoma značajna pozitivna korelacija ($r=0,557$, $p=0,002$)

između **abundance Rotatoria** i:

- prosečne individualne mase šarana veoma značajna negativna korelacija ($r=-0,578$, $p=0,001$)
- ukupnog prinosa riba po jezeru veoma značajna negativna korelacija ($r=-0,585$, $p=0,001$)

između **abundance Cladocera** i:

➤ prosečne individualne mase šarana veoma značajna pozitivna korelacija (r=0,492, p=0,007)

➤ ukupnog prinosa riba po jezeru (veoma značajna pozitivna korelacija (r=0,488, p=0,007)

između **abundance Copepoda** i:

➤ prosečne individualne mase šarana veoma značajna pozitivna korelacija, (r=0,432, p=0,019)

➤ ukupnog prinosa riba po jezeru veoma značajna pozitivna korelacija (r=0,472, p=0,010)

između **abundance cijanobakterija** i:

➤ prosečne individualne mase šarana veoma značajna negativna korelacija (r=-0,697, p<0,001)

➤ ukupnog prinosa riba po jezeru veoma značajna negativna korelacija (r=-0,680, p<0,001)

između **abundance zelenih algi** i:

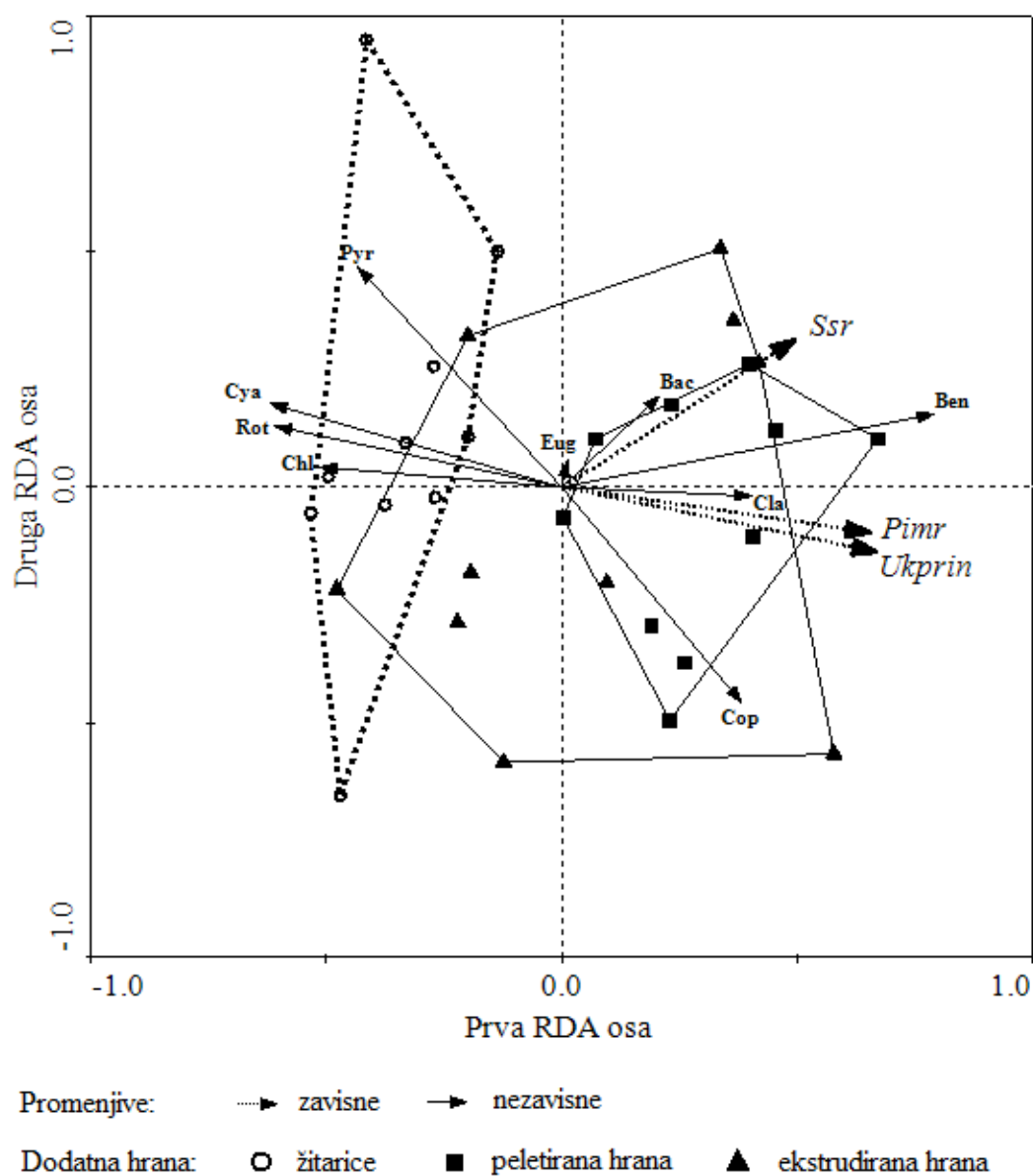
➤ prosečne individualne mase šarana veoma značajna negativna korelacija (r=-0,499, p=0,006)

➤ ukupnog prinosa riba po jezeru veoma značajna negativna korelacija (r=-0,548, p=0,002)

između **abundance vatrenih algi** i:

➤ prosečne individualne mase šarana veoma značajna negativna korelacija (r=-0,416, p=0,025)

➤ ukupnog prinosa riba po jezeru veoma značajna negativna korelacija (r=-0,401, p=0,031)



Grafik 129. RDA triplot sa prve dve RDA ose, zavisnim (rast i produkcija ribe) i nezavisnim (abundanca planktona i bentosa) promenljivim i svim uzorcima

Chl = Chlorophyta, Bac = Bacillariophyta, Cya = Cyanobacteria, Eug = Euglenophyta, Pyr = Pyrrophyta, Rot = Rotatoria, Clad = Cladocera, Cop = Copepoda; Ben = organizmi makrozoobentosa (Oligochaeta and Chironomidae), *Pimr* = prosečna individualna masa riba, *Ssr* = procentualna dnevna stopa rasta šarana i *Ukprin* = ukupan prinos ribe po jezeru.

Linijama su povezani uzorci koji pripadaju istom tipu dodatne hrane.

5. DISKUSIJA

5.1. Fizičke i hemijske osobine vode

Prosečne vrednosti osnovnih abiotičkih (fizičkih i hemijskih) osobina ribnjačke sredine pokazuju da u eksperimentalnim ribnjacima nisu uvek bili ispunjeni optimalni uslovi za gajenje šarana tokom sezone uzgoja. Visoka biomasa fitoplanktona sa cvetanjem cijanobakterija uslovlila je nisku providnost vode što zajedno sa povećanim opterećenjem organskim materijama ukazuje na narušen kvalitet vode u eksperimentalnim jezerima. Koncentracije hlorofila *a* od nekoliko stotina $\mu\text{g/l}$ zajedno sa niskom providnošću vode pokazatelji su visokog nivoa eutrofikacije šaranskih ribnjaka (Potužak *et al.*, 2007). Pored toga, tokom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit" u pojedinim zimovnicima su zabeležene izražene oscilacije sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi koje predstavljaju simptome uznapredovalog procesa eutrofikacije. Sadržaj ukupnog amonijaka u vodi je u pojedinim momentima bio visok, ali ni tada, kao ni u nastavku sezone nije zabeležen povećan mortalitet riba.

Temperatura površinske vode je u proseku u sve tri eksperimentalne grupe jezera bila optimalna za uzgoj dvogodišnje šaranske mladi tokom juna, jula i avgusta, dok su temperature vode zabeležene u septembru (od $19,5^{\circ}\text{C}$ do $21,3^{\circ}\text{C}$) bile na donjem nivou optimalnih, a u oktobru ($17,4^{\circ}\text{C}$ - $17,7^{\circ}\text{C}$) ispod optimalnih.

Providnost vode je u proseku bila niska u sve tri eksperimentalne grupe i kretala se u opsegu od 18,0 do 27,0 cm u jezerima sa dodatkom žitarica, 15,7 - 46,7 cm u jezerima sa dodatkom peletirane hrane i 16,2 - 38,7 cm u jezerima sa dodatkom ekstrudirane hrane. Slične vrednosti za providnost vode (od 0,15 do 0,44 m) zabeležene su u drugim šaranskim ribnjacima u Srbiji (Dulić, 2007). Najveće vrednosti konstatovane su u junu, na početku proizvodne sezone, ali je u grupi jezera sa dodatkom žitarica ovaj maksimum bio niži u poređenju sa druge dve grupe jezera. Ovo bi se moglo objasniti time što je ukupna brojnost fitoplanktona u junu bila veća u jezerima sa dodatkom kukuruza, pšenice i ječma za prihranu šarana (Tabela 17). U nastavku sezone uzgoja providnost vode je bila mala, sa blagim porastom u avgustu, s tim da su u oktobru izmerene vrednosti bile manje od 20 cm (Tabela 7) pošto je došlo do drastičnog porasta biomase fitoplanktona u svim jezerima (Tabela 18).

U sve tri grupe jezera koja su primala različitu dodatnu hranu voda je u proseku bila tvrda, osim u avgustu kada je bila srednje tvrda i oktobru kada je bila jako tvrda. Dinamika ukupne tvrdoće vode u jezerima se podudara sa dinamikom ovog parametra u upusnom kanalu što je posledica osvežavanja vode u njima vodom iz upusnog kanala. Osim toga, nagli porast tvrdoće vode u upusnom kanalu i zimovnicima u oktobru mogao bi se pripisati intenzivnijem mešanju vode u jesen zbog čega značajna količina minerala i organske materije sa dna dospeva u površinski sloj vodenog stuba. Sličan trend porasta tvrdoće vode od početka do kraja sezone uzgoja na šaranskom ribnjaku konstatuju Marković *et al.* (2009a).

Elektroprovodljivost vode, kao mera količine rastvorenih mineralnih materija, kretala se od najmanje 506 $\mu\text{S}/\text{cm}$ u avgustu do najviše 975 $\mu\text{S}/\text{cm}$ u oktobru u grupi jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane. U sličnom opsegu bile su izmerene vrednosti ovog parametra u druge dve eksperimentalne grupe, što ukazuje da elektroprovodljivost vode ima izražena sezonska variranja, konstatovana i u upusnom kanalu.

Količina brzorazgradive organske materije u vodi izražena preko utroška KMnO_4 je već na početku eksperimenta bila visoka u svim jezerima, što je rezultat veće opterećenosti upusne vode organskim materijama. U odnosu na preporučenu gornju granicu, vrednosti hemijske potrošnje kiseonika (HPK) preračunate na osnovu permanganatne metode za drugu klasu površinskih voda u eksperimentalnim jezerima su bile veoma visoke (Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje - Uredba, Sl. glasnik RS br. 50/12). Međutim iako visoke, prosečne vrednosti utroška kalijum-permanganata u junu nisu prelazile gornju granicu od 80 mg/l preporučenu za gajenje šaranskih riba (Marković, 2010). Dok je u avgustu izmerena količina organske materije u vodi bila najniža, u julu, septembru i oktobru prosečna vrednost utroška KMnO_4 je bila iznad pomenute gornje granice za šaransku proizvodnju. Veću opterećenost upusnog kanala organskim materijama u odnosu na eksperimentalne ribnjačke objekte potvrđuju i nalazi Dulić *et al.* (2006), gde se konstatuje da je kvalitet vode koji se ispušta iz ribnjaka često bolji od kvaliteta vode koja se u njih upušta.

Za uspešnu ribnjačku proizvodnju veoma je važno da su pH vode i količina rastvorenog kiseonika tokom sezone uzgoja u preporučenim granicama za gajenje riba. U toku ove studije prosečne pH vrednosti su se kretale u opsegu od 8,28 do 8,85 u grupi

zimovnika sa dodatkom žitarica ukazujući na slabo baznu sredinu. Slične vrednosti zabeležene su u jezerima sa dodatnom proteinskom hranom, peletiranom (8,27 - 8,57) i ekstrudiranom (8,33 - 8,83). Ako uzmemo u obzir da su optimalne pH vrednosti za gajenje riba u dijapazonu od 6,5 do 8,5 (Marković & Mitrović-Tutundžić, 2003; Uredba, Sl. glasnik RS br. 50/12) onda je pH u prvom delu sezone uzgoja, u junu i julu, bila malo iznad gornje preporučene granice za ovaj parametar. U istom periodu u pojedinim jezerima su zabeležene izuzetno visoke vrednosti pH (od 8,96 do 9,35), što je bila posledica intenzivnog procesa fotosinteze u kome se troši ugljen-dioksid prisutan jednim delom u vidu ugljene kiseline, i tako podiže pH vode.

Za uspešno gajenje šarana u ribnjacima koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi ne bi trebalo da bude ispod 5 mg/l, odnosno optimalnim se smatraju vrednosti oko 7 mg/l (Marković, 2010), koliko iznosi i preporučena granična vrednost rastvorenog kiseonika za drugu klasu površinskih voda koje pripadaju tipu plitkih jezera (do 10 m dubine) ili barsko - močvarnih ekosistema (Uredba, Sl. glasnik RS br. 50/12). Iako su u proseku koncentracije rastvorenog kiseonika u grupi jezera sa dodatkom peletirane hrane bile iznad 5 mg/l, izuzev krajem jula (4,76 mg/l), krajem avgusta (4,67 mg/l) i početkom septembra (4,99 mg/l), došlo je do pojave izraženo niskih ili izraženo visokih koncentracija kiseonika u pojedinim jezerima koja su primala dodatnu proteinsku hranu. Najniži sadržaj rastvorenog kiseonika zabeležen je u julu mesecu u zimovniku 6 (2,9 mg/l - 2,78 mg/l), dok su visoke vrednosti ovog gasa u vodi zabeležene krajem juna u zimovnicima 10 (13,60 mg/l), 11 (13,80 mg/l) i 12 (17,04 mg/l). Jezera u sve tri eksperimentalne grupe su u proseku imala najmanje rastvorenog kiseonika krajem avgusta i početkom septembra, dok su, osim u junu, maksimalne vrednosti ovog parametra konstatovane i početkom oktobra. Ovako izražene fluktuacije kiseonika uslovljene masovnim razvojem fitoplanktona ukazuju na visok stepen eutrofikacije i predstavljaju signal da su ovi vodeni ekosistemi postali nestabilni (Potužak *et al.*, 2007).

U prva dva meseca eksperimenta prosečne vrednosti ukupnog amonijačnog azota uglavnom su bile povišene u jezerima koja su primala dodatnu proteinsku hranu. Sadržaj ukupnog amonijaka u vodama u kojima se gaji šaran ne bi trebalo da prelazi 0,5 mg/l (Marković, 2010), odnosno prema pravilniku o površinskim vodama u kojima su ispunjeni uslovi za život ciprinida još strožiju gornju granicu od 0,3 mg/l (Uredba, Sl. glasnik RS br. 50/12). U periodu jun - jul, ukupan amonijak se kretao od prosečno 0,20

mg/l do 0,80 mg/l u jezerima u kojima je korišćena peletirana hrana, ali je u pojedinim jezerima dostizao visoke vrednosti - 1,14 mg/l u zimovniku 5 i 0,97 mg/l u zimovniku 11. Vrednosti veće od 0,5 mg/l konstatovane su i u jezerima sa dodatkom ekstrudirane hrane gde je prosečan sadržaj ukupnog $\text{NH}_4\text{-N}$ u vodi u istom periodu iznosio između 0,11 mg/l i 0,82 mg/l. U zimovniku 6 ovog tretmana zabeležene su najveće koncentracija ukupnog amonijaka od 1,6 mg/l i 1,42 mg/l i to u julu. Pored toga, sadržaj amonijaka u vodi je bio neznatno iznad 0,5 mg/l na kraju eksperimenta, u oktobru, u jednom jezeru sa dodatkom peletirane i dva jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane. U grupi jezera koja su primala dodatnu hranu u obliku žitarica prosečne koncentracije amonijaka su bile ispod 0,50 mg/l, izuzev krajem juna (0,54 mg/l).

Koncentracija rastvorenog fosfora u obliku ortofosfata u vodi eksperimentalnih zimovnika je bila niska i vrlo često ispod granice detekcije, osim na početku sezone kada su u pojedinim zimovnicima izmerene vrednosti bile iznad 0,1 mg/l koliko iznosi gornja granica za površinske vode kojima pripadaju šaranski ribnjaci (Uredba, Sl. glasnik RS br. 50/12). Međutim, Marković (2010) navodi da su za dobru produkciju u toplivodnim ribnjacima dovoljne koncentracije fosfora u obliku ortofosfata od 0,1 do 0,5 mg/l. U grupi zimovnika u kojima su korišćene žitarice maksimalna prosečna koncentracija ovog nutrijenta iznosila je 0,113 mg/l (krajem jula), dok je u druge dve grupe upola manji maksimum bio konstatovan krajem juna. U ovom obliku fosfor je lako dostupan primarnim producentima, pa odsustvo ortofosfata u većem delu sezone uzgoja ukazuje da je usled izuzetno visoke produkcije fitoplanktona došlo do iscrpljivanja ovog nutrijenta u vodi.

Ukupna biomasa fitoplanktona izražena preko koncentracije hlorofila *a* je uglavnom bila visoka u sve tri eksperimentalne grupe. Koncentracija ovog pigmenta u vodi se tokom sezone kretala u proseku od 101,1 $\mu\text{g/l}$ do 397,8 $\mu\text{g/l}$ u zimovnicima sa dodatkom žitarica, od 78,8 $\mu\text{g/l}$ do 343,5 $\mu\text{g/l}$ u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana i u rasponu od 89,6 $\mu\text{g/l}$ do 405,1 $\mu\text{g/l}$ u jezerima sa dodatkom ekstrudirane hrane. Ovako visoke vrednosti algalne biomase ukazuju na izražen proces eutrofikacije u eksperimentalnim ribnjacima, a maksimalne vrednosti hlorofila *a* konstatovane su na kraju sezone uzgoja, u oktobru. U jesenjim mesecima dolazi do masovnog razvoja euglenoidnih algi u šaranskim ribnjacima (Mitrović, 1969), a kako su

to alge sa krupnim ćelijama njihova dominacija dovodi do značajnog povećanja ukupne biomase fitoplanktona.

Rezultati saprobiološke analize na osnovu fitoplanktonskih organizama kao bioindikatora su pokazali da je voda u eksperimentalnim ribnjacima pripadala II klasi ili beta-mezosaprobnoj zoni. Na osnovu pojedinih, prethodno pomenutih parametara, može se konstatovati da je voda u ribnjacima u pojedinim periodima istraživanja bila lošijeg kvaliteta u odnosu na rezultate saprobiološke analize, što ukazuje na smanjenu osetljivost ove analize u ekosistemima kakvi su šaranski ribnjaci.

5.2. Kvalitativna analiza fitoplanktona

Budući da su ribnjaci vodeni ekosistemi privremenog karaktera u kojima često nedostaje zimski aspekt, jesenji aspekt je naglo prekinut usled izlova, a prirodna ravnoteža narušena primenom različitih agrotehničkih mera, oni nisu tako intenzivno proučavani od strane hidrobiologa koliko jezera, akumulacije i trajne bare. Zbog toga je broj detaljnih fitoplanktonskih studija vezanih za ove plitke vodene objekte u odnosu na prirodne, nesrazmerno manji kako u svetu tako i kod nas. Istraživanja florističkog sastava ribnjaka u Panonskoj niziji kojima pripadaju i eksperimentalni zimovnici ribnjaka "Kapetanski rit" uglavnom su vezana za period od pre nekoliko decenija (Milovanović & Živković, 1953; Milovanović, 1960; Milovanović, 1963; Milovanović & Živković, 1963; Mitrović, 1969), a ređe za period od nekoliko godina unazad (Mitrović-Tutundžić & Vidmanić, 1991; Vidmanić, 1993; Borics *et al.*, 2000).

Kvalitativnom analizom fitoplanktona u devet eksperimentalnih zimovnika ribnjaka "Kapetanski rit" tokom sezone uzgoja (jun - oktobar 2009. godine) utvrđeno je ukupno 179 taksona iz 7 razdela: Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Dinophyta i Xanthophyta. Najveće grupe po broju vrsta bile su Chlorophyta (71) i Euglenophyta (64), ispred Cyanobacteria (24) i Bacillariophyta (17), dok su ostali razdeli manje raznovrsni. U studijama drugih autora u ribnjacima je utvrđen sličan broj taksona i sličan diverzitet po grupama. U hipereutrofnom ribnjaku u istočnoj Mađarskoj utvrđeno je ukupno 170 taksona od kojih su najveći diverzitet imale zelene alge, cijanobakterije, euglenoidne i silikatne alge (Borics *et al.*, 2000). U Srbiji je isto toliko vrsta i podvrsta (170) konstatovano u toku

dve uzastopne sezone uzgoja (1959. i 1960.) na šaranskom ribnjaku "Jegrička" (Milovanović & Živković, 1963) i do 200 taksona u dva ribnjaka u Kolutu tokom 1961. godine (Milovanović, 1963) gde su najraznovrsnije grupe takođe pripadale razdelima Chlorophyta, Cyanobacteria i Euglenophyta.

Da bismo odgovorili na pitanje da li tip dodatne hrane za ishranu riba može uticati na diverzitet fitoplanktona u ribnjacima potrebno je poznavati osnovne mehanizme koji određuju bogatstvo jedne vodene biocenoze. Sa stanovišta plitkih vodenih ekosistema kakvi su šaranski ribnjaci položaj u trofičkom gradijentu je često povezan sa nivoom raznovrsnosti životne zajednice. Tako, na primer diverzitet zajednice po pravilu opada od oligotrofnog ka eutrofnom statusu i najmanji je u hipereutrofnoj sredini (Komárková, 1998). Ako se pogledaju prosečne vrednosti hlorofila *a* tokom proizvodne sezone u sve tri eksperimentalne grupe zimovnika na ribnjaku "Kapetanski rit" može se konstatovati da su svi zimovnici bar u jednom trenutku imali izraženo eutrofan do hipereutrofan status. Međutim, prema Alvarez-Cobelas & Jacobson (1992) u hipereutrofnim vodama diverzitet se može drastično razlikovati, tj. takve vode mogu imati nizak, ali i visok diverzitet fitoplanktona. To znači, kao što Komárková (1998) primećuje, da na sastav fitoplanktona i njegovu biomasu pored nivoa nutrijenata u vodi (trofičnosti) utiču i neki drugi mehanizmi. U uslovima povećane trofičnosti, uticaj herbivora postaje daleko značajniji faktor koji oblikuje fitoplanktonsku zajednicu kroz tzv. *top - down* kontrolu. Kako su herbivori koji se hrane fitoplanktonom u ribnjacima sa monokulturom gajenog šarana zooplanktonske grupe Cladocera, Copepoda i Rotatoria, onda faktori koji utiču na njihovu brojnost i biomasu mogu indirektno uticati i na sastav fitoplanktonske zajednice. Poznato je da je jedan od tih faktora dodatna koncentrovana hrana pošto utiče na razvoj pomenutih zooplanktonskih grupa, inače prirodne hrane šarana, u zemljanim ribnjacima (Rahman *et al.*, 2006; Rahman *et al.*, 2008a). Zbog toga je u onim zimovnicima gde je zabeleženo značajnije prisustvo krupnog zooplanktona, a naročito krupnih vrsta Cladocera i Copepoda koje su efikasnije u konzumiranju fitoplanktonskih organizama, zabeležena manja raznovrsnost fitoplanktona u odnosu na zimovnike u kojima se ovi organizmi nisu pojavljivali.

5.2.1. Pojava i karakteristike vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* u zimovnicima "Kapetanskog rita"

Kada se govori o sastavu fitoplanktonske zajednice devet zimovnika tokom 2009. godine interesantno je napomenuti da je u svima zabeleženo prisustvo invazivne cijanobakterije *Cylindrospermopsis raciborskii* iz reda Nostocales, i to po prvi put u srpskim ribnjacima (Ćirić *et al.*, 2010). Postoji mali broj publikacija o prisustvu ove vrste u Srbiji uopšte, a pouzdanim nalazom se može smatrati njeno prisustvo u ravničarskoj reci Ponjavici blizu Pančeva (Karadžić, 2011). Pored toga ova vrsta je nalazena u ribnjaku "Mika Alas" tokom analize fitoplanktona 2011. i 2012. godine (Ćirić, neobjavljeni podaci).

Trihomi *C. raciborskii* iz prirodnih populacija nađenih u zimovnicima ribnjaka "Kapetanski rit" su po svojoj morfologiji veoma slični trihomima koje opisuje Karadžić (2011) u svojoj studiji o eutrofikaciji reke Ponjavice. Ipak, fenotipske osobine trihoma umnogome zavise od uslova u kojima ova vrsta raste, pa se često ne pribegava poređenju morfometrijskih karakteristika trihoma ukoliko se ne gaje u kulturi pod identičnim uslovima. Pošto do sada nijedan soj *C. raciborskii* nađen u Srbiji nije izolovan u kulturi, mogao bi se ovoga puta načiniti izuzetak radi prvog poređenja. Prosečna dužina i širina vegetativnih ćelija *C. raciborskii* iz ribnjaka (7,97 μm i 3,87 μm) nalaze se u opsegu koje Karadžić (2011) navodi za ovu cijanobakteriju u Ponjavici (dužina 5,0 - 12 μm ; širina 2 - 4,9 μm). Terminalne heterociste trihoma iz reke Ponjavice varirale su po dužini od 3,8 μm do 9,1 μm , a po širini od 1,8 μm do 4,6 μm , što su granice u okviru kojih su bile izmerene dimenzije heterocisti iz ribnjaka (prosečna dužina 8,4 μm i prosečna širina 3,7 μm). Karadžić (2011) daje za akinete prosečnu dužinu i širinu, pa se tu najbolje može sagledati sličnost trihoma sa dve lokacije. Dužina akineta iz Ponjavice iznosila je 11,9 μm , a iz ribnjaka 11,6 μm . Prosečna širina izmerenih akineta iz Ponjavice bila je 4,6 μm , a iz ribnjaka 4,9 μm . Ova podudarnost ne bi trebalo da čudi s obzirom da je Ponjavica u odnosu na ribnjak "Kapetanski rit" u kontekstu disperzije vrsta relativno blizu, i da to što ova vrsta nije nađena na drugim lokalitetima u Srbiji verovatno predstavlja posledicu nedovoljno dobre istraženosti.

Cylindrospermopsis raciborskii prvobitno je opisan kao vrsta *Anabaena raciborskii* Woloszynska prisutna u subtropskim i tropskim krajevima Azije, ali je u

periodu od nekoliko decenija otkrivena na drugim kontinentima i u oblasti umerenog klimata što je u vidu preglednog rada prikazala Padisák (1997), a u sažetom obliku Briand *et al.* (2004) i Kling (2009). Prvi nalaz ove vrste u Mađarskoj publikuje Hamar (1977) koji *C. raciborskii*, tada *Anabaena raciborskii*, nalazi u reci Tisi. Ovo je naročito važno napomenuti, pošto su svi zimovnici tokom eksperimenta 2009. godine napunjeni i osvežavani vodom iz reke Tise. Od tada, pa do danas ova vrsta je uglavnom registrovana u plitkim jezerima i ribnjacima u Mađarskoj (Padisák, 1997), Češkoj (Dvořák & Hašler, 2007), Austriji (Dokulil & Teubner, 2003), Grčkoj (Moustaka-Gouni *et al.*, 2007), Nemačkoj (Mischke, 2003; Fastner *et al.*, 2007), Francuskoj (Briand *et al.*, 2002), Portugalu (Saker *et al.*, 2003a; Saker *et al.*, 2003b), a van Evrope u Australiji i Novom Zelandu (McGreagor & Fabro, 2000; Ryan *et al.*, 2003), SAD-u (Hong *et al.*, 2006), Kanadi (Kling, 2009), Egiptu (Mohamed, 2007), Alžiru (Bouaïcha & Nasri, 2004), Izraelu (Alster *et al.*, 2010), Tajlandu i Japanu (Chonudomkul *et al.*, 2004). Najnovija istraživanja areala ove vrste ukazuju da se njena pojava u umerenom pojasu može dovesti u vezu sa klimatskih promena (Sinha *et al.*, 2012).

S obzirom da su se trihomi vrste *C. raciborskii* pojavili u svih devet zimovnika, ali u različito vreme eksperimenta i da je u susednoj Mađarskoj ova vrsta registrovana mnogo ranije na više lokaliteta, čak i u reci Tisi, malo je verovatno da se na ribnjaku "Kapetanski rit" pojavila tek 2009. godine. Ova cijanobakterija može da prezimi u sedimentu jezera i ribnjaka u obliku specijalizovanih ćelija - akineta ili spora iz kojih klija kada nastupe povoljni uslovi. Dovoljno je da se samo par godina pre, ova vrsta pojavila na ribnjaku i formirala akinete koji su, budući teški od nagomilanih rezervnih materija, pali na dno ribnjaka. Da bi akineti *C. raciborskii* prokljali potrebno je da temperatura sedimenta dostigne 22 - 23°C, a da bi se jedinke održale u fitoplanktonu temperatura vode bi trebalo da bude između 23 - 25°C (Padisák, 1997). Na početku eksperimenta, već sredinom juna, temperatura vode na površini bila je iznad 22°C u svim zimovnicima (Tabela 6), a svakodnevni monitoring je pokazao da su izmerene vrednosti temperature vode nekoliko dana pre dostizale i veće vrednosti. U plitkim vodenim ekosistemima kakvi su ribnjaci, temperatura vode se od površine ka dnu tokom leta razlikuje za svega nekoliko stepeni (1 - 3°C) i to po najdubljem profilu jezera, dok se u plićim delovima, uz kosinu nasipa, sediment gotovo podjednako zagreva kao površina. Iako nije merena temperatura vode neposredno iznad dna ribnjaka verovatno je tokom

juna ona prelazila kritični prag za germinaciju akineta od 22°C u nekim zimovnicima, a kasnije, sa daljim porastom temperature vode, i u ostalim zimovnicima.

Dok poreklo vrste *C. raciborskii* na ribnjaku "Kapetanski rit" ostaje u domenu pretpostavki za buduća filogeografska istraživanja poput studije o genetičkim razlikama različitih sojeva ove cijanobakterije od Neilan *et al.* (2003), kompleks ekoloških faktora koji su doveli do njegove pojave u devet jezera na ovom ribnjaku daleko je jasniji. Pored optimalne temperature vode, ovoj vrsti je pogodovala mala providnost vode i slabo alkalna sredina u kojoj je rastvoreni fosfor bio u deficitu. Adaptiranost *C. raciborskii* na slabu osvetljenost biće razmatran kasnije u kontekstu pojavljivanja ove cijanobakterije u zajednici sa vrstom *Planktothrix agardhii*. U zimovnicima se pH vode kretala u proseku od 8,2 do 8,8 što je u saglasnosti sa navodima da se *C. raciborskii* obično javlja u vodama čija se pH vrednost nalazi u opsegu 8,0 - 8,7 i da može da toleriše i više vrednosti, ali se nikada ne javlja u kiselijim vodama (Padisák, 1997). U vodama u kojima su osnovni nutrijenti u deficitu i gde je rast većine drugih algi ograničen *C. raciborskii* cveta zahvaljujući svojim brojnim adaptacijama. Ova vrsta efikasno usvaja fosfor čak i kada su njegove koncentracije u vodenom okruženju izuzetno niske, često ispod granice detekcije, pa tada kao u jezeru Balaton može da formira vodeni cvet (Padisák, 1997). Tokom većeg dela eksperimenta rastvoreni reaktivni fosfor u zimovnicima je bio ispod granice osetljivosti metode, naročito početkom septembra kada je zabeležen dominantan udeo *C. raciborskii* u fitoplanktonskoj zajednici.

Istovremena pojava prvih akineta sedmog septembra u svih devet jezera podudara se sa prvim osetnim opadanjem temperature vode u njima (Tabela 6). Pojedine studije ukazuju da poremećaj sadržaja fosfora i termički šok predstavljaju glavne okidače za diferencijaciju vegetativnih ćelija u akinete (Moore *et al.*, 2003). Međutim, novije studije pokazuju da nema razlike u diferencijaciji akineta između kultura u kojima se sadržaj fosfora kretao od limitiranosti do prezasićenja (Istánovics *et al.*, 2000; Shafik *et al.*, 2003). Stoga, se može zaključiti da je do razvoja akineta *C. raciborskii* u toku ovog eksperimenta došlo usled naglon pada temperature tj. temperaturnog šoka početkom septembra. Interesantno da je relativno visoka biomasa ove cijanobakterije zabeležana i nakon toga, u oktobru, kada su temperature vode iznosile od 17,2 do 17,4°C. U svojoj studiji Padisák (1997) iznosi pretpostavku da se *C.*

raciborskii postepeno adaptirao na niže temeperature u evropskim vodama. U skladu sa tom pretpostavkom stoje dobijeni rezultati ovih istraživanja i rezultati Dokulil & Mayer (1996) koji nalaze maksimalnu biomasu *C. raciborskii* u periodu kada se temperatura vode u jezeru Alte Donau u Austriji kretala u opsegu od 15 do 18°C.

5.2.2. Kvantitativna analiza fitoplanktona

Visoke vrednosti abundance i biomase fitoplanktona u devet eksperimentalnih zimovnika rezultat su dominacije cijanobakterija, a ređe drugih grupa planktonskih algi poput Euglenophyta. U plitkim vodenim basenima kakvi su ribnjaci masovan razvoj cijanobakterija i formiranje vodenog cveta nije retka pojava. Tako je u plitkom jezeru u Francuskoj tokom 1999. godine u vreme cvetanja vrsta *Cylindrospermopsis raciborskii* brojala oko 2×10^6 trihoma po litru, dok je biomasa fitoplanktona izražena kao koncentracija hlorofila *a* iznosila 152,4 µg/l (Briand *et al.*, 2002). U hipertrofnom ribnjaku u Mađarskoj tokom jedne proizvodne sezone zabeleženo je teško cvetanje vode sa maksimalnom biomasom vrste *C. raciborskii* od 870 mg/l, pa je sadržaj hlorofila *a* u vodi prelazio 1 600 µg/l (Borics *et al.*, 2000). U plitkom jezeru Melangsee (prosečne dubine 1,6 m) u istočnoj Nemačkoj preovlađivala je cijanobakterija *Planktothrix agardhii* sa maksimalno zabeleženom biomasom od 43,6 mg/l (Mischke, 2003). Ispitivanja fitoplanktonske zajednice ribnjaka u Srbiji često nisu bila praćena detaljnom analizom kvantitativnog sastava, pa relativno mali broj studija može da posluži kao osnova za upoređivanje. Jedno takvo istraživanje odnosi se na analizu sastava i dinamike fitoplanktona u toku dve uzastopne sezone uzgoja (1959. i 1960) na šaranskom ribnjaku "Jegrička" (Milovanović & Živković, 1963). Za razliku od prve, u drugoj godini istraživanja tokom čitave proizvodne sezone dominirale su dve cijanobakterije, *Anabaena spiroides* i *Cylindrospermum stagnale*, koje su formirale razvijen vodeni cvet, pa je ukupna abundanca fitoplanktona iznosila oko 280×10^6 ind./l (Milovanović & Živković, 1963). Ovako visoke vrednosti nisu zabeležene tokom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit" čak ni u momentima kada je vrsta *P. agardhii* formirala gust vodeni cvet ($29,8 \times 10^6$ ind./l), kao u zimovniku 9 krajem jula.

Bez obrzira na to što su u pojedinim mesecima sezone uzgoja razlike u sastavu fitoplanktonske zajednice među pojedinim zimovnicima bile izraženije, u svima je

zabeležena pojava sličnih cijanobakterija. Naročito je karakteristična asocijacija dve cijanobakterije *Planktothrix agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii* koja se javila početkom septembra i trajala do kraja eksperimenta. Ono što u ekološkom smislu povezuje ove dve vrste jeste adaptiranost na uslove slabe osvetljenosti u vodi koji drugim fotosintetičkim organizmima ne pogoduju, pa tako u uslovima kada *C. raciborskii* cveta providnost vode pada ispod 32 cm (Padisák, 1997). U svih devet zimovnika tokom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit" providnost vode je u periodu septembar - oktobar bila ispod 30 cm. Ako se pogledaju vrednosti u tabeli 7. može se videti i da je tokom avgusta providnost vode u zimovnicima isto bila niska, ali tada nije zabeležen tako masovan razvoj ovih cijanobakterija. U jezerima populacije vrste *C. raciborskii* dostižu maksimum u toplijem delu godine i to kada je smanjeno mešanje površinske i vode sa dna tj. kada se uspostavi letnja stratifikacija (Padisák, 1997). Tokom avgusta meseca voda je u zimovnicima kontinuirano osvežavana kako bi se održao pozitivan vodni bilans jezera iz kojih je voda intenzivno isparavala, pa nije došlo do uspostavljanja stratifikacije i stvaranja povoljnih uslova za masovni razvoj cijanobakterija u ovom periodu. Narušavanje stratifikacije u plitkim jezerima kakvi su ribnjaci dešava se i kao rezultat određenih meteoroloških prilika npr. jačeg vetra ili veštački - primenom aeracije, na šta je vrsta *C. raciborskii* naročito osetljiva (Dokulil & Mayer, 1996).

Sa stanovišta ribnjačke proizvodnje važno je poznavati ekologiju ove cijanobakterije s obzirom da njena uloga kao invazivne vrste u ovim ekosistemima nije do kraja poznata, da je potencijalno toksična i da je do ove studije niko nije registrovao u ribnjacima u Srbiji. U ranijim studijama fitoplanktona ribnjaka u Srbiji u sastavu vodenog cveta nalažene su druge cijanobakterije iz rodova *Microcystis*, *Anabaena* i *Aphanizomenon*. Vrsta tipično planktonskog roda *Aphanizomenon flos-aquae* koja pravi kolonije u obliku snopića konstatovana je u nekoliko ribnjaka u Srbiji, poput ribnjaka "Ečka" (Milovanović & Živković, 1953) i ribnjaka "Kolut" (Milovanović, 1962). Nekada *Oscillatoria agardhii*, u savremenoj taksonomiji poznata kao *Planktothrix agardhii*, nije prema postojećim literaturnim izvorima utvrđena u srpskim ribnjacima, iako se navodi da je njeno stanište vezano za dno ribnjaka i jezera. Inače ova vrsta je poznata po tome da dovodi do formiranja intenzivnog vodenog cveta. Vrsta *Anabaena flos-aquae* koja formira slobodno plivajuće kolonije uglavnom u stajaćim vodama

konstatovana je na ribnjaku "Ečka" (Milovanović & Živković, 1953) i ribnjacima u Kolutu (Milovanović, 1962). Često dominantan u vodenom cvetu, rod *Microcystis* nalažen je u eksperimentalnim objektima ribnjaka u Kovilovu (Mitrović, 1969), u dva objekta ribnjaka u Kolutu (Milovanović, 1963), u velikim bazenima ribnjaka "Ečka" (Milovanović & Živković, 1953), u ribnjaku "Živača" (Milovanović & Živković, 1959; Mitrović-Tutundžić & Vidmanić, 1991), u ribnjaku "Mika Alas" (Vidmanić, 1993) i u ribnjaku "Dokmir" (Vidmanić, 1993).

Tokom eksperimenta 2009. godine u devet zimovnika ribnjaka "Kapetanski rit" vrste rodova *Microcystis* i *Aphanizomenon* su nalažene samo sporadično, dok je rod *Anabaena* bio dobro zastupljen. Vrsta *Anabaena flos-aquae* je preovlađivala u većini uzoraka u periodu jun - jul, sa udelom koji se u ukupnoj biomasi kretao od 55,5 do 76,5% u zimovnicima sa žitaricama kao dodatnom hranom, 43,9 - 80,4% u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana i 28,7 - 58,4% u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane. Ipak ova vrsta je dovela do razvoja vodenog cveta u sva tri zimovnika u kojima su korišćene žitarice, što se može zaključiti na osnovu visokih koncentracija hlorofila *a* u tom periodu (273,7 - 343,2 µg/l), dok je u druga dve grupe zimovnika cvetanje vode u periodu jun - jul bilo manje izraženo i čak je potpuno izostalo u zimovnicima 5 (peletirana hrana) i 6 (ekstrudirana hrana).

Cijanobakterija *Aphanizomenon flos-aquae* pojavila se samo u tri jezera (5, 6 i 8) tokom eksperimenta (Tabela 16). Iako ni u jednom od ova tri jezera nije dovela do cvetanja vode, ova vrsta je u zimovniku 6 u jednom momentu (27. jula) dominirala u ukupnoj biomasi cijanobakterija sa udelom od 95,3%. Interesantno je napomenuti da u tom uzorku nije pronađen ni jedan trihom najzastupljenije cijanobakterije u ovim jezerima, vrste *Planktothrix agardhii*, ali da su nalaženi pojedinačni trihomi vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*. Dominacija vrste *Aphanizomenon flos-aquae* zabeležena je u letnjim mesecima u ribnjacima sa visokom biomasom riba (Tátrai *et al.*, 1997). Prema Reynolds *et al.* (2002) *Aphanizomenon flos-aquae* zajedno sa vrstom *Anabaena flos-aquae* pripada ekološkoj grupi fitoplanktona koji naseljava eutrofne vode i osetljiva je na smanjenu osvetljenost, mešanje vode i nizak sadržaj rastvorenog fosfora (Reynolds, 2006). Interesantno je da su zimovnici 5, 6 i 8 imali najveću maksimalnu providnost vode u periodu jun - jul (48 cm, 79 cm i 66 cm, tabela 7), a zimovnik 6 najveću providnost u trenutku dominacije vrste *Aphanizomenon flos-aquae*. Sadržaj

rastvorenog reaktivnog fosfora u zimovnicima 5 i 6 je u odnosu na druge zimovnike bio najveći na početku eksperimenta (0,137 mg/l i 0,125 mg/l, tabela 14), ali je kasnije opao ispod granice detekcije što bi mogao da bude jedan od razloga zašto su *Aphanizomenon flos-aquae* i *Anabaena flos-aquae* u nastavku sezone dominaciju u fitoplanktonu ustupile drugim cijanobakterijama. Pored toga, u ova dva zimovnika su konstatovane visoke koncentracije amonijačnog azota u periodu jun - jul kakve nisu zabeležene u drugim zimovnicima, ali su u zimovniku 6 ove vrednosti bile dvostuko veće u julu kada je dominirao *Aphanizomenon flos-aquae*, 13. jula - 1,6 mg/l i 27. jul - 1,4 mg/l (Tabela 13). Ipak, studije pokazuju da sezonska dominacija vrste *Aphanizomenon flos-aquae* u vodi ne zavisi toliko od limitiranosti azotom i fosforom (Reynolds, 2006), zbog čega je razlika u dominaciji vrste *Aphanizomenon flos-aquae* između tri zimovnika u kojima se javlja verovatno bila uslovljena nekim drugim faktorom.

Cijanobakterija koja je u uzorcima iz devet ispitivanih zimovnika ribnjaka "Kapetanski" rit najčešće nalazena i po broju trihoma često dominirala bila je vrsta *Planktothrix agardhii*, koja predstavlja široko rasprostranjenu vrstu u generalno plitkim vodenim basenima u Evropi i van nje (Komárek & Hauer, 2012). U kontekstu njene ekologije u ribnjacima važna su istraživanja fitoplanktona u plitkom jezeru Balaton i ribnjacima u Mađarskoj (Padisák & Reynolds, 1998; Borics *et al.*, 2000; Honti *et al.*, 2007; Hajnal & Padisák, 2008), u ribnjacima u Češkoj (Pechar, 2000; Hašler *et al.*, 2004; Hašler *et al.*, 2008), u dva plitka jezera u Nemačkoj (Mischke, 2003; Wiedner *et al.*, 2008), u plitkim jezerima u Francuskoj (Briand *et al.*, 2002; Brient *et al.*, 2008), u plitkoj akumulaciji u Estoniji (Pedusaar *et al.*, 2010), u hipereutrofnim jezerima i ribnjacima u Belgiji (Degans & De Meester, 2002; Willame *et al.*, 2005; Willame *et al.*, 2006), ali i van Evrope, u plitkom jezeru u Argentini (Sinistro *et al.*, 2007) i eutrofnoj akumulaciji u Brazilu (Fonseca & Bicudo, 2008). Reynolds *et al.* (2002) navode da stanište vrste *Planktothrix agardhii* odlikuje povećana mutnoća tj. stanište u kome je svetlost uglavnom limitirajući faktor rasta fitoplanktona. Zbog toga se u funkcionalnoj klasifikaciji fitoplanktona ova vrsta svrstava u grupu S1 sa onim cijanobakterijama koje su sa jedne strane tolerantne na izražen nedostatak svetlosti u vodi, a s druge strane osetljive na ispiranje (Reynolds *et al.*, 2002). Vrsta *Planktothrix agardhii* je interesantna po tome što njene populacije mogu da budu prisutne u jezerima skoro tokom čitave

godine, i to praktično u monokulturi, čineći tzv. "treće stabilno stanje" kome teže plitka jezera (Scheffer, 1998).

U toku eksperimenta najveći broj trihoma vrste *Planktothrix agardhii* u jednom litru konstatovan je u zimovniku 9 krajem jula i iznosio je $29,8 \times 10^6$ što je, kada se uzme u obzir prosečna dužina i širina trihoma, u tom uzorku ekvivalentno ukupnoj biomasi od 53,8 mg/l. Autori gore pomenutih studija obično u svojim radovima ne navode podatke o broju jedinki tj. trihoma i njihovoj biomasi, već uglavnom udeo u fitoplanktonskoj zajednici. Ipak, Mischke (2003) tokom dvogodišnje studije (1999-2000) u jezeru Langer See u Nemačkoj, prosečne dubine 2,1 m, konstatuje maksimalnu biomasu *P. agardhii* od 43,5 mg/l, dok su Wiedner *et al.* (2008) u istom jezeru 2005. godine zabeležili maksimum od 15,03 mg/l. Rezultati kvantitativne analize cijanobakterijskih populacija često se izražavaju brojem ćelija, pa tako Brient *et al.* (2008) navode da su u plitkom jezeru Ribou u Francuskoj zabeležili maksimalno $266,6 \times 10^6$ ćelija vrste *P. agardhii* u jednom litru. Uzimajući u obzir da je u zimovniku 9 u momentu kada je zabeležen maksimum abundance *P. agardhii* prosečan broj ćelija po trihomu bio 50, kada se abundanca preračuna u broj ćelija po litri dobija se vrednost od 1490×10^6 . Tako su vrednosti biomase i broja ćelija vrste *P. agardhii* u vreme najvećeg maksimuma tokom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit" bile veće u odnosu na ekstremne vrednosti zabeležene u sličnim vodenim staništima.

Uslovi niske providnosti, visoke temperature stajaće vode i deficita rastvorenog fosfora pogodovali su razvoju ove cijanobakterije ne samo u zimovniku 9, već i u drugim zimovnicima. Maksimalan udeo vrste u ukupnoj biomasi se kretao od 41,3% do 80,4% u grupi zimovnika sa dodatkom žitarica, od 70,2% do 77,6% u grupi zimovnika sa dodatkom peletirane hrane i od 50,3% do 70,0% u zimovnicima u kojima je korišćena ekstrudirana hrana. Već na početku eksperimenta, sredinom juna, *Planktothrix agardhii* je dominirao u većini zimovnika, pa je u tri zimovnika sa dodatkom ekstrudirane hrane činio više od 50% udela u ukupnoj biomasi, a u zimovniku 4 sa dodatkom žitarica čak 80,4%. Krajem jula kada je došlo do gotovo opšteg razvoja vodenog cveta u eksperimentalnim jezerima ponovo je preovlađivala vrsta *P. agardhii*. Treći put, krajem septembra udeo ove cijanobakterije je ponovo dostigao visoke vrednosti u biomasi fitoplanktonske zajednice ovih ribnjaka. Tako su se tokom čitave sezone uzgoja ribnjaci vraćali na stanje u kome *P. agardhii* dominira

fitoplanktonskom zajednicom, a iz njega izlazili narušavanjem stabilnost vodenog stuba, kao što je bio slučaj u drugoj polovini avgusta kada je sveža voda kontinuirano upuššana. Posle perioda narušavanja stabilnosti, sve cijanobakterije ne osvajaju istom brzinom raspoložive ekološke niše. Po brzini reakcije *P. agardhii* se nalazi iza druge cijanobakterije iz reda Nostocales, invazivne vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*. Ukoliko nastupe povoljni uslovi populacije vrste *C. raciborskii* su sposobne da rastu prema neto stopi rasta koja je približna maksimalnoj stopi dobijenoj u laboratorijskim uslovima koju navode Istvánovics *et al.* (2000), a koja je četiri puta veća od neto stope rasta populacija cijanobakterije *P. agardhii* (Mischke, 2003). Zbog toga je nakon smanjenja brojnosti cijanobakterija krajem avgusta u naredne dve nedelje vrsta *C. raciborskii* dostigla najveći udeo u zajednici gotovo u svim zimovnicima.

Pored cijanobakterija tokom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit" u fitoplanktonskoj zajednici, naročito u kasno leto i jesen, došlo je do masovne pojave euglenoidnih algi. Intenzivan razvoj Euglenophyta u jesenjim mesecima česta je pojava u šaranskim ribnjacima (Milovanović, 1960; Mitrović, 1969; Milstein & Svirsky, 1996). Još sredinom prošlog veka Milovanović & Živković (1953) u ribnjaku "Ečka" nalaze raznovrsno naselje euglenoidnih algi iz rodova *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas* i *Lepocinclis*. Povećani udeo roda *Euglena* u ukupnoj biomasi fitoplanktona na šaranskom ribnjaku "Jegrička" dovodi se u vezu sa povećanom količinom organske materije u vodi (Milovanović, 1960). Objasnjene ove pojave daju Milstein & Svirsky (1996) koji su prilikom ispitivanja uticaja ciprinida na planktonsku zajednicu zaključili da šaran favorizuje pojavu rodova *Euglena* i *Cryptomonas* u ribnjacima tako što bentofagnim ponašanjem podiže mulj sa dna dovodeći do migracije organske materije u vodeni stub. Dominacija euglenoidnih algi u plitkim vodenim ekosistemima poput bara i ribnjaka je u saglasnosti sa klasifikacionim sistemom slatkovodnog fitoplanktona u funkcionalne ekološke grupe u kome se rodovi *Euglena*, *Phacus*, i *Lepocinclis* svrstavaju u grupu W1 koja naseljava male vodene ekosisteme bogate organskom materijom u kojima nema mnogo herbivora koji se njima hrane (Reynolds, 2006). Sadržaj organske materije u vodi zimovnika izražen preko utroška KMnO_4 , iako visok tokom čitavog eksperimenta, bio je najveći na kraju eksperimenta kada je zabeležena dominacija euglenoidnih algi i odsustvo krupnog herbivornog zooplanktona.

Tokom ispitivanja fitoplanktonske zajednice u eksperimentu sa različitom dodatnom hranom od zelenih algi najčešće su nalažene sitne jednoćelijske i kolonijalne alge iz rodova *Carteria*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Pediastrum* i sporadično desmidne alge iz roda *Closterium*. Naročito je interesantna masovna pojava vrste *Closterium acutum* u julu u zimovniku 5 u kome je udeo cijanobakterija u ukupnoj biomasi sve do kraja avgusta bio značajno niži u poređenju sa drugim zimovnicima. Reynolds (2006) navodi da se u plitkim basenima povećane trofičnosti često mogu naći hlorokokalne alge iz rodova *Scenedesmus* i *Pediastrum*, kao i desmidne alge iz roda *Closterium*. Slična zajednica i pojava vrsta roda *Closterium* nalažena je u ribnjacima u Srbiji. Prilikom ispitivanja sastava fitoplanktonske zajednice u ribnjaku "Živača" tokom jedne proizvodne sezone (1955) pored rodova *Carteria* i *Chlamydomonas* zabeležena je masovna pojava desmidne alge, *Closterium acutum*, u letnjim mesecima (Milovanović & Živković, 1959). Analizom florističkog i cenotičkog sastava fitoplanktona ribnjaka "Jegrička" tokom jedne sezone uzgoja, april - oktobar 1959. godine, konstatovan je intenzivan razvoj vrste *Closterium acerosum* sa maksimumom u avgustu i septembru. Prilikom određivanja kvalitativnog i kvantitativnog sastava fitoplanktonske zajednice u ribnjacima "Mika Alas" i "Dokmir" tokom dve proizvodne sezone, 1990. i 1991. godine, u većini uzoraka je utvrđeno prisustvo roda *Closterium* (Vidmanić, 1993).

5.3. Kvalitativna analiza zooplanktona

U odnosu na fitoplankton zooplanktonska zajednica u ribnjacima je intenzivnije proučavana zbog uloge ovih organizama u ishrani toplovodnih riba, naročito šaranskih vrsta. Međutim, takva hidrobiološka ispitivanja uglavnom nisu imala za cilj faunističku analizu, već ispitivanje produkcije planktona u ribnjacima od značaja za proizvodnju ribe. Pitanje diverziteta zooplanktona u ovim objektima od sekundarnog je značaja, pa su uglavnom analizirane one grupe čija je uloga u organskoj produkciji ribnjaka značajna poput Rotatoria, Cladocera i Copepoda, dok grupa Protozoa uglavnom nije obuhvaćena tim ispitivanjima.

U toku eksperimenta u devet zimovnika ribnjaka "Kapetanski rit" utvrđeno je ukupno 86 taksona iz tri zooplanktonske grupe: Rotatoria (65), Cladocera (17) i Copepoda (4). Drugi autori prilikom limnoloških ispitivanja u ribnjacima u Srbiji

takođe nalaze da je Rotatoria najraznovrsnija grupa planktonskih beskičmenjaka, s tom razlikom što je njihov diverzitet u tim ribnjacima nešto niži. Milovanović i Živković (1959) su prilikom ispitivanja planktonske produkcije u ribnjaku "Živača" tokom jedne proizvodne sezone utvrdili skoro isti broj taksona zooplanktona, ukupno 82 vrste i varijeteta, od čega 60 taksona iz grupe Rotatoria, 14 vrsta Cladocera i 7 vrsta Copepoda. Isti autori prilikom analiziranja sastava i dinamike planktona u ribnjaku "Jegrička" tokom dve proizvodne sezone nalaze ukupno 55 vrsta i varijeteta Rotatoria, 18 vrsta Cladocera i 5 vrsta Copepoda (Milovanović i Živković, 1963). Mitrović (1969) tokom tri godine istraživanja, u tada relativno novim eksperimentalnim objektima ribnjaka u Kovilovu, konstatuje manje taksona iz dve analizirane grupe, naročito Rotatoria (24 vrste) i Cladocera (13 vrsta). Vidmanić (1993) je prilikom ispitivanja sekundarne produkcije u dva nizijska ribnjaka u Srbiji konstatovala najveći diverzitet zooplanktona u ribnjaku "Mika Alas" i to najviše Rotatoria u prvoj proizvodnoj godini (44 vrste), dok je raznovrsnost Cladocera bila najveća u drugoj godini istraživanja (11 vrsta). Manji diverzitet ovih beskičmenjaka nalazi i Dulić (2007) prilikom ispitivanja sekundarne produkcije na ribnjaku "Sveti Nikola" kada je u toku dve sezone uzgoja identifikovano ukupno 38 vrsta, od toga 23 vrste Rotatoria, 12 vrsta Cladocera i 3 taksona Copepoda. Ipak, od ribnjaka u Panonskoj niziji po izvanrednom bogatstvu zooplanktona izdvajaju se objekti ribnjaka "Ečka" u kojima su Milovanović i Živković (1953) identifikovali ukupno 120 vrsta i varijeteta Rotatoria, 42 vrste Cladocera i 17 vrsta Copepoda, što ne čudi s obzirom na opsežnost njihovih ispitivanja i veliki broj ribnjačkih objekata.

U grupi Rotatoria najraznovrsniji rodovi koji su identifikovani tokom eksperimenta u devet zimovnika bili su *Brachionus* sa najviše 11 vrsta, iza koga slede *Keratella*, *Trichocerca*, *Lecane*, *Polyarthra* i *Anuraeopsis*. Pomenuti taksoni su većinom široko rasprostranjeni i predstavljaju najčešće nalažene Rotatoria u šaranskim ribnjacima u Srbiji (Milovanović i Živković, 1953; Mitrović, 1969; Vidmanić, 1993; Dulić, 2007), ali i drugim ribnjacima npr. u srednjoj Evropi. Potužak *et al.* (2007) navode na osnovu dugogodišnjih ispitivanja da su vrste rodova *Brachionus* (*B. calyciflorus*, *B. angularis*, *B. quadridentatus*), *Keratella* (*K. cochlearis*, *K. quadrata*), *Trichocerca* i *Polyarthra* najčešće nalaženi taksoni iz grupe Rotatoria u ribnjacima u Češkoj. Prisustvo ovih vrsta u vodama ribnjaka u saglasnosti je sa rezultatima ranijih istraživanja u kojima se pojava pomenutih vrsta npr. iz roda *Brachionus* (*B.*

calyciflorus, *B. angularis*) vezuje za vode bogate organskom materijom kakve su upravo ribnjačke vode (Arora, 1966).

Kada je u pitanju grupa Cladocera, u zimovnicima je po broju identifikovanih vrsta na prvom mestu bio rod *Daphnia*. Ovi beskičmenjaci su u ribnjacima naročito raznovrsni i brojni u proleće i početkom leta, s tim da se u nenasadenim ribnjacima mogu održati kao dominantna grupa sve do jeseni (Mitrović, 1969; Milstein *et al.*, 2006). Odgovor na pitanje zašto su se pojedine vrste Cladocera pojavile samo u pojedinim zimovnicima (kao na primer *Daphnia galeata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindti* i *Moina macrocopa* identifikovane samo u zimovniku 11) dosta je složen. Naime, prisustvo planktonskih beskičmenjaka u ribnjacima može biti alohtono tj. ovi organizmi naseljavaju ribnjak nošeni upusnom vodom i tu se reprodukuju ili autohtono, kada su njihovi mirujuć stadijumi (dormantna jaja) već prisutni u sedimentu ribnjaka iz kojih se kada nastupe povoljni uslovi razvijaju aktivno plivajuće jedinke (Milstein *et al.*, 2006). Pošto su pomenute vrste nađene samo u zimovniku 11 i to nakon početka eksperimenta, verovatnije je da su u ovom jezeru one već bile prisutne u sedimentu. Manje je verovatno da su u zimovnik ušle za vreme punjenja pošto bi se na taj način pojavile ne samo ranije, već i u drugim jezerima. Ovo je važno zbog toga što je veći diverzitet Cladocera utvrđen u grupi sa dodatkom peletirane hrane u kome je zimovnik 11, u odnosu na druge dve eksperimentalne grupe. Ipak, ovo bi se pre moglo objasniti autohtonim poreklom ovih beskičmenjaka koji su se pojavljivali u zimovnicima bez obzira kojoj eksperimentalnoj grupi pripadaju, nego pripisati uticaju različite dodatne hrane koja povećavajući (žitarice) ili smanjujući predatorski pritisak riba (kompletna hrana) indirektno utiče na zajednicu zooplanktona.

5.3.1. Kvantitativna analiza zooplanktona

Ukupna brojnost zooplanktonskih organizama u devet eksperimentalnih zimovnika uglavnom nije bila visoka pošto je u proseku nalaženo manje od 1 500 ind./l. U sličnim uslovima na našim ribnjacima u zavisnosti od gustine nasada tokom jedne proizvodne sezone abundanca ovih organizama u proseku može da dostigne nekoliko hiljada individua u jednom litru (Mitrović, 1969).

Grupa Rotatoria je bila najbrojnija u zooplanktonu sva tri zimovnika sa dodatkom žitarica sa prosečnom abundancom u intervalu od 920 ind./l do 1 230 ind./l. U ovim jezerima konstatovana su dva maksimuma brojnosti ovih organizama, prvi krajem jula i početkom avgusta sa više od 2 000 ind./l i drugi jesenji sa preko 1 200 ind./l. Za razliku od jezera sa dodatkom proteinske hrane u zimovnicima u kojima su korišćene žitarice uglavnom su dominirale sitnije vrste Rotatoria, dok su krupnije vrste bile retke. Tako su u prva dva meseca eksperimenta, u junu i julu u zajednici zooplanktona najčešće nalažene *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Trichocerca rattus*, *Brachionus angularis* i *Brachionus forficula*. Pored pomenutih, u tom periodu, u zimovniku 4 u većem broju konstatovana je vrsta *Pompholyx sulcata*. Najčešće vrste u jesenjem maksimumu u zimovnicima sa dodatkom žitarica bile su *Anuraeopsis fissa* i *Trichocerca pusilla*. Ispitujući uticaj gustine nasada na produkciju zooplanktona u ribnjacima kod Kovilova Mitrović (1969) je u toku jedne sezone ispitivanja koristila približno istu nasadnu masu riba po jedinici površine kao tokom eksperimenta 2009. godine na ribnjaku "Kapetanski rit" i žitarice kao osnovnu dodatnu hranu, pa se rezultati te ranije studije mogu uzeti kao referentni prilikom analiziranja zooplanktonske zajednice zimovnika sa dodatkom žitarica. Prosečna brojnost Rotatoria u ribnjacima kod Kovilova bila je između 800 ind./l i 1 200 ind./l što je veoma slično intervalu abundance konstatovanom prilikom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit". Uz to, od Rotatoria najčešće su nalažene vrste *Keratella cochlearis* i *Brachionus angularis* koje su dominirale početkom sezone uzgoja u obe studije, ali u ranijoj studiji nije konstatovan jesenji maksimum ovih beskičmenjaka pošto je eksperiment trajao samo do 24. septembra.

U grupi zimovnika sa proteinskom dodatnom hranom prosečna abundanca Rotatoria se kretala od 362 ind./l do 1 239 ind./l za zimovnike sa dodatkom peletirane hrane i intervalu od 181 ind./l do 839 ind./l za zimovnike sa dodatkom ekstrudirane hrane. U odnosu na zimovnike sa dodatkom žitarica nije zabeležena tako pravilna pojava prvog maksimuma Rotatoria u periodu jul - avgust, a tamo gde su zabeleženi, ovi maksimumi su bili niži, nešto veći od 1 200 ind./l. Samo je u zimovniku 11 iz grupe sa peletiranom dodatnom hranom konstatovana krajem jula izuzetno visoka abundanca ove grupe zooplanktona od oko 8 000 ind./l. Od Rotatoria u ovom zimovniku tada je pojedinačno najbrojnija bila krupnija vrsta *Brachionus calyciflorus* sa 3 650 ind./l.

Masovna pojava ove vrste u zimovniku 11 je interesantna iz razloga što ona pre, a ni posle toga nije nalažena u tako visokom broju u ovom jezeru, a bila je brojna i u druga dva zimovnika ovog tretmana u avgustu i oktobru. Od drugih krupnijih Rotatoria konstatovane su vrste roda *Asplanchna*, inače predatori sitnijih Rotatoria, sa oko 100 ind./l samo u zimovniku 8 i 12. Za razliku od letnjeg maksimuma abundance Rotatoria jesenji je zabeležen u svim zimovnicima sa proteinskom dodatnom hranom izuzev zimovnika 6 u kome je grupa Rotatoria uopšte bile slabo zastupljena, sa manje od 200 ind./l. Tokom oktobra u ovim zimovnicima najčešće su nalažene *Anuraeopsis fissa*, *Keratella cochlearis* var. *tecta* i sporadično, vrste roda *Trichocerca*, pa možemo konstatovati da se naselje Rotatoria u kvantitativnom pogledu ujednačilo u svim zimovnicima pri kraju eksperimenta.

Račići iz grupe Cladocera retko su nalaženi u zimovnicima sa dodatkom žitarica, uglavnom samo u zimovniku 4 na početku eksperimenta. U ovom jezeru sredinom juna zabeleženo je prisustvo pet vrsta roda *Daphnia* od kojih su tri (*D. longispina*, *D. magna* i *D. cucullata*) imale abundancu veću od 100 ind./l. Dve nedelje kasnije broj ovih Cladocera se drastično smanjio, a od jula do septembra u zimovnicima u kojima su korišćene žitarice pojavljuje se samo sitnija *Bosmina longirostris* sa uglavnom manje od 50 ind./l.

U zimovnicima u kojima je šaran hranjen peletiranom hranom populacije različitih vrsta Cladocera bile su bogatije i duže su opstale u planktonskoj zajednici. Tokom sezone organizmi iz grupe Cladocera su u ovim jezerima imali prosečnu abundancu veću od 500 ind./l, a najčešće nalažena vrsta bila je *Bosmina longirostris*. Maksimum abundance od nekoliko hiljada jediniku u litru ova vrsta postiže u periodu jun - jul, nakon čega njena brojnost opada do te mere da iščezava u svim zimovnicima od sredine septembra. Dulić *et al.* (2009) su zabeležili sličnu pojavu u ribnjacima na Ogladnom dobru "Radmilovac". *Daphnia magna* i *D. obtusa* su sa više od 100 ind./l bile prisutne u planktonskoj zajednici sredinom juna u dva od tri jezera sa dodatkom peletirane hrane (zimovnik 5 i 8), dok je jesenji maksimum brojnosti srednje krupnih Cladocera (*D. longispina* i *D. obtusa*) konstatovan samo u zimovniku 5.

U dva od tri jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane od početka do kraja eksperimenta grupa Cladocera gotovo da nije nalažena u zooplanktonu, pa se može reći da je potencijal za razvoj ove prirodne hrane šarana bio daleko niži u odnosu na druge

zimovnike i zimovnik 6 koji je u istoj grupi. U ovom jezeru, sredinom juna, konstatovano je najviše jedinki *Daphnia magna* (193 ind./l), a krajem jula najviše *D. longispina* (426 ind./l) u odnosu na sve druge zimovnike. U zimovniku 6 pored vrsta iz roda *Daphnia* u julu dolazi do masovnog razvoja *Bosmina longirostris* koja tada postaje pojedinačno najbrojnija vrsta.

Kada je u pitanju grupa Copepoda nije uočena pravilnost u oscilacijama njihove brojnosti tokom sezone u eksperimentalnim zimovnicima. U grupi sa dodatkom žitarica zimovnik 4 se izdvojio po dvostruko većoj abundanci ove grupe u odnosu na druga dva zimovnika gde je zabeleženo u proseku oko 150 ind./l. U istom zimovniku pored letnjeg konstatovan je jesenji maksimum brojnosti Copepoda praćen mnogobrojnim Nauplius larvama i adultnim jedinkama roda *Cyclops* koji je izostao u drugim jezerima ove grupe. U jezerima sa dodatkom proteinske hrane grupa Copepoda je u kvantitativnom pogledu bila bogatije zastupljena, naročito u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane u kojima je u proseku nalaženo između 290 ind./l i 440 ind./l. Tokom sezone u ovim jezerima uglavnom je dominirala Nauplius larva, naročito brojna krajem jula u zimovniku 11 i desetog avgusta u zimovniku 8 sa preko 1 000 ind./l. Od adultnih oblika Copepoda tokom trajanja eksperimenta u svih devet zimovnika pretežno je preovlađivao srednje krupan oblik roda *Cyclops*.

Ukupna biomasa zooplanktona pokazivala je izražena variranja u toku sezone i između zimovnika, čak i u okviru iste eksperimentalne grupe. U grupi jezera sa dodatkom žitarica, prosečna biomasa planktonskih beskičmenjaka je bila preko četiri puta veća u zimovniku 4 u odnosu na druga dva zimovnika ovog tretmana. Ova razlika je bila još izraženija u zimovnicima u kojima je šaran hranjen ekstrudiranom hranom, pošto je u zimovniku 6 biomasa zooplanktona u proseku iznosila 77,3 mg/l, dok je u zimovnicima 9 i 12 bila ispod 10 mg/l. Nasuprot tome, jezera u kojima je korišćena peletirana hrana su bila ujednačena po srednjoj biomasi zooplanktona koja je u sva tri zimovnika bila veća od 50 mg/l. Ekstremno visoke vrednosti biomase zooplanktona, u intervalu od 80 mg/l do skoro 280 mg/l, zabeležene su samo u pojedinim zimovnicima za vreme dominacije organizama iz grupe Cladocera, najčešće vrsta roda *Daphnia*, ali i sitnije *Bosmina longirostris* kada je nalažena u masi.

Gledano po grupama udeo Rotatoria u biomasi zooplanktona u ispitivanim jezerima je bio pretežno mali. To je u saglasnosti sa dobro poznatom činjenicom da je

biomasa Rotatoria u šaranskim ribnjacima uglavnom mala, pa je njihov udeo u ukupnoj biomasi zooplanktona neznatan (Mitrović, 1969; Dulić, 2007).

Ipak, uočene su određene razlike između jezera sa različitom dodatnom hranom. Udeo Rotatoria u jezerima sa dodatkom peletirane hrane je bio najniži i kretao se od 3,6 do 5,1%, ali su maksimalne vrednosti biomase Rotatoria bile više, od 2,2 mg/l do 9,3 mg/l, u poređenju sa maksimalnim vrednostima u druge dve grupe: 1,0 do 1,7 mg/l (žitarice) i 0,3 - 2,3 mg/l (peletirana hrana). Ova naizgled paradoksalna pojava mogla bi se objasniti time što su u jezerima sa peletiranom hranom grupe Cladocera i Copepoda imale daleko veću biomasu u odnosu na grupu Rotatoria u kojoj su za vreme maksimuma biomase zooplanktona preovlađivale krupnije vrste, poput *Brachionus calyciflorus* i vrsta roda *Asplanchna* sp., retke u drugim zimovnicima gde su dominirali sitniji oblici.

U grupi Cladocera dolazi do smene krupnih vrsta prisutnih na početku eksperimenta sitnijim vrstama, zbog čega biomasa ovih organizama pokazuje trend opadanja od juna do oktobra u gotovo svim zimovnicima. U jezerima sa dodatkom žitarica biomasa Cladocera je tokom sezone uzgoja u proseku bila niska, a jedino je u zimovniku 4 zabeležena visoka vrednost sredinom juna zbog pojave vrste *Daphnia magna* sa 104 mg/l, ali i drugih vrsta (*D. longispina*, *D. cucullata*, *D. hyalina* i *D. obtusa*) čija je biomasa bila nekoliko puta manja od biomase *D. magna*. U nastavku eksperimenta u ovom zimovniku maksimumi biomase Cladocera bili su rezultat dominacije vrste *Moina micrura*. Ovaj zimovnik se izdvaja u odnosu na preostala dva i po tome što se krajem septembra kada Cladocera svuda iščezavaju, u ovom jezeru ponovo pojavljuje *Daphnia hyalina*, ali sa malom biomasom. *Daphnia magna* je uslovila maksimum biomase tokom juna i u zimovniku 7, ali sa daleko nižim vrednostima u poređenju sa prethodnim jezerom. Sitnija vrsta *Bosmina longirostris* je bila izuzetno brojna tokom jula meseca, pa je prouzrokovala maksimum biomase Cladocera u zimovniku 10, i visoke vrednosti u zimovniku 7.

U jezerima u kojima je korišćena peletirana hrana grupa Cladocera je bila dobro zastupljena u biomasi zooplanktona, ali u različitoj meri u ova tri zimovnika. U zimovniku 5 ovi beskičmenjaci su dominirali od početka do kraja eksperimenta, u zimovniku 8 samo u prvoj polovini, dok su u poslednjem jezeru sa ovim tretmanom uglavnom preovlađivali krajem jula. Slično kao u prethodnoj grupi, u junu su u dva

zimovnika (5 i 8) dominirale *Daphnia magna* i *D. obtusa*. Visoke vrednosti biomase Cladocera u julu mogu se pripisati vrsti *Bosmina longirostris* koja je u zimovniku 11 krajem meseca dostigla najveću biomasu za jednu pojedinačnu vrstu u ovom eksperimentu (261,7 mg/l). Međutim, već u prvoj polovini avgusta ovaj zimovnik gotovo ostaje bez Cladocera, a do kraja meseca u njemu se pojavljuju *Leptodora kindti*, *Diaphanosoma brachyurum* i *Moina micrura* što uslovljava malu biomasu ove grupe račića. Slično tome, u poslednja dva meseca eksperimenta u zimovniku 8 grupa Cladocera gotovo u potpunosti nestaje iz planktonske zajednice. Samo u jednom jezeru sa dodatkom peletirane hrane u kome su vrste Cladocera zadržale kontinuitet dominacije u planktonu dolazi do rasta biomase *D. longispina* tokom avgusta i *D. obtusa* tokom septembra što je zajedno rezultiralo maksimumom biomase Cladocera u jesen.

Već je napomenuto da od početka eksperimenta u grupi zimovnika u kojima je korišćena proteinska dodatna hrana dobijena u procesu ekstrudiranja postoje velike razlike u broju, a time i biomasi organizama iz grupe Cladocera. Zimovnici 9 i 12 praktično su bez Cladocera čitave sezone, dok se u zimovniku 6 u periodu jun - jul konstatuje bujan razvoj krupne vrste roda *Daphnia* - *D. magna* sa maksimalnom biomasom od 144,9 mg/l. Od drugih Cladocera u ovom jezeru izdvojila se *Bosmina longirostris* pošto su maksimalne vrednosti njene biomasi zabeležene u julu bile jako visoke (82 mg/l i 144 mg/l). Od avgusta, naselje Cladocera postaje siromašno u ovom, kao i u druga dva zimovnika, pa pojava krupnih oblika i drugog maksimuma njihove biomase izostaje.

Biomasa Copepoda se u jezerima sa dodatkom žitarica kretala u proseku od 6,4 mg/l (zimovnici 7 i 10) do 16,4 mg/l (zimovnik 4). Samo na početku eksperimenta, u junu, biomasa odraslih jedinki roda *Cyclops* bila je veća u zimovnicima u kojima su korišćene žitarice u odnosu na druge zimovnike. Od jula meseca pa sve do polovine septembra u jezerima sa klasičnim sistemom uzgoja šarana u biomasi je preovlađivao larvalni oblik Nauplius, ubedljivo ispred krupnijih odraslih jedinki roda *Cyclops*. Krajem septembra i početkom oktobra u sva tri zimovnika udeo srednje krupnog i krupnog *Cyclops*-a u biomasi raste, naročito u zimovniku 4, u kome se konstatuje maksimalna vrednost biomase grupe Copepoda u ovoj eksperimentalnoj grupi, 35,4 mg/l.

U zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane biomasa Copepoda se kretala u proseku od 12,3 do 19,9 mg/l, ali za razliku od jezera sa dodatkom žitarica ovi organizmi su po udelu u ukupnoj biomasi bili iza grupe Cladocera, izuzev u zimovniku 11. Maksimalne vrednosti konstatovane su u periodu jul - avgust kada je naročito veliku biomasa imala Nauplius larva koja je dostigla maksimume sukcesivno 27. jula u zimovniku 5 (55,3 mg/l), 10. avgusta u zimovniku 8 (41,1 mg/l) i 24. avgusta u zimovniku 11 (13,4 mg/l). Krajem eksperimenta udeo starijih jedinki roda *Cyclops* u biomasi raste, ali samo u zimovniku 11 ukupna biomasa Copepoda prelazi 20 mg/l.

U zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane srednja vrednost biomase Copepoda bila je u opsegu od 7,6 do 12,2 mg/l. Izuzev prva dva meseca, u zimovniku 6 ova grupa je dominirala u ukupnoj biomasi zooplanktona. Na početku eksperimenta, sredinom juna, izuzev Nauplius larve gotovo da nije bilo drugih oblika Copepoda, što govori u prilog slabijeg potencijala za razvoj prirodne hrane u većini ovih jezera. U nastavku sezone naročito u zimovniku 6 dolazi do porasta biomase Copepoda, sa maksimumom koji je u ovom jezeru zabeležen krajem jula najviše zahvaljujući krupnim jedinkama roda *Cyclops* čija je biomasa iznosila maksimalno 31 mg/l. Pored toga, veća biomasa odraslih jedinki roda *Cyclops* konstatovana je u sva tri zimovnika krajem septembra i početkom oktobra zbog čega ukupna biomasa zooplanktona ne pada drastično u jesen i pored odsustva Cladocera.

5.4. Kvantitativna analiza faune dna

Beskičmenjaci koji žive na dnu slatkovodnih vodenih basena bilo da su to jezera, bare ili ribnjaci igraju važnu ulogu u funkcionisanju ovih sistema. U zemljanim toplovodnim ribnjacima njihov je značaj kao prirodne hrane uglavnom vezan za nutritivne potrebe gajenih riba poput šarana, ali se ne može zanemariti ni njihova uloga u biogeochemijskim procesima u sedimentu. Veliki broj bentosnih organizama koji naseljavaju ribnjačku podlogu, naročito larve Diptera iz familije Chironomidae buše duboke tunele u sedimentu (od 10 do 30 cm) čineći ga rastresitim i bolje aerisanim što dalje utiče na niz procesa koji su bazirani na oksidaciji, npr. nitrifikacija. Ovo potvrđuju studije koje pokazuju da je koncentracija kiseonika u sedimentu manja ako je manja biomasa makrozoobentosa (Persson & Svensson, 2006). U ribnjacima pored larvi iz

familije Chironomidae u zajednici dna najčešće se mogu naći beskičmenjaci iz grupe Oligochaeta koje šaran, takođe, koristi u svojoj ishrani. Dve pomenute grupe bile su dobro zastupljene u devet zimovnika tokom proizvodne sezone 2009. godine, a interesantno da i pored velikog broja praznih ljuštura živi primerci Mollusca nisu nalaženi. Inače, u istraživanjima drugih autora sprovedenim u zemljanim ribnjačkim objeklima gde je eksperimentalnim planom predviđeno da neki od njih budu bez ribe prisustvo mnogobrojnih mekušaca u ovim objektima je bila redovna pojava (Mitrović, 1969; Persson & Svensson, 2006).

Kada se pogleda sezonska dinamika faune dna može se konstatovati da je u većini zimovnika brojnost i biomasa organizama bila najveća na početku eksperimenta, krajem proleća i početkom leta, dok je u nastavku sezone uglavnom utvrđen manji broj ovih beskičmenjaka. Izraženi proleći maksimumi koji su ujedno i najveće vrednosti abundance i biomase karakteristična su pojava u našim ribnjacima (Mitrović, 1969; Dulić, 2007). Dobro je poznato da je u ribnjacima nasadenim ribom predatorski pritisak na faunu dna veći u drugom delu sezone uzgoja kada je ukupna ihtiomasa veća i do nekoliko puta u odnosu na nasadnu masu riba, pa se u tom periodu konstatuje niža biomasa makrozoobentosa u odnosu na prolećni period (Mitrović, 1969).

Međutim, oscilacije brojnosti i biomase bentosnih beskičmenjaka nisu rezultat samo predatorskog pritiska riba koji direktno zavisi od gustine nasada, već i sezonske dinamike ovih organizama. Naime, Kajak & Prus (2004) su ispitujući populacionu dinamiku vrste *Chironomus plumosus* (L.) u jednoj plitkoj akumulaciji konstatovali da u periodu od aprila do oktobra, koliko obično traje sezona uzgoja na šaranskom ribnjaku, dolazi do smene četiri generacije ove najčešće prisutne larve dvokrilaca. Ovi autori takođe nalaze da prolećna generacija dovodi do pojave najvećih maksimuma abundance, a razvoj od jajeta do imaga u tom periodu sezone traje od 3 do 3,5 nedelje. Tokom leta se pojavljuju dve manje brojne letnje generacije, dok se u jesen pojavljuje poslednja generacija larvi koja prezimljava i koja može dovesti do jesenjeg maksimuma abundance makrozoobentosa (Kajak & Prus, 2004). Na pojavu ovih kasnih maksimuma abundance faune dna pored gustine nasada, značajan uticaj ima razvijenost makrozoobentosa na početku sezone i tip dodatne hrane šarana. U svom istraživanju uticaja gustine nasada na biološku produkciju ribnjaka Mitrović (1969) navodi kako je očuvana zajednica organizama koji naseljavaju ribnjačku podlogu zabeležena u drugom

delu sezone uzgoja u onim ribnjacima u kojima je fauna dna na početku eksperimenta bila dobro razvijena. Pored toga isti autor navodi da u ribnjacima u kojima je šaran hranjen kompletnim hranama ne dolazi do tako izraženog osiromašivanja faune dna kao u jezerima u kojima se primenjuje klasičan sistem uzgoja ribe koji podrazumeva primenu različitih kombinacija žitarica.

Ovo je u saglasnosti sa rezultatima dobijenim tokom istraživanja na ribnjaku "Kapetanski rit" gde su u zimovnicima sa dodatkom peletirane hrane i jednom zimovniku sa ekstrudiranom hranom u kome je fauna dna bila dobro razvijena od početka eksperimenta, zabeleženi jesenji maksimumi brojnosti i biomase makrozoobentosa. Zanimljivo da je najveća biomasa makrozoobentosa izmerena u septembru ($27,7 \text{ g/m}^2$) i to u jezeru sa dodatkom peletirane hrane pošto se ovako visoke vrednosti u našim ribnjacima sa dobrom razvijenom podlogom uglavnom javljaju u proleće zahvaljujući pojavi krupnih larvi iz familije Chironomidae (Mitrović, 1969; Vidmanić, 1993). Veće jesenje od prolećnih maksimuma biomase makrozoobentosa Mitrović (1969) u svom istraživanju konstatuje u kontrolnim ribnjacima bez ribe.

U zimovnicima sa dodatkom žitarica ukupna brojnost makrozoobentosa se, u zavisnosti od jezera, kretala u proseku od 114 ind./m^2 do $2\,428 \text{ ind./m}^2$. Bez obzira na te razlike u sva tri jezera je konstatovano daleko manje Oligochaeta i larvi familije Chironomidae u drugoj polovini sezone, pa ne možemo govoriti o pojavi jesenjih maksimuma abundance makrozoobentosa. U jezerima sa klasičnim poluintenzivnim sistemom uzgoja maksimum abundance Oligochaeta dogodio se u isto vreme, krajem jula, s tim da je nekoliko puta više jedinki konstatovano u zimovniku 4 u odnosu na druga dva zimovnika. Biomasa faune dna u ova tri jezera je bila mala i kretala se u proseku od $0,1$ do $2,8 \text{ g/m}^2$, a osim pojave prolećnih drugi maksimuma nisu zabeleženi.

Jezera sa dodatkom peletirane hrane su se izdvojila po većoj prosečnoj brojnosti ($706 - 4\,192 \text{ ind./m}^2$) i biomasi ($0,9 - 9,4 \text{ g/m}^2$) faune dna. U ovim jezerima su pored prolećnih konstatovani i jesenji maksimumi abundance i biomase makrozoobentosa. Interesantno je to da je grupa Oligochaeta tokom pomenutih maksimuma uglavnom preovlađivala po broju individua, ali da su zato zbog pojave krupnih larvi, Chironomidae u pogledu biomase bile dominantnije. Tako je, na primer, početkom septembra u zimovniku 5 u grupi Oligochaeta zabeleženo blizu $10\,000 \text{ ind./m}^2$ čija je ukupna biomasa iznosila $1,7 \text{ g/m}^2$, dok je u isto vreme oko 10 puta manje jedinki

famijile Chironomidae imalo najveću zabeleženu biomasu u ovom eksperimentu od 25,7 g/m².

U zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane u prihrani šarana prosečna brojnost faune dna se kretala u sličnom intervalu kao u grupi jezera u kojima su korišćene žitarice, od 160 do 2 411 ind./m². Međutim, dok su dva jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane imala slabije razvijeno naselje dna, u trećem, zimovniku 6, su pored prolećnih zabeleženi i izraženi jesenji maksimumi abundance kako larvi familije Chironomidae, tako i grupe Oligochaeta, koji nisu konstatovani u jezerima sa dodatkom žitarica, čak ni u onom jezeru u kojem je fauna dna bila bogato razvijena na početku eksperimenta. Slično se može konstatovati i kada je u pitanju biomasa faune dna u ovim jezerima. Vrednosti biomase su u tri zimovnika u kojima je korišćena ekstrudirana hrana bile takođe niske i kretale su se proseku od 0,09 do 3,9 g/m². Međutim, usled pojave većeg broja krupnih jedinki iz familije Chironomidae u zimovniku 6 je pored prolećnog, konstatovan i maksimum biomase makrozoobentosa krajem leta.

5.5. Rast ribe

Ne ulazeći u razlike u rastu riba između grupa zimovnika sa različitom dodatnom hranom, o čemu će biti reči kasnije, trend rasta prosečne mase šarana tokom sezone zabeležen je u svim zimovnicima.

U grupi sa dodatkom žitarica jednogodišnja mlađ šarana je od oko 220 g prilikom nasada na kraju eksperimenta dostigla od 715 g do 1 580 g. Ako se preračuna u prinos po hektaru to bi značilo da je u ovim ribnjacima prinos dvogodišnje mlađi iznosio od 600 kg/ha do 1 400 kg/ha. Ovo je u saglasnosti sa podacima koje iznose Marković *et al.* (2009b) da se prinos u poluintenzivnom sistemu uz prihranjivanje žitaricama na šaranskim ribnjacima u Srbiji kreće od oko 700 kg/ha do 1 500 kg/ha. U jezerima gde je riba prihranjivana peletiranom hranom ostvaren je veći prinos, od 2 400 kg/ha do najviše 3 100 kg/ha. Primena kompletnih smeša koje su poslednjih godina u sve široj upotrebi na našim ribnjacima dovodi do povećanja proizvodnje po jedinici površine, ali su se proizvodni rezultati dobijeni u pomenutim jezerima više mogli očekivati u grupi sa ekstrudiranom hranom, naročito u zimovniku gde je zabeležen prinos od preko 3 000 kg/ha. Međutim u jezerima gde je primenjena najkvalitetnija

riblja hrana dobijena u procesu ekstrudiranja prinos se kretao od 1 200 do 1 900 kg/ha. Ovo pokazuje da primena ekstrudirane hrane nije dovoljan uslov za ostvarivanje dobrih proizvodnih rezultata u poluintenzivnom sistemu proizvodnje. U zimovnicima sa ekstrudiranom dodatnom hranom bolji prinos šarana konstatovan je samo u jezeru u kome je na početku sezone prirodna hrana bila bolje razvijena, što je dovelo do inicijalno većeg rasta ribe koja je kasnije koristeći kompletnu hranu bolje napredovala.

Ako se pogleda specifična stopa rasta ribe u devet zimovnika ribnjaka "Kapetanski rit" mogu se konstatovati najveće vrednosti u prvih mesec dana od nasađivanja tj. na početku sezone uzgoja. U tom periodu zabeležene su vrednosti dnevne stope rasta šarana od preko 2% što je u saglasnosti sa rezultatima koje su Marković *et al.* (2009a) dobili prilikom istraživanja na ribnjaku "Dubica" tokom sezone uzgoja 2000. godine. U proleće i početkom leta tek nasađena riba još uvek je nenaviknuta da uzima dodatnu hranu, pa je dobar rast u ovom periodu rezultat iskorišćavanja autohtonih izvora energije i materije iz prirodne hrane u ribnjacima. Pucher *et al.* (2011) navode da je količina energije koja je šaranu dostupna putem hrane prvi ograničavajući faktor njegovog rasta, pa je tako u objektima u kojima šaran nije imao dovoljno prirodne hrane, u tom kritičnom momentu, njegov rast bio usporen.

5.6. Usporedna analiza fizičkih, hemijskih i bioloških osobina ribnjačke vode zimovnika sa različitim tipom dodatne hrane i u različito vreme sezone uzgoja

Rezultati analize kovarijanse statistički potvrđuju navode istaknute u prvom poglavlju diskusije (zasnovane na deskriptivnim pokazateljima) da su ispitivane fizičke i hemijske osobine vode u zimovnicima pokazivale izraženu sezonsku dinamiku. Kada su u pitanju oscilacije kvaliteta vode tokom sezone, važno je napomenuti da iako u pojedinim momentima vrednosti parametara nisu bile u granicama optimalnim za uzgoj šarana (Marković *et al.*, 2005) nije bilo negativnih posledica na rast i produkciju šarana. S druge strane, pokazano je da tip dodatne hrane nije uticao značajno na fizičke i hemijske osobine vode što je u skladu sa početnom pretpostavkom da kvalitet vode sa stanovišta pomenutih parametara nije lošiji u ribnjacima u kojima se koriste koncentrovane hrane u odnosu na klasičan poluintenzivan sistem proizvodnje baziran na upotrebi žitarica. Ovo je u saglasnosti sa rezultatima studije izvedene u

eksperimentalnim zemljanim bazenima prema kojima se voda u ribnjacima sa različitom dodatnom hranom (žitarice, peletirana i ekstrudirana hrana sa istim udelom proteina - 25% i masti - 7%) nije statistički značajno razlikovala prema sadržaju organske materije (izražene preko utroška KMnO_4), fosfata, ukupnog fosfora, nitrata, amonijačnog azota i ukupnog azota (Dulić *et al.*, 2010). Trebalo bi napomenuti da je tokom eksperimenta na ribnjaku "Kapetanski rit" koncentracija ukupnog amonijaka ipak bila veća u ribnjacima sa proteinskom dodatnom hranom u odnosu na ribnjake sa dodatkom žitarica, ali te razlike nisu bile statistički značajne čemu je verovatno doprinelo češće osvežavanje vode tokom eksperimenta. Od svih ispitivanih parametara tip dodatne hrane je uticao jedino na tvrdoću vode u jezerima što je verovatno rezultat većeg sadržaja kalcijuma u proteinskoj dodatnoj hrani u odnosu na žitarice (Tabela 4). Pored toga od ranije je poznato da su tvrdoća i elektroprovodljivost osobine vode koje se često razlikuju među ribnjacima (Dulić, 2007) što je potvrđeno u eksperimentu na ribnjaku "Kapetanski rit" sa devet zimovnika različite površine.

Daleko značajnije razlike između jezera sa različitim tipom dodatne hrane i različitim površinom su konstatovane na osnovu rezultata analize kovarijanse za biološke parametre vode. Tako su dve kvantitativno najzastupljenije grupe fitoplanktonskih organizama, zelene alge i cijanobakterije, bile brojnije u malim u odnosu na velika jezera. Veći odnos površine ribnjačkog dna i zapremine vode u ribnjaku u manjim jezerima u odnosu na veća jezera ima za posledicu povećanu količinu nutrijenata koji dospevaju iz sedimenta u vodeni stub i mogu se utrošiti za rast algi (Ludwig, 1999). Do sličnih rezultata su došli Uddin *et al.* (2008) koji su ispitivali efekat dodatne hrane na biološke procese u jezerima različite površine. Konstatovali su da se u manjim jezerima stvara veća biomasa fitoplanktona u vodenom stubu. S druge strane, fauna dna i krupni zooplanktonski organizmi su bili bolje razvijeni u većim jezerima, verovatno zbog toga što je predatorski pritisak šarana na ove organizme izraženiji u manjim jezerima. Iako je isti broj riba po jedinici površine nasaden u svih devet zimovnika izgleda da je u manjim jezerima verovatnoća da organizmi (koji predstavljaju plen) pobjegnu predatoru manja. Ovo je u saglasnost sa rezultatima koje iznose Jeppesen *et al.* (1997) da je top-down kontrola izraženija u vodama u kojima plen riba ima na raspolaganju manje prostora za izbegavanje predatora.

Različita dodatna hrana šarana značajno je uticala na količinu prirodne hrane u ribnjacima. Ranije studije su pokazale da je prisustvo prirodne hrane, pre svega zooplanktona i bentosnih makroinvertebrata, veće u prisustvu dodatne proteinske hrane u ribnjacima sa srednjom gustom nasada šarana (Rahman *et al.*, 2006; Rahman *et al.*, 2008a). Šaran preferira dodatnu proteinsku hranu kada je dostupna, pa je ingestija bentosnih makroinvertebrata i zooplanktona manja (Rahman *et al.*, 2010). S druge strane, dodatna proteinska hrana predstavlja izvor nutrijenata koji pospešuju razvoj prirodne hrane (Hepher *et al.*, 1989; Milstein, 1992; Rahman *et al.*, 2008c). Jedan deo nutrijenata, azota i fosfora, poreklom od peleta bogatih proteinima završi u sedimentu, odakle se resuspenzijom vraća u vodeni stub (Rahman *et al.* 2008c). U potrazi za faunom dna šaran podiže mulj i oslobađa nutrijente iz sedimenta koji povećavaju intenzitet fotosinteze (Komárková, 1998; Milstein *et al.*, 2002; Ritvo *et al.*, 2004), dovode do povećanja biomase fitoplanktona i indirektno zooplanktona (Rahman & Verdegam, 2007). U ovoj studiji taj efekat je bio izraženiji u jezerima sa dodatkom peletirane hrane u kojima je bilo značajno više krupnog zooplanktona, Cladocera i Copepoda, u odnosu na jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane i žitarica i do tri puta više organizama makrozoobentosa u odnosu na jezera sa dodatkom žitarica. U zimovnicima u kojima je korišćena ekstrudirana hrana nije došlo do vidljivog povećanja prirodne hrane, iako je riba u svojoj ishrani na raspolaganju imala proteinima bogate pelete. Za razliku od pelete nastale peletiranjem, peleta dobijena ekstrudiranjem ima bolje fizičke karakteristike i ostaje duže vremena kompaktna u vodi (Hilton *et al.*, 1981; Misra *et al.*, 2002) zbog čega šaran mnogo bolje iskorišćava ovaj vid dodatne hrane, pa manje nepojedene hrane ostaje za đubrenje ribnjaka. Osim toga, ranije je napomenuto da je od početka eksperimenta prirodna hrana šarana bila slabije razvijena u jezerima u kojima je korišćena ekstrudirana hrana, što je ostala odlika ovih jezera do kraja sezone.

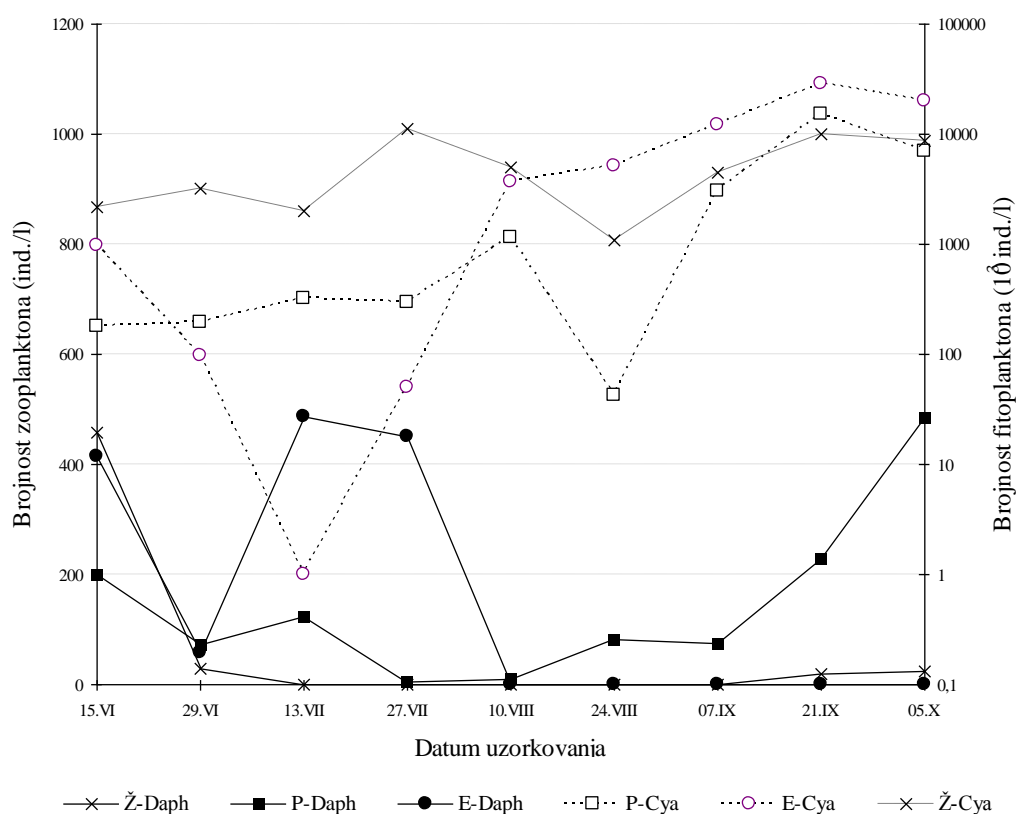
U zimovnicima sa dodatkom žitarica šaran je usled nedovoljne količine proteina u pšenici, kukuruzu i ječmu i gustog nasada brzo iscrpeo prirodne izvore proteina, bentosne makroinvertebrate i krupne zooplanktonske organizme iz grupa Cladocera i Copepoda. Kada je šaranu na raspolaganju različita prirodna hrana, on bira bentosne invertebrate, a kada omiljena hrana postane malobrojna prelazi na ishranu zooplanktonom (Rahman *et al.*, 2010). U zavisnosti od uzrasne kategorije šaran bira plen različite veličine, ali krupniji šaran u drugoj godini proizvodnog ciklusa uglavnom

bira krupnije Cladocera kao što su vrste iz roda *Daphnia* - *D. magna* i *D. pulex* (Spataru *et al.*, 1983; Dulić, 2007; Marković *et al.*, 2009a). U većem delu sezone uzgoja u ribnjacima gde je šaran prihranjivan žitaricama po broju jedinki dominirali su sitniji zooplanktonski oblici iz grupe Rotatoria, naročito vrste roda *Keratella* koji nemaju značajnu ulogu u ishrani starijih kategorija šarana (Mitrović-Tutundžić, 1969; Adámek *et al.*, 2004). U grupi Copepoda nalaze se različiti predatori Rotatoria, ali kako vrste roda *Keratella* retko postaju plen kopepodnih račića (Plassmann *et al.*, 1997), onda je verovatniji razlog za dominaciju grupe Rotatoria u zimovnicima sa dodatkom žitarica visok predatorski pritisak šarana na organizme iz grupe Cladocera kao njihove glavne, a superiornije kompetitore u ishrani (Gilbert & Stemberger, 1985; Gilbert, 1988; Christoffersen *et al.*, 1993).

Intenziviranje proizvodnje u ribnjacima osim povećane eutrofikacije, ima za posledicu i učestalo cvetanje cijanobakterija (Smith *et al.*, 2008). Prekomeran razvoj ovih prokariotskih organizama često dovodi do stvaranja nestabilnih ekoloških uslova u ribnjacima, ali je nepoželjan i zbog njihove sposobnosti da produkuju veliki broj različitih sekundarnih metabolita, uključujući toksine, koji imaju potencijal da smanje produktivnost i/ili ugroze zdravlje potrošača (Smith *et al.* 2008). U sve tri grupe jezera cijanobakterije su bile prisutne od početka eksperimenta, ali je samo u jezerima sa dodatkom peletirane hrane veći deo eksperimenta njihova brojnost bila ispod 10^6 ind./l (Grafik 130). Ovo je verovatno rezultat herbivornog pritiska vrsta roda *Daphnia* koje za razliku od druge dve grupe zimovnika u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana nisu iščezle u drugoj polovini studije. Pored toga niska brojnost cijanobakterija u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane zabeležena je u julu u isto vreme kada su vrste roda *Daphnia* dostigle svoj maksimum (Grafik 130). Sposobnost *Daphnia* da u svojoj ishrani koriste filamentozne cijanobakterije dokazana je od strane sledećih autora: Dawidowicz (1990), Work & Havens (2003) i Bouvy *et al.* (2001). Međutim, približno isti broj *Daphnia* u septembru i oktobru nije doveo do smanjenja broja cijanobakterija u jezerima sa dodatkom peletirane hrane. Ovi rezultati koji ukazuju da krupne *Daphnia* ne mogu da kontrolišu rast fitoplanktona u uslovima prekomernog cvetanja cijanobakterija su u saglasnosti sa nalazima drugih autora (Elser & Goldman, 1991; Potužák *et al.*, 2007). Potužák *et al.* (2007) navode nekoliko slučajeva da u hipereutrofnim uslovima (izuzetno visoka koncentracija hlorofila *a* od nekoliko hiljada

$\mu\text{g/l}$ i providnost vode <20 cm kakvi su zabeleženi u zimovnicima u našoj studiji tokom septembra i oktobra) vrste roda *Daphnia* koje se pojavljuju sa visokom abundancom nisu sposobne da regulišu rast fitoplanktona, naročito cvetanje cijanobakterija.

Ako se pogledaju rezultati analize kovarijanse za dnevni prirast i individualnu masu šarana može se videti da su u jezerima sa dodatkom peletirane hrane rast i produkcija ribe bili najbolji, ali da razlike u odnosu na ribnjake u kojima je korišćena ekstrudirana hrana nisu bile statistički značajne. Međutim, dok je individualna masa šarana bila značajno viša u svim zimovnicima sa dodatkom proteinske hrane u odnosu na zimovnike sa dodatkom žitarica, procentualna dnevna stopa rasta ribe se nije značajno razlikovala između jezera sa dodatkom ekstrudirane hrane i žitarica. Ovo bi mogao da bude rezultat veoma siromašne zajednice organizama koji predstavljaju prirodnu hranu šarana od samog početka eksperimenta u jezerima gde je korišćena ekstrudirana hrana, pošto je zastupljenost prirodne hrane u ishrani ribnjačkog šarana jedan od glavnih faktora koji utiču na dnevnu stopu rasta ribe (Marković *et al.*, 2009a).



Grafik 130. Sezonska dinamika brojnosti cijanobakterija (Cya) i vrsta roda *Daphnia* (Daph) u zimovnicima sa različitim dodatnom hranom

Tretmani (tip dodatne hrane): Ž- žitarice; P- peletirana hrana; E- ekstrudirana hrana.

5.7. Analiza međuzavisnosti različitih komponenata ribnjačkog ekosistema

Rezultati analiza redundantnosti su potvrdili da je prisustvo prirodne hrane šarana veće u prisustvu dodatne proteinske hrane, naročito peletirane i da je rast ribe bolji tamo gde je korišćena ova vrsta hrane. Ovo je u saglasnosti sa rezultatima Rahman *et al.* 2008a koji navode da je u prisustvu dodatne proteinske hrane prisustvo prirodne hrane veće, a njena ingestija od strane šarana manja, pošto šaran bira dodatnu hranu u prisustvu prirodne hrane (Rahman *et al.*, 2010; Przemyslaw *et al.*, 2010; Rahman & Meyer, 2009). S druge strane u prisustvu žitarica razvoj prirodne hrane i rast ribe su bili slabiji.

Iako je izostao direktan efekat, na osnovu RDA analize može se zaključiti da je dodatak proteinske hrane bio pozitivno korelisan sa koncentracijom ortofosfata i amonijačnog azota, a negativno korelisan sa pH i koncentracijom rastvorenog kiseonika (Grafik 128). Najbrži način da nutrijenti postanu dostupni u vodi je putem ekskrecije u vidu neorganskih jedinjenja azota i fosfora od strane vodenih organizama (Henry & Santos, 2008). U prisustvu dodatne hrane predatorski pritisak riba na prirodnu hranu (makrozoobentos i krupan zooplankton) je manji, pa je njegova brojnost i biomasa veća. Veća biomasa zooplanktona i bentosa oslobađa više fosfata i amonijaka (Wen *et al.*, 1994; Wen & Peters, 1994), a respiracijom i razlaganjem organskih produkata metabolizma troši se više kiseonika i spušta pH vode (Rahman, 2008a). Ukupna koncentracija amonijaka raste kako raste intenzitet proizvodnje u smislu povećanja nasada ribe (Cole & Boyd, 1986), a kako raste i nivo proteina u hrani ribe izlučuju više amonijaka (Li & Lowell, 1992).

Rastvoreni kiseonik, pH i utrošak kalijum-permanganata su bili statistički značajno pozitivno korelisani sa brojem cijanobakterija i zelenih algi, dve najbrojnije grupe fitoplanktonskih organizama u svim ribnjacima, naročito u jezerima sa dodatkom žitarica. Fitoplanktonski organizmi u procesu fotosinteze oslobađaju kiseonik, a usvajanjem ugljen-dioksida iz vode pomeraju balans bikarbonatno-karbonatnog sistema u smeru alkalnije sredine (viših vrednosti pH). Veći deo materije koja se oksiduje pomoću kalijum-permanganata tokom određivanja utroška predstavlja upravo tela najbrojnijih organizama, a to su pomenute grupe algi koje imaju i najveću biomasu. Pored toga, utvrđena je statistički značajna negativna korelacija cijanobakterija i zelenih

algi sa sadržajem ortofosfata u vodi. Ovo bi se moglo objasniti visokom organskom produkcijom u svim eksperimentalnim zimovnicima prilikom koje se usvaja velika količina rastvorenog fosfora. Dominantne cijanobakterije u ovim jezerima poput vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* imaju visok afinitet za usvajanje fosfora iz vode i značajnu sposobnost akumulacije ovog nutrijenta koji tako mogu iskoristiti u uslovima njegovog deficita u okruženju (Padišák, 1997).

Brojnost organizama iz grupe Rotatoria je bila statistički značajno negativno korelisana sa koncentracijom ortofosfata u vodi. Jaka pozitivna korelacija biomase Rotatoria i abundance vrsta iz roda *Keratella* (*K. cochlearis*) sa rastvorenim fosforom postoji u jezerima gde je fosfor limitirajući faktor "primarne produkcije" (Conde-Porcuna, 2000; Conde-Porcuna *et al.*, 2002). Kako u ovoj studiji nije zabeležena pozitivna korelacija nijedne grupe fitoplanktona sa sadržajem PO₄-P onda je verovatnije neki drugi faktor, a ne ograničenost nutrijentima, uticao na abundancu Rotatoria. Dinamika populacija Rotatoria u eutrofnom jezeru sa pravilnom pojavom cvetanja cijanobakterija i prisustvom planktivornih riba je pod najvećim uticajem kompeticije sa makrozooplanktonom, naročito vrstama iz roda *Daphnia* (Gilbert & Stemberger, 1985; Gilbert, 1988; Christoffersen *et al.*, 1993; Fussmann, 1996). Visoka brojnost Cladocera zabeležana je u jezerima sa dodatnom proteinskom hranom i bila je praćena višim koncentracijama nutrijenata, pre svega fosfata, a manjom abundancu Rotatoria, dok je u jezerima sa dodatkom žitarica zabeležena manja koncentracija PO₄-P i veća gustina Rotatoria. Poreg toga, abundanca Rotatoria je bila pozitivno korelisana sa pH i rastvorenim kiseonikom u vodi (pH: $r=0,66$, $p < 0,001$; DO: $r=0,47$, $p < 0,001$). U jezerima u kojima je voda slabo alkalna razvija se slična zajednica Rotatoria čija je ukupna brojnost pozitivno korelisana sa pH (Špoljar *et al.*, 2005). Veća gustina ovih organizama zabeležana je kad i najveće vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi (Borges *et al.*, 2010).

Iako je utvrđena pozitivna korelacija između gustine organizama makrozoobenosa i nutrijenta u vodi, samo je odnos faune dna i rastvorenog reaktivnog fosfara bio statistički značajan. Ispitivanja ekskrecije azota i fosfora od strane larvi familije Chironomidae u malim eutrofnim akumulacijama pokazala su da je pri visokim temperaturama vode (oko 25°C) obogaćivanje vode nutrijentima intenzivnije, a da je dobrinos ovih organizama u obogaćivanju vode fosforom u odnosu na azot daleko veći

(Henry & Santos, 2008). Pošto je eksperiment realizovan u letnjim mesecima, temperatura vode je u proseku bila visoka, dostižući u pojedinim trenucima 28,5°C.

Abundanca prirodne hrane šarana bila je statistički značajno pozitivno korelisana sa prosečnom individualnom masom i ukupnim prinosom šarana u ribnjacima, ali je jedino gustina makrozoobentosa bila u statistički značajnoj pozitivnom međuzavisnosti sa rastom šarana. Ako imamo u vidu da je dnevna stopa rasta riba bila najveća na početku eksperimenta, onda se iz pomenute korelacije može zaključiti da je šaran u tom periodu dobro rastao zahvaljujući pre svega konzumiranju organizama faune dna. S druge strane, gustina dominantnih grupa fitoplanktona (pre svega cijanobakterija i zelenih algi), ali i sitnijeg zooplanktona iz grupe Rotatoria, bila je negativno korelisana sa prosečnom individualnom masom i ukupnim prinosom šarana u ribnjacima. U zimovnicima u kojima je riba slabije napredovala cijanobakterije, zelene alge i grupa Rotatoria su bile dobro razvijene zahvaljujući slabijoj zastupljenosti makrozooplanktona u čijem sastavu su herbivorne i predatorske vrste koje se hrane pomenutim grupama.

Dodatna proteinska hrana odgovarajuće formulacije i načina proizvodnje može imati pozitivan efekat ne samo na rast ribe već i na održavanje zajednice organizama šaranskog ribnjaka, naročito onih grupa koje mogu da doprinesu stabilnosti ribnjačkog ekosistema.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu vrednosti izmerenih fizičkih i hemijskih osobina vode u zimovnicima tokom eksperimenta 2009. godine na ribnjaku "Kapetanski rit" može se zaključiti da nisu uvek bili optimalni uslovi za gajenje šarana tokom sezone uzgoja, ali da ova odstupanja, koja se uglavnom odnose na niže temperature u oktobru i više koncentracije amonijaka u julu nisu dovela do većih poremećaja u strukturi vodene zajednice ribnjaka.

Sa stanovišta fitoplanktona u svim ribnjacima je zabeležena slična struktura zajednice i visoka abundanca i biomasa cijanobakterija među kojima je po prvi put u srpskim ribnjacima zabeleženo prisustvo invazivne cijanobakterije *Cylindrospermopsis raciborskii* iz reda Nostocales.

Ispitivani zimovnici se nisu mnogo razlikovali ni po kvalitativnom sastavu zooplanktona, izuzev što je više vrsta Cladocera zabeleženo u jezerima u kojima je šaran prihranjivan peletiranom hranom. Značajnije razlike su prisutne kada je u pitanju kvantitativni sastav, pošto su se u jezerima sa dodatnom proteinskom hranom krupnije jedinke iz roda *Daphnia* duže održale u planktonu u odnosu na jezera u kojima su korišćene žitarice.

Kvantitativni sastav faune dna se još više razlikuje između jezera sa različitim tipom dodatne hrane. U jezerima u kojima je korišćena peletirana hrana naselje dna je od početka bilo dobro razvijeno, pa su pored maksimuma abundance i biomase na početku eksperimenta zabeleženi i izraženi jesenji maksimumi Oligochaeta i larvi iz familije Chironomidae.

Upoređivanjem zimovnika sa različitim tipom dodatne hrane može se zaključiti da su dobijeni rezultati u skladu sa početnom pretpostavkom da kvalitet vode sa stanovišta fizičkih i hemijskih osobina vode nije bio lošiji u zimovnicima u kojima je korišćena proteinska hrana u odnosu na klasičan poluintenzivan sistem proizvodnje baziran na upotrebi žitarica u prihrani šarana.

S druge strane, različita dodatna hrana je imala daleko izraženiji uticaj na prisustvo pojedinih planktonskih grupa i bentosa, uključujući organizme koji predstavljaju prirodnu hranu šarana. Prosečna brojnost Cladocera i Copepoda u jezerima sa dodatkom peletirane hrane je bila statistički značajno viša u odnosu na jezera u kojima su korišćene žitarice i ekstrudirana hrana, a brojnost makrozoobentosa je bila

veća u odnosu na jezera sa dodatkom žitarica. Imajući u vidu da je od samog početka eksperimenta prirodna hrana šarana bila slabo razvijena u zimovnicima u kojima je dodavana ekstrudirana hrana, a da je u ostalim zimovnicima bila dobro razvijena, onda se na osnovu poređenja jezera sa dodatkom peletirane hrane i žitarica može zaključiti da su dobijeni rezultati u skladu sa drugom pretpostavkom da se dodavanjem koncentrovane hrane sprečava iscrpljivanje prirodne hrane u ribnjacima.

Analizirajući dalje strukturu planktonske zajednice u ovim zimovnicima utvrđeno je da su sitniji zooplanktonski organizmi iz grupe Rotatora bili najbrojniji u klasičnom poluintenzivnom sistemu sa dodatkom pšenice, kukuruza i ječma, ali da je njihova prosečna abundanca tokom sezone bila značajno veća samo u odnosu na zimovnike u kojima je dodavana peletirana hrana. U jezerima sa dodatkom žitarica brojnost cijanobakterija je u proseku bila veća od 12 miliona jedinki u litru, dok je u jezerima sa dodatnom peletiranom hranom zabeleženo dvostruko manje ovih organizama. Pošto u jezerima sa upotrebljenom peletiranom hranom u ishrani šarana nije došlo do iscrpljivanja njegove prirodne hrane, pre svega nije došlo do potpunog iščezavanja krupnog zooplanktona iz roda *Daphnia*, razlika u abundanci cijanobakterija među ovim jezerima bi se mogla objasniti povećanim herbivornim pritiskom pomenutih račića. Međutim, u septembru i oktobru je zabeleženo cvetanje cijanobakterija u svim zimovnicima, pa i onim u kojima je tada zabeležena veća brojnosti *Daphnia* što potvrđuje ranije nalaze da ove krupne Cladocera ne mogu da kontrolišu rast fitoplanktona u hipereutrofnim uslovima i tokom intenzivnog razvoja vodenog cveta.

Upoređujući prosečan dnevni prirast i prosečnu individualnu masu gajene dvogodišnje šaranske mlađi u zimovnicima sa različitim tipom dodatne hrane može se zaključiti da je riba najbolje napredovala u zimovnicima u kojima je korišćena peletirana hrana. Pošto je procentualni dnevni prirast bio najveći u periodu kada je prirodna hrana bila najrazvijenija može se konstatovati da je riba u značajnoj meri koristila prirodnu hranu za zadovoljavanje svojih metaboličkih potreba, pa otuda nešto slabiji rast šaranske mlađi i manji prinos u zimovnicima sa dodatkom ekstrudirane hrane u kojima je prirodna hrana cele sezone bila slabo razvijena.

Da je rast šaranske mlađi u zimovnicima na "Kapetanskom ritu" tokom sezone uzgoja 2009. godine zavisio pored dodatne hrane i od količine prirodne hrane potvrđuju i rezultati analize redundantnosti po kojima je gustina planktona i bentosa značajno

uticala na rast i produkciju riba i to značajnije nego što je riba, postajući sve veća tokom sezone, uticala na prisustvo ovih organizama u vodi i sedimentu. Pored toga, prisustvo planktonskih i bentosnih organizama je značajnije uticalo na fizičke i hemijske osobine vode, nego obrnuto, što govori u prilog tome da je akvatična zajednica ribnjaka u poluintenzivnom sistemu značajna ne samo za rast dvogodišnje šaranske mlađi već i za sam kvalitet vode u njima.

Na kraju se može zaključiti da upotreba proteinske (peletirane i ekstrudirane) dodatne hrane u uzgoju dvogodišnje šaranske mlađi sa stopom hranjenja od 2% i srednjom gustinom nasada ribe nije dovela do značajnog povećanja rastvorenog amonijaka i opterećenja organskom materijom u vodi ribnjaka u odnosu na niskoproteinsku hranu u obliku žitarica. Dodatna peletirana hrana u ribnjacima sa poluintenzivnom proizvodnjom uslovlila je podjednako dobar rast ribe kao i ekstrudirana, ali i veće prisustvo organizama makrozoobentosa, krupnog zooplanktona (Cladocera i Copepoda) i manju abundancu cijanobakterija. Korišćenje peletirane proteinske hrane u poluintenzivnoj proizvodnji dvogodišnje šaranske mlađi može da pomogne uzgajivačima da osim boljeg rasta ribe, kroz efekat đubrenja, održe i prirodni potencijal ribnjaka za buduću proizvodnju.

7. LITERATURA

Abel P.D. (1996) *Water Pollution Biology*. Second Edition. Taylor & Francis, London, UK, 286 pp.

Adámek Z., Musil J. & Sukop I. (2004) Diet composition and selectivity in 0+ perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) stock in pond culture. *Agriculturae Conspectus Scientificus* **69**, 21-27.

Affan A., Jewel A.S., Haque M., Khan S. & Lee J.B. (2005) Seasonal Cycle of Phytoplankton in Aquaculture Ponds in Bangladesh. *Algae* **20**, 43-52.

Alster A., Kaplan-Levy R.D., Sukenik A. & Zohary T. (2010) Morphology and phylogeny of a non-toxic invasive *Cylindrospermopsis raciborskii* from a Mediterranean Lake. *Hydrobiologia* **639**, 115-128.

Alvarez-Cobelas & Jacobson (1992) Hypertrophic phytoplankton: An overview. *Freshwater Forum* **2**, 184-199.

APHA, AWWA & WPCF (1992) Method 4500-NH₃ C. In: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (ed. by A.E. Greenberg, L.S. Clesceri, A.E. & A.D. Eaton), pp. 4-78. American Public Health Association, Washington DC, USA.

APHA, AWWA & WPCF (1998a) Method 2340 C. In: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (ed. by L.S. Clesceri, A.E. Greenberg & A.D. Eaton), pp. 2-37. American Public Health Association, Washington DC, USA.

APHA, AWWA & WPCF (1998b) Method 4500-P D. In: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (ed. by L.S. Clesceri, A.E. Greenberg & A.D. Eaton), pp. 4-145. American Public Health Association, Washington DC, USA.

Arora H.C. (1966) Rotifera as indicators of trophic nature of environment. *Hydrobiologia* **27**, 146-159.

Avnimelech Y., Mozes N., Diab S. & Kochba M. (1995) Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds. *Aquaculture* **134**, 211-216.

Avnimelech Y., Kochva M. & Hargreaves J.A. (1999) Sedimentation and resuspension in earthen fish ponds. *Journal of the World Aquaculture Society* **30**, 401-409.

Blagojević S. & Mitrović-Tutundžić V. (1991) Study of the environmental conditions in four cyprinid fish farms I. Principal physical and chemical conditions of water and bottom sediments of fish ponds. *Ichthyologia* **23**, 1-15.

Borges P.A.F., Train S., Dias J.D. & Bonecker C.C. (2010) Effects of fish farming on plankton structure in a Brazilian tropical reservoir. *Hydrobiologia* **649**, 279-291.

- Borics G., Grigorszky I., Szabó S. & Padisák J. (2000) Phytoplankton associations in a small hypertrophic fishpond in East Hungary during a change from bottom-up to top-down control. *Hydrobiologia* **424**, 79-90.
- Bostock J., McAndrew B., Richards R., Jauncey K., Telfer K., Little D., Ross L., Handisyde N., Gatward I. & Corner R. (2010) Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* **365**, 2897-2912.
- Bouaïcha N. & Nasri A.-B. (2004) First Report of Cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* from Algerian Freshwaters. *Wiley Periodicals, Inc.*, 541-543. (DOI 10.1002/tox.20058)
- Bouvy M., Pagano M. & Troussellier M. (2001) Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). *Aquatic Microbial Ecology* **25**, 215-227.
- Boyd C.E. (1982) *Water Quality Management of Pond Fish Culture*. Developments in Aquaculture and Fishery Science 9, Elsevier, Amsterdam, 318 pp.
- Boyd C.E. & Tucker C.S. (1998) *Pond aquaculture water quality management*. Kluwer Academic Publishers, USA, 707 pp.
- Bowmer K.H. & Muirhead W.A. (1987) Inhibition of algal photosynthesis to control pH and reduce ammonia volatilization from rice floodwater. *Fertilizer Research* **13**, 13-29.
- Brandl Z. & Pražáková M. (2002) Impact of predation by cyclopoid copepods (Copepoda: Cyclopoida) on zooplankton in a carp pond in Czech Republic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **66**, 169-175.
- Brett J.R. (1979) Environmental factors and growth. In: *Fish Physiology Vol. VIII*, eds. W.S. Hoar, D.J. Randall & J.R. Brett. Academic Press, New York, pp. 599–675.
- Briand J.F., Robillot C., Quiblier-Llobéras C., Humbert J.F., Couté A. & Bernard C. (2002) Environmental context of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) blooms in a shallow pond in France. *Water Research* **36**, 3183-3192.
- Briand J.F., Leboulanger C., Humbert J.F., Bernard C. & Dufour P. (2004) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) invasion at mid-latitudes: selection, wide physiological tolerance, or global warming. *Journal of Phycology* **40**, 231-238.
- Brient L., Lengronne M., Bormans M. & Fastner J. (2008) First occurrence of cylindrospermopsin in freshwater in France. *Wiley Periodicals, Inc.*, 415-420. (DOI 10.1002/tox.20439)
- Carlson R.E. (1977) A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* **22**, 361-369.

- Chonudomkul D., Yongmanitchai W., Theeragool G., Kawachi M., Kasai F., Kaya K. & Watanabe M.M. (2004) Morphology, genetic diversity, temperature tolerance and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria) strains from Thailand and Japan. *FEMS Microbiology Ecology* **48**, 345-355.
- Christoffersen K., Riemann B., Klysner A. & Søndergaard M. (1993) Potential role of fish predation and natural populations of zooplankton in structuring a plankton community in eutrophic lake water. *Limnology and Oceanography* **38**, 561-573.
- Cole B.A. & Boyd C.E. (1986) Feeding rate, water quality, and channel catfish production in ponds. *The Progressive Fish Culturist* **48**, 25-29.
- Conde-Porcuna J.M. (2000) Relative importance of competition with *Daphnia* (Cladocera) and nutrient limitation on *Anuraeopsis* (Rotifera) population dynamics in a laboratory study. *Freshwater Biology* **44**, 423-430.
- Conde-Porcuna J.M., Ramos-Rodríguez E. & Pérez-Martínez C. (2002) Correlations between nutrient concentrations and zooplankton populations in a mesotrophic reservoir. *Freshwater Biology* **47**, 1463-1473.
- Černý M. & Bytel J. (1991) Density and size distribution of *Daphnia* populations at different fish predation levels. *Hydrobiologia* **225**, 199-208.
- Dahms H.-U. (1995) Dormancy in the Copepoda - an overview. *Hydrobiologia* **306**, 199-211.
- Dawidowicz P. (1990) The effect of *Daphnia* on filament length of blue-green algae. *Hydrobiologia* **191**, 265-268.
- Degans H. & De Meester L. (2002) Top-down control of natural phyto- and bacterioplankton prey communities by *Daphnia magna* and by the natural zooplankton community of the hypertrophic Lake Blankaart. *Hydrobiologia* **479**, 39-49.
- Dokulil M.T. & Mayer J. (1996) Population dynamics and photosynthetic rates of a *Cylindrospermopsis* - *Limnothrix* association in a highly eutrophic urban lake, Alte Donau, Vienna, Austria. *Algological Studies* **83**, 179-195.
- Dokulil M.T. & Teubner K. (2003) Eutrophication and restoration of shallow lakes - the concept of stable equilibria revisited. *Hydrobiologia* **506-509**, 29-35.
- Dolan J.R. (1997) Phosphorus and ammonia excretion by planktonic protists. *Marine Geology* **139**, 109-122.
- Dulić Z., Mitrović-Tutundžić V., Marković Z. & Živić I. (2006) Monitoring water quality using zooplankton organisms as bioindicators at the Dubica fish farm, Serbia. *Archives of Biological Sciences* **58**, 245-248.

Dulić Z. (2007) Uticaj sekundarne produkcije ribnjaka na prirast šarana (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) u poluintenzivnom sistemu gajenja. Doktorska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 384 pp.

Dulić Z., Subakov-Simić G., Ćirić M., Relić R., Lakić N. & Marković Z. (2010) Water quality in semi-intensive carp production system using three different feeds. *Bulgarian Journal of Aquaculture Science* **16**, 266-274.

Dulić Z., Stanković M., Rašković B., Spasić M., Ćirić M., Grubišić M. & Marković Z. (2011) Role and significance of zooplankton in semi-intensive carp production. U: Zbornik radova V Međunarodna konferencija "Akvakultura i Ribarstvo", Z. Marković (Urednik), Poljoprivredni fakultet - Univerzitet u Beogradu, Zemun, str. 66 - 71.

Dussart B.H. & Defaye D. (2001) *Introduction to the Copepoda*. Backhuys Publishing, Netherlands, 344pp.

Dvořák P. & Hašler P. (2007) Occurrence and morphological variability of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya et Subba Raju (Cyanophyta, Nostocales) near Olomouc in 2006. *Fottea, Olomouc* **7**, 39–42.

Ekubo A.A. & Abowei J.F.N. (2011) Review of Some Water Quality Management Principles in Culture Fisheries. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* **3**, 1342-1357.

Elser J., Marzolf E. & Goldman C. (1990) Phosphorus and nitrogen limitation of phytoplankton in the freshwaters of North America: a review and critique of experimental enrichments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **47**, 1468–1477.

Elser J.J & Goldman C.R. (1991) Zooplankton effects on phytoplankton in lakes of contrasting trophic status. *Limnology and Oceanography* **36**, 64-90.

EPA (2012) 5.9 Conductivity. Dostupno na: <<http://water.epa.gov/> [06 mart 2012]

FAO (2012) The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rim, 209 pp.

Fastner J., Rücker J., Stüken A., Preußel K., Nixdorf B., Chorus I., Köhler A. & Wiedner C. (2007) Occurrence of the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin in Northeast Germany. *Wiley Periodicals, Inc.*, 26-32. (DOI 10.1002/tox.20230)

Flajšhans M. & Hulata G. (2007) Common carp - *Cyprinus carpio*. In: Genetic impact of aquaculture activities on native populations (Editors D. Corosetti, E. Garcia-Vasquez & E. Veerspoor). Sixth Framework plan of the EC, final scientific report, pp 32-39.

Flössner D. (1972) Krebstiere, Crustacea. Kiemen und Blattfüßer, Branchiopoda. Fischläuse, Branciura. *Tierwelt Deutschlands* **60**, 1-501.

- Fonseca B.M. & Bicudo C.E.M. (2008) Phytoplankton seasonal variation in a shallow stratified eutrophic reservoir (Garças Pond, Brazil). *Hydrobiologia* **600**, 267-282.
- Fussmann G. (1996) The importance of crustacean zooplankton in structuring rotifer and phytoplankton communities: an enclosure study. *Journal of Plankton Research* **18**, 1897-1915.
- Gilbert J.J. & Stemberger R.S. (1985) Control of *Keratella* populations by interference competition from *Daphnia*. *Limnology and Oceanography* **30**, 180-188.
- Gilbert J.J. (1988) Suppression of rotifer populations by *Daphnia*: A review of the evidence, the mechanisms, and the effects on zooplankton community structure. *Limnology and Oceanography* **33**, 1286-1303.
- Gowen R.J. & Bradbury N.B. (1987) The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology: Annual Review* **25**, 563-575.
- Greenacre M. (2007) *Correspondence analysis in practice, Second Edition*. Chapman & Hall, CRC, London, 280 pp.
- Green J.A., Brannon E.L. & Hardy R.W. (2002) Effects of dietary phosphorus and lipid levels on utilization and excretion of phosphorus and nitrogen by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 2. Production-scale study. *Aquaculture Nutrition* **8**, 291-298.
- Hajnal É. & Padisák J. (2008) Analysis of long-term ecological status of Lake Balaton based on the ALMOBAL phytoplankton database. *Hydrobiologia* **599**, 227-237.
- Hamar J. (1977) Data on knowledge of the blue-green alga *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. *Tiscia (Szeged)* **12**, 17-20.
- Hansen A.-M. & Santer B. (2003) The life cycle of *Cyclops vicinus* in Lake Søbygård: new aspects derived from sediment analyses. *Hydrobiologia* **510**, 17-21.
- Hargreaves J.A. (1998) Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* **166**, 181-212.
- Hargreaves J.A. & Tucker C.S. (2004) *Managing ammonia in fish ponds*. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Fact Sheet 4603. Stoneville, Mississippi.
- Hašler P., Poulíčková A. & Lysáková M. (2004) The survival and vitality of cyanobacteria and algae in fishpond bottom sediments. *Czech Phycology, Olomouc* **4**: 133-144.
- Hašler P., Štěpánková J., Špačková J., Neustupa J., Kitner M., Hekera P., Veselá J., Burian J. & Poulíčková A. (2008) Epipellic cyanobacteria and algae: a case study from Czech ponds. *Fottea* **8**, 133-146.

Henry R. & Santos CM. (2008) The importance of excretion by *Chironomus* larvae on the internal loads of nitrogen and phosphorus in a small eutrophic urban reservoir. *Brazilian Journal of Biology* **68**, 349-357.

Hepher B. (1962) Primary production in fishponds and its application to fertilization experiments. *Limnology and Oceanography* **7**, 131-136.

Hepher B., Milstein A., Leventer H. & Teltsch B. (1989) The effect of fish density and species combination on growth and utilization of natural food in ponds. *Aquaculture and Fisheries Management* **20**, 59-71.

Hessen D.O., Alstad N.E.W. & Skardal L. (2000) Calcium limitation in *Daphnia magna*. *Journal of Plankton Research* **22**, 553-568.

Hillebrand H., Dürselen C.-D., Kirschtel D., Pollinger U. & Zohary T. (1999) Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology* **35**, 403-424.

Hilton J.W., Cho S.J. & Slinger C.Y. (1981) Effect of extrusion processing and stream pelleting diets on pellet durability pellet water absorption and physiological response of rainbow trout, (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture* **25**, 185-194.

Hong Y., Steinman A., Biddanda B., Rediske R. & Fahnenstiel G. (2006) Occurrence of the toxin-producing cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* in Mona and Muskegon Lakes, Michigan. *Journal of Great Lakes Research* **32**, 645-652.

Honti M., Istvánovics V. & Osztoics A. (2007) Stability and change of phytoplankton communities in a highly dynamic environment - the case of large, shallow Lake Balaton (Hungary). *Hydrobiologia* **581**, 225-240.

Huber-Pestalozzi G., Komárek J. & Fott B. (1983) *Das Phytoplankton des Süßwasser Band XVI 7. Teil 1. Hälfte Chlorophyceae Ordnung: Chlorococcales*. E. Schweizerbart, Stuttgart, Germany, 1044 pp.

ISO 10260 (1992) *Water Quality - Measurement of Biochemical Parameters - Spectrometric Determination of the Chlorophyll-a Concentration*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 6 pp.

Istánovics V., Shafik H.M., Présing M. & Juhos Sz. (2000) Growth and phosphate uptake kinetics of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) in throughflow cultures. *Freshwater Biology* **43**: 257-275.

Jahan P., Watanabe T. Kiron V. & Satoh S. (2003) Phosphorus and nitrogen excretion during growth span of carp kept under two rearing systems. *Fisheries Science* **69**, 431-437.

Jeppesen E., Jensen J.P., Søndergaard M., Lauridsen T., Pedersen L.J. & Jensen L. (1997) Top-down control in fresh-water lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia* **342/343**, 151-164.

Jørgensen S.E., Löffler H., Rast W. & Straškraba M. (2005) *Lake and reservoir management, Developments in water sciences 54*. Elsevier, The Netherlands, 503 pp.

Kajak Z. & Prus P. (2004) Time of *Chironomus plumosus* (L.) generations in natural conditions of lowland reservoir. *Polish Journal of Ecology* **52**, 211-222.

Karadžić V. (2011) Eutrofikacija i njene posledice na primeru reke Ponjavice (Opština Pančevo). Doktorska teza, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 292 pp.

Kaushik S.J. (1980) Influence of nutritional status on the daily patterns of nitrogen excretion in the carp *Cyprinus carpio* L. and the rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Reproduction Nutrition Development* **20**, 1751-1765.

Kling H.J. (2009) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria): A brief historic overview and recent discovery in the Assiniboine River (Canada). *Fottea* **9**, 45-47.

Knösche R., Schreckenbach K., Pfeifer M. & Weissenbach H. (2000) Balances of phosphorus and nitrogen in carp ponds. *Fisheries Management and Ecology* **7**, 15-22.

Kofuji P.Y.M., Akimoto A., Hosokawa H. & Masumoto T. (2005) Seasonal changes in proteolytic enzymes of yellowtail *Seriola quinqueradiata* (Temminck & Schlegel; Carangidae) fed extruded diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture Research* **36**, 696-703.

Kolasa-Jamińska B. (2002) The intensification of pond fish production and the magnitude of the waste load discharged during autumn harvesting. *Archives of Polish Fisheries* **10**, 187-205.

Komárek J. & Anagnostidis K. (1998) *Cyanoprokariota 1. Teil: Chroococcales*. Gustav Fisher, Jena-Stuttgart-Lubeck-Ulm, Germany, 548pp.

Komárek J. & Anagnostidis K. (2005) *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*. Elsevier/Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Germany, 759pp.

Komárek J. & Hauer T. (2012) CyanoDB.cz - On-line database of cyanobacterial genera. - World-wide electronic publication, University of South Bohemia & Institute of Botany AS CR, <http://www.cyanodb.cz>

Komárková J. (1998) Fish stock as a variable modifying trophic pattern of phytoplankton. *Hydrobiologia* **369-370**, 139-152.

Koste W. (1978) *Rotatoria, Die Rädertiere Mitteleuropas*, 2 Vols. Borntraeger, Berlin, Germany.

- Li M. & Lowell R.T. (1992) Effect of dietary protein concentration on nitrogenous waste in intensively fed catfish ponds. *Journal of World Aquaculture Society* **23**, 122-127.
- Lovell R.T. (1992) Mycotoxins: hazardous to farmed fish. *Feed International* **13**, 24-28.
- Ludwig G.M. (1999) *Zooplankton succession and larval fish culture in freshwater ponds*. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Fact Sheet 700. Stoneville, Mississippi.
- Marković Z., Mitrović-Tutundžić V. & Vasiljević M. (2000) Effects of abiotic and biotic factors on fish growth in semiintensive fish production. *Ichthyologia* **32**, 31-38.
- Marković Z. & Mitrović-Tutundžić V. (2003) *Gajenje riba*. Zadužbina Andrejević, Beograd, Srbija, 128 pp.
- Marković Z., Mitrović-Tutundžić V., Dulić Stojanović Z. & Krstić B. (2003) Dynamics of zooplankton and bottom fauna secondary production in fish ponds during rearing of carp yearlings. *Ichthyologia* **35**, 11-21.
- Marković Z., Mitrović-Tutundžić V., Jeremić S., Poleksić V., Dulić Stojanović Z., Živić I., Stanković M. & Vasiljević M. (2005) Praćenje kvaliteta vode, bioloških karakteristika ribnjačkog sistema i zdravstvenog stanja riba - osnov uspešne poluintenzivne proizvodnje šarana. U: Zbornik radova, II međunarodna konferencija "Ribarstvo", Z. Marković (Urednik), Poljoprivredni fakultet u Beogradu i "Akvaforsk" Institute of Aquaculture Research, As, Norway, 33-41.
- Marković Z., Dulić Z., Živić I. & Mitrović-Tutundžić V. (2009a) Influence of abiotic and biotic environmental factors on weight gain of cultured carp on a carp farm. *Archives of Biological Sciences* **61**, 113-121.
- Marković Z., Poleksić V., Živić I., Stanković M., Čuk D., Spasić M., Dulić Z., Rašković B., Ćirić M., Bošković D. & Vukojević D. (2009b) Stanje ribarstva u Srbiji. U: Zbornik radova IV Međunarodna konferencija "Ribarstvo", Z. Marković (Urednik), Poljoprivredni fakultet - Univerzitet u Beogradu, Zemun, str. 30 -38.
- Marković Z. & Poleksić V. (2009) *Ribarstvo u Srbiji - Fishery in Serbia*. Zoran Marković, Beograd, 236 pp.
- Marković Z. (2010) *Šaran: Gajenje u ribnjacima i kaveznim sistemima*. Zoran Marković, Beograd, 152 pp.
- Marvan P., Marsalek B., Hetesa J., Sukacova K., Marsalkova E., Geris R. & Kozakova M. (2005) Comments on the revised tables of algal (and other botanical) water quality indicators listed in CSN 75 7716 - discussion material for assessment of trophic status of water bodies. Association Flos Aquae www.cyanobacteria.net on 6th May 2005.

- McGreagor G.B & Fabro L.D. (2000) Dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanoprokaryota) in Queensland tropical and subtropical reservoirs: Implications for monitoring and management. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* **5**, 195-205.
- Milovanović D. & Živković A. (1953) Ispitivanje planktonske produkcije u ribnjacima Ečke (Prilog regionalnoj limnologiji stajaćih voda Panonske Nizije). *Zbornik radova S.A.N. XXIV - Institut za ekologiju i biogeografiju S.A.N* **3**, 197-264.
- Milovanović D. & Živković A. (1959) Planktonska produkcija u ribnjaku Živača (II Prilog regionalnoj limnologiji stajaćih voda Panonske Nizije). *Zbornik radova Biološkog instituta NR Srbije* **2**, No 5, 1-17.
- Milovanović D. (1960) Primarna organska produkcija u ribnjaku Jegrička (Prilog regionalnoj limnologiji stajaćih voda Panonske Nizije). *Glasnik Prirodnjačkog muzeja B*, **15**, 119-129.
- Milovanović D. & Živković A. (1963) Sastav i dinamika planktona u ribnjaku Jegrička u 1959. - 1960. *Zbornik radova Biološkog instituta NR Srbije* **6**, No 2, 3-30.
- Milovanović D. (1963) Produkcija fitoplanktona i primarna produkcija u ribnjacima Koluta. *Zbornik radova Biološkog instituta NR Srbije* **6**, 3-16.
- Milstein A., Hulata G. & Wohlfarth (1988) Canonical correlation analysis of relationships between management inputs and fish growth and yields in polyculture. *Aquaculture and Fisheries Management* **19**, 13-24.
- Milstein A. (1992) Ecological aspects of fish species interactions in polyculture ponds. *Hydrobiology* **231**, 177-186.
- Milstein A. & Hulata G. (1993) Factor analysis and canonocal correlation analysis of fish production in commercial farms in Israel. In: *Multivariate Methods in Aquaculture Research: Case Studies of Tilapias in Experimental and Commercial Systems*, eds. M. Prein, G. Hulata & D. Pauly. Manila, Philippines, pp. 119-160.
- Milstein A. & Svirsky F. (1996) Effect of fish species combinations on water chemistry and plankton composition in earthen fish ponds. *Aquaculture Research* **27**, 79-90.
- Milstein A., Wahab M.A. & Rahman M.M. (2002) Environmental effects of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and mrigal *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) as bottom feeders in major Indian carp polycultures. *Aquaculture Research* **33**, 1103-1117.
- Milstein A., Islam M.S., Wahab M.A., Kamal A.H.M. & Dewan S. (2005) Characterization of water quality in shrimp ponds of different sizes and with different management regimes using multivariate statistical analysis. *Aquaculture International* **13**, 501-518.

- Milstein A., Valdenberg A. & Harpaz S. (2006) Fish larvae - zooplankton relationships in microcosm simulations of earthen nursery ponds. I. Freshwater system. *Aquaculture International* **14**, 231-246.
- Mischke U. (2003) Cyanobacteria associations in shallow polytrophic lakes: influence of environmental factors. *Acta Oecologica* **24**, S11-S23.
- Mischke C.C. & Zimba P.V. (2004) Plankton community responses in earthen channel catfish nursery ponds under various fertilization regimes. *Aquaculture* **233**, 219-235.
- Misra C.K., Sahu N.P. & Jain K.K. (2002) Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, water absorption and physical response on *Macrobrachium rosenbergii*. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **15**, 1354-1358.
- Mitrović V. (1969) Uticaj nasada šarana na biološku produkciju ribnjaka. Doktorska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Mitrović-Tutundžić V. & Vidmanić L. (1991) Study of the environmental conditions in four cyprinid fish farms. II. Biological characteristics of ponds. *Ichthyologia* **23**, 37-45.
- Mitrović-Tutundžić V., Dulić-Stojanović Z. & Marković Z. (2000) Qualitative and quantitative zooplankton composition in three rearing ponds of the "Sveti Nikola" fish farm in the year 2000. *Ichthyologia* **32**, 39-48.
- Mohamed Z.A. (2007) First report of toxic *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Raphidiopsis mediterranea* (Cyanoprokaryota) in Egyptian fresh waters. *FEMS Microbiology Ecology* **59**, 749-761.
- Moore D., O'Donohue M., Shaw G. & Critchley C. (2003) Potential triggers for akinete differentiation in an Australian strain of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (AWT 205/1). *Hydrobiologia* **506**, 175-180.
- Morduhai-Boltiviskoi B.D. (1954) Materialji po srednemu vesu vodnih bespozvonočnih Dnepra. *Trudi problemnih i tematičeskikh soveščanija ZIN, AN SSSR* **11**, 220 - 241.
- Moustaka-Gouni M., Vardaka E. & Tryfon E. (2007) Phytoplankton species succession in a shallow Mediterranean lake (L. Kastoria, Greece): steady-state dominance of *Limnothrix redekei*, *Microcystis aeruginosa* and *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Hydrobiologia* **575**, 129-140.
- Naylor R.L., Goldberg R.J., Primavera J.H., Kautsky N., Beveridge M.C.M., Clay J., Folke C., Lubchenco J., Mooney H. & Troell M. (2000) Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* **405**, 1017-1024.
- Neilan B.A., Saker M.L., Fastner J., Töröknés A. & Burns B.P. (2003) Phylogeography of the invasive cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Molecular Ecology* **12**, 133-140.

- Ohta M. & Watanabe T. (1998) Effect of feed preparation methods on dietary energy budgets in carp and rainbow trout. *Fisheries Science* **64**, 99-114.
- Padisák J. (1997) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Archiv für Hydrobiologie-Supplement* **107** **4**, 563-593.
- Padisák J. & Reynolds C.S. (1998) Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to the cyanoprokaryotes. *Hydrobiologia* **384**, 41-53.
- Pedusaar T., Sammalkorpi I., Hautala A., Salujõe J., Järvalt A. & Pihlak M. (2010) Shifts in water quality in a drinking water reservoir during and after the removal of cyprinids. *Hydrobiologia* **649**, 95-106.
- Pechar L. (2000) Impact of long-term changes in fishery management on the trophic level water quality in Czech fish ponds. *Fisheries Management and Ecology* **7**, 23-31.
- Persson A. & Svensson J.M. (2006) Effects of benthivorous fish on biogeochemical processes in lake sediments. *Freshwater Biology* **51**, 1298-1309.
- Pillay T.V.R. (2004) *Aquaculture and the Environment*. Blackwell Publishing Ltd, 196 pp.
- Plassmann T., Maier G. & Stich H.B. (1997) Predation impact of *Cyclops vicinus* on the rotifer community in Lake Constance in spring. *Journal of Plankton Research* **19**, 1069-1079.
- Poleksić V., Jeremić S., Perić Ž. & Mitrović-Tutundžić V. (1991) Effects of environmental conditions in four cyprinid fish farms on health conditions and gill morphology of the fish. *Ichthyologia* **23**, 47-57.
- Potužák J., Hůda J. & Pechar L. (2007) Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds - impact of zooplankton structure. *Aquaculture International* **15**, 201-210.
- Przemyslaw G.B., Hangkyo L., Travaline M.J., Miller B.D. & Sorensen P.W. (2010) Cognitive aspects of food searching behavior in free-ranging wild Common Carp. *Environmental Biology of Fishes* **88**, 295-300.
- Pucher J., Mayrhofer R., El-Matbouli M. & Focken U. (2011) Interaction of natural food and supplemental feeding for common carp in semi-intensively managed ponds in the marginal uplands of Son La Province, Northern Vietnam. Paper presented at the Tropentag 2011 "Development on the margin". Bonn, Germany.

- Rahman M.M., Verdegem M.C.J., Nagelkerke L.A.J., Wahab M.A., Milstein A. & Verreth J.A.J. (2006) Growth, production and food preference of rohu *Labeo rohita* (H.) in monoculture and in polyculture with common carp *Cyprinus carpio* (L.) under fed and non-fed ponds. *Aquaculture* **257**, 359-372.
- Rahman M.M. & Verdegem M.C.J. (2007) Multi-species fishpond and nutrients balance. In: *Fishponds in farming systems* (ed. by A.J. van der Zijpp, A.J.A Verreth, L.Q. Tri, M.E.F. van Mensvoort, R.H. Bosma, M.C.M. Beveridge), pp. 79–88. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- Rahman M.M., Nagelkerke L.A.J., Verdegem M.C.J., Wahab M.A. & Verreth J.A.J. (2008a) Relationships among water quality, food resources, fish diets and fish growth in polyculture ponds: A multivariate approach. *Aquaculture* **275**, 108-115.
- Rahman M.M., Jo Q., Gong Y.G., Miller S.A. & Hossain M.Y. (2008b) A comparative study of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and calbasu (*Labeo calbasu* Hamilton) on bottom soil resuspension, water quality, nutrient accumulations, food intake and growth of fish in simulated rohu (*Labeo rohita* Hamilton) ponds. *Aquaculture* **285**, 78-83.
- Rahman M.M., Verdegem M., Nagelkerke L., Wahab M.A., Milstein A. & Verreth J. (2008c) Effects of common carp *Cyprinus carpio* (L.) and feed addition in rohu *Labeo rohita* (Hamilton) ponds on nutrient partitioning among fish, plankton and benthos. *Aquaculture Research* **39**, 85-95.
- Rahman M.M. & Meyer C.G. (2009) Effects of food type on diel behaviours of common carp *Cyprinus carpio* in simulated aquaculture pond conditions. *Journal of Fish Biology* **74**, 2269-2278.
- Rahman M.M., Kadowaki S., Balcombe S.R. & Wahab M.A. (2010) Common carp (*Cyprinus carpio* L.) alters its feeding niche in response to changing food resources: direct observations in simulated ponds. *Ecological Research* **25**, 303-309.
- Reynolds C.S, Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L. & Melo S. (2002) Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* **24**, 417-428.
- Reynolds C. (2006) *The Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, 535 pp.
- Ricklefs R. E. (2001) Community Structure. In: *The Economy of Nature (fifth edition)*, pp. 399-420. W. H. Freeman, New York.
- Ritvo G., Kochba M. & Avnimelech Y. (2004) The effects of common carp bioturbation on fishpond bottom soil. *Aquaculture* **242**, 345-356.
- Roskošný R. (1980) *Klíč larev vodního hmyzu*. Československá Akademie Ved, Praha, 505 pp.

- Ryan E.F., Hamilton D.P. & Barnes G.E. (2003) Recent occurrence of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Waikato lakes of New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **37**, 829–836.
- Saker M.L., Nogueira I.C.G. & Vasconcelos V.M. (2003a) Distribution and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) in portuguese freshwaters. *Limnetica* **22**, 129-136.
- Saker M.L., Nogueira I.C.G., Vasconcelos V.M., Neilan B.A., Eaglesham G.K. & Pereira P. (2003b) First report and toxicological assessment of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* from Portuguese freshwaters.
- Scheffer M. (1998) *Ecology of Shallow Lakes*. Chapman and Hall, London, 357 pp.
- Shafik H.M., Voros L., Sprober P., Presing M. & Kovacs A.W. (2003) Some special morphological features of *Cylindrospermopsis raciborskii* in batch and continuous cultures. *Hydrobiologia* **506**, 163–167.
- Sinha R., Pearson L.A., Davis T.W., Burford M.A., Orr P.T. & Neilan B.A. (2012) Increased incidence of *Cylindrospermopsis raciborskii* in temperate zones- is climate change responsible? *Water Research* **46**, 1408-1419.
- Sinistro R., Sánchez M.L., Marinone M.C. & Izaguirre I. (2007) Experimental study of the zooplankton impact on the trophic structure of phytoplankton and the microbial assemblages in a temperate wetland (Argentina). *Limnologia* **37**, 88–99.
- Smith J.L., Boyer G.L. & Zimba P.V. (2008) A review of cyanobacterial odorous and bioactive metabolites: Impacts and management alternatives in aquaculture. *Aquaculture* **280**, 5-20.
- Sørensen M., Ljøkjel K., Storebakken T., Shearer K.D. & Skrede A. (2002) Apparent digestibility of protein, amino acids and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a fish meal based diet extruded at different temperatures. *Aquaculture* **211**, 215-225.
- Sørensen M., Stjepanovic N., Romarheim O.H., Krekling T. & Storebakken T. (2009) Soybean meal improves the physical quality of extruded fish feed. *Animal Feed Science and Technology* **149**, 149-161.
- Spataru P., Wohlfart G.W. & Hulata G. (1983) Studies on the natural food of different fish species in intensively manured polyculture ponds. *Aquaculture* **35**, 283-298.
- Svobodová Z., Lloyd R., Máchová J., Vykusová B. (1993) Water quality and fish health. EIFAC Technical Paper, No 54. Rome, FAO, 59 pp.
- SZZZ (1990) Method P-IV-9a. In: *Drinking Water - Standard Methods for Examination of Hygienic Correctness* (ed. by S. Škunca-Milovanović, R. Feliks & B. Đurović), pp. 134-136 (in Serbian). Svezni zavod za zdravstvenu zaštitu & NIP Privredni pregled, Belgrade, Serbia.

- Špoljar M., Habdija I., Primc-Habdija B. & Sipos L. (2005) Impact of environmental variables and food availability on rotifer assemblage in the karstic barrage Lake Visovac (Krka River, Croatia). *International Review of Hydrobiology* **90**, 555-579.
- Šramek-Hušek R., Straškraba M. & Brtek J. (1962) *Lupenorošci – Branchiopoda. Fauna ČSR, svezak 15*. Vydalo Nakladetestvi Československe akademie ved, Praha, 470 pp.
- Tacon A.G.J. & Jackon A.J. (1985) Utilisation of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: Nutrition and feeding in fish, eds. C.B. Cowel, A.M. Mackie & J.C. Bell. Academic Press, London, pp. 119-145.
- Tansley A.G. (1935) The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology* **16**, 284-307.
- Tátrai I., Oláh J., Paulovits G., Mátyás K., Kawiecka B.J., Józsa V. & Pekár F. (1997) Biomass dependent interactions in pond ecosystems: responses of lower trophic levels to fish manipulations. *Hydrobiologia* **345**, 117-129.
- ter Braak C.J.F. & Šmilauer P. (2002) *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer power, Ithaca, NY, USA, 500 pp.
- Thurston R.V., Russo R.C. & Vinogradov G.A. (1981) Ammonia toxicity to fishes. Effect of pH on the toxicity of the unionized ammonia species. *Environmental Science & Technology* **15**, 837-840.
- Uddin M.S., Milstein A., Azim M.E., Wahab M.A., Verdegem M. & Verreth J. (2008) Effects of stocking density, periphyton substrate and supplemental feed on biological processes affecting water quality in earthen tilapia-prawn polyculture ponds. *Aquaculture Research* **39**, 1243-1257.
- Ulomskii S. M. (1958): Materiali po sirom vesu nizških iz vodoemov Urala. *Naučno – tehnički bilten VNIORH – a* **6**, 81 – 89.
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (2012) *Službeni glasnik RS*, br. 50/12, Beograd.
- Vidmanić L. (1993) Uticaj ekoloških uslova starog i novog nizijskog ribnjaka na sekundarnu produkciju. Doktorska teza, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 179 pp.
- Wen Y.H, Vézina A. & Peters R.H. (1994) Phosphorus fluxes in limnetic cladocerans: coupling of allometry and compartmental analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **51**, 1055–1064.

- Wen Y.H & Peters R.H. (1994) Empirical models of phosphorus and nitrogen excretion rates by zooplankton. *Limnology and Oceanography* **39**, 1669-1679.
- Wiedner C., Rucker J., Fastner J., Chorus I. & Nixdorf B. (2008) Seasonal dynamics of cylindrospermopsin and cyanobacteria in two German lakes. *Toxicon* **52**, 677-686.
- Willame R., Jurczak T., Iffly J.-F., Kull T., Meriluoto J. & Hoffmann L. (2005) Distribution of hepatotoxic cyanobacterial blooms in Belgium and Luxembourg. *Hydrobiologia* **551**, 99-117.
- Willame R., Boutte C., Grubisic S., Wilmotte A., Komárek J. & Hoffmann L. (2006) Morphological and molecular characterization of planktonic cyanobacteria from Belgium and Luxembourg. *Journal of Phycology* **42**, 1312–1332.
- Work K.A. & Havens K.E. (2003) Zooplankton grazing on bacteria and cyanobacteria in a eutrophic lake. *Journal of Plankton Research* **25**, 1301-1307.
- Ćirić M., Marković Z., Dulić Z. & Subakov-Simić G. (2010) First report of cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* from carp ponds in Serbia. In: *Official program and abstract book - The 8th International Conference on Toxic Cyanobacteria (ICTC8)*. Istanbul, Turkey, 14 p.

8. PRILOG

Fizičke i hemijske osobine vode

Temperatura vode

Tabela 1. Statistički pokazatelji za temperaturu vode (°C) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	23,2	23,2	23,0	23,4	0,20	0,12	0,86
29.VI	3	26,3	26,1	25,7	27,1	0,72	0,42	2,74
13.VII	3	24,0	24,2	23,6	24,3	0,38	0,22	1,58
27.VII	3	26,8	26,4	25,4	28,5	1,58	0,91	5,91
10.VIII	3	26,0	26,0	25,7	26,2	0,25	0,15	0,97
24.VIII	3	24,1	24,1	23,7	24,4	0,35	0,20	1,46
7.IX	3	19,8	19,8	19,6	19,9	0,15	0,09	0,77
29.IX	3	21,3	21,1	21,0	21,7	0,38	0,22	1,78
05.X	3	17,4	17,4	17,2	17,7	0,25	0,15	1,44

Tabela 2. Statistički pokazatelji za temperaturu vode (°C) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	23,2	23,4	22,7	23,4	0,40	0,23	1,74
29.VI	3	26,5	26,3	25,7	27,6	0,97	0,56	3,66
13.VII	3	24,0	24,2	23,4	24,4	0,53	0,31	2,20
27.VII	3	25,8	25,6	25,0	26,9	0,97	0,56	3,76
10.VIII	3	26,1	26,2	25,9	26,3	0,21	0,12	0,80
24.VIII	3	24,0	24,1	23,7	24,2	0,26	0,15	1,10
7.IX	3	19,8	19,9	19,6	19,9	0,17	0,10	0,87
29.IX	3	21,2	21,1	21,1	21,5	0,23	0,13	1,09
05.X	3	17,7	17,8	17,4	17,9	0,26	0,15	1,49

Tabela 3. Statistički pokazatelji za temperaturu vode (°C) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	22,8	23,1	22,1	23,3	0,64	0,37	2,82
29.VI	3	26,8	26,4	26,3	27,6	0,72	0,42	2,70
13.VII	3	23,9	24,0	23,6	24,2	0,31	0,18	1,28
27.VII	3	25,9	25,7	25,5	26,6	0,59	0,34	2,26
10.VIII	3	26,5	26,5	26,3	26,7	0,20	0,12	0,75
24.VIII	3	24,1	24,1	23,7	24,4	0,35	0,20	1,46
7.IX	3	19,5	19,4	19,2	19,8	0,31	0,18	1,57
29.IX	3	21,3	21,3	20,6	22,0	0,70	0,40	3,29
05.X	3	17,4	17,4	17,2	17,6	0,20	0,12	1,15

Providnost vode

Tabela 4. Statistički pokazatelji za providnost vode (cm) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	27,0	28,0	25,0	28,0	1,73	1,00	6,42
29.VI	3	21,7	22,0	19,0	24,0	2,52	1,45	11,62
13.VII	3	16,2	17,0	14,0	17,5	1,89	1,09	11,71
27.VII	3	18,2	17,5	17,0	20,0	1,61	0,93	8,85
10.VIII	3	22,0	22,0	20,0	24,0	2,00	1,15	9,09
24.VIII	3	23,0	25,0	18,5	25,5	3,91	2,25	16,98
7.IX	3	20,7	20,0	19,0	23,0	2,08	1,20	10,07
29.IX	3	24,7	25,0	20,0	29,0	4,51	2,60	18,28
05.X	3	18,0	19,0	15,0	20,0	2,65	1,53	14,70

Tabela 5. Statistički pokazatelji za providnost vode (cm) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	46,7	48,0	26,0	66,0	20,03	11,57	42,93
29.VI	3	32,0	32,0	23,0	41,0	9,00	5,20	28,13
13.VII	3	16,8	17,0	14,5	19,0	2,25	1,30	13,39
27.VII	3	20,8	22,0	18,0	22,5	2,47	1,42	11,84
10.VIII	3	26,3	23,0	20,0	36,0	8,50	4,91	32,30
24.VIII	3	21,0	22,0	15,0	26,0	5,57	3,21	26,51
7.IX	3	17,5	19,0	12,5	21,0	4,44	2,57	25,39
29.IX	3	22,0	22,0	18,0	26,0	4,00	2,31	18,18
05.X	3	15,7	16,0	14,0	17,0	1,53	0,88	9,75

Tabela 6. Statistički pokazatelji za providnost vode (cm) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	34,0	27,0	21,0	54,0	17,58	10,15	51,70
29.VI	3	38,7	19,0	18,0	79,0	34,93	20,17	90,34
13.VII	3	25,3	15,0	13,0	48,0	19,66	11,35	77,59
27.VII	3	21,7	19,0	15,0	31,0	8,33	4,81	38,43
10.VIII	3	24,0	22,0	22,0	28,0	3,46	2,00	14,43
24.VIII	3	22,2	20,0	18,5	28,0	5,11	2,95	23,04
7.IX	3	16,2	16,0	14,0	18,5	2,25	1,30	13,95
29.IX	3	21,7	21,0	18,0	26,0	4,04	2,33	18,65
05.X	3	16,7	17,0	16,0	17,0	0,58	0,33	3,46

Tvrdoća vode

Tabela 7. Statistički pokazatelji za tvrdoću vode (°dH) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	12,2	11,8	11,8	12,9	0,64	0,37	5,22
29.VI	3	11,4	11,2	11,2	11,9	0,40	0,23	3,53
13.VII	3	12,6	11,9	11,9	13,9	1,15	0,67	9,19
27.VII	3	10,0	10,1	9,9	10,1	0,12	0,07	1,15
10.VIII	3	10,6	10,1	9,9	11,7	0,99	0,57	9,34
24.VIII	3	12,3	12,3	11,2	13,4	1,10	0,64	8,94
7.IX	3	12,6	11,9	11,2	14,6	1,80	1,04	14,29
29.IX	3	18,1	18,6	16,1	19,5	1,76	1,02	9,75
05.X	3	12,2	11,8	11,8	12,9	0,64	0,37	5,22

Tabela 8. Statistički pokazatelji za tvrdoću vode (°dH) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	12,6	12,8	11,7	13,4	0,86	0,50	6,82
29.VI	3	12,8	13,2	11,1	14,2	1,58	0,91	12,33
13.VII	3	14,8	15,2	13,4	15,7	1,21	0,70	8,19
27.VII	3	10,3	10,1	9,9	11,0	0,59	0,34	5,67
10.VIII	3	9,8	9,6	9,4	10,5	0,59	0,34	5,96
24.VIII	3	12,6	12,5	12,1	13,2	0,56	0,32	4,42
7.IX	3	13,4	12,8	12,5	14,8	1,25	0,72	9,35
29.IX	3	19,6	19,9	17,9	21,1	1,62	0,93	8,23
05.X	3	12,6	12,8	11,7	13,4	0,86	0,50	6,82

Tabela 9. Statistički pokazatelji za tvrdoću vode (°dH) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	12,6	12,5	11,8	13,4	0,84	0,49	6,68
29.VI	3	11,5	11,2	10,1	13,1	1,53	0,88	13,32
13.VII	3	13,5	13,4	12,5	14,6	1,01	0,58	7,49
27.VII	3	9,7	9,6	9,5	9,9	0,17	0,10	1,79
10.VIII	3	10,1	9,9	9,9	10,5	0,39	0,22	3,84
24.VIII	3	12,1	12,1	11,7	12,7	0,51	0,29	4,17
7.IX	3	12,5	12,5	12,3	12,8	0,23	0,13	1,79
29.IX	3	18,7	18,6	18,4	19,0	0,34	0,20	1,83
05.X	3	12,6	12,5	11,8	13,4	0,84	0,49	6,68

Elektroprovodljivost vode

Tabela 10. Statistički pokazatelji za elektroprovodljivost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	906	894	893	932	22,23	12,84	2,45
29.VI	3	750	745	739	766	14,18	8,19	1,89
13.VII	3	641	646	620	656	18,58	10,73	2,90
27.VII	3	805	780	767	869	55,52	32,05	6,89
10.VIII	3	551	530	502	622	62,78	36,25	11,39
24.VIII	3	527	527	524	530	3,00	1,73	0,57
7.IX	3	689	674	639	755	59,50	34,35	8,63
29.IX	3	809	803	745	879	67,20	38,80	8,31
05.X	3	928	931	850	1002	76,05	43,91	8,20

Tabela 11. Statistički pokazatelji za elektroprovodljivost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	954	954	947	961	7,00	4,04	0,73
29.VI	3	740	737	728	756	14,29	8,25	1,93
13.VII	3	672	695	612	708	52,08	30,07	7,75
27.VII	3	905	910	865	939	37,29	21,53	4,12
10.VIII	3	543	534	502	592	45,62	26,34	8,41
24.VIII	3	535	534	519	551	16,01	9,24	2,99
7.IX	3	678	721	577	737	88,12	50,88	12,99
29.IX	3	813	815	755	869	57,27	33,07	7,05
05.X	3	947	932	908	1001	48,28	27,87	5,10

Tabela 12. Statistički pokazatelji za elektroprovodljivost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranim hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	960	963	939	977	19,22	11,10	2,00
29.VI	3	742	736	721	768	24,01	13,86	3,24
13.VII	3	619	613	578	667	44,84	25,89	7,24
27.VII	3	856	845	844	879	19,92	11,50	2,33
10.VIII	3	506	503	498	516	9,29	5,36	1,84
24.VIII	3	525	522	521	531	5,51	3,18	1,05
7.IX	3	646	645	561	732	85,50	49,37	13,24
29.IX	3	811	799	774	859	43,68	25,22	5,39
05.X	3	975	985	953	986	18,77	10,84	1,93

pH vode

Tabela 13. Statistički pokazatelji za pH vode po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	8,70	8,70	8,65	8,76	0,06	0,03	0,63
29.VI	3	8,80	8,81	8,71	8,88	0,09	0,05	0,97
13.VII	3	8,68	8,65	8,64	8,75	0,06	0,04	0,70
27.VII	3	8,85	8,93	8,65	8,96	0,17	0,10	1,93
10.VIII	3	8,65	8,53	8,21	9,22	0,52	0,30	5,97
24.VIII	3	8,28	8,33	8,08	8,42	0,18	0,10	2,13
7.IX	3	8,36	8,35	8,24	8,50	0,13	0,08	1,56
29.IX	3	8,50	8,51	8,33	8,67	0,17	0,10	2,00
05.X	3	8,54	8,58	8,38	8,65	0,14	0,08	1,64

Tabela 14. Statistički pokazatelji za pH vode po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	8,57	8,54	8,42	8,76	0,17	0,10	2,01
29.VI	3	8,57	8,67	8,07	8,96	0,45	0,26	5,30
13.VII	3	8,42	8,37	8,03	8,87	0,42	0,24	5,02
27.VII	3	8,42	8,33	8,17	8,76	0,31	0,18	3,62
10.VIII	3	8,46	8,47	8,39	8,51	0,06	0,04	0,72
24.VIII	3	8,27	8,28	8,06	8,48	0,21	0,12	2,54
7.IX	3	8,36	8,36	8,30	8,42	0,06	0,03	0,72
29.IX	3	8,51	8,48	8,45	8,61	0,09	0,05	1,00
05.X	3	8,53	8,53	8,49	8,58	0,05	0,03	0,53

Tabela 15. Statistički pokazatelji za pH vode po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	8,69	8,76	8,54	8,78	0,13	0,08	1,53
29.VI	3	8,64	8,70	8,17	9,04	0,44	0,25	5,08
13.VII	3	8,56	8,76	7,95	8,98	0,54	0,31	6,33
27.VII	3	8,83	9,04	8,11	9,35	0,65	0,37	7,31
10.VIII	3	8,40	8,41	8,38	8,41	0,02	0,01	0,21
24.VIII	3	8,33	8,37	8,26	8,37	0,06	0,04	0,76
7.IX	3	8,42	8,40	8,38	8,48	0,05	0,03	0,63
29.IX	3	8,53	8,58	8,40	8,61	0,11	0,07	1,33
05.X	3	8,58	8,56	8,53	8,65	0,06	0,04	0,73

Utrošak kalijum-permanganata (KMnO₄)

Tabela 16. Statistički pokazatelji za utrošak kalijum-permanganata u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	73,11	75,36	68,62	75,36	3,89	2,25	5,32
29.VI	3	68,03	72,22	59,66	72,22	7,25	4,19	10,66
13.VII	3	88,51	88,51	75,86	101,15	12,65	7,30	14,29
27.VII	3	103,45	106,05	96,69	107,61	5,91	3,41	5,71
10.VIII	3	48,25	47,42	37,68	59,66	11,01	6,36	22,82
24.VIII	3	56,41	59,66	49,90	59,66	5,63	3,25	9,99
7.IX	3	90,01	94,20	81,64	94,20	7,25	4,19	8,06
29.IX	3	96,49	96,10	90,45	102,93	6,25	3,61	6,48
05.X	3	114,85	110,64	110,64	123,28	7,30	4,21	6,35

Tabela 17. Statistički pokazatelji za utrošak kalijum-permanganata u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	63,85	59,66	59,66	72,22	7,25	4,19	11,36
29.VI	3	66,99	65,94	59,66	75,36	7,90	4,56	11,80
13.VII	3	79,02	79,02	63,22	94,83	15,81	9,13	20,00
27.VII	3	93,57	87,33	84,21	109,16	13,59	7,85	14,53
10.VIII	3	38,82	40,82	34,54	41,09	3,71	2,14	9,55
24.VIII	3	53,81	54,95	43,67	62,80	9,62	5,55	17,87
7.IX	3	92,43	91,06	88,89	97,34	4,39	2,53	4,75
29.IX	3	95,45	96,10	87,33	102,93	7,82	4,51	8,19
05.X	3	109,58	113,80	97,99	116,96	10,16	5,87	9,27

Tabela 18. Statistički pokazatelji za utrošak kalijum-permanganata u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	78,33	75,36	74,86	84,78	5,59	3,23	7,13
29.VI	3	63,85	65,94	59,66	65,94	3,63	2,09	5,68
13.VII	3	82,19	91,67	60,06	94,83	19,23	11,10	23,39
27.VII	3	98,77	102,93	74,86	118,52	22,13	12,77	22,40
10.VIII	3	35,74	37,68	31,61	37,93	3,58	2,07	10,01
24.VIII	3	66,99	65,94	62,80	72,22	4,80	2,77	7,16
7.IX	3	88,78	91,06	81,09	94,20	6,85	3,95	7,71
29.IX	3	92,14	89,90	87,33	99,20	6,24	3,61	6,78
05.X	3	104,31	101,15	101,15	110,64	5,48	3,16	5,25

Rastvoreni kiseonik

Tabela 19. Statistički pokazatelji za koncentraciju rastvorenog kiseonika u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	6,90	7,03	6,62	7,05	0,24	0,14	3,52
29.VI	3	11,19	11,09	8,87	13,60	2,37	1,37	21,15
13.VII	3	8,35	8,21	7,32	9,51	1,10	0,64	13,20
27.VII	3	8,70	8,54	8,27	9,28	0,52	0,30	6,01
10.VIII	3	7,75	8,57	5,86	8,83	1,64	0,95	21,21
24.VIII	3	5,22	5,22	4,82	5,63	0,41	0,23	7,75
7.IX	3	5,13	5,18	4,63	5,58	0,48	0,28	9,30
29.IX	3	5,74	5,86	5,36	5,99	0,33	0,19	5,80
05.X	3	9,19	9,29	7,73	10,54	1,41	0,81	15,32

Tabela 20. Statistički pokazatelji za koncentraciju rastvorenog kiseonika u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	5,65	6,09	4,33	6,54	1,17	0,67	20,66
29.VI	3	9,14	9,85	3,78	13,80	5,05	2,91	55,20
13.VII	3	5,92	5,36	4,29	8,11	1,97	1,14	33,29
27.VII	3	4,76	3,24	2,91	8,12	2,92	1,68	61,33
10.VIII	3	7,24	7,02	6,82	7,89	0,57	0,33	7,85
24.VIII	3	4,67	4,34	3,74	5,92	1,13	0,65	24,13
7.IX	3	4,99	4,93	4,68	5,37	0,35	0,20	7,00
29.IX	3	5,77	5,91	5,47	5,93	0,26	0,15	4,51
05.X	3	8,81	9,05	8,25	9,14	0,49	0,28	5,56

Tabela 21. Statistički pokazatelji za koncentraciju rastvorenog kiseonika u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	6,04	5,90	4,90	7,33	1,22	0,71	20,21
29.VI	3	10,28	10,66	3,15	17,04	6,95	4,01	67,61
13.VII	3	7,19	9,20	2,92	9,44	3,70	2,13	51,44
27.VII	3	6,33	7,71	2,78	8,51	3,10	1,79	49,00
10.VIII	3	7,02	6,99	6,73	7,35	0,31	0,18	4,43
24.VIII	3	5,66	5,61	4,99	6,39	0,70	0,41	12,39
7.IX	3	5,37	5,38	5,33	5,41	0,04	0,02	0,75
29.IX	3	6,21	6,18	5,59	6,86	0,64	0,37	10,23
05.X	3	10,12	9,33	8,56	12,46	2,07	1,19	20,42

Amonijačni azot (NH₄-N)

Tabela 22. Statistički pokazatelji za koncentraciju amonijačnog azota u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	0,04	0,05	0,01	0,06	0,03	0,02	66,14
29.VI	3	0,54	0,43	0,31	0,89	0,31	0,18	56,35
13.VII	3	0,35	0,29	0,26	0,49	0,13	0,07	36,07
27.VII	3	0,49	0,49	0,46	0,53	0,04	0,02	7,12
10.VIII	3	0,24	0,17	0,17	0,37	0,12	0,07	48,79
24.VIII	3	0,18	0,19	0,16	0,20	0,02	0,01	11,35
7.IX	3	0,25	0,24	0,23	0,28	0,03	0,02	10,58
29.IX	3	0,29	0,25	0,24	0,39	0,08	0,05	28,59
05.X	3	0,45	0,45	0,40	0,49	0,05	0,03	10,10

Tabela 23. Statistički pokazatelji za koncentraciju amonijačnog azota u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	0,20	0,11	0,03	0,45	0,22	0,13	113,39
29.VI	3	0,61	0,36	0,34	1,14	0,46	0,26	74,38
13.VII	3	0,58	0,53	0,31	0,89	0,29	0,17	50,78
27.VII	3	0,80	0,93	0,49	0,97	0,27	0,15	33,43
10.VIII	3	0,15	0,10	0,10	0,26	0,09	0,05	60,25
24.VIII	3	0,26	0,22	0,19	0,38	0,10	0,06	38,79
7.IX	3	0,20	0,20	0,15	0,24	0,05	0,03	22,93
29.IX	3	0,31	0,32	0,26	0,35	0,05	0,03	14,78
05.X	3	0,48	0,46	0,44	0,54	0,05	0,03	11,02

Tabela 24. Statistički pokazatelji za koncentraciju amonijačnog azota u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	0,11	0,05	0,04	0,24	0,11	0,07	102,45
29.VI	3	0,63	0,54	0,32	1,02	0,36	0,21	57,12
13.VII	3	0,75	0,40	0,26	1,60	0,74	0,43	97,77
27.VII	3	0,82	0,55	0,48	1,42	0,52	0,30	64,12
10.VIII	3	0,14	0,15	0,12	0,16	0,02	0,01	14,52
24.VIII	3	0,19	0,20	0,15	0,21	0,03	0,02	17,22
7.IX	3	0,21	0,20	0,19	0,24	0,03	0,02	12,60
29.IX	3	0,30	0,30	0,29	0,31	0,01	0,01	3,33
05.X	3	0,54	0,55	0,48	0,60	0,06	0,03	11,09

Rastvoreni reaktivni fosfor

Tabela 25. Statistički pokazatelji za koncentraciju rastvorenih ortofosfata u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
29.VI	3	0,029	0,023	0,019	0,045	0,01	0,01	48,28
13.VII	3	0,072	0,068	0,003	0,146	0,07	0,04	99,55
27.VII	3	0,113	0,131	0,003	0,205	0,10	0,06	90,81
10.VIII	3	0,004	0,003	0,003	0,008	0,00	0,00	73,28
24.VIII	3	0,006	0,003	0,003	0,014	0,01	0,00	104,83
7.IX	3	0,004	0,003	0,003	0,008	0,00	0,00	73,28
29.IX	3	0,042	0,005	0,003	0,119	0,07	0,04	157,83
05.X	3	0,014	0,011	0,006	0,024	0,01	0,01	67,99

Tabela 26. Statistički pokazatelji za koncentraciju rastvorenih ortofosfata u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
29.VI	3	0,057	0,019	0,014	0,137	0,07	0,04	122,85
13.VII	3	0,005	0,005	0,003	0,007	0,00	0,00	46,65
27.VII	3	0,007	0,001	0,001	0,019	0,01	0,01	148,46
10.VIII	3	0,004	0,003	0,003	0,007	0,00	0,00	64,95
24.VIII	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00
7.IX	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00
29.IX	3	0,004	0,003	0,003	0,006	0,00	0,00	55,11
05.X	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00

Tabela 27. Statistički pokazatelji za koncentraciju rastvorenih ortofosfata u vodi (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
29.VI	3	0,048	0,016	0,003	0,125	0,07	0,04	139,58
13.VII	3	0,010	0,003	0,003	0,026	0,01	0,01	131,30
27.VII	3	0,012	0,003	0,003	0,032	0,02	0,01	138,10
10.VIII	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00
24.VIII	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00
7.IX	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00
29.IX	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00
05.X	3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,00	0,00	0,00

Hlorofil *a*

Tabela 28. Statistički pokazatelji za koncentraciju hlorofila *a* u vodi ($\mu\text{g/l}$) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
29.VI	3	250,7	288,1	120,7	343,2	115,88	66,90	46,23
13.VII	3	223,2	180,9	116,4	372,2	133,03	76,81	59,61
27.VII	3	304,6	273,7	244,5	395,5	80,09	46,24	26,30
10.VIII	3	153,7	150,8	129,9	180,4	25,37	14,65	16,51
24.VIII	3	101,1	99,5	65,6	138,1	36,28	20,94	35,89
7.IX	3	210,6	214,0	174,4	243,5	34,67	20,02	16,46
29.IX	3	229,3	233,9	219,2	234,9	8,79	5,07	3,83
05.X	3	397,8	399,4	309,1	485,0	87,96	50,78	22,11

Tabela 29. Statistički pokazatelji za koncentraciju hlorofila *a* u vodi ($\mu\text{g/l}$) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
29.VI	3	111,8	99,1	47,8	188,6	71,26	41,14	63,72
13.VII	3	186,3	182,8	110,4	265,6	77,66	44,84	41,69
27.VII	3	166,6	155,0	111,0	233,7	62,16	35,89	37,32
10.VIII	3	78,8	72,4	63,0	100,9	19,74	11,39	25,06
24.VIII	3	78,0	92,7	38,1	103,2	34,95	20,18	44,81
7.IX	3	236,2	239,6	167,9	301,0	66,62	38,46	28,21
29.IX	3	259,5	243,5	182,5	352,4	86,07	49,69	33,17
05.X	3	343,5	309,9	271,2	449,3	93,67	54,08	27,27

Tabela 30. Statistički pokazatelji za koncentraciju hlorofila *a* u vodi ($\mu\text{g/l}$) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	-	-	-	-	-	-	-	-
29.VI	3	108,3	109,3	15,1	200,5	92,70	53,52	85,60
13.VII	3	182,0	222,4	19,6	304,0	146,44	84,55	80,46
27.VII	3	262,4	340,7	63,6	383,0	173,49	100,16	66,11
10.VIII	3	89,6	88,9	83,3	96,5	6,63	3,83	7,40
24.VIII	3	149,6	141,0	113,3	194,4	41,22	23,80	27,56
7.IX	3	188,4	202,6	141,3	221,3	41,85	24,16	22,21
29.IX	3	289,7	314,0	190,4	364,6	89,61	51,74	30,94
05.X	3	405,1	440,4	286,2	488,8	105,80	61,09	26,12

Ukupna brojnost i biomasa organizama fitoplanktona

Tabela 31. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama fitoplanktona (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	10305	11568	2604	16744	7154	4130,40	69,42
29.VI	3	11724	11568	3804	19800	7999	4618,31	68,23
13.VII	3	12333	15272	2688	19040	8563	4943,81	69,43
27.VII	3	23572	20864	13272	36580	11888	6863,32	50,43
10.VIII	3	13283	7080	6392	26376	11344	6549,68	85,41
24.VIII	3	10327	7680	2148	21152	9775	5643,33	94,65
7.IX	3	16903	16336	6212	28160	10985	6342,17	64,99
29.IX	3	41549	52496	17176	54976	21144	12207,68	50,89
05.X	3	50136	60160	19272	70976	27271	15744,70	54,39

Tabela 32. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama fitoplanktona (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	4712	1120	912	12104	6403	3696,49	135,88
29.VI	3	9275	6900	750	20176	9928	5732,19	107,04
13.VII	3	7263	2088	836	18864	10067	5811,92	138,61
27.VII	3	9662	11760	3114	14112	5791	3343,66	59,94
10.VIII	3	4525	3104	2752	7720	2772	1600,56	61,26
24.VIII	3	4379	5872	714	6552	3192	1843,15	72,90
7.IX	3	17039	20816	3788	26512	11824	6826,33	69,39
29.IX	3	34608	42624	16496	44704	15720	9075,88	45,42
05.X	3	33524	32860	22672	45040	11199	6465,61	33,41

Tabela 33. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama fitoplanktona (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranim hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	8491	5984	2672	16816	7398	4271,05	87,13
29.VI	3	7631	10136	294	12464	6460	3729,71	84,65
13.VII	3	11316	14632	163	19152	9919	5726,96	87,66
27.VII	3	39346	47456	1510	69072	34503	19920,55	87,69
10.VIII	3	8371	8496	5096	11520	3214	1855,51	38,39
24.VIII	3	6476	6000	4208	9220	2540	1466,28	39,22
7.IX	3	16688	15392	14688	19984	2876	1660,48	17,23
29.IX	3	34032	37072	19264	45760	13507	7798,31	39,69
05.X	3	38320	29760	26720	58480	17525	10118,13	45,73

Tabela 34. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama fitoplanktona (mm^3/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	12,29	15,77	5,26	15,85	6,09	3,52	49,55
29.VI	3	26,23	18,44	9,14	51,10	22,04	12,72	84,03
13.VII	3	14,00	15,41	4,68	21,91	8,70	5,02	62,15
27.VII	3	39,36	33,95	21,09	63,03	21,49	12,41	54,59
10.VIII	3	18,35	8,37	5,72	40,97	19,63	11,33	106,96
24.VIII	3	13,25	10,27	2,39	27,10	12,62	7,29	95,24
7.IX	3	20,16	19,43	8,06	32,99	12,48	7,21	61,91
29.IX	3	38,17	37,09	28,51	48,92	10,25	5,92	26,85
05.X	3	100,93	44,13	24,27	234,40	116,01	66,98	114,94

Tabela 35. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama fitoplanktona (mm^3/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	3,87	1,22	1,19	9,20	4,62	2,67	119,27
29.VI	3	16,98	13,71	1,47	35,77	17,38	10,04	102,35
13.VII	3	8,75	2,44	1,56	22,25	11,70	6,75	133,71
27.VII	3	13,88	17,06	1,32	23,27	11,31	6,53	81,50
10.VIII	3	5,75	5,49	4,29	7,47	1,61	0,93	27,93
24.VIII	3	4,00	3,77	1,17	7,05	2,95	1,70	73,73
7.IX	3	14,08	16,68	5,30	20,27	7,82	4,51	55,49
29.IX	3	46,15	47,45	37,74	53,26	7,84	4,53	16,99
05.X	3	70,65	46,71	34,53	130,70	52,36	30,23	74,12

Tabela 36. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama fitoplanktona (mm^3/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	10,54	8,03	2,29	21,29	9,74	5,63	92,49
29.VI	3	11,26	15,18	0,53	18,08	9,41	5,43	83,53
13.VII	3	16,58	19,00	0,11	30,63	15,40	8,89	92,90
27.VII	3	52,02	73,14	2,49	80,44	43,05	24,86	82,76
10.VIII	3	9,21	9,15	6,25	12,24	3,00	1,73	32,51
24.VIII	3	5,72	5,73	3,43	8,01	2,29	1,32	40,01
7.IX	3	17,18	17,93	14,71	18,91	2,20	1,27	12,79
29.IX	3	39,13	39,94	17,39	60,06	21,35	12,32	54,55
05.X	3	82,75	19,69	17,27	211,30	111,33	64,28	134,53

Brojnost i biomasa dominantnih grupa fitoplanktona

Tabela 37. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Chlorophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	4064	5600	352	6240	3230,57	1865,17	79,49
29.VI	3	3780	5232	372	5736	2962,15	1710,20	78,36
13.VII	3	3881	3920	428	7296	3434,16	1982,72	88,48
27.VII	3	4797	5424	1208	7760	3320,65	1917,18	69,22
10.VIII	3	1989	2536	840	2592	995,75	574,89	50,05
24.VIII	3	5892	3384	740	13552	6764,20	3905,31	114,80
7.IX	3	4585	4832	1468	7456	3001,61	1732,98	65,46
29.IX	3	5571	5856	4184	6672	1268,30	732,26	22,77
05.X	3	4675	4368	3096	6560	1752,24	1011,66	37,48

Tabela 38. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Chlorophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	2835	664	576	7264	3836,17	2214,81	135,33
29.VI	3	2165	1824	438	4232	1919,80	1108,40	88,69
13.VII	3	2096	1984	432	3872	1722,73	994,62	82,19
27.VII	3	2177	2184	1536	2812	638,03	368,36	29,30
10.VIII	3	1333	1272	840	1888	526,69	304,08	39,50
24.VIII	3	2165	2904	552	3040	1398,84	807,62	64,60
7.IX	3	5121	6160	596	8608	4105,75	2370,45	80,17
29.IX	3	5323	5776	208	9984	4903,74	2831,18	92,13
05.X	3	8379	10420	1616	13100	6007,98	3468,71	71,71

Tabela 39. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Chlorophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	3112	2656	1472	5208	1909,29	1102,33	61,35
29.VI	3	2108	2160	76	4088	2006,51	1158,46	95,19
13.VII	3	2850	2440	159	5952	2918,22	1684,83	102,38
27.VII	3	4596	5504	1436	6848	2817,94	1626,94	61,31
10.VIII	3	1869	1936	992	2680	845,97	488,42	45,26
24.VIII	3	2256	2040	1928	2800	474,43	273,91	21,03
7.IX	3	5093	4832	2672	7776	2562,02	1479,18	50,30
29.IX	3	6299	6496	5872	6528	369,85	213,53	5,87
05.X	3	8561	8180	7744	9760	1060,72	612,41	12,39

Tabela 40. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Bacillariophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	29	32	24	32	4,62	2,67	15,75
29.VI	3	13	0	0	40	23,09	13,33	173,21
13.VII	3	8	8	8	8	0,00	0,00	0,00
27.VII	3	75	16	8	200	108,62	62,71	145,47
10.VIII	3	255	268	24	472	224,30	129,50	88,07
24.VIII	3	153	144	84	232	74,44	42,98	48,55
7.IX	3	355	336	24	704	340,38	196,52	95,97
29.IX	3	467	536	208	656	231,91	133,89	49,69
05.X	3	645	600	568	768	107,43	62,03	16,65

Tabela 41. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Bacillariophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	52	24	8	124	62,86	36,30	120,89
29.VI	3	58	46	0	128	64,84	37,43	111,79
13.VII	3	14	0	0	42	24,25	14,00	173,21
27.VII	3	83	112	0	136	72,59	41,91	87,81
10.VIII	3	259	176	160	440	157,24	90,78	60,79
24.VIII	3	394	168	78	936	471,54	272,24	119,68
7.IX	3	1487	192	76	4192	2343,61	1353,08	157,64
29.IX	3	112	160	0	176	97,32	56,19	86,90
05.X	3	409	520	100	608	271,48	156,74	66,32

Tabela 42. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Bacillariophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	3112	2656	1472	5208	1909,29	1102,33	61,35
29.VI	3	2108	2160	76	4088	2006,51	1158,46	95,19
13.VII	3	2850	2440	159	5952	2918,22	1684,83	102,38
27.VII	3	4596	5504	1436	6848	2817,94	1626,94	61,31
10.VIII	3	1869	1936	992	2680	845,97	488,42	45,26
24.VIII	3	2256	2040	1928	2800	474,43	273,91	21,03
7.IX	3	5093	4832	2672	7776	2562,02	1479,18	50,30
29.IX	3	6299	6496	5872	6528	369,85	213,53	5,87
05.X	3	8561	8180	7744	9760	1060,72	612,41	12,39

Tabela 43. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Cyanobacteria (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	5695	4848	2156	10080	4029,28	2326,30	70,76
29.VI	3	7517	5048	3248	14256	5904,85	3409,17	78,55
13.VII	3	8068	7464	1980	14760	6411,37	3701,61	79,47
27.VII	3	16320	14608	11112	23240	6242,62	3604,18	38,25
10.VIII	3	10687	4956	3808	23296	10935,08	6313,37	102,32
24.VIII	3	3204	3520	1084	5008	1980,99	1143,73	61,83
7.IX	3	10873	10176	4524	17920	6725,17	3882,78	61,85
29.IX	3	34120	45888	10072	46400	20827,75	12024,91	61,04
05.X	3	37216	37400	8632	65616	28492,45	16450,12	76,56

Tabela 44. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Cyanobacteria (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	1663	256	180	4552	2502,52	1444,83	150,51
29.VI	3	6769	4624	194	15488	7869,33	4543,36	116,26
13.VII	3	4955	322	72	14472	8242,62	4758,88	166,34
27.VII	3	7310	9920	298	11712	6138,32	3543,96	83,97
10.VIII	3	2649	1824	1156	4968	2035,61	1175,26	76,83
24.VIII	3	1630	2304	42	2544	1380,47	797,02	84,69
7.IX	3	9873	11328	3012	15280	6262,03	3615,38	63,42
29.IX	3	27867	33472	15040	35088	11137,57	6430,28	39,97
05.X	3	17621	15460	7024	30380	11827,05	6828,35	67,12

Tabela 45. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Cyanobacteria (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	5132	3208	972	11216	5386,21	3109,73	104,95
29.VI	3	5277	7696	96	8040	4490,46	2592,57	85,09
13.VII	3	8088	11264	0	13000	7057,99	4074,93	87,26
27.VII	3	33622	39568	50	61248	31029,26	17914,75	92,29
10.VIII	3	5731	5544	3720	7928	2110,20	1218,33	36,82
24.VIII	3	3328	2680	2184	5120	1571,61	907,37	47,22
7.IX	3	10885	10976	9600	12080	1242,48	717,35	11,41
29.IX	3	26555	28576	13072	38016	12594,25	7271,29	47,43
05.X	3	22103	20208	16860	29240	6403,78	3697,23	28,97

Tabela 46. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Euglenophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	411	272	24	936	471,55	272,25	114,82
29.VI	3	373	272	144	704	293,43	169,41	78,60
13.VII	3	317	288	272	392	65,16	37,62	20,53
27.VII	3	1551	920	72	3660	1875,30	1082,70	120,93
10.VIII	3	163	168	48	272	112,10	64,72	68,91
24.VIII	3	920	488	224	2048	985,75	569,13	107,15
7.IX	3	873	880	188	1552	682,02	393,77	78,09
29.IX	3	1293	1024	480	2376	976,27	563,65	75,49
05.X	3	7429	6768	160	15360	7621,55	4400,30	102,59

Tabela 47. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Euglenophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	133	160	32	208	90,98	52,53	68,23
29.VI	3	265	284	70	440	185,76	107,25	70,18
13.VII	3	184	40	24	488	263,39	152,07	143,15
27.VII	3	81	64	4	176	87,30	50,40	107,34
10.VIII	3	85	72	40	144	53,27	30,75	62,42
24.VIII	3	152	72	40	344	167,04	96,44	109,90
7.IX	3	512	640	64	832	399,68	230,76	78,06
29.IX	3	1088	1056	960	1248	146,64	84,66	13,48
05.X	3	6757	3680	3200	13392	5750,80	3320,23	85,10

Tabela 48. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Euglenophyta (10^3 ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	189	174	96	296	100,80	58,20	53,43
29.VI	3	219	264	122	272	84,39	48,72	38,47
13.VII	3	353	136	3	920	495,52	286,09	140,37
27.VII	3	1036	832	20	2256	1131,87	653,49	109,25
10.VIII	3	93	56	40	184	78,93	45,57	84,56
24.VIII	3	176	208	48	272	115,38	66,61	65,56
7.IX	3	392	424	208	544	170,27	98,31	43,44
29.IX	3	571	768	64	880	442,35	255,39	77,51
05.X	3	6504	1260	272	17980	9950,78	5745,08	152,99

Ukupna brojnost i biomasa organizama zooplanktona

Tabela 49. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama zooplanktona (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	1347	1506	728	1806	556,38	321,23	41,32
29.VI	3	1244	1288	457	1987	765,95	442,22	61,57
13.VII	3	874	869	564	1189	312,53	180,44	35,76
27.VII	3	2849	2755	2695	3097	216,86	125,20	7,61
10.VIII	3	1732	1235	260	3700	1772,97	1023,62	102,38
24.VIII	3	776	446	430	1453	586,07	338,36	75,49
7.IX	3	518	608	170	776	312,86	180,63	60,40
29.IX	3	953	952	667	1240	286,50	165,41	30,06
05.X	3	1611	1372	1292	2169	484,89	279,95	30,10

Tabela 50. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama zooplanktona (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	532	484	425	687	137,44	79,35	25,83
29.VI	3	613	572	561	706	80,73	46,61	13,17
13.VII	3	1647	906	383	3653	1756,53	1014,13	106,63
27.VII	3	6954	3810	687	16365	8298,40	4791,08	119,33
10.VIII	3	1995	759	752	4473	2146,30	1239,17	107,60
24.VIII	3	822	504	495	1467	558,60	322,51	67,96
7.IX	3	432	379	223	694	239,93	138,52	55,54
29.IX	3	1015	655	453	1937	804,84	464,67	79,29
05.X	3	1828	1891	1654	1939	152,59	88,10	8,35

Tabela 51. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama zooplanktona (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	775	911	167	1248	553,12	319,35	71,34
29.VI	3	978	1272	219	1444	663,20	382,90	67,79
13.VII	3	1256	628	494	2645	1205,06	695,74	95,97
27.VII	3	2578	1606	1586	4543	1701,48	982,35	65,99
10.VIII	3	667	677	559	764	102,89	59,40	15,43
24.VIII	3	757	598	325	1348	529,71	305,83	69,97
7.IX	3	608	501	482	842	202,58	116,96	33,30
29.IX	3	717	804	300	1046	380,59	219,73	53,11
05.X	3	1172	1428	487	1600	599,14	345,92	51,14

Tabela 52. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama zooplanktona (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	57,08	13,81	4,74	152,70	82,93	47,88	145,28
29.VI	3	16,59	11,04	10,83	27,90	9,80	5,66	59,04
13.VII	3	11,34	7,88	6,45	19,68	7,26	4,19	64,05
27.VII	3	19,06	20,92	9,64	26,61	8,64	4,99	45,32
10.VIII	3	10,87	14,60	2,00	16,02	7,72	4,46	70,97
24.VIII	3	7,05	7,33	2,92	10,89	3,99	2,31	56,66
7.IX	3	4,80	5,64	1,73	7,02	2,74	1,58	57,21
29.IX	3	16,49	5,86	4,42	39,19	19,67	11,36	119,30
05.X	3	8,90	6,88	4,12	15,70	6,05	3,49	67,96

Tabela 53. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama zooplanktona (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	87,62	97,42	9,93	155,50	73,28	42,31	83,64
29.VI	3	22,80	16,62	16,60	35,18	10,72	6,19	47,02
13.VII	3	80,53	41,89	13,59	186,10	92,52	53,42	114,89
27.VII	3	183,21	155,10	27,72	366,80	171,28	98,89	93,49
10.VIII	3	59,32	29,88	12,28	135,80	66,82	38,58	112,64
24.VIII	3	33,64	19,58	17,47	63,88	26,21	15,13	77,90
7.IX	3	14,97	13,01	3,84	28,06	12,23	7,06	81,69
29.IX	3	23,02	23,82	9,91	35,32	12,72	7,35	55,28
05.X	3	25,53	20,99	13,30	42,30	15,02	8,67	58,85

Tabela 54. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama zooplanktona (mg/l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	59,69	4,61	2,05	172,40	97,62	56,36	163,56
29.VI	3	17,91	14,67	12,97	26,09	7,13	4,12	39,84
13.VII	3	67,72	9,53	8,62	185,00	101,57	58,64	149,99
27.VII	3	92,20	15,11	9,80	251,70	138,15	79,76	149,84
10.VIII	3	9,29	5,29	2,92	19,67	9,06	5,23	97,53
24.VIII	3	8,72	9,72	6,37	10,07	2,04	1,18	23,43
7.IX	3	9,09	11,17	4,54	11,56	3,95	2,28	43,40
29.IX	3	13,24	13,41	8,04	18,26	5,11	2,95	38,62
05.X	3	7,66	8,55	5,82	8,62	1,60	0,92	20,84

Brojnost i biomasa dominantnih grupa zooplanktona

Tabela 55. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Rotatoria (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	915	919	628	1197	284,52	164,27	31,11
29.VI	3	966	810	341	1747	715,86	413,30	74,11
13.VII	3	610	413	408	1010	346,13	199,84	56,71
27.VII	3	2447	2562	2140	2640	269,00	155,31	10,99
10.VIII	3	1485	898	210	3347	1648,82	951,95	111,03
24.VIII	3	624	363	214	1296	586,43	338,58	93,93
7.IX	3	407	449	133	638	255,15	147,31	62,74
29.IX	3	613	588	422	830	205,18	118,46	33,45
05.X	3	1434	1222	1216	1864	372,40	215,01	25,97

Tabela 56. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Rotatoria (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	189	202	81	283	101,66	58,69	53,88
29.VI	3	176	200	105	223	62,55	36,12	35,54
13.VII	3	59	41	36	100	35,59	20,55	60,33
27.VII	3	2879	540	64	8033	4469,84	2580,66	155,26
10.VIII	3	718	470	90	1593	781,51	451,20	108,90
24.VIII	3	103	117	34	159	63,61	36,73	61,56
7.IX	3	117	129	87	136	26,50	15,30	22,59
29.IX	3	572	220	176	1321	648,74	374,55	113,35
05.X	3	1428	1400	1314	1570	130,28	75,22	9,12

Tabela 57. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Rotatoria (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	554	386	127	1149	531,31	306,75	95,90
29.VI	3	708	922	17	1184	612,31	353,52	86,53
13.VII	3	247	285	10	447	220,92	127,55	89,32
27.VII	3	960	1319	190	1371	667,35	385,29	69,52
10.VIII	3	469	433	277	698	212,84	122,88	45,35
24.VIII	3	566	381	103	1214	578,14	333,79	102,15
7.IX	3	400	395	202	602	200,04	115,49	50,05
29.IX	3	465	664	53	677	356,57	205,87	76,74
05.X	3	1035	1285	387	1432	565,69	326,60	54,67

Tabela 58. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Cladocera (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	175	9	4	513	292,44	168,84	166,79
29.VI	3	26	17	0	62	32,04	18,50	121,66
13.VII	3	24	19	9	45	18,58	10,73	76,37
27.VII	3	66	49	34	114	42,52	24,55	64,76
10.VIII	3	7	0	0	20	11,55	6,67	173,21
24.VIII	3	18	4	0	50	27,78	16,04	154,36
7.IX	3	4	0	0	11	6,35	3,67	173,21
29.IX	3	14	0	0	43	24,83	14,33	173,21
05.X	3	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Tabela 59. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Cladocera (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	206	232	50	337	145,21	83,84	70,38
29.VI	3	203	170	72	366	149,70	86,43	73,86
13.VII	3	1331	651	47	3294	1726,91	997,03	129,78
27.VII	3	3139	2460	441	6516	3093,90	1786,26	98,56
10.VIII	3	666	353	6	1640	860,88	497,03	129,20
24.VIII	3	292	70	8	798	439,30	253,63	150,45
7.IX	3	72	13	0	203	113,64	65,61	157,83
29.IX	3	123	0	0	370	213,62	123,33	173,21
05.X	3	96	6	0	283	161,69	93,35	167,84

Tabela 60. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Cladocera (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranim hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	169	7	4	497	283,77	163,84	167,58
29.VI	3	41	0	0	124	71,59	41,33	173,21
13.VII	3	791	0	0	2372	1369,47	790,67	173,21
27.VII	3	1226	25	7	3646	2095,80	1210,01	170,95
10.VIII	3	34	0	0	103	59,47	34,33	173,21
24.VIII	3	8	7	0	17	8,54	4,93	106,80
7.IX	3	1	0	0	3	1,73	1,00	173,21
29.IX	3	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
05.X	3	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Tabela 61. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Copepoda (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	257	300	96	374	143,98	83,13	56,09
29.VI	3	252	240	99	416	158,82	91,70	63,11
13.VII	3	239	170	137	411	149,58	86,36	62,50
27.VII	3	336	343	159	506	173,61	100,23	51,67
10.VIII	3	240	333	50	337	164,56	95,01	68,57
24.VIII	3	134	153	67	182	59,81	34,53	44,63
7.IX	3	108	127	37	159	63,26	36,52	58,75
29.IX	3	325	122	79	775	390,02	225,18	119,88
05.X	3	177	150	76	305	116,86	67,47	66,02

Tabela 62. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Copepoda (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	137	148	112	151	21,70	12,53	15,84
29.VI	3	234	235	191	277	43,00	24,83	18,35
13.VII	3	258	236	219	318	52,94	30,56	20,54
27.VII	3	936	810	182	1816	824,25	475,88	88,06
10.VIII	3	611	316	276	1240	545,39	314,88	89,31
24.VIII	3	427	462	266	552	146,24	84,43	34,27
7.IX	3	243	292	74	362	150,20	86,72	61,90
29.IX	3	319	246	233	479	138,43	79,92	43,35
05.X	3	304	294	254	363	55,14	31,83	18,16

Tabela 63. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost Copepoda (ind./l) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranim hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koef. varijacije
15.VI	3	52	33	28	95	37,32	21,55	71,77
29.VI	3	229	260	78	350	138,57	80,00	60,42
13.VII	3	218	209	181	263	41,68	24,06	19,15
27.VII	3	392	280	190	707	276,20	159,46	70,40
10.VIII	3	163	126	66	297	119,86	69,20	73,54
24.VIII	3	183	205	127	217	48,87	28,21	26,70
7.IX	3	208	237	106	280	90,63	52,33	43,64
29.IX	3	252	247	140	369	114,58	66,15	45,47
05.X	3	137	143	100	168	34,39	19,86	25,11

Fauna dna

Tabela 64. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama faune dna (ind./m²) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	2678	1675	0	6358	3295,46	1902,63	123,07
29.VI	3	1574	267	228	4226	2297,07	1326,21	145,97
13.VII	3	761	533	152	1599	750,04	433,03	98,52
27.VII	3	2500	533	266	6701	3640,62	2101,91	145,62
10.VIII	3	228	152	76	457	201,64	116,42	88,31
24.VIII	3	470	38	0	1371	780,81	450,80	166,25
7.IX	3	241	152	38	533	259,22	149,66	107,56
29.IX	3	330	152	114	724	341,74	197,31	103,56
05.X	3	368	114	38	952	507,18	292,82	137,82

Tabela 65. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama faune dna (ind./m²) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	1954	380	305	5178	2792,03	1611,98	142,86
29.VI	3	3338	2171	228	7615	3829,28	2210,83	114,72
13.VII	3	622	647	152	1066	457,53	264,15	73,60
27.VII	3	2611	1181	600	6053	2994,69	1728,99	114,68
10.VIII	3	524	228	200	1143	536,54	309,77	102,46
24.VIII	3	1967	952	875	4073	1824,54	1053,40	92,77
7.IX	3	3756	343	114	10812	6111,46	3528,45	162,70
29.IX	3	1320	1904	76	1979	1077,70	622,21	81,66
05.X	3	2919	1066	571	7119	3646,01	2105,02	124,92

Tabela 66. Statistički pokazatelji za ukupnu brojnost organizama faune dna (ind./m²) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranim hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	1878	914	76	4645	2432,36	1404,33	129,50
29.VI	3	1409	343	304	3579	1879,66	1085,23	133,44
13.VII	3	1371	419	38	3655	1987,44	1147,45	145,00
27.VII	3	203	190	76	343	133,97	77,35	66,00
10.VIII	3	673	76	38	1904	1066,54	615,76	158,55
24.VIII	3	634	114	114	1675	901,24	520,33	142,08
7.IX	3	622	76	38	1751	978,22	564,77	157,35
29.IX	3	292	152	76	647	310,07	179,02	106,31
05.X	3	1332	190	152	3655	2011,58	1161,39	150,98

Tabela 67. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama faune dna (g/m^2) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	4,645	1,371	0,000	12,564	6,89	3,98	148,38
29.VI	3	1,612	0,228	0,038	4,569	2,56	1,48	159,02
13.VII	3	0,487	0,495	0,015	0,952	0,47	0,27	96,15
27.VII	3	1,237	0,381	0,019	3,312	1,81	1,04	145,94
10.VIII	3	0,292	0,076	0,000	0,800	0,44	0,25	151,23
24.VIII	3	0,039	0,004	0,000	0,114	0,06	0,04	164,48
7.IX	3	0,419	0,305	0,000	0,952	0,49	0,28	116,02
29.IX	3	0,407	0,457	0,038	0,727	0,35	0,20	85,23
05.X	3	0,382	0,004	0,000	1,142	0,66	0,38	172,30

Tabela 68. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama faune dna (g/m^2) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	2,310	0,533	0,190	6,206	3,38	1,95	146,28
29.VI	3	6,676	1,371	0,533	18,123	9,92	5,73	148,64
13.VII	3	0,406	0,190	0,038	0,990	0,51	0,30	125,97
27.VII	3	1,642	1,294	0,090	3,541	1,75	1,01	106,69
10.VIII	3	0,318	0,267	0,040	0,647	0,31	0,18	96,45
24.VIII	3	1,219	0,800	0,305	2,551	1,18	0,68	96,83
7.IX	3	9,763	1,561	0,011	27,717	15,57	8,99	159,46
29.IX	3	2,359	2,399	0,000	4,679	2,34	1,35	99,17
05.X	3	2,767	1,142	0,952	6,206	2,98	1,72	107,71

Tabela 69. Statistički pokazatelji za ukupnu biomasu organizama faune dna (g/m^2) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
15.VI	3	1,449	0,190	0,008	4,150	2,34	1,35	161,50
29.VI	3	2,754	0,267	0,038	7,957	4,51	2,60	163,67
13.VII	3	2,792	0,076	0,076	8,224	4,70	2,72	168,49
27.VII	3	0,052	0,038	0,004	0,114	0,06	0,03	108,31
10.VIII	3	0,806	0,011	0,008	2,399	1,38	0,80	171,16
24.VIII	3	0,338	0,015	0,008	0,990	0,56	0,33	167,31
7.IX	3	1,532	0,179	0,000	4,417	2,50	1,44	163,19
29.IX	3	1,032	0,267	0,011	2,817	1,55	0,90	150,38
05.X	3	1,358	0,038	0,038	3,998	2,29	1,32	168,36

Rast riba

Tabela 70. Statistički pokazatelji prosečne individualne mase riba (g) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
02.VI	3	442,3	440,3	424,2	462,5	19,24	11,11	4,35
15.VI	3	522,5	474,0	362,5	731,1	189,03	109,14	36,18
29.VI	3	613,6	483,4	464,6	892,7	241,92	139,67	39,43
13.VII	3	702,5	606,2	508,5	992,8	256,11	147,86	36,46
27.VII	3	787,3	658,6	606,7	1096,7	269,17	155,41	34,19
10.VIII	3	816,4	714,0	623,7	1111,4	259,46	149,80	31,78
24.VIII	3	886,9	751,5	652,4	1256,7	324,10	187,12	36,54
7.IX	3	944,2	802,0	727,8	1302,7	312,71	180,54	33,12
29.IX	3	980,6	843,5	760,7	1337,5	311,87	180,06	31,81
05.X	3	1082,8	953,5	715,3	1579,7	446,48	257,77	41,23

Tabela 71. Statistički pokazatelji prosečne individualne mase riba (g) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
02.VI	3	461,8	468,5	416,3	500,5	42,50	24,54	9,20
15.VI	3	638,1	588,1	568,7	757,5	103,86	59,96	16,28
29.VI	3	799,2	762,5	699,0	936,1	122,74	70,86	15,36
13.VII	3	937,6	880,3	834,9	1097,5	140,35	81,03	14,97
27.VII	3	1030,4	953,5	928,3	1209,3	155,47	89,76	15,09
10.VIII	3	1113,3	1071,3	958,9	1309,7	179,13	103,42	16,09
24.VIII	3	1335,7	1269,9	1253,5	1483,6	128,38	74,12	9,61
7.IX	3	1458,7	1401,3	1327,1	1647,7	167,83	96,90	11,51
29.IX	3	1593,9	1501,0	1470,7	1810,0	187,76	108,40	11,78
05.X	3	1855,7	1730,8	1617,3	2218,9	319,65	184,55	17,23

Tabela 72. Statistički pokazatelji prosečne individualne mase riba (g) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
02.VI	3	428,5	460,3	341,2	484,0	76,55	44,19	17,86
15.VI	3	578,2	572,8	453,5	708,2	127,43	73,57	22,04
29.VI	3	713,1	707,1	494,7	937,6	221,51	127,89	31,06
13.VII	3	843,7	832,7	567,8	1130,6	281,56	162,56	33,37
27.VII	3	960,9	954,2	600,4	1328,1	363,90	210,10	37,87
10.VIII	3	1050,3	987,0	714,1	1449,7	371,86	214,69	35,41
24.VIII	3	1182,8	1158,8	721,8	1667,7	473,41	273,32	40,03
7.IX	3	1274,2	1315,0	767,4	1740,2	487,68	281,56	38,27
29.IX	3	1334,1	1331,1	851,8	1819,3	483,76	279,30	36,26
05.X	3	1550,5	1319,8	1088,4	2243,3	611,04	352,78	39,41

Tabela 73. Statistički pokazatelji procentualnog dnevnog prirasta šarana (% telesne mase/dan) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena žitaricama

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
02.VI	3	2,27	2,08	2,04	2,70	0,37	0,21	16,18
15.VI	3	1,17	0,79	-0,54	3,27	1,93	1,12	164,80
29.VI	3	1,11	1,43	0,14	1,77	0,86	0,50	77,24
13.VII	3	0,70	0,70	0,64	0,76	0,06	0,03	8,57
27.VII	3	1,16	1,26	0,71	1,51	0,41	0,24	35,28
10.VIII	3	0,29	0,20	0,10	0,58	0,25	0,15	86,33
24.VIII	3	0,52	0,37	0,32	0,88	0,31	0,18	59,22
7.IX	3	0,50	0,47	0,26	0,78	0,26	0,15	51,97
29.IX	3	0,29	0,32	0,19	0,36	0,09	0,05	30,65
05.X	3	0,46	0,62	-0,44	1,19	0,83	0,48	181,14

Tabela 74. Statistički pokazatelji procentualnog dnevnog prirasta šarana (% telesne mase/dan) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena peletiranom hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
02.VI	3	2,42	2,50	2,09	2,66	0,29	0,17	12,17
15.VI	3	2,27	2,23	1,62	2,96	0,67	0,39	29,55
29.VI	3	1,61	1,51	1,47	1,86	0,21	0,12	13,30
13.VII	3	1,15	1,14	1,03	1,27	0,12	0,07	10,48
27.VII	3	0,67	0,69	0,57	0,76	0,10	0,06	14,27
10.VIII	3	0,54	0,57	0,04	1,02	0,49	0,28	90,28
24.VIII	3	1,34	1,12	0,89	2,01	0,59	0,34	44,14
7.IX	3	0,62	0,70	0,41	0,75	0,18	0,11	29,61
29.IX	3	0,79	0,73	0,49	1,16	0,34	0,20	42,79
05.X	3	0,89	0,97	0,68	1,02	0,18	0,11	20,63

Tabela 75. Statistički pokazatelji procentualnog dnevnog prirasta šarana (% telesne mase/dan) po datumima uzorkovanja u grupi zimovnika u kojima je riba hranjena ekstrudiranim hranom

Datum	n	Aritmetička sredina	Medijana	Minimum	Maksimum	Stand. devijacija	Stand. greška	Koeficijent varijacije
02.VI	3	2,08	2,55	1,05	2,64	0,89	0,52	42,94
15.VI	3	1,85	1,27	1,20	3,08	1,07	0,62	57,61
29.VI	3	1,48	1,50	0,94	2,00	0,53	0,31	35,83
13.VII	3	1,27	1,30	1,17	1,34	0,09	0,05	7,00
27.VII	3	0,70	0,97	-0,03	1,15	0,64	0,37	91,25
10.VIII	3	0,83	0,63	0,24	1,63	0,72	0,41	86,04
24.VIII	3	0,80	1,00	0,24	1,15	0,49	0,28	61,24
7.IX	3	0,55	0,44	0,30	0,90	0,31	0,18	57,42
29.IX	3	0,31	0,32	0,09	0,52	0,22	0,12	69,41
05.X	3	0,73	0,76	-0,06	1,50	0,78	0,45	106,41

Levene-ov test

Tabela 76. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi za fizičke i hemijske osobine vode u grupama sa različitim dodatnom hranom i različitim mesecima sezone uzgoja

Parametar	Za tipove dodatne hrane		Za mesec sezone uzgoja	
	F	p	F	p
Temperatura vode	0,056	0,945	2,002	0,113
Providnost	2,115	0,133	10,299	<0,001
Tvrdoća	0,138	0,871	2,665	0,046
Elektroprovodljivost	0,321	0,727	6,128	0,001
pH	1,287	0,287	4,260	0,006
Utrošak KMnO ₄	0,169	0,845	2,855	0,036
Rastvoreni kiseonik	1,783	0,181	5,974	0,001
Amonijačni azot	2,219	0,121	6,352	<0,001
Rastvoreni reaktivni fosfor	3,582	0,037	5,177	0,002
Hlorofil <i>a</i>	1,457	0,244	3,110	0,026

Tabela 77. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi abundance planktonskih grupa i faune dna u grupama sa različitim dodatnom hranom i različitim mesecima sezone uzgoja

Parametar	Za tipove dodatne hrane		Za mesec sezone uzgoja	
	F	p	F	p
Chlorophyta	2,173	0,126	1,357	0,266
Bacillariophyta	1,046	0,360	4,124	0,007
Cyanobacteria	1,793	0,179	4,366	0,005
Euglenophyta	0,039	0,962	26,452	<0,001
Rotatoria	2,164	0,127	2,808	0,038
Cladocera	5,414	0,008	31,510	<0,001
Copepoda	2,973	0,062	1,950	0,121
Fauna dna	3,737	0,032	2,134	0,094

Tabela 78. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi za procentualni dnevni prirast i prosečnu individualnu masu šarana u grupama sa različitim dodatnom hranom i različitim mesecima sezone uzgoja

Parametar	Za tipove dodatne hrane		Za mesec sezone uzgoja	
	F	p	F	p
Procentualni dnevni prirast	0,191	0,827	5,767	0,001
Individualna prosečna masa	1,212	0,308	3,287	0,020

Tabela 79. Nivoi značajnosti Tukey-evog testa pojedinačnih poređenja prosečnih vrednosti fizičkih, hemijskih parametara vode i hlorofila *a* između jezera sa različitim tipom dodatne hrane

a) Temperatura vode

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,993	0,847	22,623
Peletirana hrana	0,993		0,901	22,610
Ekstrudirana hrana	0,847	0,901		22,560

b) Providnost vode

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,802	0,883	20,980
Peletirana hrana	0,802		0,987	21,678
Ekstrudirana hrana	0,883	0,987		21,585

c) Tvrdća vode

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,031	0,787	12,825
Peletirana hrana	0,031		0,131	13,958
Ekstrudirana hrana	0,787	0,131		13,212

d) Elektroprovodljivost vode

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,479	0,975	735,031
Peletirana hrana	0,479		0,609	765,360
Ekstrudir. hrana	0,975	0,609		745,776

e) pH

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,222	0,896	8,614
Peletirana hrana	0,222		0,436	8,445
Ekstrudirana hrana	0,896	0,436		8,554

f) Utrošak $KMnO_4$

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,206	0,396	85,398
Peletirana hrana	0,206		0,908	80,310
Ekstrudirana hrana	0,396	0,908		81,542

g) Rastvoreni kiseonik

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,145	0,773	7,813
Peletirana hrana	0,145		0,436	6,314
Ekstrudirana hrana	0,773	0,436		7,181

h) Amonijačni azot

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,521	0,580	0,312
Peletirana hrana	0,521		0,995	0,368
Ekstrudirana hrana	0,580	0,995		0,362

i) Rastvoreni reaktivni fosfor

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,090	0,749	0,015
Peletirana hrana	0,090		0,329	0,033
Ekstrudirana hrana	0,749	0,329		0,020

j) Hlorofil *a*

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,134	0,311	235,924
Peletirana hrana	0,134		0,877	170,115
Ekstrudir. hrana	0,311	0,877		185,096

Tabela 80. Nivoi značajnosti Tukey-evog testa pojedinačnih poređenja prosečnih vrednosti fizičkih, hemijskih parametara vode i hlorofila *a* u različitim mesecima sezone uzgoja

a) Temperatura vode

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,330	0,213	<0,001	<0,001	24,800
Jul	0,330		0,999	<0,001	<0,001	25,083
Avgust	0,213	0,999		<0,001	<0,001	25,122
Septembar	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	20,472
Oktobar	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		17,511

b) Providnost vode

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,004	0,159	0,015	<0,001	30,597
Jul	0,004		0,554	0,987	0,851	18,949
Avgust	0,159	0,554		0,845	0,106	22,932
Septembar	0,015	0,987	0,845		0,563	20,187
Oktobar	<0,001	0,851	0,106	0,563		16,693

c) Tvrdoća vode

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,939	<0,001	0,997	<0,001	12,444
Jul	0,939		<0,001	0,993	<0,001	12,762
Avgust	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	10,074
Septembar	0,997	0,993	<0,001		<0,001	12,588
Oktobar	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		18,791

d) Elektroprovodljivost vode

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktober	\bar{X}
Jun		0,001	<0,001	<0,001	<0,001	842,000
Jul	0,001		<0,001	0,004	<0,001	749,611
Avgust	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	531,000
Septembar	<0,001	0,004	<0,001		<0,001	671,222
Oktober	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		949,778

e) pH

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktober	\bar{X}
Jun		0,996	0,063	0,185	0,763	8,662
Jul	0,996		0,137	0,343	0,924	8,628
Avgust	0,063	0,137		0,985	0,514	8,399
Septembar	0,185	0,343	0,985		0,821	8,448
Oktober	0,763	0,924	0,514	0,821		8,550

f) Utrošak KMnO_4

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktober	\bar{X}
Jun		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	69,027
Jul	<0,001		<0,001	0,992	<0,001	90,917
Avgust	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	50,002
Septembar	<0,001	0,992	<0,001		0,001	92,553
Oktober	<0,001	<0,001	<0,001	0,001		109,583

g) Rastvoreni kiseonik

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktoobar	\bar{X}
Jun		0,491	0,218	0,025	0,556	7,983
Jul	0,491		0,983	0,556	0,025	6,661
Avgust	0,218	0,983		0,859	0,006	6,253
Septembar	0,025	0,556	0,859		<0,001	5,531
Oktoobar	0,556	0,025	0,006	<0,001		9,329

h) Amonijačni azot

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktoobar	\bar{X}
Jun		0,010	0,104	0,804	0,124	0,319
Jul	0,010		<0,001	0,001	0,834	0,576
Avgust	0,104	<0,001		0,611	<0,001	0,192
Septembar	0,804	0,001	0,611		0,009	0,258
Oktoobar	0,124	0,834	<0,001	0,009		0,487

i) Rastvoreni reaktivni fosfor

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktoobar	\bar{X}
Jun		0,958	0,204	0,754	0,935	0,029
Jul	0,958		0,048	0,344	0,590	0,038
Avgust	0,204	0,048		0,854	0,621	0,011
Septembar	0,754	0,344	0,854		0,993	0,018
Oktoobar	0,935	0,590	0,621	0,993		0,021

j) Hlorofil *a*

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,343	0,928	0,098	<0,001	130,446
Jul	0,343		0,075	0,959	0,020	201,332
Avgust	0,928	0,075		0,014	<0,001	106,132
Septembar	0,098	0,959	0,014		0,100	232,260
Oktobar	<0,001	0,020	<0,001	0,100		375,985

Tabela 81. Nivoi značajnosti Tukey-evog testa pojedinačnih poređenja prosečnih vrednosti abundance planktonskih grupa i faune dna između jezera sa različitim tipom dodatne hrane

a) Chlorophyta

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,509	0,984	3640
Peletirana hrana	0,509		0,410	2794
Ekstrudirana hrana	0,984	0,410		3784

b) Bacillariophyta

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,996	0,412	105
Peletirana hrana	0,996		0,367	116
Ekstrudirana hrana	0,412	0,367		23

c) Cyanobacteria

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,050	0,601	12508
Peletirana hrana	0,050		0,337	5961
Ekstrudirana hrana	0,601	0,337		9423

d) Euglenophyta

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,218	0,194	709
Peletirana hrana	0,218		0,997	324
Ekstrudir. hrana	0,194	0,997		314

e) Rotatoria

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,020	0,154	902
Peletirana hrana	0,020		0,620	352
Ekstrudirana hrana	0,154	0,620		477

f) Cladocera

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		<0,001	0,899	8
Peletirana hrana	<0,001		<0,001	100
Ekstrudir. hrana	0,899	<0,001		6

g) Copepoda

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,012	0,970	180
Peletirana hrana	0,012		0,007	324
Ekstrudirana hrana	0,970	0,007		172

h) Fauna dna

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,045	0,880	277
Peletirana hrana	0,045		0,124	974
Ekstrudirana hrana	0,880	0,124		350

Tabela 82. Nivoi značajnosti Tukey-evog testa pojedinačnih poređenja prosečnih vrednosti abundance planktonskih grupa i faune dna u različitim mesecima sezone uzgoja

a) Chlorophyta

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,943	1,000	0,137	0,007	2204
Jul	0,943		0,927	0,473	0,045	2811
Avgust	1,000	0,927		0,122	0,006	2163
Septembar	0,137	0,473	0,122		0,718	4588
Oktobar	0,007	0,045	0,006	0,718		6421

b) Bacillariophyta

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktober	\bar{X}
Jun		0,570	0,438	0,409	0,245	19
Jul	0,570		0,022	0,019	0,008	2
Avgust	0,438	0,022		1,000	0,995	270
Septembar	0,409	0,019	1,000		0,997	293
Oktober	0,245	0,008	0,995	0,997		505

c) Cyanobacteria

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktober	\bar{X}
Jun		0,588	1,000	0,003	0,001	3756
Jul	0,588		0,568	0,111	0,034	7303
Avgust	1,000	0,568		0,003	0,001	3699
Septembar	0,003	0,111	0,003		0,985	18471
Oktober	0,001	0,034	0,001	0,985		21874

d) Euglenophyta

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktober	\bar{X}
Jun		1,000	1,000	0,265	0,001	204
Jul	1,000		1,000	0,241	0,001	197
Avgust	1,000	1,000		0,182	0,001	180
Septembar	0,265	0,241	0,182		0,167	677
Oktober	0,001	0,001	0,001	0,167		2802

e) Rotatoria

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktoobar	\bar{X}
Jun		0,913	1,000	0,996	0,114	406
Jul	0,913		0,957	0,741	0,480	583
Avgust	1,000	0,957		0,984	0,157	435
Septembar	0,996	0,741	0,984		0,051	349
Oktoobar	0,114	0,480	0,157	0,051		1206

f) Cladocera

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktoobar	\bar{X}
Jun		0,423	0,958	0,046	0,012	38
Jul	0,423		0,130	0,001	0,000	142
Avgust	0,958	0,130		0,198	0,067	23
Septembar	0,046	0,001	0,198		0,984	4
Oktoobar	0,012	0,000	0,067	0,984		2

g) Copepoda

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktoobar	\bar{X}
Jun		0,072	0,785	0,904	0,998	168
Jul	0,072		0,526	0,371	0,142	330
Avgust	0,785	0,526		0,999	0,924	222
Septembar	0,904	0,371	0,999		0,981	208
Oktoobar	0,998	0,142	0,924	0,981		181

h) Fauna dna

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,973	0,353	0,450	0,831	899
Jul	0,973		0,718	0,813	0,992	597
Avgust	0,353	0,718		1,000	0,923	268
Septembar	0,450	0,813	1,000		0,966	298
Oktobar	0,831	0,992	0,923	0,966		448

Tabela 83. Nivoi značajnosti Tukey-evog testa pojedinačnih poređenja prosečnih vrednosti procentualnog dnevnog prirasta i individualne mase šarana između jezera sa različitim tipom dodatne hrane

a) Procentualni dnevni prirast

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		0,043	0,537	0,67
Peletirana hrana	0,043		0,334	1,02
Ekstrudirana hrana	0,537	0,334		0,81

b) Prosečna individualna masa šarana

Tip dodatne hrane	Žitarice	Peletirana hrana	Ekstrudirana hrana	\bar{X}
Žitarice		<0,001	0,003	815
Peletirana hrana	<0,001		0,078	1225
Ekstrudir. hrana	0,003	0,078		1057

Tabela 84. Nivoi značajnosti Tukey-evog testa pojedinačnih poređenja prosečnih vrednosti procentualnog dnevnog prirasta i individualne mase šarana u različitim mesecima sezone uzgoja

a) Procentualni dnevni prirast

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,088	0,003	<0,001	0,003	1,54
Jul	0,088		0,629	0,058	0,690	0,93
Avgust	0,003	0,629		0,631	1,000	0,69
Septembar	<0,001	0,058	0,631		0,568	0,49
Oktobar	0,003	0,690	1,000	0,568		0,70

b) Prosečna individualna masa šarana

Mesec uzorkovanja	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	\bar{X}
Jun		0,048	<0,001	<0,001	<0,001	635
Jul	0,048		0,266	0,002	<0,001	861
Avgust	<0,001	0,266		0,291	0,002	1043
Septembar	<0,001	0,002	0,291		0,262	1236
Oktobar	<0,001	<0,001	0,002	0,262		1452

Rezultati indirektna gradijentne analize (DCA)

Tabela 85. Rezultati indirektna gradijentne analize (DCA) fizičkih i hemijskih osobina vode

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,002	0,000	0,000	0,000
Dužina gradijenta	0,090	0,038	0,051	0,061
Kumulativni % objašnjene varijanse fizičkih i hemijskih osobina vode	85,4	95,4	96,6	97,6

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,002

Tabela 86. Rezultati indirektna gradijentne analize (DCA) abundance planktona i bentosa u ribnjacima

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,269	0,051	0,014	0,010
Dužina gradijenta	1,368	0,752	0,723	0,715
Kumulativni % objašnjene varijanse abundance planktona i bentosa	75,7	90,1	94,0	96,8

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,355

Tabela 87. Rezultati indirektne gradijentne analize (DCA) rasta i produkcije riba

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,000	0,000	0,000	0,000
Dužina gradijenta	0,005	0,000	0,000	0,000
Kumulativni % objašnjene varijanse rasta i produkcije riba	99,0	0,0	0,0	0,0

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,000

Rezultati analize redundantnosti (RDA)

Tabela 88. Rezultati analize redundantnosti (RDA 1) za abundancu planktona i bentosa objašnjenih fizičkim i hemijskim parametrima vode

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,190	0,082	0,029	0,018
Abundanca planktona i bentosa - fizički i hemijski parametri vode korelacije	0,827	0,813	0,666	0,496
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci planktona i bentosa	26,3	37,6	41,6	44,1
Kumulativni % objašnjene varijanse interakcije abundanca planktona i bentosa - fizički i hemijski parametri vode	55,6	79,6	88,0	93,4

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,723

Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova = 0,341

Ukupna varijansa = 1.000

Tabela 89. Rezultati analize redundantnosti (RDA 2) za fizičke i hemijske parametre vode objašnjene abundancom planktona i bentosa

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,279	0,009	0,007	0,004
Fizički i hemijski parametri vode - abundanca planktona i bentosa korelacije	0,888	0,639	0,574	0,532
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o fizičkim i hemijskim parametrima vode	60,8	62,8	64,5	65,3
Kumulativni % objašnjene varijanse interakcije fizički i hemijski parametri vode - abundanca planktona i bentosa	92,1	95,1	97,6	98,8

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,458

Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova = 0,303

Ukupna varijansa = 1.000

Tabela 90. Rezultati analize redundantnosti (RDA 3) za rast ribe objašnjen fizičkim i hemijskim parametrima vode

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,250	0,069	0,001	0,222
Rast ribe - fizički i hemijski parametri vode korelacije	0,729	0,752	0,198	0,000
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o rastu ribe	41,1	52,6	52,7	89,3
Kumulativni % objašnjene varijanse interakcije rast ribe - fizički i hemijski parametri vode	78,1	99,8	100,0	0,0

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,607

Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova = 0,320

Ukupna varijansa = 1.000

Tabela 91. Rezultati analize redundantnosti (RDA 4) za fizičke i hemijske parametre vode objašnjene rastom ribe

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,110	0,021	0,001	0,252
Fizički i hemijski parametri vode - rast ribe korelacije	0,561	0,775	0,172	0,000
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o fizičkim i hemijskim parametrima vode	24,0	28,6	28,7	83,6
Kumulativni % objašnjene varijanse interakcije fizički i hemijski parametri vode - rast ribe	83,8	99,4	100,0	0,0

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,458

Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova = 0,132

Ukupna varijansa = 1.000

Tabela 92. Rezultati analize redundantnosti (RDA 5) za abundancu planktona i bentosa objašnjenih rastom ribe

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,186	0,022	0,014	0,147
Abundanca planktona i bentosa - rast ribe korelacije	0,820	0,527	0,486	0,000
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o abundanci planktona i bentosa	25,7	28,8	30,7	51,0
Kumulativni % objašnjene varijanse interakcije abundanca planktona i bentosa - rast ribe	83,7	93,7	100,0	0,0

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,723

Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova = 0,222

Ukupna varijansa = 1.000

Tabela 93. Rezultati analize redundantnosti (RDA 6) za rast ribe objašnjen prisustvom prirodne hrane i algi

Osa	1	2	3	4
Vrednosti karakterističnih korenova	0,375	0,042	0,004	0,106
Rast ribe - abundanca planktona i bentosa korelacije	0,893	0,582	0,596	0,000
Kumulativni % objašnjene varijanse podataka o rastu ribe	61,8	68,8	69,5	87,0
Kumulativni % objašnjene varijanse interakcije rast ribe - abundanca planktona i bentosa	89,0	99,0	100,0	0,0

Zbir vrednosti svih karakterističnih korenova = 0,607

Zbir vrednosti svih kanoničnih karakterističnih korenova = 0,422

Ukupna varijansa = 1.000

Tabela 94. Rezultat Monte-Carlo testa značajnosti prve i svih kanoničnih osa zajedno sa 1000 permutacija u redukovanom modelu za RDA 1

Osa	1	1 - 4
Karakterističan koren	0,190	0,341
F vrednost	6,054	1,901
p vrednost	0,018	0,009

Tabela 95. Rezultat Monte-Carlo testa značajnosti prve i svih kanoničnih osa zajedno sa 1000 permutacija u redukovanom modelu za RDA 2

Osa	1	1 - 4
Karakterističan koren	0,279	0,303
F vrednost	24,819	3,459
p vrednost	0,003	0,004

Tabela 96. Rezultat Monte-Carlo testa značajnosti prve i svih kanoničnih osa zajedno sa 1000 permutacija u redukovanom modelu za RDA 3

Osa	1	1 - 4
Karakterističan koren	0,250	0,320
F vrednost	11,876	2,364
p vrednost	0,076	0,030

Tabela 97. Rezultat Monte-Carlo testa značajnosti prve i svih kanoničnih osa zajedno sa 1000 permutacija u redukovanom modelu za RDA 4

Osa	1	1 - 4
Karakterističan koren	0,110	0,132
F vrednost	6,966	2,953
p vrednost	0,062	0,039

Tabela 98. Rezultat Monte-Carlo testa značajnosti prve i svih kanoničnih osa zajedno sa 1000 permutacija u redukovanom modelu za RDA 5

Osa	1	1 - 4
Karakterističan koren	0,186	0,222
F vrednost	7,605	3,247
p vrednost	0,002	0,001

Tabela 99. Rezultat Monte-Carlo testa značajnosti prve i svih kanoničnih osa zajedno sa 1000 permutacija u redukovanom modelu za RDA 6

Osa	1	1 - 4
Karakterističan koren	0,375	0,422
F vrednost	25,906	4,048
p vrednost	0,003	0,003

Tabela 100. Koeficijenti korelacije između fizičkih/hemijskih parametara vode i gustine planktona i bentosa i nivoi njihove značajnosti

Varijabla	K	pH	O2	El prov	Tvrd	Prov	KMnO4	NH4-N	PO4-P
Ben	r	-0,216	-0,115	0,340	0,365	0,202	0,021	0,252	0,452
	p	0,262	0,552	0,071	0,051	0,292	0,915	0,187	0,014
Rot	r	0,742	0,662	0,059	0,018	-0,337	0,290	-0,205	-0,441
	p	<0,001	<0,001	0,760	0,924	0,073	0,128	0,285	0,017
Clad	r	-0,220	-0,211	-0,091	0,087	0,018	-0,190	0,179	0,346
	p	0,251	0,273	0,639	0,653	0,928	0,324	0,353	0,066
Cop	r	-0,107	-0,157	-0,198	-0,122	-0,188	-0,182	0,083	0,162
	p	0,581	0,415	0,303	0,529	0,328	0,344	0,668	0,400
Cya	r	0,808	0,595	0,078	-0,106	-0,358	0,558	-0,346	-0,602
	p	<0,001	0,001	0,689	0,585	0,057	0,002	0,066	0,001
Chl	r	0,564	0,450	0,170	0,071	-0,327	0,401	-0,030	-0,380
	p	0,001	0,014	0,379	0,713	0,084	0,031	0,876	0,042
Bac	r	-0,016	-0,017	-0,018	-0,134	0,056	-0,019	-0,126	-0,109
	p	0,935	0,931	0,924	0,490	0,775	0,921	0,513	0,575
Eug	r	0,180	0,290	0,400	0,453	-0,025	0,276	0,191	0,012
	p	0,349	0,127	0,032	0,014	0,898	0,147	0,320	0,951
Pyr	r	0,418	0,270	-0,111	-0,149	-0,299	0,289	-0,084	-0,263
	p	0,024	0,156	0,567	0,440	0,116	0,128	0,664	0,169

O2 = koncentracija rastvorenog kiseonika; El prov = elektroprovodljivost, Tvrd = tvrdoća, Prov = providnost, KMnO4= utrošak kalijum-permanganata, NH4-N = sadržaj ukupnog amonijačnog azota, PO4-P = sadržaj ortofosfata, Ben = organizmi makrozoobentosa (Oligochaeta and Chironomidae), Rot = Rotatoria, Clad = Cladocera, Cop = Copepoda, Cya = Cyanobacteria, Chl = Chlorophyta, Bac = Bacillaryophyta, Eug = Euglenophyta i Pyr = Pyrrophyta. K = koeficijent korelacije (r) i nivo značajnosti (p). 0,01 < p ≤ 0,05- značajna korelacija, p < 0,01- veoma značajna korelacija.

Tabela 101. Koeficijenti korelacije između rasta/produkcije šarana i gustine planktona i bentosa i nivoi njihove značajnosti

Varijabla	K	Ssr	Pimr	Ukprin
Ben	r	0,627	0,648	0,557
	p	<0,001	<0,001	0,002
Rot	r	-0,235	-0,578	-0,585
	p	0,219	0,001	0,001
Clad	r	0,244	0,492	0,488
	p	0,203	0,007	0,007
Cop	r	-0,076	0,432	0,472
	p	0,697	0,019	0,010
Cya	r	-0,311	-0,697	-0,680
	p	0,101	<0,001	<0,001
Chl	r	-0,218	-0,499	-0,548
	p	0,255	0,006	0,002
Bac	r	0,210	0,187	0,163
	p	0,275	0,330	0,399
Eug	r	0,207	-0,094	-0,059
	p	0,280	0,629	0,762
Pyr	r	-0,103	-0,416	-0,401
	p	0,595	0,025	0,031

Ben = organizmi makrozoobentosa (Oligochaeta and Chironomidae), Rot = Rotatoria, Clad = Cladocera, Cop = Copepoda, Cya = Cyanobacteria, Chl = Chlorophyta, Bac = Bacillaryophyta, Eug = Euglenophyta i Pyr = Pyrrophyta, Ssr = procentualna dnevna stopa rasta šarana, Pimr = prosečna individualna masa riba, i Ukprin = ukupan prinos ribe po jezeru). K = koeficijent korelacije (r) i nivo značajnosti (p).

0,01 < p ≤ 0,05- značajna korelacija, p < 0,01- veoma značajna korelacija.

BIOGRAFIJA AUTORA

Miloš Draško Ćirić rođen je 13. decembra 1982. godine u Beogradu gde je završio Osnovnu školu "Vasa Pelagić" i Prvu beogradsku gimnaziju, prirodno - matematički smer. Nakon položene mature 2001. godine upisao je Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu na studijskoj grupi Ekologija i zaštita životne sredine. Diplomirao je 20. septembra 2006. godine kao student generacije Biološkog fakulteta za školsku 2005/2006. godinu sa opštim uspehom 9,91 i ocenom 10 na diplomskom ispitu. Doktorske studije upisao je u junu 2007. godine na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na studijskom programu Zootehnika, oblast Akvakultura, u okviru Katedre za odgajivanje i reprodukciju domaćih i gajenih životinja.

U okviru studentske razmene IAESTE 2005. godine bio je angažovan u Institutu "ICAT" u Lisabonu na evropskom FP6 projektu - "PUMPSEA". U periodu od 2007. do 2010. godine ima status stipendiste istraživača Ministarstva nauke Republike Srbije. Od 2008. do 2011. godine angažovan je na projektu Ministarstva nauke Republike Srbije TP 20047 - "Unapređenje poluintenzivne proizvodnje šarana (*Cyprinus carpio*) u održivoj akvakulturi". Tokom 2008. i 2010. godine proveo je ukupno četiri i po meseca na stručnom usavršavanju za naučno - istraživački rad u oblasti analize kvaliteta vode i planiranja eksperimenata u Institutu "Nofima" u Norveškoj u okviru evropskog FP7 projekta - "ROSA".

Od 1. maja 2011. godine zaposlen je kao istraživač pripravnik u Naučnoj ustanovi - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju (NU IHTM), u okviru Centra za ekologiju i tehnouekonomiku. U zvanje istraživač saradnik izabran je 24. januara 2012. godine. U periodu od 2011. do 2014. godine angažovan je na multidisciplinarnom projektu u oblasti Geologije i astronomije ON 176018 - "Geološka i ekotoksikološka istraživanja u identifikaciji geopatogenih zona toksičnih elemenata u akumulacijama vode za piće - istraživanje metoda i postupaka smanjivanja uticaja biogeohemijskih anomalija" koje finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани Милош Д. Ђирић

број индекса 06/16

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

"Утицај различитих типова додатне хране у полуинтензивној производњи млађи шарана (*Cyprinus carpio*) на структуру и динамику рибњачког екосистема"

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Ђирић Милош

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Милош Д. Ћирић

Број индекса 06/16

Студијски програм Зоотехника

Наслов рада

"Утицај различитих типова додатне хране у полуинтензивној производњи млађи шарана (*Cyprinus carpio*) на структуру и динамику рибњачког екосистема"

Ментор Др Зоран Марковић, редовни професор,
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду

Потписани Милош Д. Ћирић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Милош Д. Ћирић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

"Утицај различитих типова додатне хране у полуинтензивној производњи млађи шарана (*Syrpinus carpio*) на структуру и динамику рибњачког екосистема"

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- ③ Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, _____

Trujmih Sturović

1. Ауторство - Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.