Gnojidba ribnjaka kao tehnički zahvat u funkciji proizvodnje prirodne hrane riba

Kopejtko, Vanna

Professional thesis / Završni specijalistički

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:365462

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

GNOJIDBA RIBNJAKA KAO TEHNIČKI ZAHVAT U FUNKCIJI PROIZVODNJE PRIRODNE HRANE RIBA

SPECIJALISTIČKI RAD

Vanna Kopejtko

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

POSLIJEDIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI STUDIJ RIBARSTVO

GNOJIDBA RIBNJAKA KAO TEHNIČKI ZAHVAT U FUNKCIJI PROIZVODNJE PRIRODNE HRANE RIBA

SPECIJALISTIČKI RAD

Vanna Kopejtko

Mentor:
Izv.prof.dr.sc Daniel Matulić

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Vanna Kopejtko**, JMBAG 1201995345012, rođen/a 12.01.1995.g. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila poslijediplomski specijalistički rad pod naslovom:

GNOJIDBA RIBNJAKA KAO TEHNIČKI ZAHVAT U FUNKCIJI PROIZVODNJE PRIRODNE HRANE RIBA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga specijalističkog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj specijalistički rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga specijalističkog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI POSLIJEDIPLOMSKOG SPECIJALISTIČKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Vanne Kopejtko**, JMBAG 1201995345012, naslova

GNOJIDBA RIBNJAKA KAO TEHNIČKI ZAHVAT U FUNKCIJI PROIZVODNJE PRIRODNE HRANE RIBA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:			potpisi:
1.	Izv.prof.dr.sc. Tea Tomljanović	član	_____
2.	Izv.prof.dr.sc. Ana Gavrilović	član	_____
3.	Izv.prof.dr.sc. Daniel Matulić	mentor	_____

Zahvala

Ovime zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Danielu Matuliću na iskazanom povjerenju, pomoći pri pisanju ovoga rada, strpljenju i prenošenju svoga znanja.

Zahvalila bi se direktorima Jurici i Slavku Bošnjaku što su mi omogućili izradu ovoga rada na Ribnjaku 1961.

Posebno bih se zahvalila svojoj šefici Nedeljki Grubačević na svom prenesenom znanju, uvijek nesebičnoj pomoći kako u mojem radu na Ribnjaku 1961, tako i u izradi ovoga rada, te na njenoj velikoj podršci.

Također bi se zahvalila svojoj obitelji i prijateljima na pomoći i podršci tijekom mog studiranja i izrade ovoga rada.

Sadržaj

1. Uvod ... 1
1.1. Pregled literature ... 2
1.2. Agrotehničke mjere ... 7
1.2.1. Gnojenje ribnjaka ... 7
1.2.1.1. Organsko gnojivo ... 8
1.3. Planktonski organizmi nastali gnojidbom ... 9
1.3.1. Fitoplankton ... 10
1.3.1.1. *Cyanobacteria* (*Cyanophyceae*)- modrozelene alge ... 10
1.3.1.2. *Chrysophyceae*- zlatnosmeđe alge ... 11
1.3.1.3. *Bacillariophyceae* (*Diatomeae*) ... 11
1.3.1.4. *Euglenophyta* ... 11
1.3.1.5. *Chlorophyceae* ... 12
1.3.2. Zooplankton ... 12
1.3.2.1. *Protista* (praživotinje) ... 13
1.3.2.2. *Rotatoria* (kolnjaci) ... 13
1.3.2.3. *Cladocera* (rašljoticalci) ... 13
1.3.2.4. *Copepoda* (veslonošci) ... 14
2. Materijali i metode ... 15
2.1. Područje istraživanja - Ribnjak 1961, Siščani ... 15
2.2. Agrotehničke mjere ... 15
2.3. Priprema ribnjaka za upuštanje ličinki ... 16
2.4. Fizikalno-kemijski parametari ribnjaka ... 17
2.5. Analiza planktona ... 17
2.6. Masa i totalna dužina mjesečnjaka ... 18
2.7. Hranidba ličinki ... 19
3. Rezultati ... 20
3.1. Fizikalno-kemijski parametri ... 20
3.2. Dinamika i sastav fito i zooplanktona ... 22
3.2.1. Zooplankton ... 22
3.2.1.1. Prisutnost zooplanktona na mladičnjacima ... 24
3.2.2. Fitoplankton ... 28
3.2.2.1. Prisutnost fitoplanktona na mladičnjacima ... 30
3.3. Procjena količine planktona ... 35
3.4. Masa i totalna dužina šarana mjesečnjaka ... 36
4. Rasprava ... 37
5. Zaključak ... 39
6. Popis literature ... 40
7. Životopis ... 42

Sažetak

Specijalističkog rada studenta/ice **Vanne Kopejtko**, naslova

GNOJIDBA RIBNJAKA KAO TEHNIČKI ZAHVAT U FUNKCIJI PROIZVODNJE PRIRODNE HRANE RIBA

Gnojidba ribnjaka važna je za osiguravanje kvalitetne prirodne hrane riba u slatkovodnoj akvakulturi. Kvalitetna prirodna hrana u ribnjaku izvor je boljeg prirasta mase i dužine riba. Određeni stadiji u proizvodnji šaranskog mlađa, ličinke i mjesečnjaci za pravilan rast i razvoj trebaju prisutnost prirodne hrane u obroku. U proljeće 2021. g. na Ribnjaku 1961., Siščani provodila se gnojidba organskim kokošjim gnojivom radi ostvarivanja prirodne hrane za nasad ličinki šarana. Gnojidba se provodila na 3 mladičnjaka (E-1, B-2, B-3) u sličnom omjeru obzirom na njihovu veličinu (B-2, 550 kg/ha; B-3, 450 kg/ha; E-1, 430 kg/ha). Nasad ličinki iznosio je 500 000 kom/ha. Određivanja kvalitativnog i kvantitativnog sastava planktonskih zajednica i praćenje prirasta jednomjesečnih riba izvodilo se od 27.05. do 02.07.2021. godine. Na ribi se uz pomoć metra i vage mjerila totalna dužina (TL) odnosno masa riba (W), a kod planktona njihov kvantitativno-kvalitativni sastav. Na mladičnjaku B-2 najviše se razvio fitoplankton *Cyanophita*, zatim *Chlorophyceae, Diatomeae, Rhodophyta i Pyrrophyceae*, na B-3 najviše se razvila skupina *Chlorophyceae*, zatim *Cyanophita, Diatomeae, Rhodophyta , Pyrrophyta* a na E-1 najviše se razvila *Cyanophyta*, zatim *Chlorophyceae, Diatomeae i Euglenophyta*. Od zooplanktona na B-2 najviše se razvila skupina *Rotatoria,* zatim *Cladocera i Copepoda*, na B-3 najviše se razvila *Cladocera*, zatim *Copepoda* i najmanje *Rotatoria*, dok se na E-1 najviše razvila skupina *Copepoda*, zatim *Rotatoria*, a najmanje *Cladocera.* Preživljavanje ličinaka do dobi od 40 dana iznosila je 20%, a ukupni W i TL jednomjesečnih riba na kraju istraživanja su iznosile za B-2, (W=26,9 $\pm$ 0,36 g , TL=11,36$\pm$ 0,65 cm); B-3 (W= 20,0 $\pm$ 0,50 g, TL= 10,3 $\pm$ 0,64 cm); E-1 (W= 16,7 $\pm$ 0,35 g, TL= 9,8 $\pm$ 0,83 cm).

Ključne riječi: gnojidba, kokošji gnoj, ličinke šarana, Ribnjak 1961, fitoplankton, zooplankton

Summary

Of the master's thesis – student **Vanna Kopejtko,** entitled

POND FERTILIZATION AS A TEHNICAL OPERATION IN THE SERVICE OF NATURAL FISH FOOD PRODUCTION

Pond fertilization is important to ensure the quality of natural food for fish in freshwater aquaculture. High quality natural food in the pond is a source of better weight gain and length of fish. Certain stages in the production of carp fry, larvae and month-old fish require natural food in the diet to grow and develop properly. In the spring of 2021, in Ribnjak 1961, Siščani, a fertilization with organic poultry manure was carried out to obtain natural food for carp larvae. Fertilization was applied evenly to 3 fish ponds (E-1, B-2, B-3) in a similar proportion in relation to their size (B-2, 550 kg/ha; B.-3 450 kg/ha; E-1 430 kg/ha). Larval planting was 500 000 pieces/ha. Determination of qualitative and quantitative composition of planktonic communities and monitoring of juvenile fish was conducted from 27/05 to 02/07/2021. The average total length (TL) or average weight of the fish (W) was measured using gauges and scales. Quantitative and qualitative composition was tracked in the plankton communities. At B-2, the most developed phytoplankton was Cyanophita, followed by Chlorophyceae, Diatomeae, Rhodophyta, and Pyrrophyceae; at B-3, the most developed group is Chlorophyceae, followed by Cyanophita, Diatomeae, Rhodophyta, Pyrrophyceae; at E-1, the most developed is Cyanophita, followed by Chlorophyceae, Diatomeae, and Euglenophyta. For zooplankton on B-2, the most developed group was Rotatoria, followed by Cladocera and Copepoda; on B-3, the most developed group was Cladocera, then Copepoda, and lastly Rotatoria; while on E-1, the most developed group was Copepoda, followed by Rotatoria and the least developed was Cladocera. The survival rate of larvae to 40 days of age was 20%, and the total weight and TL of the month-old fish at the end of the study were: B-2 (W= 26,9 $\pm$ 0,36 g , TL= 11,36$\pm$ 0,65 cm), B-3 (W= 20,0 $\pm$ 0,50 g, TL= 10,3 $\pm$ 0,64 cm), E-1 (W= 16,7 $\pm$ 0,35 g, TL= 9,8 $\pm$ 0,83 cm).

Keywords: fertilization, chicken manure, carp larvae, Ribnjak 1961, phytoplankton, zooplankton

1. Uvod

Akvakultura je uzgoj ili kultivacija vodenih organizama korištenjem tehnika osmišljenih da povećaju proizvodnju vodenih organizama preko prirodnog kapaciteta okoliša, gdje organizmi ostaju u vlasništvu fizičke ili pravne osobe tijekom faze uzgoja i prozvodnje, do i uključujući fazu izlova (Ministarstvo poljoprivrede, 2020). Povoljni okolišni uvjeti u odnosu na raspoloživost prostora i kakvoću vodnih resursa, zajedno s primjenom stručnih znanja i unaprjeđenjem tehnološkog procesa bitan su čimbenik razvoja slatkovodne akvakulture (Ministarstvo poljoprivrede, 2015.).

Agrotehničkim mjerama poput tanjuranja, oranja, vapnjenja, gnojenja, zaleđivanja postiže se bolja produkcija ribnjaka. Mladičnjaci su objekti za uzgoj mladunaca te se između uzgojnih sezona ostavljaju suhima, što pospješuje mineralizaciju organske mase i prozračivanje tla, te se uništavaju i uzročnici bolesti. Izrasla trava u ribnjaku i šaš se pokose, osuše i spale, a dno se izore i potanjura. Suho dno se u cijelosti tretira vapnom tako da se vapno raspršiti po cijeloj površini ribnjaka (150 do 3000 kg/ha) (Treer i sur. 1995.).

Moderno upravljanje ribnjacima je intenzivno, a njegov cilj je dobiti maksimalnu proizvodnju po jedinici površine ribnjaka. Bitno je osigurati optimalne uvjete okoliša što uključuje hranidbu šarana koji se hrani zooplanktonom i bentosnim makrobeskralješnjacima kao i perifitonskom faunom. Što je veća količina raspoložive hrane, veća je i plodnost ribnjaka. Prirodna produktivnost ribnjaka povećava se organskim gnojivima kao što su stajski gnoj, gnojnica, zelena gnojiva, slama, sijeno. Struktura zooplanktona može se razlikovati zbog fizikalno-kemijskih uvjeta staništa, te raznolikosti zajednica algi i makrofita (Bielańska-Grajner i sur. 2018.).

Gnojidbom ribnjaka mikroorganizmi razgrađuju organsku tvar do biogenih elemenata. Novonastale biogene tvari procesom asimilacije koriste jednostanične alge za izgradnju svoga tijela. Jednostaničnim algama hrane se zooplanktonski organizmi, a oni služe kao hrana ribama. Razgradnja organskih gnojiva u ribnjacima odvija se sporo jer se dekompozicija velikih organskih molekula odvija radom bakterija. Organska gnojiva mogu utjecati na razvoj fitoplanktona i zooplanktona prije nego što je razgradnja završena. Razlog tomu je što bakterije i sitne suspendirane čestice organskog materijala predstavljaju hranu zooplanktonu i ličinkama brojnih kukaca. Organsko se gnojivo razbacuje po dnu ribnjaka prije upusta vode. Ako ne postoji mogućnost gnojenja na suho, onda se gnojivo rasipa iz čamca (Bogut i sur., 2006a). Organska gnojiva su važna komponenta u aktivnosti biomase u ribnjacima. Najveći udio otopljenog dušika u prirodnom ribnjaku rezultat je aktivnosti mikroorganizama, bakterija, modro-zelenih algi te nekih gljivica. Kada bi, pod povoljnim uvjetima, u ribnjačkoj vodi bile prisutne velike količine organske tvari, zbog aktivnog rada mikroorganizama, moglo bi doći do nedostatka kisika i anaerobnih procesa pri kojima se stvaraju i slabe organske kiseline. Na taj način dolazi do zakiseljavanja ribnjaka, javlja se plin metan, sumporovodik i neki toksični spojevi (Livojević i sur., 1982).

Cilj istraživanja bio je izvršiti i opisati gnojidbu ribnjaka kao tehnički zahvat u službi proizvodnje prirodne hrane riba na slatkovodnom ribnjačarstvu Ribnjak 1961. d.o.o., Siščani, te se pratio razvitak prirodne hrane za ribe (planktona) i prirast šarana.

1.1. Pregled literature

Istraživanje raznolikosti zooplanktona u pokusnim ribnjacima s raznim kombinacijama gnojiva i dopunske hrane za ribe provedeno je 2018.g. u Poljskoj (Bielańska-Grajner i sur. 2018). Uzorci zooplanktona skupljali su se dvaput mjesečno od travnja do rujna 2015.g. Ukupno je bilo nađeno 146 vrsta zooplanktona, od kojih je 106 pripadalo *Rotiferi*, 28 vrsta *Cladoceri* i 12 vrsta *Copepoda*. Najrasprostranjenije vrste *Rotifere* u svim ribnjacima bile su *Anuraeopsis fissa, Keratella cochlearis, K. tecta, Polyathra sp.* i *Trichocera pusilla.* Među vodenim bubama najrasprostranjenija je bila *Bosmina longirostris*, te *Daphnia cucullata* i *Daphnia longispinia*, osim u ribnjacima sa standardnom gnojidbom i standardnim hranjenjem. Od *Copepoda* najviše je bilo mladih oblika napulija *Calanoida* i *Cyclopoida*. Najveći indeks raznolikosti (Shannon indeks) imala je *Rotatoria*, a najniži *Cladocera*. Najveća gustoća bila je zabilježena za *Rotiferu*, a najniža za *Copepoda*. Optimalni uvjeti za *Rotifere* bili su u ribnjacima sa standardnom gnojidbom i standardnim hranjenjem, a za *Cladoceru* u ribnjacima sa ubrzanom gnojidbom i ubrzanim hranjenjem, dok za *Copepode* nije bilo statistički značajnih razlika. Najveća prosječna biomasa bila je utvrđena u ribnjacima sa ubrzanom gnojidbom i standardnim hranjenjem, te je u većini ribnjaka bila postignuta veća biomasa *Cladocere* u usporedbi sa *Copepodom* (Bielańska-Grajner i sur. 2018.).

U istraživanju Ćirić i sur. (2015) proučavan je utjecaj različitih vrsta krmiva na poboljšanje i dostupnost prirodne hrane za šarane, uz održavanje optimalne kvalitete vode u poluintenzivnom uzgoju na devet ribnjaka. Istraživanje je trajalo četiri i pol mjeseci. Bila su korištena tri dodatna krmiva, komercijalna, ekstrudirana i peletrirana hrana sa 25% proteina i 7% masti i žitarice. Vrsta dopunske hrane nije utjecala na kvalitetu vode, ali je značajno utjecala na gustoću cijanobakterija, dostupnost prirodne hrane i rast šarana. Brojnost skupine zooplanktona *Cladocera* i *Copepoda* bila je veća u ribnjacima s peletriranom hranom u usporedbi s ribnjacima u kojima su korištene žitarice i ekstrudirana hrana. Brojnost bentosnih makroinvertebrata u ribnjacima s peletiranom hranom bila je tri puta veća nego kod komercijalne i estrudirane hrane.

Abbas i sur. (2014) ispitali su učinkovitost anorganskih i organskih gnojiva na rast ribe kada se primjenjuju pojedinačno i/ili u kombinaciji sa dodatnom hranom. Dva tjedna prije nasada ribe, ribnjak (0,02 ha) gnojio se sa kravljim gnojem 66,66 kg (3333,33 kg/ha^{-1}). *Cyprinus carpio* pokazao je minimum povećanja težine od 28,3, 22,3, 20,0, 30,5, 25,6 i 28,2 g u kolovozu, a maksimalni prirast u odnosu na težinu bili su zabilježeni kao 138,7 g tijekom lipnja, dok je makismalan prirast od 144,7 i 154 g bio zabilježen u travnju. Rezultati su pokazali da je organski gnoj bolji od anorganskog te da je davanje dopunske hrane obavezno za maksimalan prinos, dopunska hrana ne samo da ispunjava nedostatak hranjivih sastojaka već pomaže i kod iskorištavanja maksimalnog potencijala stajskog gnoja dodanog u ribnjak.

Kontrola dotoka vode, dopunska gnojidba i prihrana, te polikultura kojom dominira šaran značajno smanjuju zamućenost i povećavaju opskrbu kisikom kao i prirodnu hranu u ribnjaku. Pucher i suradnici (2016) su proveli istraživanje od travnja do listopada 2009.g. u 6 ribnjaka u Sjevernom Vijetnamu na tradicionalnom i poluintenzivnom uzgoju. U tradicionalnom uzgoju ribnjaci su bili gnojeni kravljim, bivoljim i svinjskim gnojem (2,3 t/ha) te su bili nasađeni sa amurom kao glavnom vrstom (60%), te običnim šaranom, srebrnim šaranom, tolstolobikom i nilskom tilapijom (svaki 10%), dotok vode nije se kontrolirao kao ni dostupnost vode od kiša, a kao prihrana koristila su se lišće od banane, kukuruz, korov, manioka, biljka riže i nusproizvodi sa farme kao što su rižine mekinje i kora manioke. U poluintenzivnom uzgoju ribnjaci su bili vapnjeni sa 900 kg vapna po ha, gnojeni sa ureom (12 kg/ha ukupnog dušika),

superfosfatom (6 kg/ha ukupnog fosfora), te kravljim i bivolovim gnojem u količini od 2,3 t/ha. Ribnjaci su bili nasađeni sa šaranom kao glavnom vrstom (60%) te srebrnim šaranom, amurom, tolstolobikom i nilskom tilapijom (svaki 10%) kao sporednim vrstama. Dotok vode bio je kontroliran sa cijevima, a za vrijeme kiša zaustavljen. Kod poluintenzivnog upravljanja najveća skupina fitoplanktona bila je *Euglenophyta* i *Chlorophyta*. U kolovozu na produktivnost ribnjaka su povremeno negativno utjecali privremeni cvjetovi *Coccal Chlorophyceae*. Spore crveno-smeđih algi *Haematococcus* ometale su fotosintezu u ribnjacima. *Rotatoria* i *Copepoda* bile su dominantne zajednice zooplanktona, posebno *Rotatoria* u poluintenzivnom uzgoju u prvim mjesecima uzgoja (Pucher i sur. 2016.).

Aničić i sur. (1992). napravili su pokusnu proizvodnju šaranskog mlađa do mjesec dana života, u čijoj je prehrani upotrijebljena koncentrirana hrana postavljena na vodenim površinama KPD-a Turopolje. Uvjeti za nasad ličinaka stvoreni su uobičajenim tehničkim zahvatima, te pravodobnom gnojidbom kokošjim gnojem u količini od 1000 kg/ha. Četverodnevne šaranske ličinke (3 000 000 kom) nasađene su u R-3 u količini od 1 400 000 kom, a na R-4 1 600 000 kom, odnosno 1 900 000 kom/ha. Prosječna masa četrdesetodnevnog šaranskog mlađa iznosila je 1,2 grama, uz konverziju hrane od 0,78, te postotak preživljenja od 24,6.

Istraživanje raznolikosti, abudancije i trofičke strukture zooplanktona provedeno je tijekom vegetacijskog razdoblja na pelagičkim postajama longitudinalnog profila rukavca rijeke Sutle koji se sastoji od dva međusobno povezana bazena. Gornji bazen veće je prozirnosti i sa submerznim sastojinama makrofita, u njemu je brojnost i raznolikost zooplanktona u pelagijalu bila veća od onoga u Donjem bazenu koji je veće mutnoće i bez makrofita. U gornjem bazenu prevladavali su kolnjaci, detritivorni-makrofiltratori roda *Keratella* i algivorni-makrofiltratori rodova *Polyartha* i *Trihocerca.* U Donjem bazenu brojnost planktonskih rakova bile je veća u odnosu na Gornji bazen, a prevladavali su mikrofiltratorski rašljoticalci *Bosmina longirostris* te makrofiltratorski ličinački i adultni stadiji veslonožaca *Macrocydops albidus.* Predacijski pritisak riba bio je izraženiji u pelagijalu Gornjeg bazena, na što ukazuje manja brojnost *Cladocera* u površinskom sloju (Špoljar i sur. 2016.).

U istraživanju Mihajlović i Mitrović (1967) prikazano je na koji način povećana gustoća nasada i različiti sistemi ishrane šarana pri istim faktorima sredine utječu na faunu dna i zooplankton. U prvoj varijanti gustoća nasada je bila 3000 kom u dvije uzrasne kategorije, u tri varijante sa po dvije repeticije sa dodatnom hranom različite kvalitete, isključivo kukuruz, zatim smjesa kukuruza i pšenice (50:50), kao treća varijanta kukuruz i pšenica u navedenom omjeru u proljetnom periodu i zatim kompletna krmna smjesa sa ukupnim sadržajem proteina od 24%. Druga varijanta bila je nasad od 1200 kom šaranskog mlađa i dodatnom hranom od isključivo kukuruza, i treća varijanta bez ikakvog nasada šarana ali pod istim ekološkim uvjetima kao kod varijante 1 i 2. Najznačajnij utjecaj na visinu organske produkcije imala je gustoća nasada, ukupna težina ihtiomase te kvaliteta hranidbe. Analizom zooplanktona vidljivo je da se gustoćom nasada njegov broj povećava, dok tamo gdje nije bilo nasađenih riba njegov broj je manji, dok je biomasa zooplanktona bila najviša u ribnjaku bez riba gdje je njegova brojnost smanjena, zbog *Cladocera* koje se u takvim ribnjacima nalaze duže vrijeme, dok u nasađenim se razvijaju manji oblici. U fauni dna najviše organizama je nasađeno u ribnjaku bez nasada šarana, a u ribnjacima sa gustim nasadom smanjena mu je brojnost.

Na ribnjačarstvima Poljana i Končanica provedeni su pokusi za povećanje prinosa u šaranskim ribnjacima Jugoslavije. U tim pokusima su pomoću gustog nasada, intenzivne ishrane i gnojenja postignuti prirasti od 2000 kg/ha. Za gnojenje ribnjaka su bile upotrijebljene znatne količine stajskog gnoja (2000-2550 kg/ha), saturacionog mulja (1000 kg/ha) i vapna (500-1264 kg/ha), a doze superfosfata iznosile su 100-400 kg/ha, također su gnojeni i manjim količinama

nitrofoskala, nitromonkala i kalcijevog cijanamida. Na Ribnjačarstvu Končanica tempo rasta bio je najbrži kod rijetkog, a najpolaganiji kod gustog nasada. Prirast po jedinici površine bio je najbrži kod gustog, a najpolaganiji kod rijetkog nasada. Sastav planktona se u pojedinim ribnjacima neznatno razlikovao, isto tako i fauna dna. Masovno razvijen fitoplankton u ribnjaku se sastojao od algi *Mycrocystis.*. Kod srednje gustoće nasada ribnjak gnojen jednokratno 700 kg/ha dao je za 132 kg/ha veći ukupni prirast od ribnjaka koji je bio gnojen frakcioniranim unošenjem superfosfata i kalkamona. Na ribnjačarstvu Našice 3 ribnjaka gnojena su vrlo intenzivno, na proljeće je razbacano 2000 kg/ha vapna i 1000 kg stacioniranog mulja. Gnojilo se fosfornim i dušičnim gnojivom (500 kg/ha) i stajskim gnojem (2000 kg/ha). Godinu dana poslije pokus je isto proveden na 3 ribnjaka sa gustoćom nasada s 1000 kom/ha. Ribnjak C nije bio gnojen, dok su ostala dva bila isto gnojena kao i godinu prije, a prirasti u ribnjacima se nisu razlikovali. U ribnjačarstvu Poljana radio se pokus na 2 ribnjaka od kojih je jedan bio gnojen a drugi nije. Rezultati su pokazali da je ukupni prirast u negnojenom ribnjaku bio 10 % manji nego u gnojenom (Fijan i sur. 1964.).

Istraživanje provedeno od svibnja do rujna 1992.g. na ribnjačarstvima Narta i Blatnica u sastavu fitoplanktona pronađene su vrste iz skupine *Cyanobacteria (Cyanophyta), Euglenophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta i Chlorophyta.* Najvećim brojem vrsta bile su zastupljene alge iz porodice *Chlorophyta*. Prevladavale su klorokokale s rodovima *Pediastrum i Scenedesmus*, osobito u svibnju i lipnju. Također su se u većem broja razvili i predstavnici *Chrysophyta* skupina *Bacillariophyceae* (dijatomeje) s vrstama rodova *Fragilaria, Melosira*, *Navicula,i Nitzschia*. Skupina *Euglenophyta*, koja je jedna od glavnih komponenta eutrofnih ribnjaka bila je zastupljena u gotovo svim istraživanim ribnjacima, tijekom čitave uzgojne sezone. Najviše vrsta su imali rodovi *Euglena i Phacus. Cyanobacteria* bile su zastupljene s malim brojem vrsta *(Aphanizomenon, Anabaena i Microcystis)* i u malim količinama, što nije karakteristično za ciprinidne ribnjake. *Phyrrophyta* imao je prateću ulogu u strukturi fitoplanktona istraživanog ribnjaka, utvrđena je samo vrsta *Ceratium hirundinella*. (Tomec i sur. 1995.).

U istraživanju Tomec i sur. (1992.) na ribnjačarstvima Narta i Lipovljani provedeno je istraživanje u razdoblju od travnja do rujna 1990.g. U kvalitativnom sastavu fitoplanktona ukupno su bile utvrđene 143 alge koje su pripadale sistematskim odjeljcima: *Cyanophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta i Chlorophyta*. Odjeljci *Chlorophyta* i *Pyrrophyta* nisu imali znatnijeg udjela u fitoplanktonskoj zajednici, što su potvrdili rezultati izračunatog koeficijenta flornog identiteta. U ribnjacima Narta karakteristična je bila fitoplanktonska zajednica *Chlorococcales-Melosira*, a za ribnjake Lipovljani *Diatomeae-Chlorococcales-Euglenaceae*. U svim ribnjacima podjednako i s najvećim brojem vrsta bile su zastupljene alge iz skupine *Chlorophyta*. U tijeku uzgojne sezone prevladavale su *Chlorococcales*, rodovi *Pediastrum, Scenedesmus, Tetraedron*. Koje su svoj maksimum postigle u ljetnim mjesecima. Druga skupina po broju vrsta bila je *Chrysophyta*, najzastupljenije su bile *Bacillariophyceae* s rodom *Melosira*, čiji je najveći broj vrsta bio u proljeće. Skupina *Euglenophyta* bila je podjednako zastupljena u svim ribnjacima, najviše vrsta imali su rodovi *Euglena, Phacus i Trachelomonas. Cyanophyta* su bile zastupljene s malim brojem vrsta, što nije tipično za ciprinidne ribnjake. *Pyrrophyta* su bile zastupljene dvije vrste u svim istraživanim ribnjacima, *Ceratium hirundinella i Peridinium cunningtonii*. U vrijeme istraživanja glavni fitoplanktoni bili su predstavnici skupine *Euglenophyta, Bacillariophyceae i Chlorophyta.*

U istraživanju Potužak i sur. (2007) visoka razina eutrofikacije ribnjaka rezultirala je preopterećenjem hranjivih tvari. Nađene su vrste zooplanktona *Napulii,* mali *Copepodi*, male vrste *Cladocera i Rotatoria* koji nisu toliko učinkoviti filtratori. U razdoblju od 1954-2001

dominacija *Daphnie* bila je znatno smanjena. Povećan pritisak grabežljivih vrsta riba eliminiran je veliki zooplankton, uglavnom velike vrste *Daphnie*, koje su zamijenjene manjim zooplanktonom. Najčešće pronađene vrte u ribnjaku bile su *Cyclops vicinus* (posebno u proljeće), *Acanthocyclops robustus, Mesocyclops leuckartii, Thermocyclops crassus*, (posebno ljeti), *Eucyclops serrulatus* (u primorskom pojasu). Od *Rotatoria* najčešće vrste bile su: *Brachionus (B. calyciflorus, B. angularis, B. quadridentatus, B. diverzicornis), Keratella (K. cochlearis, K. quadrata), Asplanchna (A. priodonta), Trichocerca, Fillinia, Polyarthra i Hexarthra* (najčešće ljeti). U lipnju je *Daphnia galeata* bila najčešća vrsta, ali pojava manjih vrsta *Bosmina i Ceriodaphnia* postala je važnija. U razdoblju od 1990.-1991. prevladavaju, *Copepodi, Daphnia galeata, Daphnia pulicaria, Bosmina longirostris* i uobičajene vrste *Rotatoria.* U razdoblju od 2000-2001 prevladavale su male vrste zooplanktona: *Napulii, Copepod, Rotatoria* i male jedinke *Cladocere: Bosmina longirostris, Daphnia galeata.* Manja gustoća ribljeg fonda rezultirala je manjim pritiskom na zooplankton i u takvim se uvjetima više razvila *Daphnia pulicaria, Daphnia longispina, Daphnia magna*.

U istraživanju Debeljak i Adamek (1994) u ribnjačarstvu Jelas uspoređeno je djelovanje kokošjeg gnoja (4800 kg/ha^{-1}) i mineralnog gnojiva NPK 17:8:9 (1200 kg/ha $^{-1}$) na razvoj fitoplanktona u dva ribnjaka. U ribnjacima se uzgajao šaranski mlađ od ličinke do dobi od tri mjeseca (ličinke: 250 000 ind.ha^{-1}) bez dodatne prihrane. U obje varijante gnojidbe razvile su se slične fitoplanktonske zajednice od 151 vrste pripadnika sistematskih odjela *Cyanophyta* (61), *Euglenophyta* (23), *Pyrrophyta* (1), *Chrysophyta* (47) i *Chlorophyta* (61). Cenotičku strukturu fitoplanktona u ribnjacima tretiranim kokošjim gnojem činila je 131 vrsta, a u ribnjacima gnojenim mineralnim gnojivom 105 vrsta. Prosječna količina fitoplanktona u ribnjacima gnojenim kokošjim gnojem iznosila je 0,9 x 10^{-6} ind. l^{-1} uz sezonsku dinamiku od 0,04 x 10^{6} ind. l^{-1} do 3 x 10^{6} ind. l^{-1}, dok u uvjetima mineralne gnojidbe 3 x 10^{6} ind. l^{-1}, uz sezonsku dinamiku od 0,04 x 10^{6} ind. l^{-1} do 5 x 10^{6} ind. l^{-1}. Veće brojčane vrijednosti ukupnog fitoplanktona pokazale su veći trofički učinak mineralnog gnojiva.

U istraživanju Fašaić i sur. (1994.) istražena je promjena kemijskog sastava vode u različito obrađenim ribnjacima za uzgoj konzumne ribe na ribnjačarstvu Draganić u 6 pokusnih ribnjaka. Prva varijanta bila je bez gnojidbe (2 pokusna ribnjaka), druga sa gnojidbom mineralnim gnojivom NPK (12:12:12) ukupne količine 900 kg/ha (2 pokusna ribnjaka). U prvoj i drugoj varijanti riba se prihranjivala pšenicom i kukuruzom, u varijanti tri riba se prihranjivala industrijskim briketima sa 18% bjelančevina bez primjene mineralnog gnojiva (2 pokusna ribnjaka). Nasad riba je u svim ribnjacima iznosio 3300 kom/ha. Utvrđene su određene promjene kemijskog sastava vode u svim pokusnim ribnjacima, najizraženije su bile u varijantama koja je gnojena mineralnim gnojivima i u varijanti u kojoj se riba prihranjivala industrijskim bjelančevinastim briketima.

Debeljak I Turk (1981) proveli su istraživanje na ribnjačarstvu Draganići u 2 grupe sa po 4 ribnjaka veličine 1000 m^2. U prvoj grupi, prva varijanta je bila bez gnojidbe, dok je druga bila sa mineralnim gnojivom NPK (17:8:9) sa količinom 700 kg/ha. Nasad ribe bio je 1500 kom/ha šarana, 150 kom/ha amura, 300 kom/ha tolstolobika, 400 kom/ha soma (ukupno: 2350 kom/ha). U drugoj grupi, prva varijanta bila je bez gnojidbe, a druga gnojena sa mineralnim gnojivom NPK (17:8:9) u količini od 700 kg/ha. Nasad je bio 2500 kom/ha šarana, 300 kom/ha amura, 600 kom/ha tolstolobika, 400 kom/ha soma (ukupno: 3800 kom/ha). U kvalitativnom sastava nađeno je ukupno 109 vrsta planktonskih algi, no nije uočena promjena kvalitativnog sastava djelovanja gnojiva. U ribnjacima uz primjenu mineralnih gnojiva došlo je do porasta prosječne sezonske brojnosti alga u odnosu na kontrolne negnojene ribnjake. U obadvije gnojene varijante utvrđeni su veći prosijeci riba, u grupi riba sa rjeđim nasadom prosječna

težina šarana se povećala za 37%, amura za 47%, a tolstolobika za 65%. Kod ribnjaka sa gušćim nasadom i većom gnojidbom prosječna težina šarana povećala se za 58 %, amura za 133%, a tolstolobika za 56%. Utvrđeno je pozitivno djelovanje gustoće nasada riba i primjene gnojiva na visinu proizvodnje.

U istraživanju kvalitativnog sastava fitoplanktona na ribnjačarstvu Jelas u različito gnojenim ribnjacima rastilišta (A, B, C) uzgajan je šaranski mlađ do dobi od 56 dana uz gustoću nasada 1 000 000 kom/ha. Rastilište A bilo je kontrolirano bez gnojidbe, rastilište B gnojilo se s ukupno 200 kg/ha NPK (15:15:15), a rastilište C gnojilo se ukupno 75 l/ha UAN-a i 75 kg/l NP (12:52). U kvalilativnom sastava fitoplanktona bile su ukupno utvrđene 93 vrste. Najveći broj vrsta fitoplanktona (66) utvrđen je u rastilištu koje je obrađeno sa UAN-om i NP, zatim u rastilištu koje nije gnojeno (60 vrsta), a najmanji broj u rastilištu gnojenim sa NPK. U svima trima rastilištima razvila se slična fitoplanktonska zajednica (Debeljak 1997).

1.2. Agrotehničke mjere

Jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera je isušivanje ribnjaka gdje se aeracijom tla vrši mineralizacija organskih tvari pomoću aerobnih procesa, uz stvaranje osnovnih hranjivih soli koje omogućuju razvoj mikroflore. Sušenjem tla smanjuje se aciditet i poboljšava struktura tla dna ribnjaka, koji je obično pokriven debelim slojem mulja. Presušeno i promrzlo tlo se razrahljuje i time se ubrzavaju kemijski i biološki procesi u ribnjaku. Boljim prosušivanjem dna ribnjaka poboljšavaju se biokemijski uvjeti te se ubrzano obnavlja fauna dna i plankton u vodi (Bojičić i sur. 1982.).

Mehanička obrada tla ovisi o karakteru primarnog zemljišta na kome je ribnjak izgrađen, tj. dali je to teško glineno tlo ili lakše pjeskovito zemljište, starost ribnjaka, tj. debljina mulja, kultiviranost ribnjaka, tj. dali je redovito čišćen od korova. U ribnjačarstvu se izbjegava prevrtanje tla kako se ne bi zatrpao sloj mulja bogat organskim materijalima i dovelo na površinu sterilno tlo. To se provodi kod ribnjaka sa teškim tlom i formiranim debelim slojem mulja oranjem. U drugim slučajevima provodi se tanjuranje kako bi se samo razbilo i usitnilo tlo. Biološku obradu tla vrše nasađene ribe u potrazi za hranom (Livojević i sur. 1967.).

Za nadvodnu i plivajuću floru upotrebljavaju se kemijska sredstva, među kojima su totalni i selektivni herbicidi. U većim dozama ta sredstva su štetna za ribe i vodene beskralježnjake. Kao mehaničku metodu primjenjuju se ručna košnja i košnja mehaničkom kosilicom (Livojević i sur. 1967.).

Dobroj pripremi ribnjaka doprinosi i vapnjenje, a u tu se svrhu koristi hidratno, živo ili klorno vapno. Tijekom ranog proljeća dno ribnjaka treba tretirati hidrantnim vapnom u količini od 2000 do 3000 kg/ha ili sa 500 kg/ha živog vapna. Na taj način ribnjaku se tijekom uzgojne sezone održava alkalitet vode na 2 do 3,5 mmol (Bogut i sur. 2006a.). Dezinfekcija ribnjaka ima višestruko higijensko značenje u smislu sprječavanja pojave i iskorjenjivanja bolesti riba te sanitacije. Vapno djeluje na mikroorganizme, tj. posjeduje baktericidno, virucidno, fungicidno te parazitocidno svojstvo (Asaj i sur. 1976.).

1.2.1. Gnojenje ribnjaka

Gnojenje ribnjaka predstavlja jednu od osnovnih agrotehničkih mjera kojom se direktnim uvođenjem mineralnih ili organskih materijala povećava sadržaj biogenih materija u ribnjaku koje predstavljaju osnovu za intenzivnu organsku produkciju te pomaže visokoj produktivnosti ribnjaka (Livojević i sur. 1967.). Krajnji učinak gnojidbe ribnjaka odvija se postupno, počevši od mikroorganizama koji organsku tvar razgrađuju do biogenih elemenata. Novonastale biogene tvari procesom asimilacije koriste jednostanične alge za izgradnju svoga tijela. Jednostaničnim algama hrane se zooplanktonski organizmi koji služe kao hrana ribama (Bogut i sur. 2006a.). U uzgajalištima konzumnih šarana, uz gusti nasad, cilj je gnojidbom postići veći prirast po jedinici površine (ha). Produktivni ribnjaci gnoje se tako da se sadržaj organske i mineralne tvari ne smanjuje. Maloproduktivni ribnjaci gnoje se relativno većim količinama gnojiva radi poboljšanja fizikalno-kemijskih čimbenika dna i vodenog stupca. Učinak gnojidbe u najvećoj mjeri ovisi o danim ekološkim uvjetima i o tehnologiji proizvodnje (Asaj, 2004.). Prilikom gnojidbe treba se uzeti u obzir da svojstva hranjive vode, tla ili klimatski uvjeti određuju količinu gnojiva. Osim toga, to ovisi i o količini ribljeg jata i ostalih vodenih organizama u vodi ribnjaka. Također, nije svejedno dali se gnoji ribnjak za mlađ ili za konzumnu ribu. U oba slučaja gnoji se drugim rasporedom i u različitim količinama. S obzirom na prirodna svojstva, općenito

se u bogatijim ribnjacima gnoji sa više od 400 do 600 kg na hektar prirodnog prirasta, mogu se dobro iskorištavati velike količine organskih i umjetnih gnojiva (Antal i Istvan, 1974.). Gnojiva se dijele na mineralna i organska. Mineralna gnojiva (vapno, superfosfat, KAN, UREA i kompleksna NPK gnojiva) stvaraju uvjete za autohtonu sintezu organskih materijala. Direktni utjecaj mineralnog gnojiva je razvitak mikroflore. Da bi se to postiglo važna je primjena agrotehničkih mjera, tj. košnje višeg vodenog bilja kako se unešeno gnojivo ne bi iskoristilo za njihov razvoj i dovelo do smanjenja produktivnosti ribnjaka. Indirektni utjecaj mineralnih gnojiva je razvitak organizama sa kojima se riba hrani (zooplankton, fauna bilja, fauna dna),a koji je vezan za intenzitet primarne biljne produkcije, bilo da se direktno ili indirektno , u vidu produkti pojedinih stadija raspadanja koristi za njihovu hranu (Livojević i sur., 1967.).

1.2.1.1. Organsko gnojivo

Organskim gnojivima se u ribnjak dovodi organska tvar radi obogaćivanja vode hranjivima i povećavanja njegove produktivnosti (Livojević i sur. 1974). Najveći udio dušika u prirodnom ribnjaku rezultat je aktivnosti mikroorganizama, bakterija, modrozelenih algi i nekih vrsta gljivica (tzv. azotofiksatori). U biomasi mikroorganizama dolazi dušik pretežno vezan na bjelančevine, a manjim dijelom na neke druge organske spojeve. Fosfor ulazi u građu velikog broja organskih spojeva koji su bitan sastojak žive tvari, a nalazi se u nukleinskim kiselinama, u složenim mastima, fosfolipidima, u kostima te mnogim fermentima (Bojčić i sur. 1982.).
Djelovanje organskih gnojiva složenije je od mineralnih. Organska gnojiva obogaćuju ribnjak osnovnim hranjivim solima koje nastaju mineralizacijom razgrađenih organskih tvari, iskorištavanje od strane autotrofnih biljaka kao kod mineralnih gnojiva. Neposredno ga koriste sitne vodene životinjice koje se hrane detritusom. Organska gnojiva posredno upotrebljavaju vodeni beskralježnjaci preko bakterija kojima se hrane, a čiji razvoj stimuliraju organska gnojiva. Organska gnojiva stvaraju koloidni mulj koji predstavlja akumulator hranjivih materija i stalnog snabdjevača vode tim hranjivim materijama. Organska gnojiva djeluju na produkciju CO_2 koji se većim dijelom upotrebljava od strane biljaka ili se nagomilava stvarajući kalcijev karbonat. Ovaj proces se svodi na gnojenje sa C ili CO_2, što je važno kod bujne asimilacije kada CO_2 pređe u minimum, a pH se naglo poveća, nekad do 9 i više. Organska gnojiva troše veliku količinu kisika te nepažljiva upotreba može dovesti do uginuća riba kao i organizama kojima se ona hrani. Neadekvatna upotreba organskih gnojiva može zaustaviti i pozitivne biotehničke procese koji se odvijaju u tlu ribnjaka (izvršiti blokade tla - mulja) (Livojević i sur. 1974.). Osnovna gnojidba organskim gnojivima iznosi do 1000 kg/ha (Bogut i sur. 2006a.).
Dopunska gnojidba organskim gnojivom provodi se svakih 15 dana tijekom uzgojne sezone. Ako se koriste suha gnojiva, tada se njihova razgradnja i utilizacija odvija prilično sporo. Nasuprot tomu, tekuća se gnojiva brzo razgrađuju i imaju znatno brži učinak. Osnovnom se gnojidbom potiče masovan razvoj fitoplanktonskih organizama, zooplanktonske zajednice ispašom vrlo brzo iskoriste fitoplankton, bakterioplankton i suspendirani detritus pa njihova brojnost vrlo brzo opada. Zbog toga se dopunska gnojidba mora provoditi kontinuirano tijekom cijele uzgojne sezone vodeći računa o kakvoći vode. Ako se šaran uzgaja u monokulturi, tada se iz ribnjaka iskorištava samo zooplankton, crvi i ličinke kukaca. U ekstremnim slučajevima zbog prevelike količine algi voda postaje zelena („cvjetanje algi“). Fitoplanktonski organizmi tijekom dana proizvode kisik, a noću ga troše što za posljedicu ima dnevno variranje koncentracije otopljenog kisika s mogućnošću da njegova razina pred svitanje dostigne kritičnu vrijednost za ribe („zijev“) i ostale hidrobionte. Takvo stanje potiče prekomjerna gnojidba, ali i nekontrolirana hranidba. Također prekomjernom gnojidbom nastaju anaerobnu razgradnju kojom nastaju metan, etan, amonijak i sumporovodik koji

rezultiraju uginućem riba. Za dopunsku gnojidbu koriste se organska gnojiva u količini od 100 do 200 kg.ha^{-1} (Bogut i sur. 2006a.).
Ribnjak se gnoji pri temperaturi vode od 20 i 26°C, dok se pri temperaturi vode ispod 20°C i iznad 28°C prestaje s gnojidbom (Petrinec 1995.).
Prednosti organskih gnojiva su ta što djeluju brzo, kompleksno, djelomično ga koriste životinjice koje služe ribama za ishranu, a djelomično ga ribe neposredno iskorištavaju uz hranidbu biljkama. Sadržavaju sve sastojke potrebne za život u ribnjaku, u pogodnim količinama su bezopasna za ribe, jeftina su ako se proizvode u blizini ribnjaka, a za njihovu upotrebu nije potrebna kemijska analiza. Negativne strane određenih organskih gnojiva su što npr. svinjsko sadrži veliku količinu vode, rukovanje i transport su nezdravi za radnike, a ako se daleko transportira, troškovi su veliki (Antal i Istvan 1974.).
Organska gnojiva koja se upotrebljavaju u ribnjačarstvu: gnojnica, stajsko gnojivo, gnoj peradi i zeleno gnojivo.
Gnojnica ostaje rastvorena u vodi ribnjaka i utiče na bujan razvitak zooplanktona. Najčešće se primjenjuje na rastilištima, gdje već kod male doze od 1 m^3/ha dolazi do vidljivog utjecaja. Može se primijeniti i na svim kategorijama ribnjaka ali u malim dozama utoku uzgojne sezone u ukupnoj količini od 15 m^3/ha (Livojević i sur. 1974.).
Stajsko gnojivo na slabo produktivnim ribnjacima pokazuju dobro djelovanje kod stvaranja koloidnog mulja i obogaćujući vodu hranjivim solima. Kvaliteta stajskog gnoja ovisi o više faktora: vrste životinje, kvalitete hrane, kvalitete prostirke, manipulacije (Livojević i sur. 1974.). Stajsko gnojivo sadrži 75% vode, 21% organske tvari i 4% mineralne tvari. Od organskih tvari sadrži pretežno dio neprobavljivih ugljikohidrata, dušik vezan kao amonijak, urea, nitratni, a vrlo malim dijelom kao bjelančevinasti. Biološka vrijednost stajskog gnojiva ovisi o razgrađenosti organske mase, što je ta razgrađenost veća, lakše će ga iskoristiti biljke i mikroorganizmi (Bojčić i sur. 1982.).
Gnoj peradi se najčešće koristi u ribnjačarstvu. Razlika između njega i krutog stajskog gnoja je ta što u gnoju peradi nema tekućih izmetina, a stelja je različita (ljuske suncokreta, piljevina).Gnoj peradi sadrži više biljnih hranjiva od krutog stajskog gnoja (Karlić 2015.).
Zelena gnojiva bogata su bjelančevinama. Zasijavanje se provodi prije upuštanja vode u ribnjak, a može se izvršiti i zaoravanjem zelene mase. Zelena krmna masa leguminoza sadrži oko 75% vode, 1% pepela, 0,7% dušika, 11% ekstrativnih ugljikohidrata i 7% sirovih vlakana. Bogata je ekstrativnim ugljikohidratima, a siromašna mineralnim tvarima. Da bi mikroorganizmi mogli iskoristiti tu zelenu masu, ona mora biti prethodno razgrađena. Ekstrativne se tvari (ugljikohidrati i bjelančevine) mogu neposredno iskoristiti, a bjelančevine nakon njihove razgradnje do aminokiselina, tj. mineralizacije. Celuloitičke bakterije mogu iskoristiti sirova vlakna i ugraditi ih u svoju biomasu (Bojčić i sur. 1982.).

1.3. Planktonski organizmi nastali gnojidbom

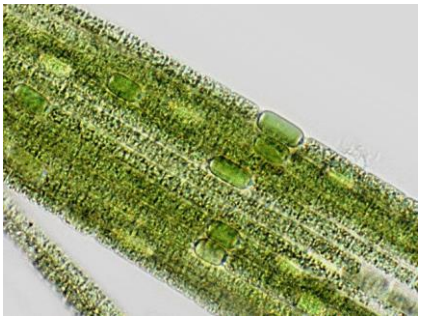
Planktonska zajednica sjedinjuje biljne (fitoplankton) i životinjske (zooplankton) organizme, koji žive u vodenom stupcu, u stanju lebdenja. Karakteristika planktonskih organizama je uglavnom potpuno nepostojanje organa za kretanje, ili njihova vrlo slaba razvijenost, tako da oni uglavnom služe za kretanje naprijed ili održavanje u vodenom stupcu. Međutim, planktonski se organizmi ne mogu suprotstaviti kretanju vode, nego se pasivno prenose strujanjem (Bojčić i sur. 1982.).

1.3.1. Fitoplankton

Fitoplankton čine autotrofni organizmi koji fotosintezom stvaraju organsku tvar. S tom osobinom u vezi je njihovo rasprostranjivanje. Naseljava fotosintetsku, trofogenu zonu svih voda. Veličina zone se razlikuje u pojedinim ekosistemima, a predstavlja sloj vode do kojeg dopire oko 1% ukupnog sunčevog sistema, koje padne na površinu vode. Dubina trofogenog sloja u pojedinim vodama iznosi od 1 do 150 m. Fitoplanktonski organizmi su jednostanični, žive zasebno, ili su združeni u kolonije različitog oblika. Razmnožavaju se diobom, rijetko spolno. Vrlo su brojni, od nekoliko tisuća do nekoliko milijuna ind/l. Povišenjem temperature u proljeće i povećanjem količine hranjivih soli u vodi, fitoplankton se razvija masovno, obično uz dominiranje jedne ili nekoliko vrsta (Bojčić i sur. 1982.). Fitoplankton raste ciklično, u određenim periodičnim razmacima. Prva masovnija pojava fitoplanktona odvija se u proljeće pojavom jačeg sunčeva osvjetljenja. Životni ciklus svake vrste ovisan je o dostupnim hranjivima, stupnju termalne stratifikacije, prisutnošću zooplanktona, međualgalnom kompeticijom i prisutnošću parazita. Da bi dohvatile izvore hranjivih tvari, neke vrste mogu se kretati plivanjem ili mijenjati gustoću stanica koja im omogućava da dohvate nove izvore hranjiva. Druge vrste rastu brzo ili se odjednom razmnože masovno, kako bi se održale uslijed hranjenja zooplanktona. Ishrana zooplanktona algama, odgađa vrijeme maksimalne gustoće algi i može promijeniti sastav vrsta u korist nekih kojima se ostale vrste u hranidbenoj niši ne hrane, kao što su modrozelene alge (Piria 2006.). Fitoplankton je osnovna karika u prirodnom prehrambenom lancu, a preko razvoja zooplanktona reflektira se na ribe (Debeljak i Dražić 2000.).

1.3.1.1. *Cyanobacteria* (*Cyanophyceae*)- modrozelene alge

Cyanobacteria ima velik utjecaj na kvalitetu voda, odgovorni su za pojavu „cvjetanja ili vodnog cvijeta“, odnosno pojava ekstremno velike gustoće stanica ovih organizama što je karakteristično za eutrofne i hipertrofne vode. Promjer ovih organizama je od 1 µm do nekoliko 100 µm, oblika od jednostavnih kuglastih do složeno razgranatih struktura. Od specijaliziranih stanica sadrže akinete (trajne stanice pomoću kojih mogu preživjeti nepovoljne uvjete) i heterociste (mjesto fiksacije dušika). Vrste *Aphanizomenon flos-aquae* (Slika 1) i *Anabaena* (Slika 2) tvore nitaste ili filamentozne tvorevine u galertastim naslagama sastavljene od niza stanica trihoma. Na razvoj vodenog cvijeta utječe količina ribljeg fonda (mala biomasa riba) i koncentracija nutrienata (niska vrijednost ukupnog dušika i fosfora). *Rivularia* ima trihome diferencirane na bazu i vršak koji prelazi u tanki bičasti nastavak. *Mycrocystis aeruginosa* ima stanice koje obavija galertasta sluz koja se udružuje u nepravilne kolonije u kojoj sluz tvori 75-98% volumena. Ovi organizmi su zbog galertastih naslaga i produkcije toksina teško probavljivi za herbivorne konzumente. *Cyanobacteria* su izvrsni kompetitori za svjetlo (fikobilin-pigment koji apsorbira sunčevu svjetlost) (Bogut i sur. 2006b.).



Slika 1 *Aphanizomenon flos-aquae.*
(https://alchetron.com/Aphanizomenon-flos-aquae)

Slika 2 *Anabaena.*
(https://alchetron.com/Anabaena)

1.3.1.2. *Chrysophyceae*- zlatnosmeđe alge

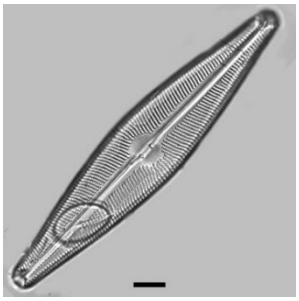
Chrysophyceae čine žuto-zelene i žuto-smeđe alge, koje žive pojedinačno ili su združene u galertaste kolonije nitastog ili razgranjenog oblika. Njihove stanice imaju ili nemaju bič. Vrlo su rasprostranjene u svim tipovima vode. U ovaj odjel spadaju i diatomeje ili alge kremenjašice koje su vrlo rasprostranjene. U pojedino godišnje doba, obično zimi i u proljeće čine glavni dio fitobiomase, a mogu izazvati i „cvjetanje" vode (Bojčić i sur. 1982.). Česte su velike kolonijalne alge roda *Synura* (Slika 3)*, Uroglena* (Slika 4)*, Dinobryon* (Bogut i sur. 2006b).

Slika 3 *Synura.*
(http://protist.i.hosei.
/Heterokontophyta/Uroglena/index.html)

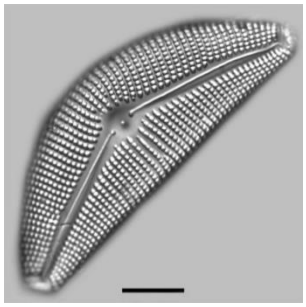
Slika 4 *Uroglena.*
(https://fineartamerica.com/featured
/synura-golden-algae-marek-mis.html)

1.3.1.3. *Bacillariophyceae* (*Diatomeae*)

Bacillariophyceae imaju stanični ovoj koji se sastoji od zatvorene pektinske membrane na koju je nataložen silikatni oklop. Vrste koje žive u kopnenim vodama mogu djelomično mjesecima ostati izvan vode a da ne izgube svoje životne osobine. One mogu plaziti po supstratu, biti pričvršćene za podlogu ili lebdjeti u planktonu. Dominantne su u planktonskoj zajednici jezera koje imaju veće vrijednosti pH. U kopnenim su vodama česte vrste *Melosira , Asterionella , Navicula* (Slika 5)*, Cymbella* (Slika 6)*, Fragilaria, Coscinodiscus, Gomphonema* (Bogut i sur. 2006b).



Slika 5 *Navicula.*
(https://diatoms.org/genera/navicula)

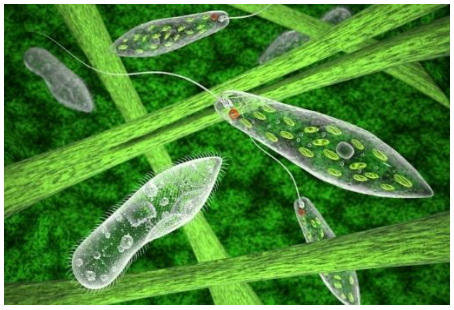


Slika 6 *Cymbella.*
(https://diatoms.org/genera/cymbella)

1.3.1.4. *Euglenophyta*

Euglenophyta su jednostanične alge, najčešće žive pojedinačno. Na jednom kraju tijela nose jedan ili više bičeva, kojima se pokreću. Zelene su boje i često stvaraju vodeni cvijet. Česte vrste su *Phacus* (Slika 7) i *Euglena* (Slika 8) (Livojević i sur. 1967.).

Slika 7 *Phacus.*
(https://alchetron.com/Phacus)

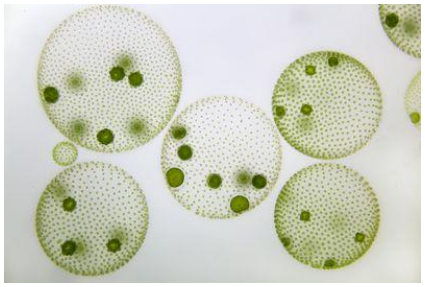


Slika 8 *Euglena.*
(https://www.outhernbiological.com/introduct)

1.3.1.5. *Chlorophyceae*

Chlorophyceae su zelene alge u kojih je fotosintetski pigment lokaliziran u kromatoforima, zelene boje. Žive pojedinačno ili združeni u kolonije. Naseljavaju sve tipove voda. Iako su pojedine vrste rijetko masovno razvijene, ukupni broj vrsta ovih algi u vodama je velik. U pravilu plankton zelenih alga je najbrojnije razvijen u kasno proljeće i ranu jesen, ali ta periodičnost nije uvijek izražena, naročito ne u šaranskim ribnjacima (Bojčić i sur. 1982.). Rasprostranjene su u kopnenim, brakičnim vodama i moru, a većina ih živi u planktonu i bentosu kopnenih voda. Planktonske alge u kopnenim vodama najčešće pripadaju redi *Volvocales*, *Chlamydomonas, Sphaerocystis, Eudorina* (Slika 9)*, Volvox* (Slika 10) (Bogut i sur. 2006b.).

Slika 9 *Eudorina.*
(https://www.inaturalist.org/guide)



Slika 10 *Volvox.*
(https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Volvox)

1.3.2. Zooplankton

Zooplankton se sastoji od različitih organizama, jednostaničnih praživotinja do različitih krupnih formi račića. U zooplankton spadaju i razvojni stadiji različitih crva, moluska, viših rakova i riba, koji u odraslom stadiju života pripadaju nektonu ili bentosu. Veliki broj pripadnika zooplanktona hrani se fitoplanktonom, naročito nanoplankton i bakterijama, dok s druge strane služi direktno kao hrana ribama, u svim stadijima života (Bojčić i sur. 1982.). Predstavnici zooplanktona ribnjaka su *Protozoa, Rotatoria, Cladocera i Copepoda.* Zooplankton ribnjaka karakteriziraju smjena vrsta tijekom uzgojne sezone pod utjecajem fizikalnih i kemijskih čimbenika i promjene hranidbenih uvjeta. Razvoj zooplanktona najintenzivniji je u obalnom području ribnjaka i oko umjereno razvijenih makrofita, dok je u otvorenoj vodi posebno većih ribnjaka malobrojan (Asaj 2004.). Organizmi jednostavne građe, jednočelijski organizmi ili krupniji, oko 10 mm. Značajni su kao prirodna hrana ribama. U zooplankton se ubrajaju razvojni stadiji različitih crva, mekušaca i viših rakova (Mikavica 2018.).

1.3.2.1. *Protista* (praživotinje)

Praživotinje se mogu pronaći u svim vodenim ekosustavima, neki su autotrofi a neki heterotrofi. Autotrofni bičaši iskorištavaju kao izvor energije Sunčevo svjetlo. Pomoću određenih pigmenata vežu svjetlosnu energiju za plastide i na taj način mogu iz ugljične kiseline i vode sintetizirati ugljikohidrate, te od njih uz određene spojeve u vodi (dušik i fosfor) sintetizirati bjelančevine i masti. Heterotrofi uzimaju organske tvari iz okoline. Trepetiljkaši mogu dominirati u zooplanktonskoj zajednici, brojnost im je veća u vrlo plitkim jezerima ili u dubljim slojevima u uvjetima anaerobije. Kreću se brzo, a hrane bakterijama, algama, česticama detritusa te drugim praživotinjama. U oligotrofnim i eurotrofnim jezerima česta je *Difflugia,* u zoni bentosa *Loxodes,* u barama i lagano tekućim vodama koje imaju dosta bakterija *Discophrya pyriformis* (Bogut i sur. 2006b).

1.3.2.2. *Rotatoria* (kolnjaci)

Rotatoria su obli crvi, najrasprostranjenija i raznovrsna skupna životinja. Veličine od 40 do 400 mikrona, mogu biti i 1 mm. Tijelo im je različita oblika, prekriveno čvrstim oklopom (Livojević i sur. 1967.). Imaju važnu ulogu u kruženju tvari i protoku energije te čine više od 50% zooplanktona. Hrane se bakterijama, detritusom i nanoplanktonom. U oligotrofnim jezerima nalazimo *Synchatea oblonga, S. tremula, Polyarthra,..* Eutofne vode sadrže iste vrste ali s većom brojnošću jedinki po litri: *Trichocerca* (Slika 11)*, Euchlanis dilatata* (Slika 12)*, Pompolyx sulcata, Keratella quadrata,..*(Bogut i sur. 2006b.).

Slika 11 *Trichocerca.*
(https://eol.org/pages/43209)

Slika 12 *Euchlanis dilatata.*
(https://www.backyardnature.net/n/x/rotifer1.htm)

1.3.2.3. *Cladocera* (rašljoticalci)

Cladoceru čine maleni račići, dugački svega nekoliko milimetra. Važan su izvor hrane za ribe. Najrasprostranjeniji su roda *Daphnia* (Slika 13)*,* a česte vrste su još *Bosmina* (Slika 14), a u kopnenim vodama je poznato 17 vrsta. Prema funkcionalnom tipu ishrane vrsta *Bosmina* je mikrofiltrator-sedimentator, a hrani se suspenzijom organskog detritusa i nanofitoplanktonom (Bogut i sur. 2006b).

Slika 13 *Daphnia.*
(https://www.sciencephoto.com/media)

Slika 14 *Bosmina.*
(http://people.cst.cmich.edu/mcnau1as/zooplankton%20web/bosmina/bosmina.html)

1.3.2.4. *Copepoda* (veslonošci)

Copepoda su rakovi na čijem se tijelu ističu ticala na kojima su osjetilne dlačice. U kopnenim vodama često su vrste *Calanidae* i *Diaptomidae*, hrane se algama većih dimenzija i u kompeticiji su s drugim zooplanktonskim herbivornim vrstama. Iz skupine viših rakova u kopnenim vodama nalazimo predstavnike rodova *Gammarus* (Slika 15)*, Mysis* (Slika 16)*, Palaemonias, Astacus, Cambarus* (Bogut i sur. 2006b.).

Slika 15 *Gammarus.*
(https://alchetron.com/Gammarus-pulex)

Slika 16 *Mysis.*
(https://www.algaebarn.com/blog/beginners/a-)

2. Materijali i metode

2.1. Područje istraživanja - Ribnjak 1961, Siščani

Ribnjak 1961 (Slika 17) je privatno poduzeće osnovano 1999. g., koje se nalazi u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, na prometnom pravcu Bjelovar-Čazma-Zagreb. Tvrtka posjeduje povlasticu za akvakulturu i za ribnjake u Siščanima i za ribnjake u Štefanju tako da se proizvodnja odvija na 671 ha. Ribnjak 1961 i ribnjaci u Štefanju povezuje isti vodni sliv, kanal Batinovac i kanal Vagovina. Ribnjaci su povezani sa rijekom Česmom, a napajaju se najvećim dijelom oborinskim vodama, glavni kanali i potoci napajanja su: Vagovina, Batinovac te potok Šokot.

Slika 17 Ribnjak 1961.
(autor: Jurica Bošnjak)

2.2. Agrotehničke mjere

Na Ribnjaku 1961 provodila se košnja vodenog bilja sa čamcem za podvodnu košnju na svim ribnjacima u proljeće i tijekom ljetnih mjeseci. Na zimovnicima se provodila košnja ručnom kosom. Nakon svakog izlova ribnjaci su se sušili i vapnili (1000 kg/ha) tako da se zatanjura, vapno se također koristili u proljetnom vapnjenju, a tijekom ljetnih mjeseci se koristi vapno radi poboljšanja kisika. Objekti za uzgoj jednogodišnje mlađi tijekom zimskih mjeseci su na suhom, kako bi se tlo smrznulo i tako uništili uzročnici raznih bolesti. Završna priprema objekata počinje 2 tjedna prije očekivanog nasada ličinki. Priprema mladičnjaka temelji se na stvaranju uvjeta za što bolji razvoj prirodne hrane koja je nezamjenjiva za ličinke i mladunce. Prvo se tanjuraju, zatim vapne sa hidratnim vapnom (2000-3000 kg/ha). Prije upuštanja vode, uz obalu se ravnomjerno rasporedi zreo kokošji gnoj bez stelje (400-550 kg/ha). Gnojidba ribnjaka vrši se pri temperaturi vode od 20 - 26 ^{o}C. Po potrebi se izvršava selektivno tretiranje vode nekim od insekticida (obavlja osposobljeno osoblje s odgovarajućom zaštitnom opremom). Kod proizvodnje dvogodišnje mlađi ribnjaci se tretiraju s vapnom u svrhu dezinfekcije, poboljšanja kvalitete tla i stabilne kemijske reakcije vode, tj. regulira se pH vode, osigurava kalcij, potpomaže razgradnja i mineralizacija organskog materijala. Tijekom proizvodnog ciklusa, u ljetnim mjesecima česta pojava je nestašica kisika, tada se voda aerira pomoću aeratora (okruglih i lopatičastih), pomoću traktorskih pumpi velikih protočnih moći. Kod ribolova konzumna riba se stavlja u zimovnike koji se prije stavljanja ribe čiste od mulja i vegetacije te temeljito dezinficiraju. Tijekom ribolova izvršavaju se kratkotrajne kupke za

vrijeme transporta (profilaktički ili se koriste za odstranjivanje ektoparazita). Redovito se vrši dezinfekcija opreme, pribora, strojeva, prikolica i kamiona za transport ribe.

2.3. Priprema ribnjaka za upuštanje ličinki

Objekti za upuštanje ličinki mladičnjak B-2 (2 ha), B-3 (2 ha) i E-1 (4 ha) tijekom zimskih mjeseci su bili suhi kako bi se tlo smrznulo (Slika 18) i tako uništilo uzročnike raznih bolesti. Završna priprema objekata počinje 2 tjedna (u razdoblju od 30.04 do 20.05.2021.g.) prije očekivanog nasada ličinki. Priprema mladičnjaka temelji se na stvaranju uvjeta za što bolji razvoj prirodne hrane koja je nezamjenjiva za ličinke i mladunce. Prvo su se ribnjaci vapnili (Slika 19), B-2 sa 2250 kg hidratnog vapna (1125 kg/ha), B-3 sa 2350 kg hidratnog vapna (1175 kg/ha) i E-1 4500 kg hidratnog vapna (1125 kg/ha), zatim se provodilo tanjuranje i oranje (Slika 20) objekata te ponovno vapnjenje nakon tanjuranja u količinama od B-2 1925 kg (962,5 kg/ha), B-3 2075 kg (1037 kg/ha) i E-1 3500 kg (875 kg/ha). Vapno se stavljalo prema potrebi po objektu te je ukupno bilo stavljeno na B-2 4175 kg hidratnog vapna (2087,5 kg/ha), B-3 4425 kg (2212,5 kg/ha) i E-1 8000 (2000 kg/ha). Prije upuštanja vode u ribnjacima postavili su se drveni indikatori lokacije - pike, ukupno 12 kom po ribnjaku tako da se rasporede na dvije strane a postavljaju se tako da se na svakih 20 m stavi jedna pika. Oko svake pike stavljala se linija kokošjeg gnoja (Slika 21,22) bez stelje na razmak od metar i pol od pike kako ne bi došlo do gušenja ličinki od amonijaka. Ukupno je bilo stavljeno na mladičnjak B-2 550 kg/ha, B-3 450 kg/ha i E-1 430 kg/ha. Te pike kasnije služe kao hranidbena mjesta. Nakon što se izvršila gnojidba, počinje upuštanje vode u ribnjake. Punjenje ribnjaka vodom vrši se preko sistema uređaja za sprječavanje ulaska štetnih tvari i organizama. Punjenje se vršilo preko planktonskih vreća postavljenih na upust ribnjaka. Kada su se ribnjaci napunili do nivoa od 80 cm, u ribnjak su se položile ličinke u količini od 500 000 kom/ha (B-2 1 000 000 kom, B-3 1 000 000 kom i E-1 2 000 000 kom). Osmodnevne ličinke su bile dopremljene iz Ribnjačarstva Končanica (27.05.2021.g.), a upuštale su se tako da su se vreće sa ličinkama položile pored pika (Slika 23) te su stajale u vodi pola sata kako bi se izjednačile temperature vode u vreći i u ribnjaku, kako bi se izbjegao temperaturni šok. Prvih 8 dana u ribnjake se vršila dodatna gnojidba razmućenim kokošjim gnojem u količini od 30 kg, a nakon 8 dana počinje se sa dodatnom hranidbom (SP 34,0%; SM 12,0%) od 2-4 kg uz postepeno punjenje vodom do 2 m dubine.

Slika 18 Smrznuto tlo ribnjaka.

Slika 19 Povapnjeni ribnjak.

Slika 20 Oranje ribnjaka.

Slika 21 Gnojenje ribnjaka.

Slika 22 Linija gnoja.

Slika 23 Vreće sa ličinkama.

2.4. Fizikalno-kemijski parametari ribnjaka

Mjerenja fizikalno-kemijskih pokazatelja provedena su u period od 22.05 do 02.07.2021.g. Temperatura vode i kisik mjereni su oksimetrom (HANNA) na pokusnim ribnjacima svaki dan pred jutro (kada je koncentracija najniža). Kemijske analize pH, količina i zasičenost O_2, slobodni CO_2, amonijak (NH_3), utrošak $KMnO_4$ te m-alkalitet prema protokolu (APHA 2012) odredio se u Institut Ruđer Bošković u Zagrebu referentnim metodama.

2.5. Analiza planktona

Proizvodnja prirodne hrane pratila se kvantitativnim i kvalitativnim pregledom fito i zooplanktonskih zajednica tako da su se uzorci planktona uzimali svaki drugi dan potegom planktonske mreže (ø30 µm) (slika 24) uvijek sa istog mjesta. Mrežica se bacala na što veću udaljenost od obale te vukla tri puta na različitoj dubini; odmah ispod površine, malo dublje dok je treći put potonula da vizualno nije vidljiva s površine. Na dnu planktonske mrežice nalazi se spremnik u kojem se koncentrira uzorak. Sakupljeni materijal odmah se fiksirao 3-4%

formalinom, te naknadno determinirao u fiksiranom stanju. Planktoni su se pregledavali sa predmetnog stakalca svjetlosnim mikroskopom (PZO WARSZAWA 17248 1,5x). Fito i zooplanktonski organizmi determinirani su uz pomoć ključeva za determinaciju i dostupne literature (Piria 2006, Bojčić 1982, Livojević 1967, Bogut i sur. 2006.), a brojčano stanje procijenjeno je uz pomoć vrijednosti od 1-5 (slika 25).

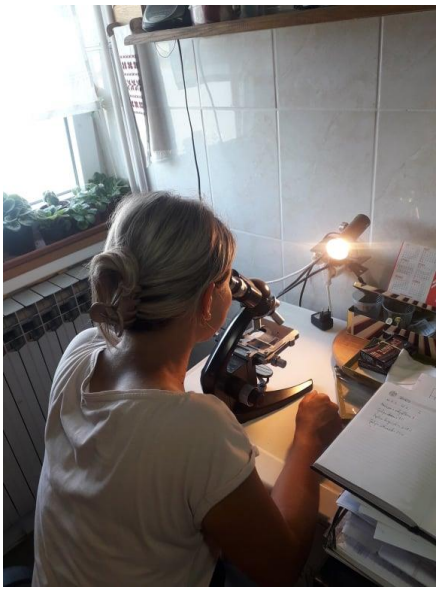
Procjena vrste i količine planktona:
Fitoplankton (1-5):

1- Proziran uzorak
2- Malo obojan uzorak
3- Srednje obojan uzorak
4- Više obojan uzorak
5- Obojan uzorak

Zooplankton (1-5):

1- Malo planktona (prisutne većinom male vrste)
2- Malo planktona (prisutne male i srednje vrste)
3- Dosta planktona (prisutni planktoni srednje veličine, malo malih i velikih vrsta)
4- Dosta planktona (prisutni srednji i veliki)
5- Puno velikog zoplanktona

Slika 24 Planktonska mreža.



Slika 25 Pregled planktona.

2.6. Masa i totalna dužina mjesečnjaka

TL i W mjesečnjaka se mjerila krojačkim metrom odnosno kuhinjskom vagom (Slike 26 i 27) a ukupno su napravljena 3 mjerenja. Prvo mjerenje TL i W napravljeno je 22-og dana od upuštanja ličinki (18.06.), drugo mjerenje 32-og dana (28.06.) i treće mjerenje napravljeno je 36-og dana (02.07.). Na svakom pokusnom ribolovu izmjereno je i izvagano po 20 jedinki.

Slika 26 Totalna dužina.

Slika 27 Prosječna masa.

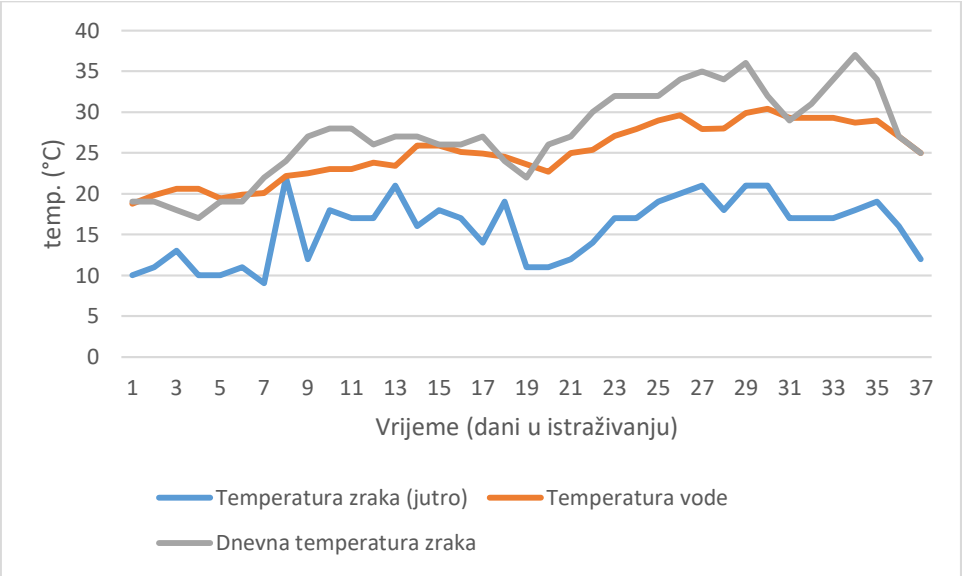
2.7. Hranidba ličinki

Nakon upuštanja ličinki, prvih 8 dana u ribnjake se vršila dodatna gnojidba razmućenim kokošjim gnojem (30 kg) tako da se gnoj stavljao ravnomjerno uz obalu. Dvanaestog dana starosti riblje mlađi počelo se sa dodatnom hranidbom kompletnom hranom za šarane (Garant, Aqua classic 2,5 mm; SP 34,0%, SM 12,0%, SV 3,0%, Spep 8,0%, Ca 1,30%, Na 0,25%, P 1,30%) prethodno usitnjene te se davala razmućena sa vodom uz obalu mladičnjaka u količini od 2-3 kg uz postepeno povećavanje. Osamnaestog dana od upuštanja ličinaka kompletna hrana počinje se miješati sa brašnom u omjeru kompletna hrana: brašno 4:1 te se postavljaju hranilice uz pike koje su prethodno postavljene za gnojidbu. Dnevna doza hrane određivala se na osnovu fizikalno-kemijskih parametara kvalitete vode i količine prirodne hrane. Dvadesetog dana od upuštanja ličinke, uz kompletnu smjesu sa brašnom (razrijeđenom sa vodom), počinje im se davati tijesto na drvene hranilice (20 cm ispod površine vode) kako bi se ličinke počele privikavati na hranilice. Dvadeset i drugog dana od upuštanja ličinki prestaje se sa smjesom u tekućem stanju uz obalu i počinje se ličinkama davati tijesto samo na hranilice koje se pomiču na (40 cm ispod površine vode). Trideset i šesti dan od upuštanja ličinki počela se dodatna hranidba sa pšenicom uz kompletnu smjesu pomiješanu sa brašnom

3. Rezultati

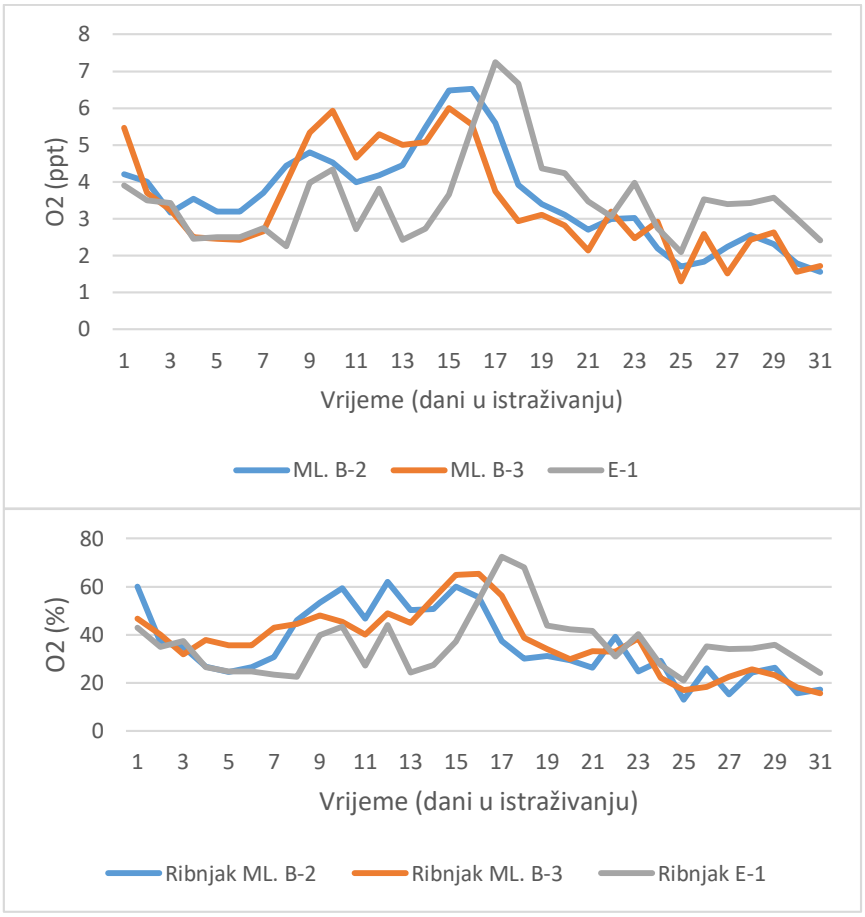
3.1. Fizikalno-kemijski parametri

U razdoblju istraživanja od 27.05 do 02.07. 2021. godine najniža temperatura vode iznosila je 18,8 °C, a najviša 30,4°C, dok je ukupna prosječna temperatura vode iznosila 25,06°C. Jutarnja temperatura zraka kretala se od 9 do 21°C, a prosječna jutarnja temperatura iznosila je 15,75°C. Najniža dnevna temperatura iznosila je 17°C, a najviša 37°C, dok je prosječna dnevna temperatura za vrijeme istraživanja iznosila 27,35°C. Na grafikonu 1 su prikazani rezultati mjerenja dnevnih temperatura zraka i vode tijekom istraživanja (37 dana).



Grafikon 1 Dnevne temperature zraka i vode tijekom istraživanja (37 dana).

Prosječna količina kisika na Ml.B-2 iznosila je 3,43 ± 1,412 (35,75 ± 14,705%), najniži kisik iznosio je 1,29 ppt (12,9%), a najviši 6 ppt (62%). Na mladičnjaku ML. B-3 prosječna količina kisika iznosila je 3,57 ± 1,320 ppt (37,15 ± 13,327%), najmanja količina kisika iznosila je 1,56 ppt (15,6%), a najviša 6,52 ppt (65,3%). Prosječna količina kisika na E-1 iznosila je 3,53 ± 1,189 ppt (35,99 ± 12,274%), najmanja količina kisika iznosila je 2,1 ppt (21%), a najviša 7,25 ppt (72,5%). Na grafikonu 2 su prikazani rezultati mjerenja dnevne količine kisika (ppt/%) na mladičnjacima B-2, B-3 i E-1 tijekom istraživanju (31 dan).



Grafikon 2 Dnevne količine i zasićenost kisika (ppt/%) na mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Tablica 1. Ostali kemijski parametri mladičnjaka B-2, B-3 i E-1

POSTAJA	pH	Slobodni CO_2 mg/l	Amonijak (NH_3) mg/l	Utrošak $KMnO_4$ mg/l	m-alkalitet
B-2	8,48	28,16	<0,001	8,53	4,45
B-3	8,76	19,36	<0,001	6,32	3,26
E-1	7,84	24,64	<0,001	11,06	2,37

3.2. Dinamika i sastav fito i zooplanktona

3.2.1. Zooplankton

U istraživanju je utvrđeno 28 vrsta zooplanktona iz skupina *Rotatoria, Cladocera i Copepoda*. Kod skupine *Rotatoria* tj. kolnjaka, pronađeno je 15 vrsta: *Trichocera quadridentata, Brachionus caudatus, Brachionus angularis, Brachionus calyciflorus, Brachionus capsuliflorus, Filinia longiseta, Notholca striata, Keratella aculeata, Keratella quadrata, Proales wereckii, Nothommata aurita, Synchaeta pectinata, Asplancha priodonta, Diurella stylata, Monommata longiseta*. Kod skupine *Cladocera*, tj. rašljoticalca pronađeno je 7 vrsta: *Bosmina longirostris, Daphnia longispinia, Daphnia magna, Daphnia longispinia hyalina, Diaphansoma, Monia, Sida crystallina*. Kod skupine *Copepoda*, tj. veslonožaca pronađeno je 6 vrsta: *Nauplius, Cyclops streenus, Cyclops oithonoides, Cyclops leuckartii, Diaptomus graciloides, Calanoida copepoda.*

Slika 28 *Daphnia longispina hyalina.*

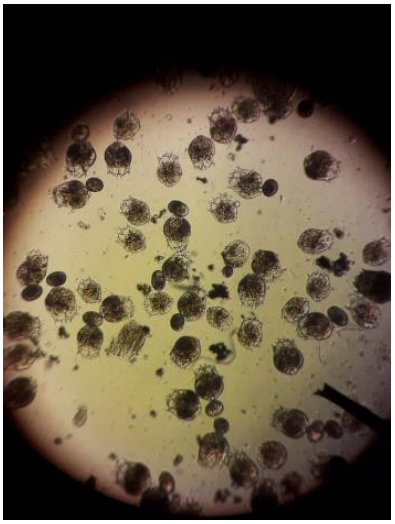
Slika 29 *Nauplius.*

Slika 30 *Diaptomus graciloides*.

Slika 31 *Keratella aculeata.*

Slika 32 *Filinia longiseta.*

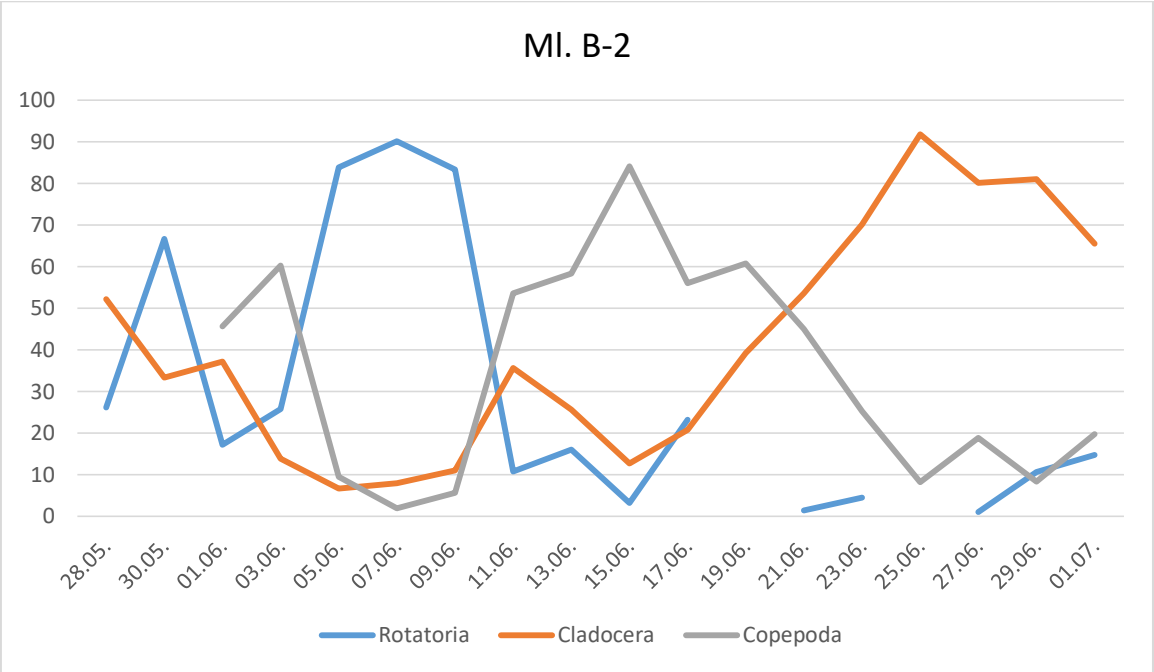
Slika 33 *Diaphansoma.*



Slika 34 *Notholca striata.*

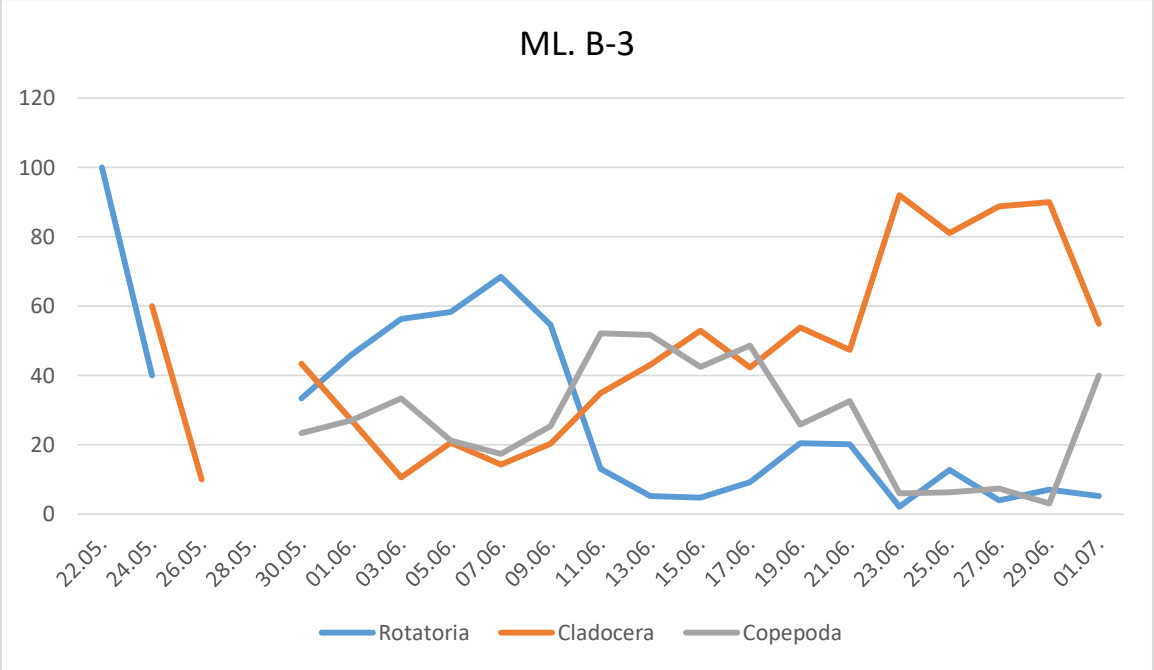
Slika 35 *Cyclops oithonoides.*

3.2.1.1. Prisutnost zooplanktona na mladičnjacima



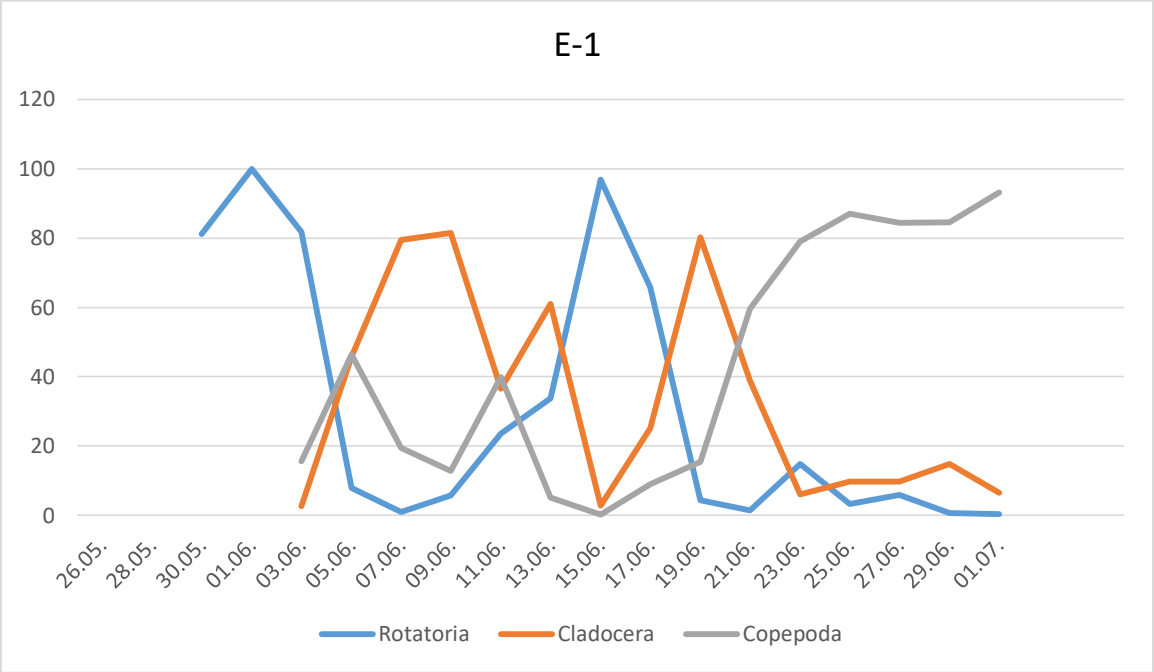
Grafikon 3. Prisutnost zooplanktona na mladičnjaku B-2.

Na Ml. B-2 na početku istraživanja najzastupljenija je bila skupina *Rotatoria,* dok sredinom lipnja njezina prisutnost pada, te počinje rasti prisutnost skupine *Cladocera*, dok je skupine *Copepoda* bilo najviše sredinom lipnja, nakon čega se njezina prisutnost smanjuje (Grafikon 3.).



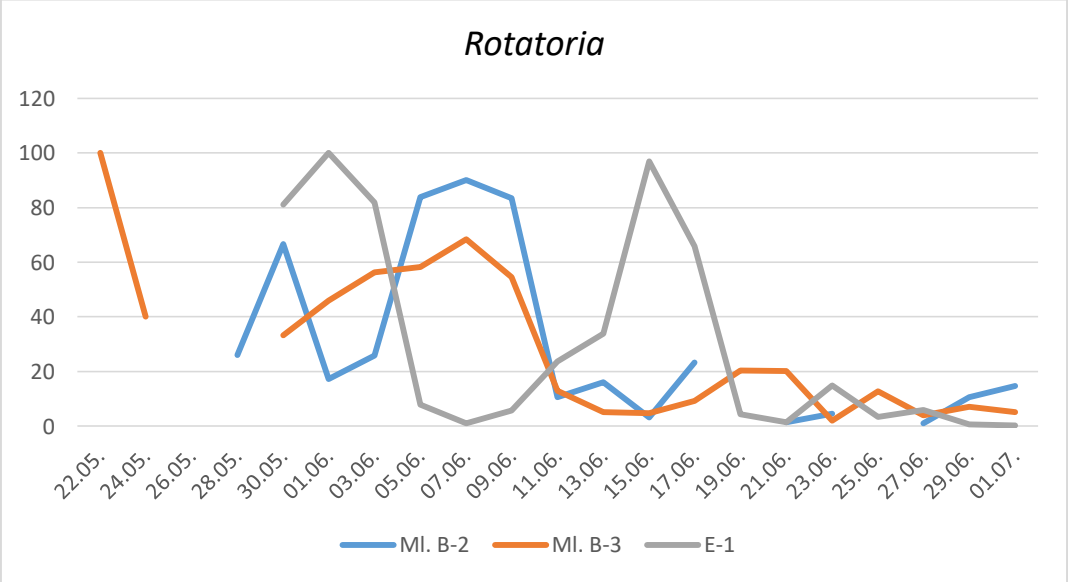
Grafikon 4 Prisutnost zooplanktona na mladičnjaku B-3.

Na Ml. B-3 na početku istraživanja najzastupljenija je bila *Rotatoria* koja počinje padati sredinom lipnja, kada skupina Cladocera počinje rasti i prevladavati, dok je skupina Copepoda slabije prisutna sa najvišom prisutnosti sredinom lipnja (Grafikon 4.).



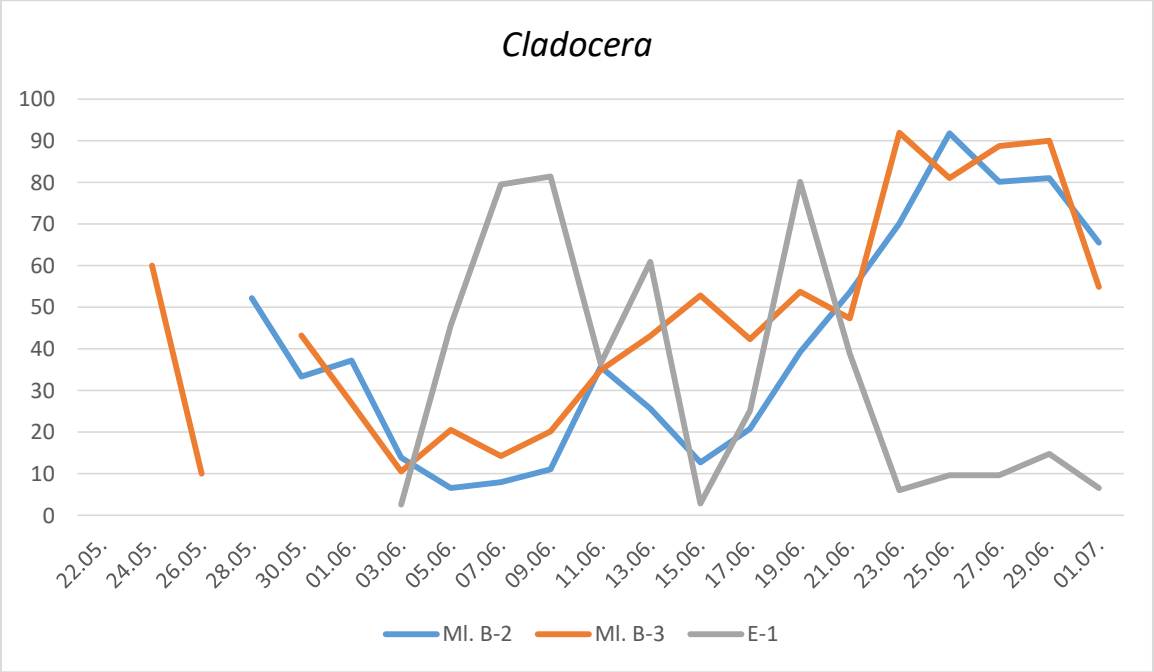
Grafikon 5 Prisutnost zooplanktona na mladičnjaku E-1.

Na početku istraživanja najzastupljenija je skupina *Rotatoria* nakon čega njena prisutnost naglo pada i povećava se prisutnost skupine *Cladocera* koja sredinom lipnja pada kada ponovno raste prisutnost *Rotatoria* koja već kraje lipnja pada te tada ponovno raste prisutnost *Cladocera*. Skupina *Copepoda* na početku istraživanja vrlo je malo zastupljena, no krajem lipnja njena prisutnost naglo raste (Grafikon 5.).



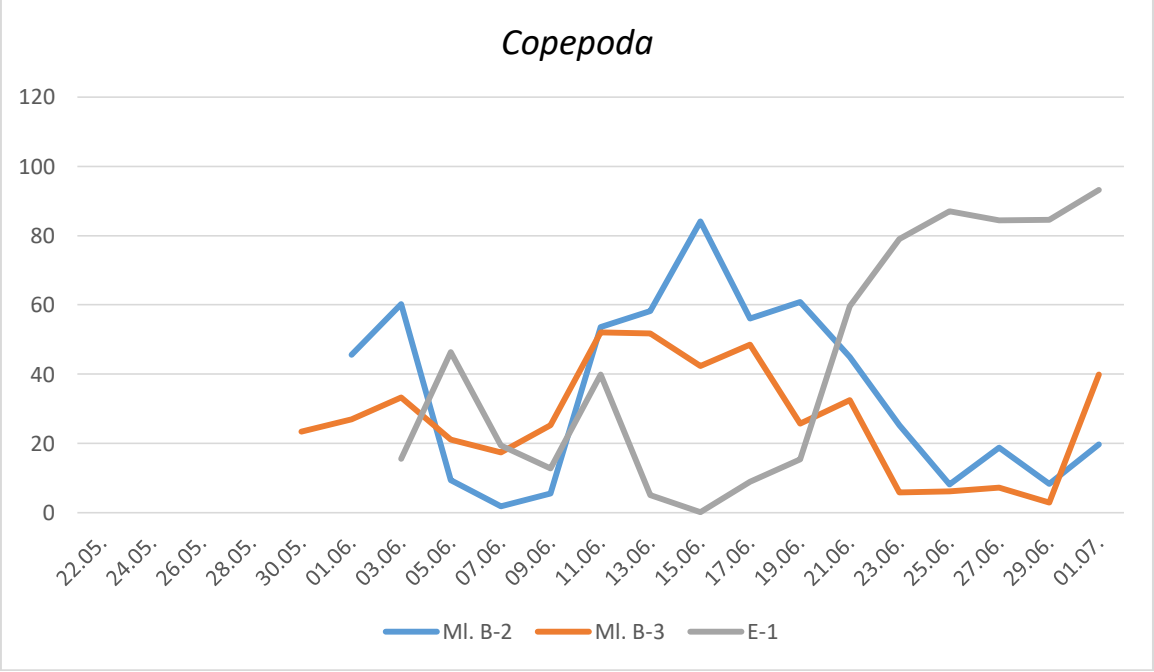
Grafikon 6 Prisutnost skupine *Rotatoria* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najviše skupina *Rotatorie* zabilježeno je na mladičnjaku B-2, zatim na E-1 i najmanje na B-3 (Grafikon 6.).



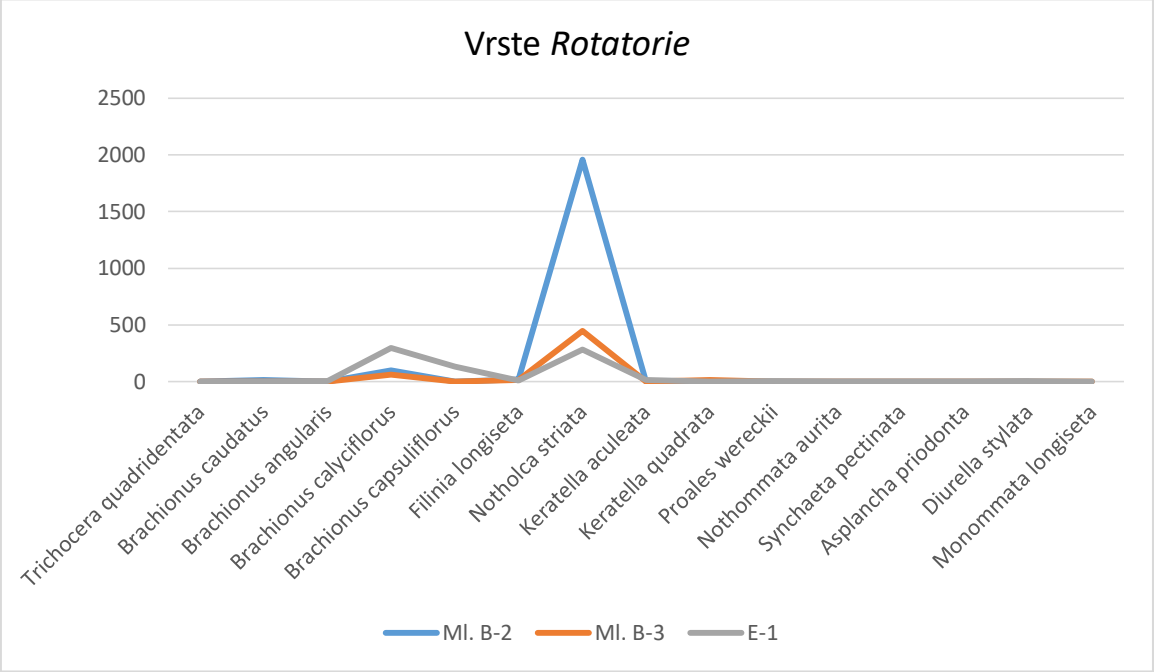
Grafikon 7 Prisutnost skupine *Cladocera* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najviše skupine *Cladocere* zabilježeno je na mladičnjaku B-3, zatim na B-2 i najmanje na E-1 (Grafikon 7).



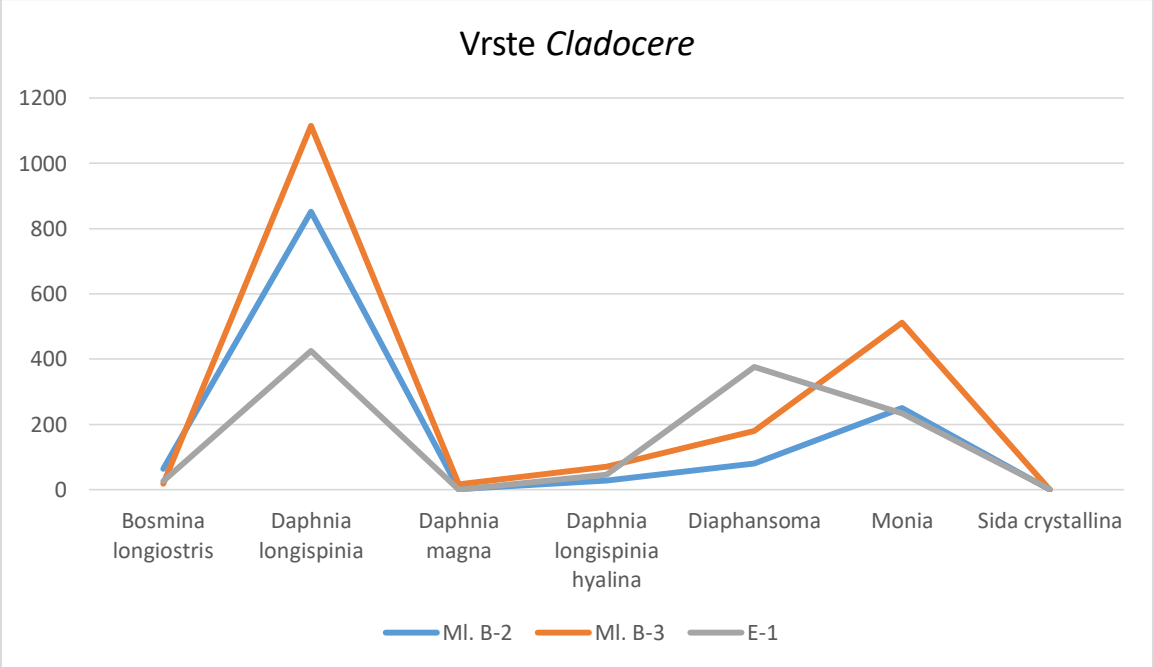
Grafikon 8 Prisutnost skupine *Copepoda* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najviše skupine *Copepoda* zabilježeno je na E-1, zatim na B-2, a najmanje na B-3 (Grafikon 8).



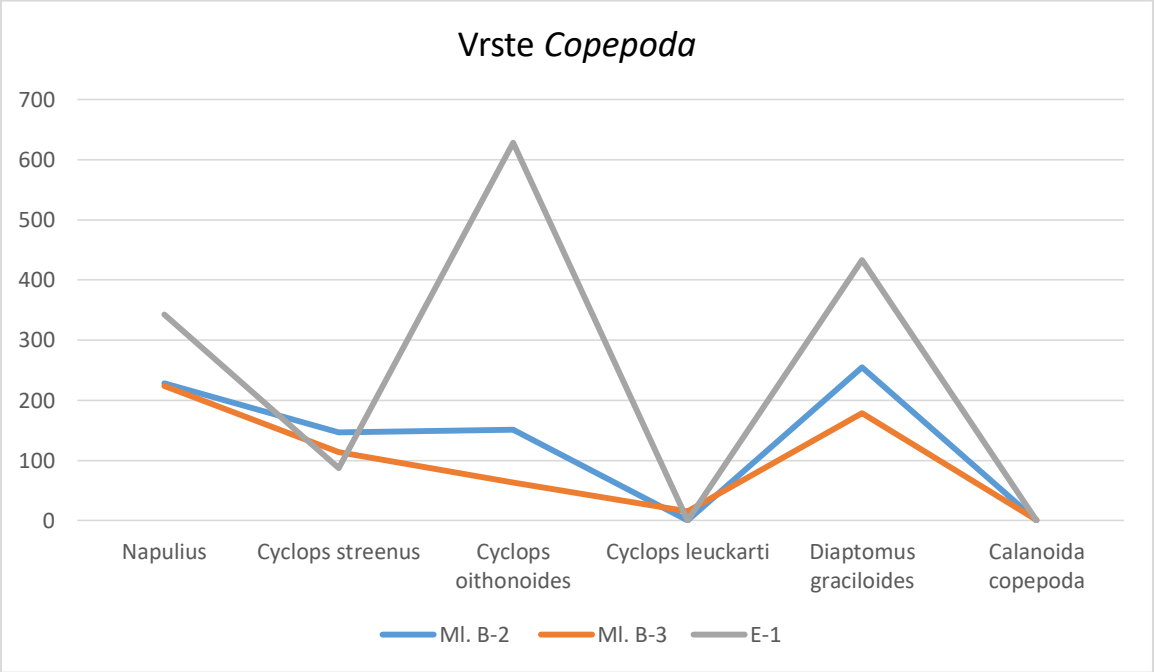
Grafikon 9 Prisutnost vrsta skupine *Rotatoria* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

U skupini *Rotatoria* najzastupljenija vrsta bila je *Notholca striata*, zatim *Brachionus calyciflorus*, kojih je najviše zabilježeno na B-2 te *Brachionus capsuliflorus* kojeg je najviše zabilježeno na E-2, dok su ostale vrste bile slabije zastupljene (Grafikon 9).



Grafikon 10 Prisutnost vrsta skupine *Cladocere* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

U skupini *Cladocera* najviše zastupljena vrsta bila je *Daphnia longispinia* koje je bilo najviše na B-3, zatim *Monia* koje je također bilo najviše na B-3, te *Diaphansoma* koje je najviše bilo na E-1, dok su ostale vrste bile slabije zastupljene (Grafikon 10).



Grafikon 11 Prisutnost vrsta skupine *Copepoda* prema mladičnjacima Ml. B-2, Ml. B-3 i E-1.

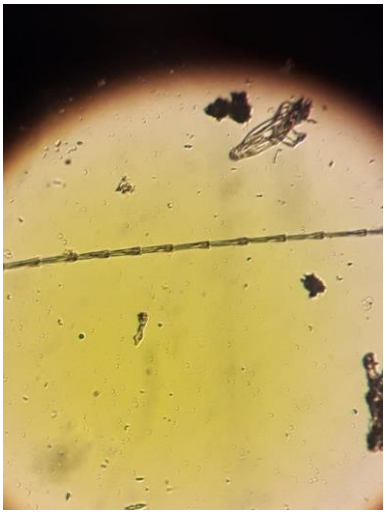
U skupini *Copepoda* najviše zastupljene vrste bile su *Diaptomus graciloides* i *Cyclops oithonoides* te zatim *Nauplius* kojih je njviše bilo na E-1, dok su ostale vrste bile slabije zastupljene (Grafikon 11).

3.2.2. Fitoplankton

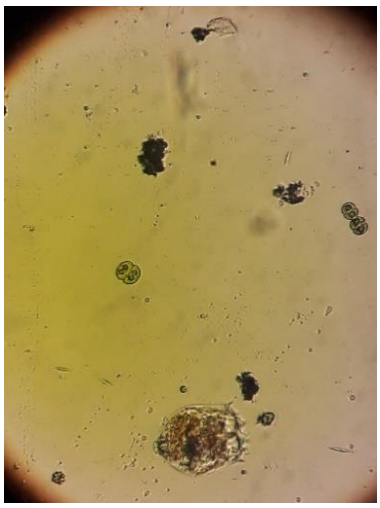
U istraživanju je utvrđeno 28 vrsta fitoplanktona iz rodova *Cyanophyta, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Rhodophyta, Pyrrophyceae i Euglenophyta*. Kod skupine *Cyanophyta* tj. modrozelene alge pronađeno je 9 vrsta: *Anabaena, Aphanizomenon, Mycrocystis aeruginosa, Oscillatoria, Microcoleus, Lyngbia, Merismopedia, Choroococcus, Gloetrichia echinulata.* Kod skupine *Bacillariophyceae* (*Diatomeae*), tj. alga kremenjašica pronađeno je 7 vrsta: *Coscinodiscus, Asterionella Formosa, Diatoma vulgare, Melosira varians, Navicula, Cyclotella comensis, Rhizosolenia longiseta.* Kod skupine *Chlorophyceae* tj. zelene alge utvrđeno je 8 vrsta: *Spirogyra, Closterium, Zygnema, Hydrodiction, Eudorina, Scenedesmus, Pediastrum boryanum, Ulotrix.* Kod skupine *Rhodophyta* utvrđena je 1 vrsta: *Vaucherina,* kod skupine *Pyrrophyceae* utvrđene su 2 vrste: *Cryptomonas ovata* i *Peridinum cinctum* i kod skupine *Euglenophyta* utvrđena je 1 vrsta: *Euglena.*

Slika 36 *Asterionella Formosa, Hydrodiction.*

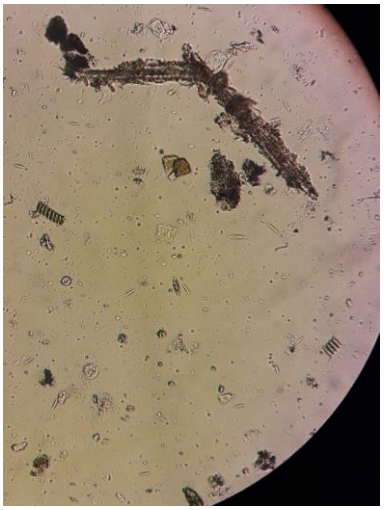
Slika 37 *Spirogyra, Navicula.*



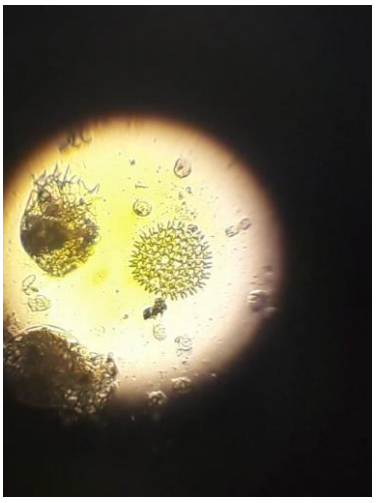
Slika 38 *Ulotrix.*



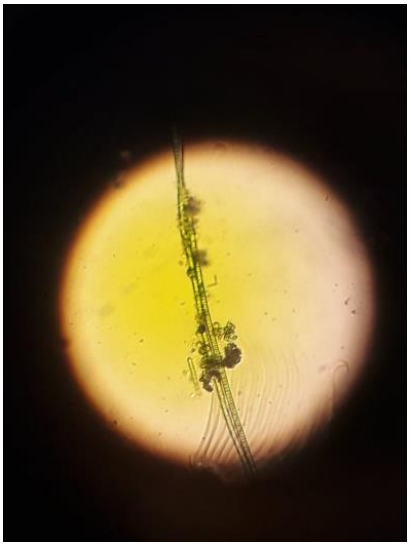
Slika 39 *Chroococcus.*



Slika 40 *Scenedesmus.*



Slika 41 *Pediastrum boryanum.*

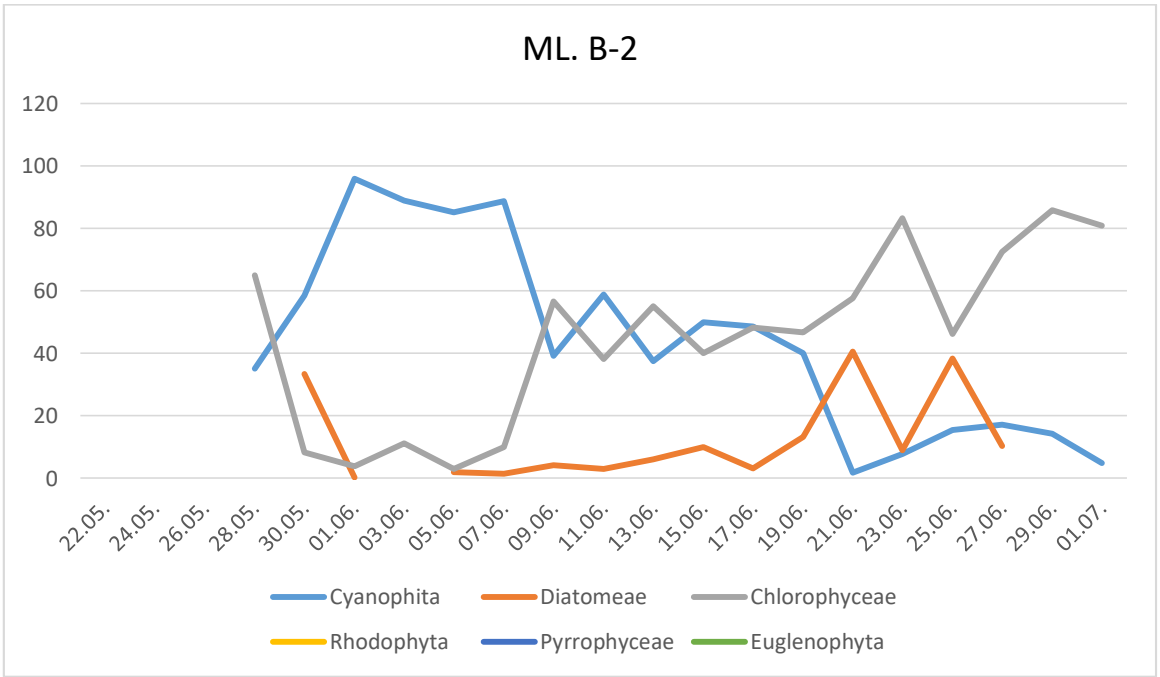


Slika 42 *Oscillatoria.*

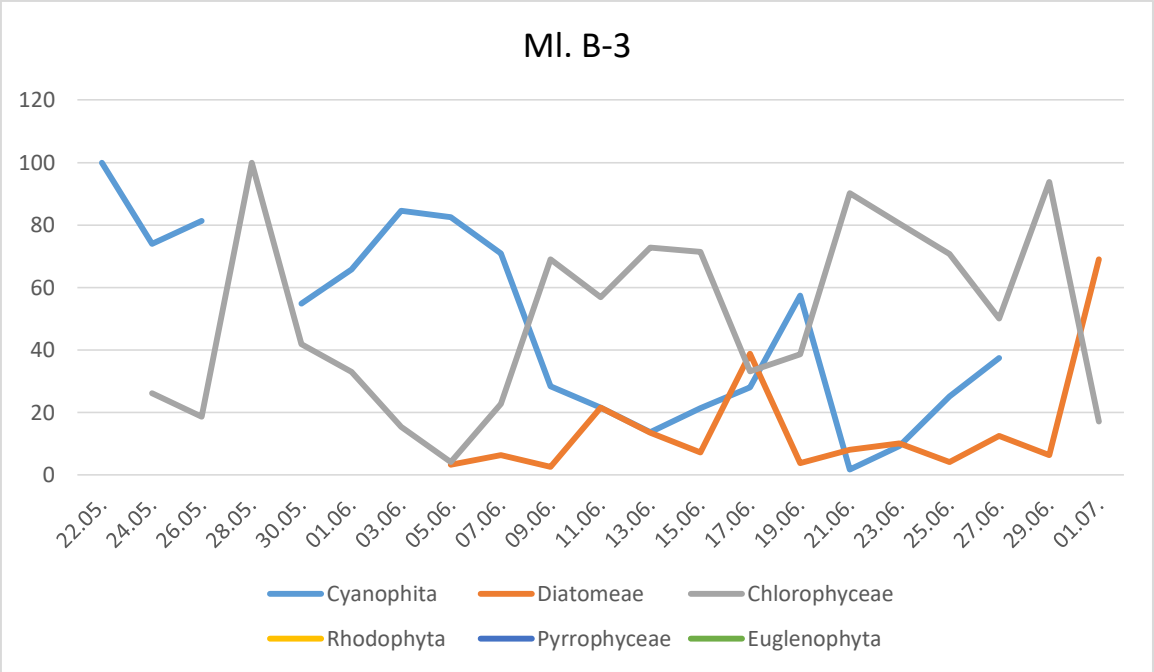
Slika 43 *Merismopedia.*

3.2.2.1. Prisutnost fitoplanktona na mladičnjacima

Najzastupljenija skupina na mladičnjaku B-2 bila je *Cyanophita* kojoj zastupljenost pada krajem lipnja kada se povećava zastupljenost *Chlorophyceae*, dok je zastupljenost *Diatomeae* niska, kao i *Rhodophyte* te *Pyrrophyceae* (Grafikon 12).

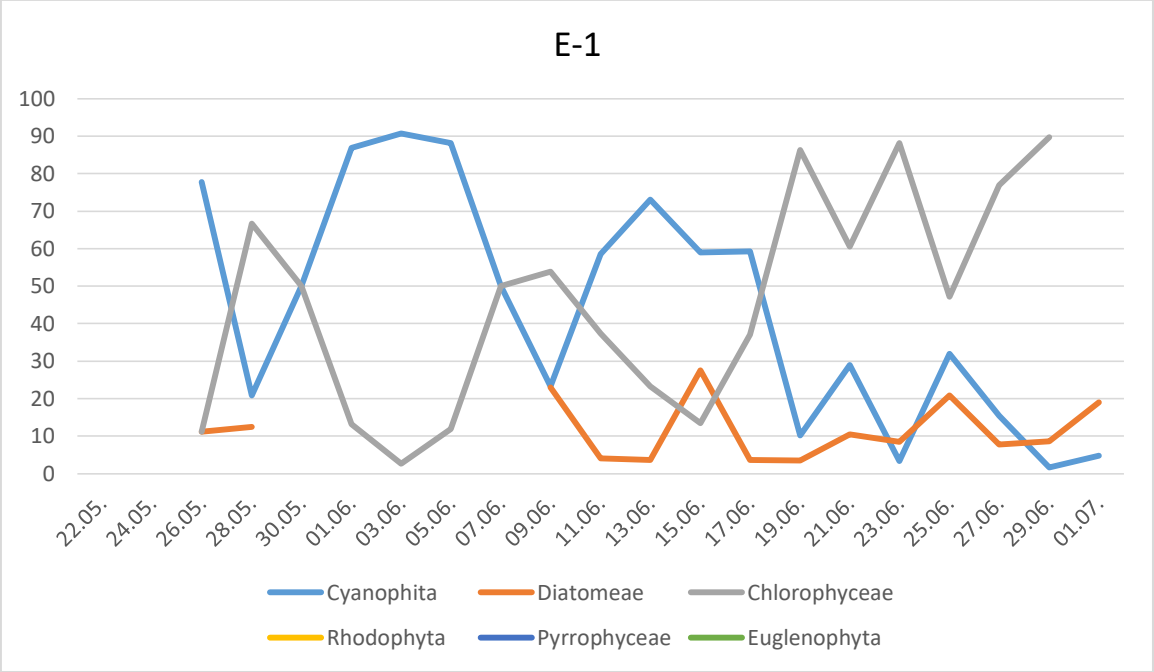


Grafikon 12 Prisutnost fitoplanktona na mladičnjaku B-2.



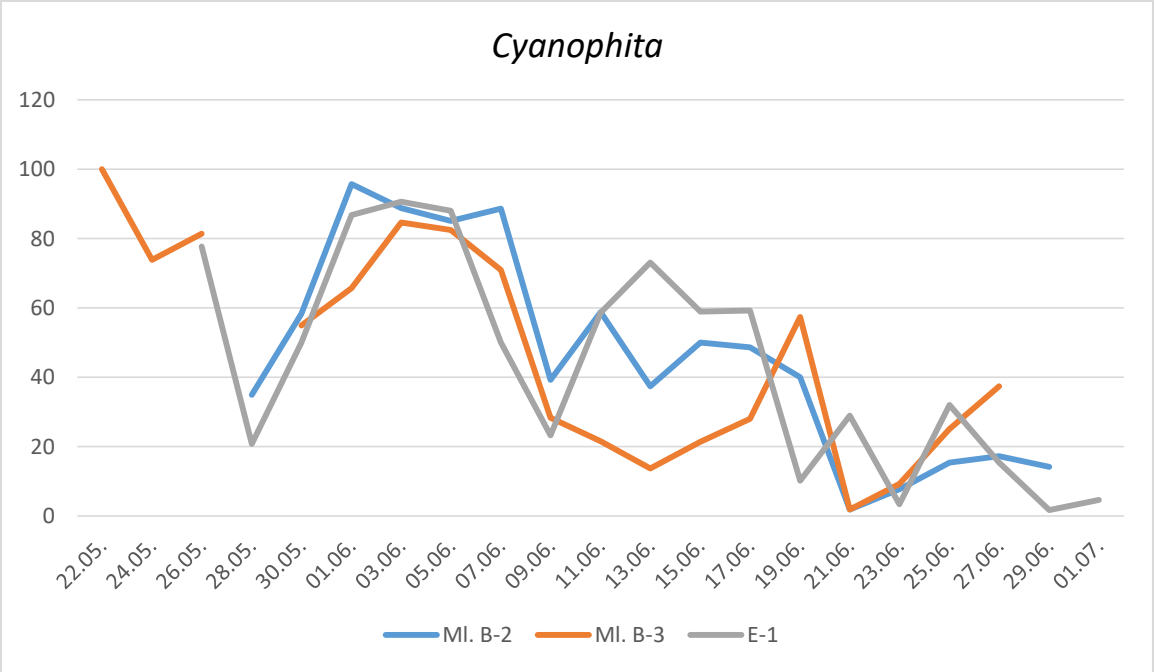
Grafikon 13 Prisutnost fitoplanktona na mladičnjaku B-3.

Na B-3 najzastupljenija je skupina *Chlorophyceae*, zatim *Cyanophita* te *Diatomeae*, dok su skupine *Rhodophyta* i *Pyrrophyceae* vrlo nisko zastupljene (Grafikon 13).



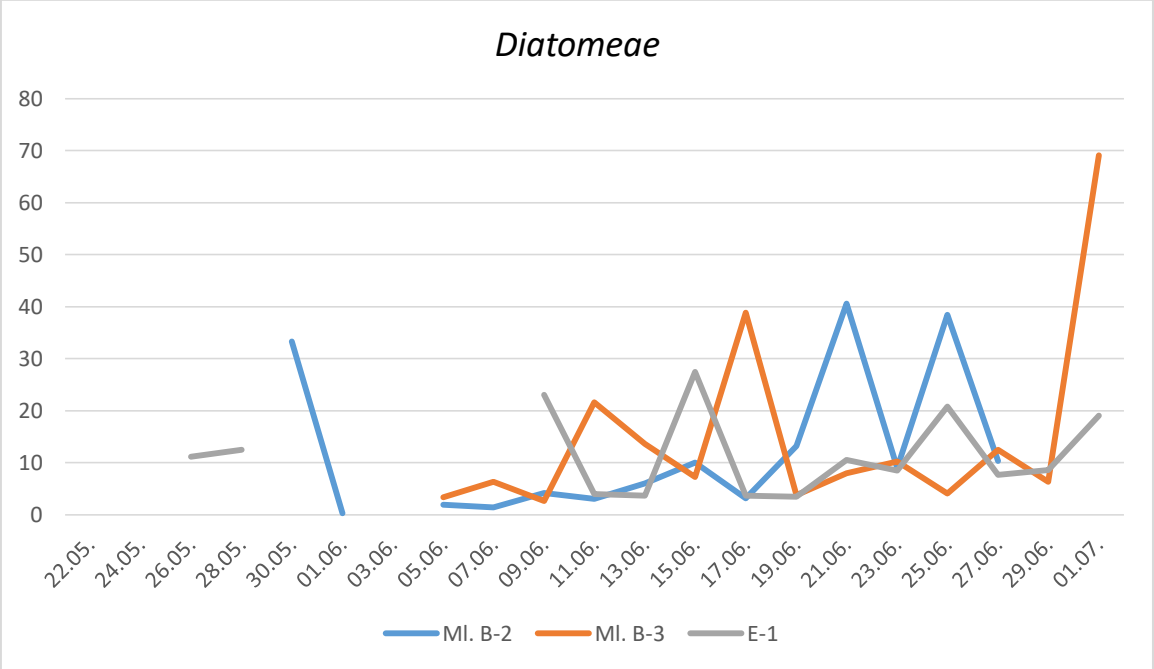
Grafikon 14 Prisutnost fitoplanktona na mladičnjaku E-1.

Na E-1 najzastupljnija je skupina *Cyanophita*, kojoj zastupljenost pada krajem lipnja kada raste zastupljenost *Chlorophyceae*, dok je zastupljenost skupine *Diatomeae* niska, kao i skupine *Euglenophyta* (Grafikon 14).



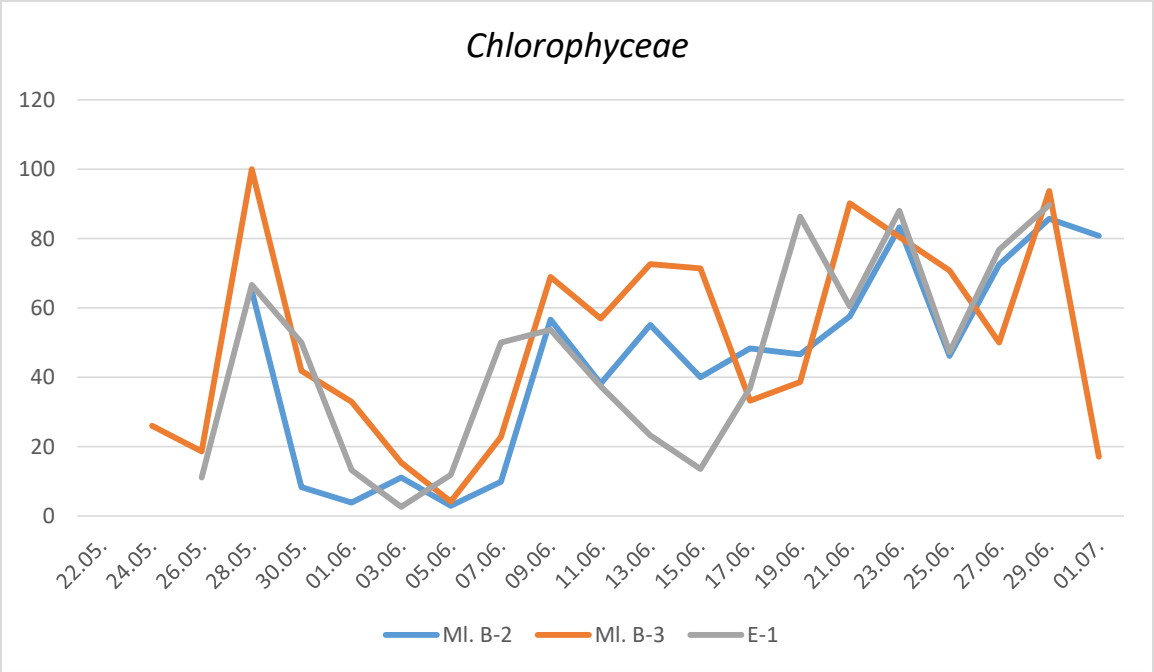
Grafikon 15 Prisutnost skupine *Cyanophita* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najviše skupine *Cyanophite* zabilježeno je na B-2, zatim na B-3 i najmanje na E-1. Na Sva tri mladičnjaka je na početku istraživanja veća prisutnost *Cyanophite* koja krajem lipnja pada (Grafikon 15).



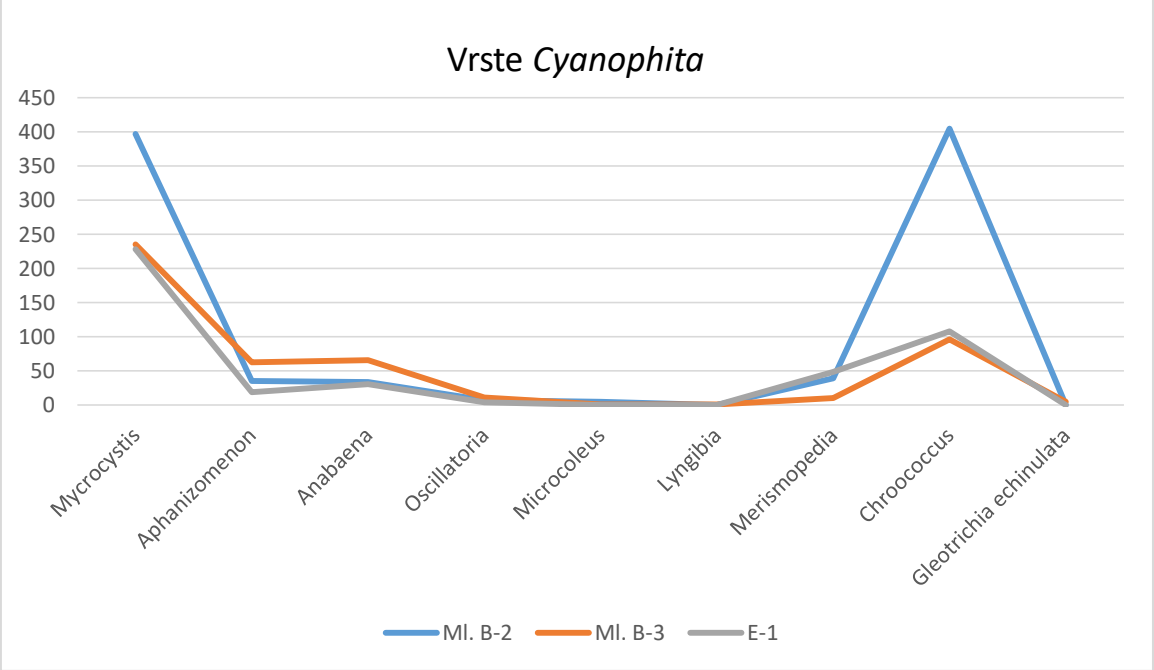
Grafikon 16 Prisutnost skupine *Diatomeae* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najviše skupine *Diatomeae* zastupljeno je na B-3, zatim na B-2, a najmnanje na E-1 (Grafikon 16).



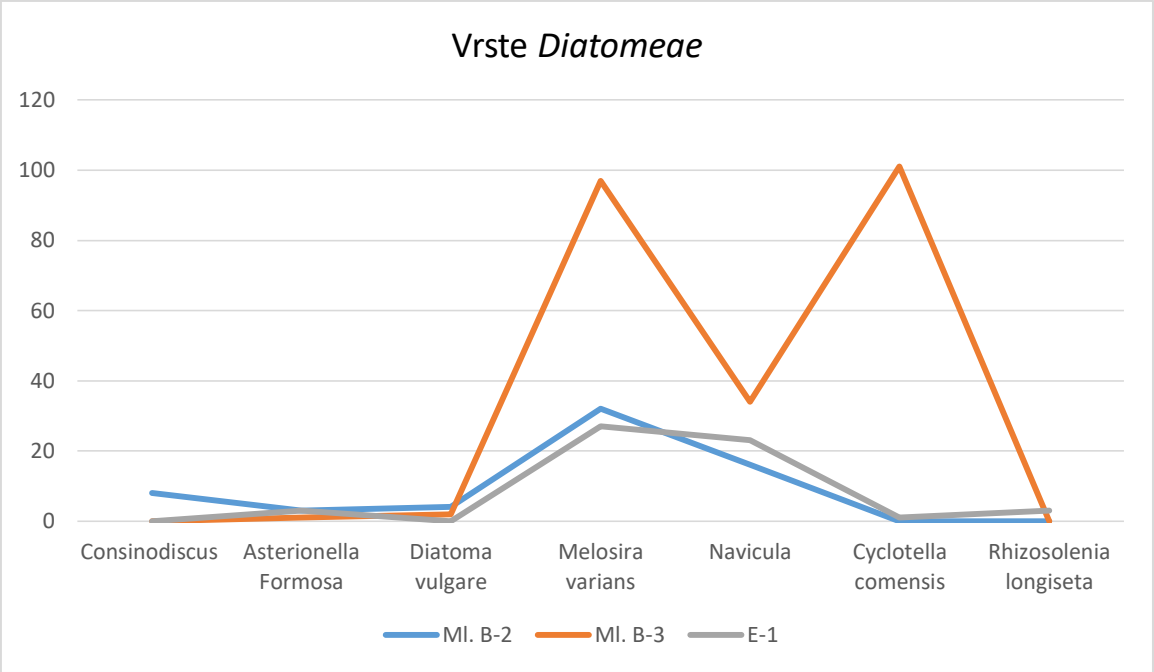
Grafikon 17 Prisutnost skupine *Chlorophyceae* po mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najviše skupine *Chlorophyceae* zastupljeno je na B-3, zatim na B-2 i E-1 (Grafikon 17.). Na mladičnjaku B-2 više je zastupljeno skupine *Rhodophyta* u usporedbi sa B-3, dok je skupina *Pyrrophyceae* podjednako zastupljena na B-2 i B-3. Skupina *Euglenophyta* pronađena je samo na E-1.



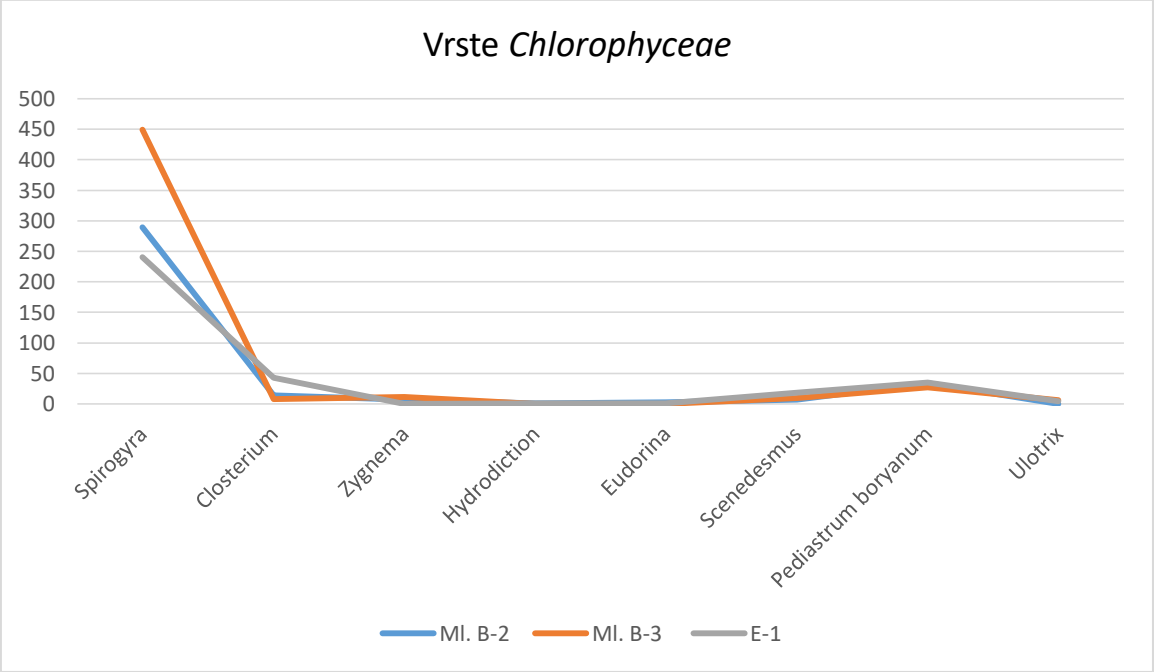
Grafikon 18 Vrste skupine *Cyanophita* prema mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najzastupljenija vrsta iz skupine *Cyanophita* je *Mycrocystis* kojega ima najviše na mladičnjaku B-2, zatim na B-3, vrlo zastupljena vrsta je *Chroococcus* kojeg ima najviše na B-2, zatim na E-1, zatim su zastupljene *Aphanizomenon* i *Anabaena* kojih ima najviše na B-3 (Grafikon 18).



Grafikon 19 Vrste skupine *Diatomea*e prema mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

Najzastupljenija vrsta iz skupine *Diatomeae* je *Melosira varians* koje ima najviše na mladičnjaku B-3, zatim na B-2, zatim je u velikom broju na B-3 zastupljena *Cyclotella comensis*, te *Navicula* koje ima najviše na B-3, a najmanje na B-2 (Grafikon 19).



Grafikon 20 Vrste skupine *Chlorophyceae* prema mladičnjacima B-2, B-3 i E-1.

U skupini Chlorophyceae najviše je zastupljena vrsta *Spirogyra* koje ima najviše u mladičnjaku B-3, zatim u B-2 i najmanje u E-1, zatim je zastupljena vrsta *Pediastrum boryanum* i *Scenedesmus* kojih ima najviše u E-1, zatim u B-3 i najmanje u B-2 (Grafikon 20).

U skupini *Rhodophyta* pronađena je vrsta *Vaucherina* koja je više zastupljena u mladičnjaku B-2 u usporedbi sa B-3, Dok je iz skupine *Pyrrophyceae* na B-2 utvrđena vrsta *Cryptomonas ovat*, a na B-3 *Peridinum cinctum*. Iz skupine *Euglenophyta* utvrđen je jako mali broj *Euglena* na E-1.

3.3. Procjena količine planktona

Najveću prosječnu brojčanu vrijednost zooplanktona imao je E-1, zatim B-3, a najmanju B-2. Najveću prosječnu brojčanu vrijednost imale su zajednice fitoplanktona na B-3, dok su B-2 i E-1 imali podjednaku brojčanu vrijednost fitoplanktona. Najveći razvitak fito i zooplanktona možemo vidjeti krajem lipnja kada je ocijenjen sa 5 za zooplanktone što znaći da se razvilo puno velikog planktona, te fitoplanktoni sa ocjenom 4 što znaći da je uzorak bio više obojan (Tablica 2.).

Tablica 2. Procjena brojčanog stanja fito i zooplanktona na mladičnjacima

	Ml. B-2		Ml. B-3		E-1	
	Zoo	Fito	Zoo	Fito	Zoo	Fito
22.05.	0	0	0	1	0	0
24.05.	0	0	1	1	0	0
26.05.	0	0	1	1	0	0
28.05.	1	1	0	1	0	1
30.05.	1	1	1	1	1	1
01.06.	1	1	2	2	2	1
03.06.	1	1	1	2	1	1
05.06.	2	1	2	1	3	2
07.06.	4	2	3	2	4	2
09.06.	2	2	2	2	3	2
11.06.	2	2	2	1	2	1
13.06.	4	1	3	1	4	2
15.06.	3	1	2	1	3	1
17.06.	3	1	3	4	4	2
19.06.	4	2	4	3	4	2
21.06.	4	2	5	4	5	3
23.06.	5	2	5	4	5	2
25.06.	4	3	5	4	4	2
27.06.	4	3	4	4	3	2
29.06.	3	3	3	3	3	3
01.07.	4	4	4	5	4	3
Prosjek:	2,48±1,60	1,57±1,07	2,53±1,57	2,28±1,38	2,62±1,69	1,57±0,93

3.4. Masa i totalna dužina šarana mjesečnjaka

Ukupno su napravljena 3 pokusna ribolova u kojima su se mjerile prosječne totalne dužine i prosječne mase mjesečnjaka.

Tablica 3. Prosječna masa i dužina jedinki na pokusnim ribolovima

	Ml. B-2		**Ml. B-3**		**E-1**	
	W (g)	**TL (cm)**	**W (g)**	**Tl (cm)**	**W (g)**	**Tl (cm)**
1.	5,1 ± 0,24	6,5 ± 0,67	4,7 ± 0,40	5,7 ± 0,42	5,5 ± 0,68	7,1 ± 0,63
2.	14,8 ± 0,29	10,32± 0,41	13,7 ± 0,32	9,7 ± 0,59	12,9 ± 0,17	9,2 ± 0,88
Prirast	+ 9,6	+ 3,8	+9,0	+5,0	+ 7,4	+ 2,1
3.	26,9 ± 0,36	11,36± 0,65	20,0 ± 0,50	10,3 ± 0,64	16,7 ± 0,35	9,8 ± 0,83
Prirast	+12,1	+ 1,04	+6,3	+ 0,6	+ 3,8	+ 0,6

Najveću masu i dužinu imale su ribe iz mladičnjaka B-2, na prvom pokusnom ribolovu jedinke iz E-1 imale su veću masu i dužinu od jedinki iz B-2 i B-3 dok su na drugom i trećem pokusnom ribolovu jedinke iz B-3 imale veće mase i totalne dužine od jedinki iz E-1. Najveći prirast ostvarile su ribe iz B-2 , zatim iz B-3, a najmanji iz E-1 (Tablica 3.).

4. Rasprava

U sva tri mladičnjaka skupina zooplanktona sa najviše vrsta bila je *Rotatoria* kao i u istraživanju Bielanska-Grajner (2018) u kojem su prevladavale vrste *Keratella cochlearis, K. tecta, Polyathra sp.* i *Trichocera pusilla*, kao i kod Špoljar i sur. 2016, dok su u mladičnjacima u istraživanju najviše prevladavale vrste *Notholca striata, Brachionus calyciflorus, Brachionus capsuliflorus, Filinia longiseta*, slično prevladavaju i u istraživanju Potužak i sur. 2007. Također, na početku istraživanja u sva tri mladičnjaka prvo je prevladavala skupina *Rotatoria*, kao i u istraživanju Puncher i suradnika (2016), nakon čega se njihova prisutnost smanjuje, iz razloga što se hrane mrtvim ili raspadajućim organskim materijalom, jednostaničnim algama i ostalim fitoplanktonima što ih čini primarnim konzumentom. *Rotatoriom* se hrane sekundarni konzumenti kao što su račići *Cladocera* i *Copepoda*. U istraživanjima Bielanska i Grajner (2018) i Potužak i suradnici (2007) od Cladocera prevladavali su vrste *Bosmina longirostris* za razliku od provedenog istraživanja gdje prevladava *Daphnia longispinia.* Kao razlog tome moguća je manja gustoća ribljeg fonda u istraživanju koja rezultira manjim pritiskom na zooplankton te tako stvara uvjete za razvitak vrsta *Daphnie*. Također u istraživanju Potužak i suradnika (2007) došlo je do visoke razine eutrofikacije ribnjaka koja je rezultirala preopterećenjem hranjivih tvari te su bile nađene vrste zooplanktona *Napulii*, mali *Copepodi* male vrste *Cladocera* i *Rotatoria*.

Kada se usporedi gnojidba istraživanja i istraživanje Aničić i sur (1992) u Turopolju vidimo da su oba ribnjaka gnojena kokošjim gnojem, ali Aničić i sur. imali su mnogo gušći nasad ličinaka (Turopolje 1 900 000 kom/ha, Ribnjak 1961 500 000 kom/ha) kao i veću količinu kokošjeg gnoja po ha (Turopolje 1000 kg/ha, Ribnjak 1961 400-550 kg/ha), no preživljenje ličinaka je bilo u vrlo sličnom postotku (Turopolje 24,6%, istraživanje 20%), dok je masa četerdesetodnevnog mlađa u istraživanju bila veća Ml B-2 26,9 g, Ml B-3 20,0 g, Ml E-1 16,7 g (Turopolje 1,2 grama). Razlog veće mase mjesečnjaka iz istraživanja je vjerojatno manja gustoća nasada po ha, kada je manja gustoća ribe ne mogu pojesti odmah sav plankton i on ima više prostora za razvitak (stalno je prisutan), tj. jedinke imaju veću količinu hrane a time i veću mogućnost svog razvitka. Razlog mogu biti i bolji uvjeti u ribnjaku za razvitak prirodne hrane koja je vrlo važna za ličinke. Takvi rezultati također mogu biti i razlog bolje prihrane dodatnom hranom nakon 8-og dana u istraživanju.

Dodatna hrana vrlo je važna za maksimalan prirast šarana, kao u istraživanju Ćirić i suradnika (2015) gdje je bila veća brojnost skupina *Cladocera* i *Copepoda* u ribnjacima s peletriranom hranom, od onih koji su bili hranjeni samo žitaricama. Također dobre rezultate daje kombinacija organskog gnoja (npr. kravljeg gnoja) i dodatne hrane (Abbas i sur., 2014.). Hranidba također može utjecati na razvitak planktona tako što se dodatna hrana ispire u vodi i tako je obogaćuje organskim tvarima kao kod pokusa Mihajlović i Mitrović (1967). Negativne strane dodatne hrane je promjena kemijskog sastava vode te smanjenje kisika kojemu doprinosi i veća temperature vode (Fašaić i sur., 1994.) gdje su bile najintenzivnije biološke reakcije u lipnju, srpnju i kolovozu kada su najviše temperature vode, a najveća razina kisika bila je kod većeg broja fitoplanktonskih zajednica koje su najveći proizvođač kisika.

Gustoća nasada vrlo je važna za visinu organske produkcije ribnjaka. Tempo rasta najbrži je kod rijetkog nasada, no gušći nasad može utjecati na raznovrsnost planktona, kao u istraživanju Debeljak i Turk (1981) gdje je uspoređivan rijetki i gusti nasad u negnojenom ribnjaku i ribnjaku gnojenom sa mineralnim gnojivima gdje su u obje gnojene varijante

utvrđeni i veći prosjeci riba. Kod ribnjaka sa gušćim nasadom i većom gnojidbom masa šarana povećala se za 58% za razliku od rijetkog nasada gdje se povećala za 37%.
Ako usporedimo Ribnjačarstva Končanica, Našice i Poljanu iz istraživanja Fijan i sur. (1964) vidimo da je u Končanici negnojeni ribnjak dao 2 godine za redom najveći prirast, kao i godinu dana prije kada je bio gnojen, radi dobrih prirodnih uvjeta ribnjaka. Od 4 ribnjaka u kojemu je nakon niza godina izostavljeno gnojenje fosforom, 3 su dala veće priraste nego oni koji su bili gnojeni. Kombinirano gnojenje dušičnim i fosfornim gnojivom nije dalo bolje rezultate od gnojenja sa samim fosforom. Kod gnojenja sa svinjskim stajnjakom nije pokazano veliko djelovanje na prirast. Superfosfatna gnojiva nisu pozitivno djelovala na prirast, vjerojatno zato što je u vodi bilo dosta fosfora. U istraživanju, Ribnjak 1961 izbjegava gnojidbu mineralnim gnojivima zbog prevelikog razvoja vodene vegetacije (objekti su stari i skloni obrastanju vodenom vegetacijom), a i ribnjaci se napajaju isključivo oborinskim vodama što ima za posljedicu nemogućnost dotoka svježe vode kada se naruše fizikalno-kemijska svojstva vode, tj. poveća koncentracija amonijaka uslijed gnojidbe. Posljednjih par godina dolazi do visokih temperatura zraka vrlo rano (lipanj) što uzrokuje i povećanje temperature vode iznad 25 ^{o}C, te se tada mora obustaviti gnojidba (nedostatak kisika).
U hrvatskim ribnjačarstvima gdje se proizvodnja bazira na produkciju planktona dodavanjem gnojiva (organskih, najčešće kokošji ili mineralnih), te žitaricama kao nadopunu prirodnoj prehrani posebno je značajna kvaliteta vode. Također o kvaliteti fitoplanktona i zooplanktona ovisi uzgoj, rast i kondicionalno stanje šarana, te ukoliko se njihova struktura promijeni zbog raznoraznih zagađivača vode kao što su zagađivala iz poljoprivrednih industrija i urbanih sredina, toliko se mijenja i mogućnost proizvodnje šarana. Najčešća pogoršanja vode u ribnjacima svojom visokom produkcijom biomase uzrokuju *Aphanizomenon, Anabaena, Mycrocystis i Oscillatoria* na hrvatskim ribnjačarstvima što je dokazano u provedenim istraživanjima (Tomec, 1995; Tomec i sur. 1992). Na ribnjačarstvima Blatnica, Narta i Lipovljani najčešća zastupljena alga bila je *Chlorophyta* kao i u istraživanju mladičnjaka B-3,dok je u istraživanju Debeljak i Adamek (1994) na Ribnjačarstvu Jelas najzastupljenije su bile *Cyanophita* i *Chlorophyceae* kao i u istraživanju (Ml. B-2 i E-1). Od *Cyanophita* najviše se razvila vrsta *Mycrocystis* što pokazuje i Fijan i suradnici (1964). U istraživanju Tomec i sur. (1995) najzastupljenija vrsta fitoplanktona bila je *Bacillariophyceae* kao i u istraživanju Debeljak (1997) gdje se u negnojenom ribnjaku razvio sličan broj vrsta kao i u gnojenom ribnjaku. Fitoplanktonska zajednica može se dosta dobro razviti i u ribnjacima koji nisu gnojeni kao u istraživanju Debeljak (1997) gdje je nađeno 60 vrsta fitoplanktona, više nego u ribnjaku koji je bio gnojen sa NPK gnojivom. U tom ribnjaku su najvjerojatnije dobri prirodni uvjeti za razvitak planktona (temperatura vode, količina kisika,..), ali može utjecati i šaran svojim prevrtanjem mulja kada traži hranu, te tako pomaže aeraciji koja omogućuje mikroorganizmima razgradnju organskog materijala.

5. Zaključak

Gnojidbom ribnjaka osigurava se kvalitetna prirodna hrana za šarane i ostale ribe u uzgoju. Kvalitetna prirodna hrana izvor je boljeg prirasta mase i dužine šarana. Određeni stadiji u proizvodnji šaranskog mlađa, ličinke i mjesečnjaci za pravilan rast i razvoj trebaju prisutnost prirodne hrane u obroku, koja im se omogućava pravodobnom i pravilnom gnojidbom ribnjaka. Fitoplankton je najznačajniji primarni producent i iznimno je važan za metabolizam ekosustava ribnjaka. Na Ribnjaku 1961, Siščani najviše prisutan fitoplankton bila je skupina *Cyanophita* sa vrstama *Mycrocystis, Chroococcus, Anabaena, Aphanizomenon*, zatim *Chlorophyceae* sa vrstama *Spirogyra, Pediastrum boryanum, Closterium, Scenedesmus*, u manjim količinama pojavljuje se skupina *Diatomea* sa vrstama *Melosira varianus, Cyclotella comensis, Navicula*, te u vrlo malim količinama *Rhodophyta, Euglenophyta i Pyrrophyceae*. *Pediatrum boryanum* pokazatelj je da je voda bogata hranjivima, dok *Aphanizomenon, Anabaena i Mycrocystis* rastu brže pri višim temperaturama vode. Zooplankton omogućuje ribama potrebne bjelančevine za rast. Najviše razvijen zooplankton bio je *Cladocera* sa vrstama *Daphnia longispinia*, koja je tipična kod rijetkog nasada riba, *Monia, Diaphansoma*. *Cladocera* je najvažnija planktonska hrana šarana koja, zbog svojeg načina ishrane, predstavlja primarne konzumente, a prema produkciji organskog materijala pripada u sekundarne producente. Nakon *Cladocere* druga po razvijenosti bila je skupina *Rotatoria* koja je na početku istraživanja bila najzastupljenija u svim ribnjacima sa svojim predstavnicima *Notholca striata, Brachionus calyciflorus, Brachionus capsuliflorus, Filinia longiseta*, te *Copepoda* koja je pokazala najveći razvitak na E-1 sa vrstama *Diaptomus graciloides, Cyclops oithonoides, Nauplius, Cyclops streenus*. *Copepoda* je važna poveznica u vodenom lancu jer se hrane mikroskopskim algama, a njih jede riblja mlađ. Na razvoj prirodne hrane, tj planktona utječu gnojidba, bonitet ribnjaka te hranidba riba. Na gnojenje ribnjaka utječe bonitet ribnjaka, gustoća nasada, hranidba, kemijski sastav dna i tla te kemijski sastav vode. Pravovremenim agrotehničkim mjerama, kao što su oranje, vapnjenje i gnojidba postiže se dobar razvitak prirodne hrane za ličinke šarana, te uz dodatnu gnojidbu i dodatnu hranidbu,kao i povoljnom temperaturom vode, te postotku zasićenosti kisikom mogu se postići dobri rezultati u prirastu mase i totalne dužine šaranske mlađi.

6. Popis literature

1. Abbas S, Ashraf M, Ahmed I. (2014.). Effect of fertilization and supplementary feeding on growth performamnce *of Labeo rohita, Catla catla* and *Cyprinus carpio*. The Journal of Animal i Plant Sciences. 24 (1): 142-148
2. Aničić I, Safner R, Treer T, Vranešić N, Ržaničanin B, Kovačina D. (1992.). Prehrana šarana (*Cyprinus carpio* L) u dobi do godine dana koncentriranom hranom. Ribarstvo. Zagreb. 47 (1-2). 55-61
3. Antal A, Istvan T. (1974.). ABC Ribnjačarstva. Osijek. 140-143
4. Asaj A, Fijan N, Kezić N, Vučemilo M. (1976.). Primjena klora u pokusnoj dezinfekciji šaranskog ribnjaka. Ribarstvo. 31 (2): 25-29
5. Asaj A. (2004.). Ekološko-higijenska polazišta u šaranskim ribnjačarstvima. Medicinska naklada. Zagreb. 2, 26
6. Bielańska-Grajner I, Cebulska K, Sojka K, Pałosz P, Kolek L. (2018.). Effects of Pond Fertilization and Feeding of Carp Fry (*Cyprinus carpio* L.) on Diversity of Zooplankton Groups (Rotatoria, Cladocera and Copepoda). Pol. J. Environ. Stud. 27 (1): 11-17
7. Bogut, I., Horvath, L., Adamek, Z., Katavić, I. (2006a.). Ribogojstvo. Sveučilište J.J Strossmayera u Osijeku. Sveučilište u Mostaru. Sveučilište u Splitu. Osijek. 85-89
8. Bogut I, Novoselić D, Pavličević J. (2006b.). Biologija riba. Sveučilište J. J. Strossmayer u Osijeku. Sveučilište u Mostaru. Osijek.461-481.
9. Bojčić C., Debeljak LJ., Vuković T., Jovanović-Kršljanin B., Apostolski K., Ržaničanin B., Turk M., Volk S., Drecun Đ., Habeković D., Hristić Đ., Fijan N., Pažur K., Bunjevac I., Marošević Đ. (1982.). Slatkovodno ribarstvo. Jugoslavenska Medicinska Naklada. Poslovna zajednica slatkovodnog ribarstva Jugoslavije. Jumena. Zagreb. 65-67, 235-236
10. Ćirić M, Subakov-Simić G, Dulić Z, Bjelanović K, Čičovački S, Marković Z. (2015.). Effects of supplemental feed type on water quality, plankton and benthos availability and carp (Cyprinus carpio L.) growth in semiintensive monoculture ponds. Aquaculture Research. 46 (4): 777-778
11. Debeljak Lj, Turk M. (1981.). Gustoća nasada kao faktor povećanja proizvodnje riba u šaranskim ribnjacima. Ribarstvo. Zagreb. 36 (2). 25-29.
12. Debeljak Lj, Adamek Z. (1994.). Utjecaj gnojidbe na razvoj fitoplanktona u šaranskim mladičnjacima. Ribarstvo. 52 (1): 3-16
13. Debeljak Lj. (1997.). Kvalitativni sastav fitoplanktona različito gnojenih šaranskih ribnjaka. Ribarstvo. Zagreb. 55 (1). 11-18
14. Debeljak Lj, Dražić M. (2000.). Fitoplankton šaranskih ribnjaka-rastilišta. Ribarstvo. 58 (2). 35-43.
15. Fašaić K, Debeljak LJ, Stojić B, Turk M. (1994.). Djelovanje tehnoloških mjera na promjenu kemizma vode šaranskih ribnjaka. Ribarstvo. 52 (3). 107-118.
16. Fijan N, Asaj A, Malnar J, Novotny I, Kajgana Lj, Bojčić S, Bunjevac I. (1964.). Rezultati trogodišnjih pokusa o gnojenju šaranskih ribnjaka u praktičnim uslovima. Ribarstvo. Zagreb. 19 (5-6). 123-139.
17. Karlić A. (2015.). Značaj organske gnojidbe u uzgoju ratarskih kultura. Završni rad. Sveučilište Josip Juraj Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet. Osijek. 20
18. Livojević Z, Sabioncello I, Fijan N, Sibila M, Mihajlović I, Bojčić C, Aganović M, Orešković D, Đenadić D, Svetina M, Kapac E, Kindij Z, Ristić M, Pažur K, Plančić J, Tomašec I,

Mitrović V, Francetić M. (1967.). Priručnik za slatkovodno ribarstvo. Agronomski glasnik. Zagreb. 239-249
19. Mihajlović I, Mitrović V. (1967.). Neki rezultati ispitivanja uticaja osnovnih mera inteziviranja proizvodnje šarana na razvoj prirodne hrane u ribnjacima. Ribarstvo. 22 (3). 66-69
20. Mikavica D. (2018.). Slatkovodno ribarstvo. Predavanje. Agronomski fakultet. Sveučilište Banja Luka. 21
21. Ministarstvo poljoprivrede. (2015.). Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014-2020. Pristupljeno: 19.01.2022. https://ribarstvo.mps.hr/UserDocsImages/akvakultura/NSPA%202014-2020_hrv.pdf
22. Ministarstvo poljoprivrede. (2020.). Pravilnik o uvjetima, kriterijima i načinu dodjele potpore u okviru mjere II.10. „Akvakultura koja osigurava usluge zaštite okoliša“. Narodne novine. Pristupljeno: 19.01. 2022.g. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_46_930.html
23. Petrinec Z. (1995.). Kontrolirani uzgoj jednogodišnjeg mlađa toplovodnih vrsta riba. Za internu upotrebu. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela. 1-7
24. Piria M. (2006.). Plankton i bentos u kopnenim vodama. Skripta za vježbe. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet. 5
25. Potužak J, Huda J, Pechar L. (2007.). Changes in fish production effectivity in eutrophic fishponds-impact of zooplankton structure. Springer Science + Business Media B. V. Aquacult Int. 15: 201-210
26. Pucher J, Mayrhofer R, El-Matbouli M, Focken U. (2016.). Effects of modified pond management on limnological parameters in small-scale aquaculture ponds in mountainosu Northern Vietnam. Aquaculture Research. 47: 56-70
27. Špoljar M, Tomljanović T, Dražina T, Lajtner J, Štulec H, Matulić D, Fressi J. (2016.). Zooplankton structure in two interconnected ponds: similarities and differences. Croatian Journal of Fisheries. 6-13
28. Tomec M, Teskeredžić Z, Teskeredžić E, Hacmajek M. (1992.). Dinamika fitoplanktona ciprinidnih ribnjaka. Ribarstvo. 47 (3-4): 79-88
29. Tomec M, Hacmanjek M, Teskeredžić Z, Teskeredžić E, Čož-Rakovac R. (1995.). Kvaliteta vode i ektoparazitarne bolesti ciprinidnih riba. Ribarstvo. 53 (4): 129-139
30. Tomec M. (1997.). Fizikalno-kemijske i biološke karakteristike šaranskih ribnjaka. Ribarstvo. 55 (4): 167-173
31. Treer T., Safner R., Aničić I., Lovrinov M. (1995.). Ribarstvo. Nakladni Zavod Globus. Zagreb. 323-32

7. Životopis

Vanna Kopejtko rođena je 12.01.1995.g. u Zagrebu.
U Križu završema osnovna škola Milke Trnine i opća gimnazija SŠ Ivan Švear OJ Križ.
2013. godine upisan stručni studij Lovstva i zaštite prirode na Veleučilištu u Krlovcu, koji je završen 15.09. 2017.g.
2017.g. upisan diplomski studij Ribarstva i lovstva na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zgrebu, koji je završen 08.07.2019.g.
28.06.2018. Uvjerenje o položenom stručnom ispitu za gospodarenje ribolovnim područjem ili ribolovnom zonom
06.05.2019. Uvjerenje o osposobljenosti za lovočuvara
06.05.2019. Uvjerenje o osposobljenosti za ocjenjivača trofeja divljači
23.09.2019.-22.09.2020.g. Stručno osposobljavanje u tvrtci Ribnjak 1961 d.o.o., Siščani
04.07.2020. Uvjerenje o osposobljenosti za obavljanje prvog pregleda odstrijeljene divljači u skladu s uredbom (EZ) br. 853/2004
12.10.2020.g. Ugovor o radu u tvrtci Ribnjak 1961 d.o.o., Siščani
2020/2021 Poslijediplomski specijalistički studij Ribarstvo
12.10.2021. Ugovor o radu u tvrtci Ribnjak Štefanje d.o.o.