ЦРНОГОРСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ
ГЛАСНИК ОДЈЕЉЕЊА ПРИРОДНИХ НАУКА, 3, 1980.
ЧЕРНОГОРСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК И ИСКУССТВ
ГЛАСНИК ОТДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК, 3, 1980.
THE MONTENEGRIN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS
GLASNIK OF THE SECTION OF NATURAL SCIENCES, 3, 1980.

UDK 577.475 (28) (497.16) (045) = 861

Смиљка Петковић

НЕКОЛИКО АСПЕКАТА У ГОДИШЊЕМ ЦИКЛУСУ РАЗВИЋА ФИТОПЛАНКТОНА КРУПАЧКОГ АКУМУЛАЦИОНОГ ЈЕЗЕРА У ЦРНОЈ ГОРИ

Прилог познавању фитопланктонских заједница у вештачким језерима Југославије

SEVERAL ASPECTS IN THE ANNUAL DEVELOPMENT CYCLE OF THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY IN KRUPAC RESERVOIR IN MONTENEGRO

Contribution to the knowledge of phytoplankton communities in the artificial lakes in Yugoslavia

Извод

Анализирано је неколико аспеката ценотичких карактеристика и квантитативне композиције у годишњем циклусу развића фитопланктонске заједнице Крупачке акумулације у карсту Црне Горе. У току 1978—1979. забележено је укупно 130 таксона (126 врста и 4 варијетета) алга. *Bacillariophyceae* заузимале су доминантно место у фитопланктонској заједници — и у квалитативној и у квантитативној структури. *Synedra* и *Cyclotella* биле су најважније врсте у овој групи. Међу осталим групама алгенских становника ове акумулације, такође су се истицале *Ceratium* и *Dinobryon* врсте. Нумеричка примарна продукција фитопланктона била је врло ниска, са свега једним максимумом од 441 × 10^3 ind/1, у марту 1979.

Abstract

The coenotic characteristics and quantitative composition of several aspects of the annual development cycle of the phytoplankton community of Krupac Reservoir in a karst of Montenegro (Yugoslavia), were analysed.

A total of 130 taxa (126 species and 4 varieties) of algae were registered during the period 1978—1979. The *Bacillariophyceae* took the predominant place in the phytoplankton community — both qualitatively and quantitatively. *Synedra* and *Cyclotella* were the most important species of this group. *Ceratium* and *Dinobryon* species made themselves conspicuous among the other significant algal inhabitants of this reservoir. The numerical primary production of phytoplankton was very low with one maximum of 441×10^3 ind/1, in March, 1979.

УВОД

У Југославији је од краја II светског рата до данас направљен велики број вештачких језера (акумулација). На њима су вршена претежно нередовна, неконтинуирана, непотпуна и недовољно организована лимнолошка истраживања, која су првенствено зависила од финансијских могућности истраживача.

Проучавањем планктона акумулационих језера у Србији бавили су се Миловановић и Живковић (1956, 1958), Миловановић (1971, 1973, 1973а, б; Јанковић (1956, 1959, 1966, 1967, 1971, 1973, 1977); у Македонији Поповска-Станковић (1963, 1976); у Босни и Херцеговини Миловановић и Живковић (1973); Ремета (1973); Живковић (1974); Петковић (1975); у Црној Гори Жуњић (1960, 1971); Петковић (1970, 1972—1973, 1975, 1977, 1980); Аграмовић и Јерковић (1974); у Хрватској Хабдија и Ербен (1973); Павлетић и Матоничкин (1975).

О живом свету никшићких акумулација и других водених биотопа у овом региону има врло мало објављених података. Жуњић, 1960, вршећи лимнолошка истраживања у Црној Гори, први је дао, поред физичко-хемијских, и неке основне биолошке карактеристике Крупачког језера. Он је забележио прве тренутке у процесу формирања језерских биоценоза новог биотопа и, између осталог, истакао сезонске сукцесије главних група планктонских организама. Маринковић, 1961, испитивао је масовну појаву макроскопских кончастих алга и оштећења која оне изазивају у каналима никшићке Жељезаре. Уз ове је забележио и неколико микрофитних алга *Cyanophyta, Bacillariophyceae* и *Chlorophyta.* Петковић, 1970, саопштио је неколико врста *Cladocera* које живе у Крупцу. Жуњић 1971, поново је дао неке биолошке податке за Крупац и Ливеровиће. Петковић, 1972—1973, објавио је неколико врста *Rotatoria* из Крупачког језера. Анализирајући сезонски састав алга из групе *Bacillariophyceae* Крупачког језера, Аграмовић и Јерковић, 1974, студирали су неке од њих под електронским микроскопом. Годину дана касније објављени су подробнији подаци о саставу зоопланктона, и неколико *Rotatoria* из фамилије *Brachionidae* Крупачке и Ливеровићке акумулације, као и једна

диатомејска алга из Крупца (Петковић и Петковић, 1975, 1975а). Најзад са овог географског подручја објављени су и резултати сезонских истраживања квалитативног састава зоопланктона и микрофауне Матановића блата (Петковић, 1980).

Наша истраживања на Крупцу део су комплексних хидробиолошких и ихтиолошких истраживања, и обављена су у сезонским интервалима током 1978. и 1979. Она су била оријентисана на утврђивање ценотичке структуре фитопланктонске заједнице и учешће њених најважнијих елемената у нумеричкој продукцији ове језерске животне компоненте.

Овај рад је још један прилог познавању лимнофлоре акватичних система медитеранског крашког подручја Црне Горе.

ОПИС ПРОУЧАВАНОГ ПОДРУЧЈА

Крупачка акумулација је једно од неколико већих вештачких акумулационих језера у пространом карстном Никшићком пољу у Црној Гори. Изграђена је почетком половине овог века. Налази се готово у непосредној близини града Никшића. Напуњена је водом 1957, а прва испитивања органске продукције обављена су већ 1958. и 1959 (Жуњић, 1960).

Акумулација лежи на око 650 m н. м. у природно оформљеној флувио-глацијалној и тектонској депресији (тзв. Крупачком пољу), дуж чијег се североисточног обода налази пуно извора (Влаховић, 1975). Са свих страна опкољена је релативно високим (до 2000 m) планинама. Обале су стеновите, стрме и обрасле оскудном, мешовитом ксеротермно-хелиофилном, жбунастом вегетацијом, карактеристичном за скелетна карстна земљишта. Клима ужег подручја је измењена планинска са неким медитеранским нијансама (присуство *Paliurus spina christi* и др.), са обиљем кишних падавина у пролеће и јесен и релативно високим температурама у тим сезонама; зиме су релативно хладне: са температурама знатно испод нуле и обиљем снега. Ледена кора на површини акумулације готово је нормална појава. Лета су веома топла и сува. Чести су јужни и северни ветрови. Површина језерске акваторије износи око 5 km²; изложена је пуној дневној инсолацији. Језеро је слабо разуђено, и има неколико мањих стеновитих острва. Дубина језера износи просечно око 5 m. Провидност је велика (од 2 до 3,5 m) и управо је сразмерна са количином механички суспендованих честица. Продукција фитопланктона је мала.

Дно акумулације је равно, и прекривено финим муљем дебљине просечно око 20 cm.

У приобалном региону расте обична језерска макрофитска вегетација састава *Potamogetonaceae (Potamogeton)* — *Cerato-*

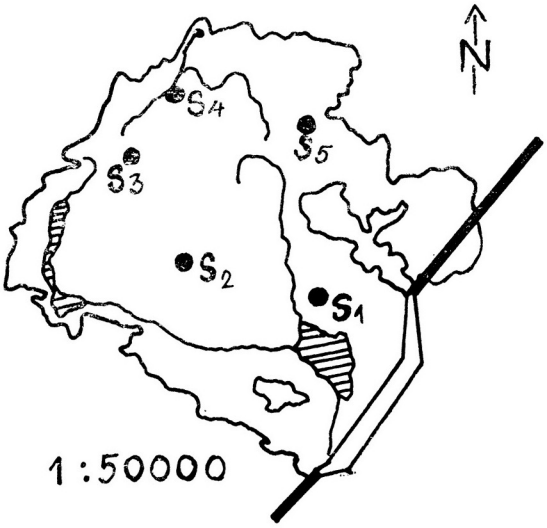
phyllaceae (Ceratophyllum) — *Ranunculaceae (Ranunculus)* — *Halorrhagiaceae (Myriophyllum)* — и др.

Терен на коме лежи сама акумулација чине претежно кречњаци (Влаховић, 1975). Вода је незагађена, богата кисеоником, слабо-алкалне реакције; припада хидрокарбонатном, меканом до средње тврдом типу вода (Пурић, 1980). Примарно сиромашна минерална подлога — кречњаци — омогућује доминацију калцијумових јона и низак степен трофије.

Захваљујући разгранатој и водом изузетно богатој хидрографској мрежи, поље је раније било често периодично плављено. Неискоришћена вода из њега се повлачила отицањем кроз бројне крашке поноре. Акумулација има вишеструки економски значај за саму регију и шире (електроенергија, рибарство, рекреација и др.). Богата је рибом (поточна и калифорнијска пастрмка).

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИКА

Током 1978. и 1979. извршено је пет сезонских излазака на Крупачко језеро (Сл. 1). Том приликом сакупљено је и обрађено 18 квалитативних и 54 квантитативна узорка. Истраживања квалитативне и квантитативне структуре фитопланктона обухватила су пет различитих годишњих аспеката: крај зиме, средину пролећа, почетак лета, крај лета и почетак јесени.



Сл. 1. Скица Крупачке акумулације са тачкама на којима су узимане пробе

Fig. 1. Sketch of Krupac Reservoir with sampling stations

Пробе планктона сакупљане су на 3—5 тачака са три дубине: површине, средине и дна, планктонском мрежом № 25, односно Friedinger-овом једнолитарском боцом. Материјал је био фиксиран 5% формалином.

РЕЗУЛТАТИ

а) ЦЕНОТИЧКИ САСТАВ ФИТОПЛАНКТОНСКЕ ЗАЈЕДНИЦЕ И ОДНОСИ МЕЂУ ГЛАВНИМ ГРУПАМА АЛГА

У састав фитопланктонске заједнице улазе све основне групе алга: *Chrysophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta* и *Pyrrophyta* (Таб. 1). Доминантно место у погледу броја врста (59) припада алгама из групе *Chrysophyta.* Оне су чиниле 45,38% свих алга у заједници. Међутим, врло је важно да су највећи број *Chrysophyta* чиниле *Bacillariophyceae* (53 врсте), и оне су својим јаким учешћем (40,76%) утицале на висок пласман *Chrysophyta* у заједници. Субдоминантни флористичко-социолошки положај у заједници имале су *Chlorophyta.* Оне су чиниле 33,84% свих алга. У ствари, највећим бројем врста у овој групи одликовале су се *Chlorococcales* (29 врста), и њихово учешће било је око 22,30%. Поред *Chlorococcales* у групи *Chlorophyta* биле су забележене, у знатно мањем броју, и алге *Desmidiales* (7 врста), *Volvocales* (4 врсте), кончасте зелене алге (3 врсте) и, најзад, *Tetrasporales* (само 1 врста).

Од осталих група пажњу привлаче још само *Cyanophyta,* са својих 16 врста алга и учешћем од 12,30% у заједници.

У групама *Euglenophyta* и *Pyrrophyta* забележено је 7, односно 4 врсте.

Таб. 1. — Квалитативни састав фитопланктона вештачког Крупачког језера 1978. и 1979. год.

Tab. 1. — Qualitative composition of phytoplankton in the artificial lake — Krupac, in 1978. and 1979.

I *CHRYSOPHYTA*

а) *Bacillariophyceae*

1. Achnanthes sp.
2. Amphora ovalis Kütz.
3. Amphora sp.
4. Asterionella formosa Hansg.
5. Asterionella gracillima (Hantz.) Heiberg.
6. Ceratoneis arcus (Ehrb.) Kütz.
7. Cocconeis pediculus Ehrb.

*8. Cocconeis placentula Ehrb.
9. Cocconeis sp.
**10. Cyclotella bodanica Eulenst.
*11. Cyclotella comta (Ehrb.) Kütz.
12. Cyclotella glomerata Bachm.
13. Cyclotella meneghiniana Kütz.
*14. Cyclotella ocellata Pant.
15. Cyclotella planctonica Brunn.
16. Cyclotella sp.
*17. Cymatopleura eliptica (Breb.) W. Smith
*18. Cymatopleura solea W. Smith
19. Cymbella cistula (Hemp.) Grun.
*20. Cymbella ehrenbergii Kütz.
21. Cymbella sp.
*22. Cymbella ventricosa Kütz.
23. Diatoma vulgare Bory
24. Eunotia praerupta Ehrb.
**25. Eunotia valida Hust.
26. Eunotia sp.
27. Fragilaria crotonensis Kitton
28. Gomphonema acuminatum Ehrb.
29. Gomphonema intricatum Kütz.
30. Gomphonema sp.
31. Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabh.
32. Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabh.
33. Hantzschia amphioxys (Ehrb.) Grun.
*34. Melosira varians Agardh.
35. Melosira sp.
*36. Meridion circulare Agardh.
**37. Navicula anglica Ralfs
38. Navicula sp.
39. Nitzschia linearis W. Smith
40. Nitzschia sp.
**41. Pinnularia cardinalis (Ehrb.) W. Smith
42. Pinnularia gibba Ehrb.
**43. Pinnularia nobilis Ehrb.
44. Pleurosigma sp.
45. Stauroneis phoenicenteron Ehrb.
46. Stauroneis sp.
47. Surirella elegans Ehrb.
48. Surirella robusta v. splendida (Ehrb.) van Heurck
*49. Surirella robusta (Ehrb.)
50. Synedra acus Kütz.
51. Synedra acus v. angustissima Grun.
*52. Synedra ulna (Nitzsch.) Ehrb.
53. Synedra sp.

b) *Chrysophyceae*

1. Dinobryon bavaricum Imh.
2. Dinobryon divergens Imh.
3. Dinobryon sertularia Ehrb.
4. Dinobryon sociale Ehrb.
5. Dinobryon utriculus Stein
**6. Mallomonas fastigata v. kriegeri Bourr.

II *CHLOROPHYTA*

b) *Chlorococcales*

1. Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.
2. Botryococcus braunii Kütz.
3. Characium sp.
4. Coelastrum reticulatum (Dang.) Senn.
5. Crucigenia quadrata Morr.
6. Crucigenia tetrapedia (Kirch.) West.
7. Dictiosphaerium pulchaelum Wood.
8. Oocystis borgei Snow.
9. Oocystis sp.
10. Pediastrum biradiatum Meyen
11. Pediastrum boryanum (Turp.) Meneg.
12. Pediastrum clathratum (Schr.) Lemm.
13. Pediastrum duplex Meyen
14. Pediastrum duplex v. gracillimum W. and G. S. West
15. Pediastrum simplex (Meyen) Lemm.
16. Pediastrum tetras (Ehrb.) Ralfs.
17. Quadrigula lacustris (Chod) Smith.
18. Radiococcus sp.
19. Scenedesmus acuminatus (Lager.) Chod.
20. Scenedesmus acutus Meyen
21. Scenedesmus arcuatus Lemm.
22. Scenedesmus dimorphus Turp.
23. Scenedesmus falcatus Chod.
24. Scenedesmus quadricauda (Turp.) Breb.
25. Scenedesmus serratus (Corda) Bohlin
26. Scenedesmus sp.
27. Sphaerocystis schroeteri (Chod) Lemm.
28. Tetraedron minimum (Al. Br.) Hansg.
29. Tetraedron sp.

b) *Desmidiales*

**1. Closterium acerosum (Schr.) Ehr. ex Ralfs
2. Closterium ehrenbergii Menegh.
**3. Closterium exiguum W. and G. S. West
4. Closterium pritschardianum Arch.
5. Cosmarium botrytis Menegh.
6. Cosmarium sp.
7. Pleurotaenium trabecula (Ehrb.) Näg.

c) *Volvocales*

1. Eudorina elegans Ehrb.
**2. Pandorina charkowiensis Korsch.
3. Pandorina morum (Müll.) Bory
4. Volvox aureus Ehrb.

d) *Filamentous green algae*

1. Bulbochaete sp.
2. Mougeotia sp.
3. Sprogyra sp.

e) *Tetrasporales*

1. Tetraspora gelatinosa (Vauch.) Desv.

III *CYANOPHYTA*

1. Anabaena sp.
2. Chroococcus limneticus Lemm.
3. Chroococcus turgidus (Kütz.) Näg.
4. Coelosphaerium sp.
**5. Dactylococcopsis irregularis G. M. Smith
6. Lyngbia sp.
7. Merismopedia convoluta Breb.
8. Merismopedia punctata Meyen
9. Merismopedia tenuissima Lemm.
10. Microcystis aeruginosa Kütz.
11. Microcistis flos aquae (Wittr.) Elenk.
**12. Nostoc coeruleum Lyngb.
13. Oscillatoria sp.
14. Phormidium sp.
**15. Raphidiopsis curvata (Fritsch.) Rich.
16. Spirulina subsalsa Oersted.

IV *EUGLENOPHYTA*

1. Euglena polymorpha Dang.
2. Euglena sp.
3. Phacus longicauda (E.) Duj.
4. Phacus tortus (Lemm.) Skv.
5. Trachelomonas bacilifera Playf.
6. Trachelomonas lefevrei Defl.
7. Trachelomonas superba Swir.

V *PYRROPHYTA*

*1. Ceratium hirundinella (Müll.) Schr.
2. Peridinium cinctum (Müll.) Ehrb.
**3. Peridinium incospicuum Lemm.
4. Peridinium tabulatum Playf.

Легенда: ** = врсте нове за флору алга Црне Горе
* = врсте цитиране од других аутора
врсте без звездица су нове за истраживани биотоп

Legend: ** = new species to the flora of algae in Montenegro
* = previously registered
the species no marked are new for investigated biotop

Укупно у свим групама алга идентификовани су 126 врста и 4 варијетета.

У заједници алга Крупачке акумулације већим бројем врста истицали су се следећи родови: *Scenedesmus* (8 врста), *Cyclotella* и *Pediastrum* (по 7 врста), *Dinobryon* (5 врста), *Cymbella, Synedra* и *Closterium* (по 4 врсте) и, најзад, *Pinnularia, Surirella, Gomphonema, Merismopedia, Trachelomonas* и *Peridinium* (по 3 врсте).

У погледу честоће појављивања појединих алга у истраживаном биотопу само се мали број врста може означити перенирајућим. Такве су биле: *Asterionella formosa, Cyclotella* spp., *Eudorina elegans* и *Ceratium hirundinella.* Њима блиске, у овом смислу, биле су оне које су се појављивале у 80% случајева, односно биле забележене у четири аспекта, као: *Gyrosigma acuminatum, Cymbella* sp., *Synedra acus* v. *angustissima, Surirella robusta, Dinobryon divergens, Pandorina morum, Sphaerocystis schroeteri, Pediastrum boryanum, Dictiosphaerium pulchellum* и *Peridinium tabulatum.* Приличан број врста био је забележен у три аспекта. Такве су биле: *Cymatopleura solea, Cymatopleura eliptica, Cymbella cystula, Cymbella ventricosa, Cocconeis sp., Pinnularia nobilis, Pleurosigma sp., Surirella elegans, Synedra sp., Synedra ulna, Cyclotella glomerata, Dinobryon bavaricum, Mallomonas fastigata* v. *kriegeri, Closterium pritchardianum, Scenedesmus acuminatus, Oocystis sp., Pediastrum duplex, Microcystis aeruginosa, Anabaena sp., Coelosphaerium sp.* и *Nostoc coeruleum.*

Атрибут „чешће" могао би се приписати уз 35 врста.

Остале алге (95 врста), којих је било у већини, појављивале су се у биотопу једанпут или два пута, односно биле су забележене само у једној (у већини случајева) или у две сезоне (аспекта).

Међу 130 регистрованих алга у заједници забележено је 13 врста нових за флору алга Црне Горе: — *Chrysophyta-Bacillariophyceae: Cyclotella bodanica,* спада у ређе врсте у самом биотопу, нађена је само у два аспекта — у септембру и октобру; *Navicula anglica,* спада у ређе врсте у самом биотопу, нађена је само у једном аспекту — у марту; *Pinnularia cardinalis,* спада у ређе облике у самом биотопу, нађена је само у једном аспекту — у октобру; *Pinnularia nobilis,* спада у чешће облике у самом биотопу, нађена је у три аспекта — у марту, септембру и октобру; *Eunotia valida,* спада у ређе облике у самом биотопу, нађена је у два аспекта — у септембру и октобру; — *Chrysophyta-Chrysophyceae: Mallomonas fastigata* v. *kriegeri,* спада у чешће облике у самом биотопу, нађена је у три аспекта — у јулу, септембру и октобру. — *Chlorophyta-Desmidiales: Closterium acerosum,* спада у ређе облике у самом биотопу, нађена само у два аспекта — у септембру и октобру; *Closterium exiguum,* спада у ређе врсте у самом биотопу, нађена само у једном аспекту — у марту; — *Chlorophyta-Volvocales: Pandorina charkowiensis,* спада у ређе врсте у самом биотопу, нађена у два аспекта — марту и септембру. — *Cyanophyta: Dactylococcopsis irregularis,* спада у ређе врсте у самом биотопу, нађена само у једном аспекту — у мају; *Nostoc coeruleum,* спада у чешће врсте у самом биотопу, нађена у три аспекта — у октобру, марту и септембру; *Raphidiopsis curvata,* спада у ређе врсте у самом биотопу, на-

ђена само у једном аспекту — у мају. — *Pyrrophyta: Peridinium incospicuum,* спада у ређе врсте у самом биотопу, нађена у два аспекта — у мају и јулу. Нове врсте не учествују у квантитативној структури ни као појединачни примерци.

Што се тиче начина живота око 70 врста, тј. преко 53% свих алга, могу се наћи у планктону као еупланктонске форме. Међу њима само ограничен број врста имао је већи или мањи значај за квантитет, док је нешто мањи број — 60 врста — или око 47%, представљао бентоске — тихопланктонске форме које претежно живе у литоралу језера међу воденим биљкама и у (или на) муљу, и у квантитативном смислу нису имале никаквог значаја.

Број врста у заједници варирао је према сезони (од 28 врста у јулу до 67 у октобру). Сличне разлике биле су уочене готово у свим групама алга.

У свим аспектима истраживања истакнуто место у квалитативној структури имале су *Bacillariophyceae,* нарочито крајем марта и у септембру, односно у октобру. У том редоследу њима се придружују нарочито *Chlorococcales,* а у септембру и октобру и *Cyanophyta.* Слични односи запажени су на свим тачкама. Наравно, број врста на свакој тачки појединачно био је знатно мањи, што је остављало утисак сиромаштва и монотоније фитопланктонске заједнице.

За анализу чистоће појављивања појединих облика алга, нађених у Крупачком језеру, у односу на њихов ужи регионални географски распоред, употребљена је условна скала од 15 степени, са две подскале: „ређи" (1—4) и „чешћи" (5—15), која се односи на разне већ истражене биотопе у Црној Гори: равничарска језера, као Скадарско и Шаско (Brehm und Zederbauer, 1905; Gessner, 1934; Недељковић, 1959; Миловановић и Живковић, 1965; Миловановић и Петковић, 1968; Миловановић, 1968; Петковић, 1968; Петковић et al 1970; Петковић, 1971; Петковић и Петковић, 1978; Петковић, 1975, 1976, 1977, 1979); бројна планинска језера и планинске баре (Петковић и Петковић, 1971, 1977, 1978; Петковић, 1975, 1976); затим рибњаци, као што је „Љешкопољски луг" код Титограда (Петковић и Петковић, 1976, 1979); онда вештачка језера: Крупачко и Пивско (Јерковић, 1974; Петковић, 1975; Петковић и Петковић, 1977) и реке: Пива, Комарница, Врбница, Бијела, Буковица, Тушина, Придворица, Тара, Зета, Морача, Лим (Петковић и Петковић, 1971, 1976; Петковић, 1980 и Матоничкин et al., 1975).

У погледу регионалног биогеографског распрострањења у водама Црне Горе утврђена је биогеографска лествица на чијем врху стоји највећи број алга (78 врста) редовних и обичних становника равничарских језера, затим следе 47 врста алга забе-

лежених и у планинским језерима Црне Горе; 44 врсте, које живе и у рекама, затим 29 врста — у рибњацима и, најзад, од свих 130 алга Крупачке акумулације само 9 врста обитава и у планинским барама.

Најраспрострањенији облик јесте *Ceratium hirundinella,* који је према горе поменутој „15 биотопској скали" убиквист, помешан са другим алгама, и један од најобичнијих облика који се може наћи у свим типовима вода. Врло чести су *Amphora ovalis, Melosira varians* и *Scenedesmus quadricauda* (у 10 биотопа), *Cymbella ventricosa, Diatoma vulgare* и *Synedra acus* (у 11 биотопа), и *Cocconeis placentula* и *Synedra ulna* (у 12 биотопа). Мање чести облици (скала од 5 до 9) веома су бројни. Има их 41 врста.

У категорији „ређи", сем оних 13 врста, за које је речено да су нове за Црну Гору (нађени у једном биотопу — Крупачком језеру), наводимо оне који су до сада забележени у два станишта. Такви су: *Cyclotella glomerata, Dinobryon sertularia, Botriococcus braunii, Oocystis borgei, Scenedesmus serratus, Closterium pritchardianum Volvox aureus, Tetraspora gelatinosa, Spirulina subsalsa, Trachelomonas bacillifera* и *T. lefevrei* (у равничарским језерима и акумулацијама), *Cyclotella meneghiniana, Nitzschia linearis* и *Scenedesmus acutus* (у акумулацијама и рекама); *Stauroneis phoenicenteron* (планинске баре и акумулације) и, најзад, *Peridinium tabulatum* (у планинским језерима и акумулацијама).

Има још 22 мање ретка облика, на скали од 3—4.

б) КВАНТИТАТИВНА СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНСКЕ ЗАЈЕДНИЦЕ КРУПАЧКЕ АКУМУЛАЦИЈЕ

Симболично мали број алга учествовао је у квантитативној структури фитопланктонске заједнице акумулације: од 11 врста *Bacillariophyceae,* које се у различитим аспектима на разним тачкама и на различитим дубинама појављују са различитом бројношћу, само *Synedra, Cyclotella* и *Cymbella* учествовале су у појединим тренуцима са више од 10×10^3 ind/l. Нарочито абундантне биле су врсте *Synedra* (438×10^3 ind/l), док су остале врсте *Bacillariophyceae* биле заступљене са $1—30 \times 10^3$ ind/l.

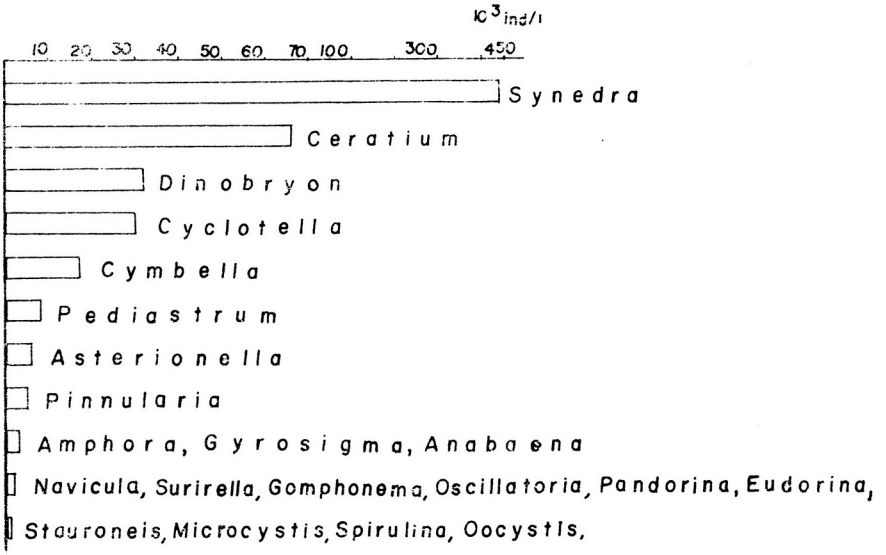
Од *Pyrrophyta* само једна једина врста, *Ceratium hirundinella,* имала је нешто веће квантитативно учешће са највећом апсолутном нумеричком вредношћу од 66×10^3 ind/l.

Chrysophyceae, такође, имале су само једног јединог учесника са највећом апсолутном вредношћу од 32×10^3 ind/l *(Dinobryon* — врсте).

Најзад густину фитопланктонске заједнице незнатно су повећавале и неке *Chlorophyta (Chlorococcales* и *Volvocales)* и *Cyanophyta,* које су учествовале са $1—3 \times 10^3$ (*Oocystis, Pandorina,*

Eudorina, Microcystis, Oscillatoria, Spirulina, Anabaena), односно 8×10^3 ind/l (*Pediastrum* — врсте).

Хијерархијски нумерички низ алга Крупачке акумулације, на основу највећих апсолутних нумеричких вредности (ind/l) у току истраживања, и релативни односи густине популација појединих алга приказани су на графикону (сл. 2).

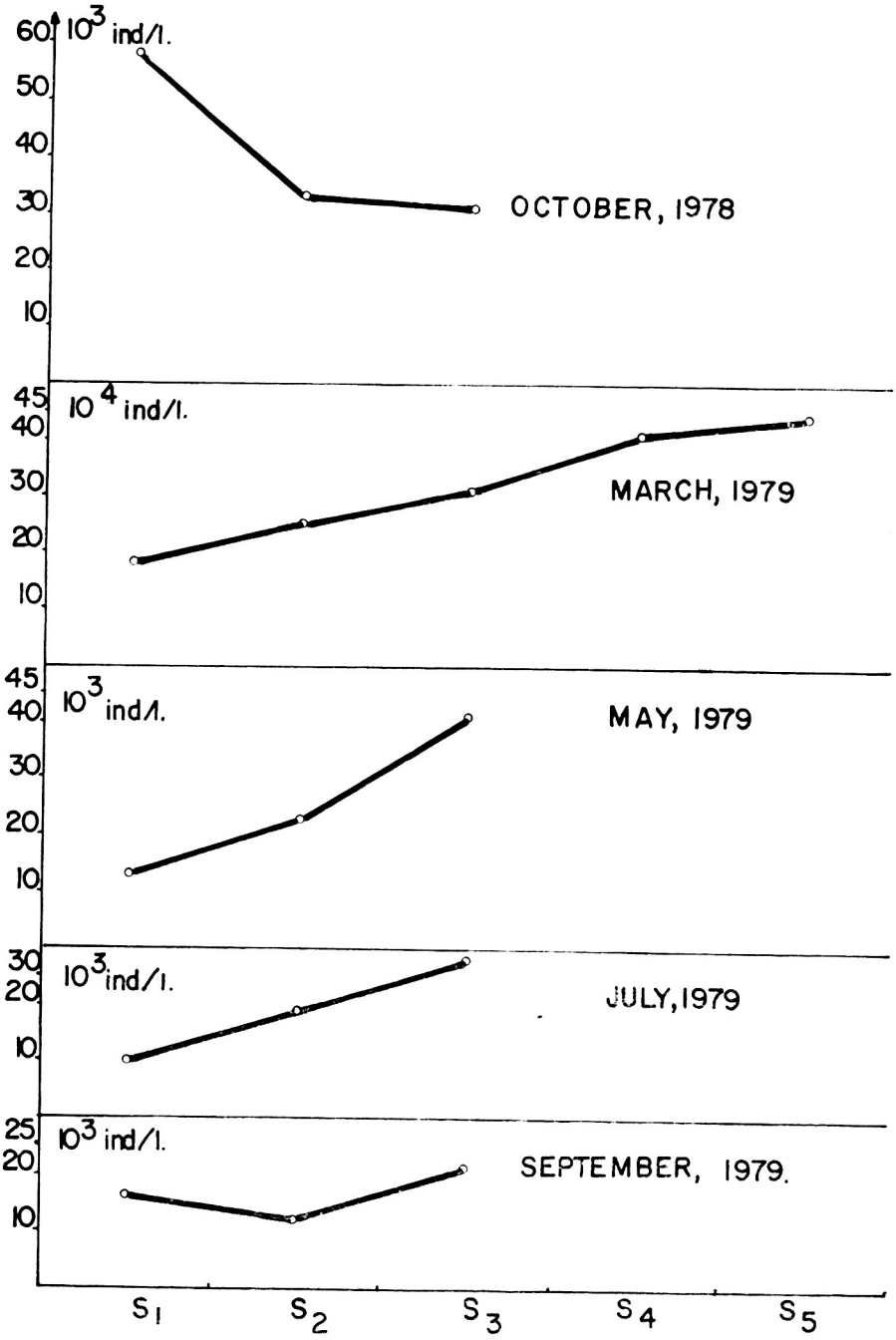


Сл. 2. Хијерархијски низ квантитативне експресије важнијих алга у Крупачкој акумулацији, 1978 и 1979 (апсолутне вредности — ind/l)

Fig. 2. Hierarchal quantitative series of more importante algae in Krupac Reservoir, 1978 and 1979 (absolute values — ind/l)

„Цветање воде" није било забележено ни у једном аспекту истраживања. Од *Volvocales* једино *Pandorina* и *Eudorina* имале су незнатно квантитативно учешће у јесењем аспекту. *Volvox* се појављивао у заједници само у квалитативним пробама у појединачним егземплaрима.

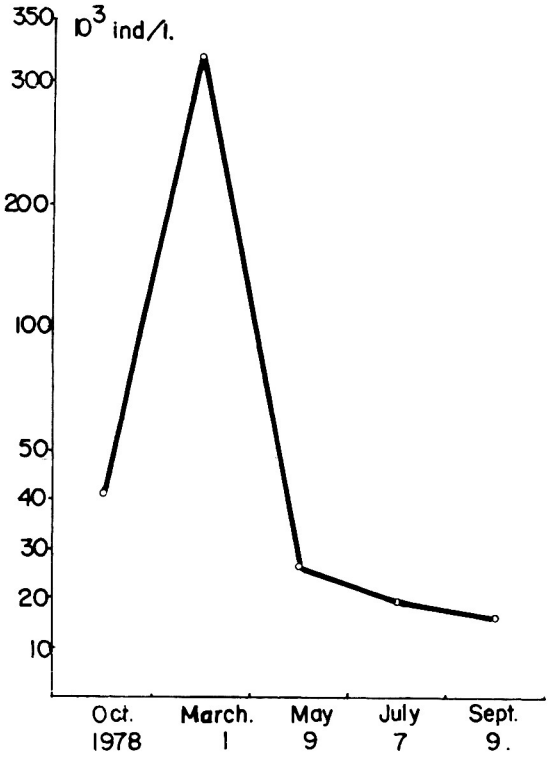
Величина сезонске нумеричке продукције фитопланктонске заједнице акумулације на појединим тачкама, и у целом језеру, на основу просечних вредности, приказана је на графикону (сл. 3 и 4). У марту забележене су максималне вредности густине фитопланктона на свим тачкама, и оне су биле у границама од $181—441 \times 10^3$ ind/l. Највећу продукцију показивале су тачке 3, 4 и 5 (S_3, S_4 и S_5), у марту, односно тачка 3 (S_3) у мају, јулу и септембру 1979, док је тачка 1 (S_1) била богатија од осталих само у октобру 1978. У осталим сезонама продукција је имала знатно ниже стопе. Оне су на разним тачкама износиле од 10×10^3 (у јулу 1979) до 58×10^3 ind/l (у октобру 1978) на тачки S_1 (сл. 3).



Сл. 3. Сезонске флуктуације бројности фитопланктона на разним тачкама Крупачке акумулације у 1978 и 1979.

Fig. 3. Seasonal fluctuations of phytoplankton numerosity at different sampling stations (Krupac Reservoir, 1978 and 1979).

Максимална просечна вредност укупног фитопланктона била је забележена у марту 1979, и она је износила 320×10^3 ind/l, а друге вредности у језеру биле су знатно ниже у осталим аспектима. Оне су варирале од 16×10^3 (у септембру 1979) до 41×10^3 ind/l (у октобру 1978) (сл. 4).



Сл. 4. Сезонске промене густине фитопланктонске заједнице у Крупачкој акумулацији 1978 и 1979.

Fig. 4. Seasonal changes of phytoplankton density (Krupac Reservoir, 1978 and 1979).

У развићу појединих група алга биле су изражене знатне осцилације у току годишњих циклуса. *Bacillariophyceae* су се најповољније развијале у марту, када је и био забележен њихов максимум (439×10^3 ind/l) у коме су, готово апсолутно, доминирале врсте *Synedra* (438×10^3 ind/l), док је уз њих веома скромним уделом била заступљена још само *Asterionella formosa*. Други мањи максимум у овој групи забележен је у октобру, и он је износио 27×10^3 ind/l. Овде су, такође, уз незнатно учешће *Asterionella formosa* и *Cymbella*-врсте, најабундантније биле

Fig. 3. Seasonal fluctuations of phytoplankton numerosity at different sampling stations (Krupac Reservoir, 1978 and 1979).

врсте *Synedra* са 24×10^3 ind/l. Мартовске и октобарске максимуме, односно врсте *Synedra*, у периоду мај—септембар, смењују врсте *Cyclotella* (у мају потпуно) а у осталим аспектима, само уз симболично учешће, *Synedra* — врсте. Међутим, нумеричке вредности *Cyclotella* не прелазе границу од 10×10^3 ind/l.

Pyrrophyta су имале субдоминантну улогу у нумеричкој продукцији заједнице алга. Међу њима се истицао само *Ceratium*. У ритму његовог развића издвајају се два периода: пролеће (мај) — са једним мањим максимумом од 21×10^3, и јесен (октобар) са другим, већим максимумом од 26×10^3 ind/l. У осталим аспектима бројне вредности кретале су се од $2—4 \times 10^3$ ind/l. У октобру била је забележена и појава циста.

Трећа по важности у квантитативној композицији фитопланктона била је група *Chrysophyceae* — заправо врсте *Dinobryon*, које су се најповољније развијале у рано лето (јул) са максимумом од 20×10^3, и у пролеће (мај), када је био забележен нешто мањи максимум, 17×10^3 ind/l. У осталим аспектима *Dinobryon* се или не појављује у квантитативним узорцима (март, септембар), или га има у занемарљиво малом броју индивидуа (до 2×10^3 ind/l, у октобру).

Најзад, од осталих алга у квантитативној структури учествује и известан мањи број врста из групе *Chlorococcales*, *Volvocales* и *Cyanophyta*, нарочито у септембру и октобру. То су биле врсте родова: *Oocystis*, *Pediastrum*, *Pandorina*, *Eudorina*; *Anabaena*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, и *Spirulina*. Најповољнији услови за њихово интензивније развиће били су у септембру и октобру, када су и забележене њихове највеће нумеричке вредности 5×10^3 у октобру, односно 7×10^3 ind/l у септембру, док у осталим аспектима њихово присуство у квантитативним узорцима није било уопште регистровано.

У вертикалном распореду фитопланктона нису биле забележене неке нарочите правилности. Један од највероватнијих разлога могао би да буде — мала дубина воде на свим тачкама (око 5—6 m): у октобру на неким тачкама количина фитопланктона опада од површине ка дну (S_1 и S_2), док је на неким тачкама обрнута ситуација (S_3). У марту највећа густина заједнице била је запажена углавном на средини воденог стуба. То је био случај и у мају. У јулу, на неким тачкама уочавају се извесне правилности у стратификацији са тенденцијом опадања броја организама према дну. Сличне су се тенденције наставиле и у септембру, у највећем броју случајева.

Највеће апсолутне нумеричке вредности фитопланктона у свим аспектима биле су забележене на средини воденог стуба ($4—450 \times 10^3$ ind/l), а само у једном случају било је то евидентирано на дну (108×10^3 ind/l).

ДИСКУСИЈА

С обзиром на велику временску дистанцу која нас дели од првих дана формирања и истраживања фитопланктонске заједнице у овој акумулацији (1958—1959) и објављивања првих резултата (Жуњић, 1960), тешко је дати макар и приближну шему формирања њеног фитопланктона, односно тешко је утврдити кроз које и какве је стадијуме развића он пролазио за то време. Извесно је, међутим, само то да је за први стадијум била карактеристична ценотички сиромашна али у продукционом смислу веома богата заједница биљног планктона, чији су неки абундантнији облици били продуковани чак и до „воденог цвета". То је, вероватно, била последица, пре свега, нешто веће репродукционе моћи основних аутохтоних генетичких веза (извора, бара и других периодичних већих и мањин накупина воде у пољу, пре него што га је потопила водена маса акумулације). Касније, и данас, претпостављамо, ценотички састав се изменио у смислу повећања броја облика алга које су се адаптирале на услове акумулације. Али, захваљујући исцрпљивању и осиромашењу основних хранљивих соли у великој воденој маси вештачког језера, и због немогућности да се из примарно сиромашне крашке (кречњачке) подлоге обезбеђују стално нове количине хранљивог материјала потребног за иоле скромнију примарну продукцију, — она је пала на прилично низак степен, а у заједници, која је постала релативно стабилна и сасвим формирана, остале су веома сиромашне популације само малог броја трофички карактеристичних облика првенствено *Bacillariophyceae*, а затим и *Chrysophyceae* и *Pyrrophyta* које се сукцесивно понављају сваке године и са приближно истим интензитетом до данас, и пружају, у ствари, слику опште монотоније и сиромаштва.

Слаба продукциона моћ акумулацијâ чак и природних језера у карсту, на ступњу алгенских примарних продуцената, била је забележена и у другим крашким подручјима Црне Горе (Станковић, 1934; Недељковић, 1959 — Скадарско језеро; (Петковић и Петковић, 1977 — Пивско језеро) и, шире, у нашој земљи (Миловановић и Живковић, 1956, 1958 — Власинско језеро; Јанковић, 1966, 1973, 1977 — Грошничка и Батлавска акумулација; Миловановић, 1971, 1973b — Борско и Власинско језеро), и последица је инсуфицијенције хранљивих соли у примарној подлози. Зато је оваквим биотопима, за разлику од равничарских акумулација, потребно много више времена за прелаз у виши ступањ трофије. У данашњим условима еутрофизација се, додуше, убрзава и човековом делатношћу у њиховој непосредној околини. У случају Крупачке акумулације то се још није догодило.

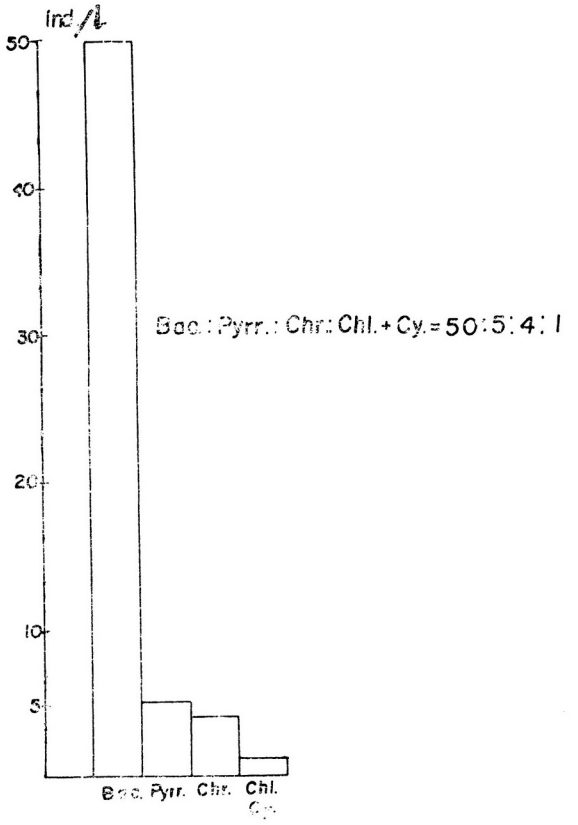
— Жуњић, (1960), пратио је развиће фитопланктонске заједнице Крупачке акумулације током 1958. и 1959, чиме је обухватио готово један цео годишњи циклус, у коме су се, углав-

ном, смењивале *Diatomeae* и *Volvocales*. Чак је било забележено и њихово „цветање". Нарочито у лето и, нешто слабије, у јесен *(Volvocales)* у првој години, односно у пролеће и лето *(Diatomeae)* у другој години. Оне су се истицале и у другим аспектима обе године истраживања акумулације, док су пратеће групе биле *Desmidiaceae* и *Peridineae*. Интересантно је да се, према подацима поменутог аутора, већ у другој години живота акумулације *Volvocales* више не појављују у заједници фитопланктона. Изгледа да се сличне појаве у процесу формирања планктонских заједница одигравају и у другим вештачким језерима у карсту (Петковић и Петковић, 1977 — Пивско језеро — и на основу још необјављених података истог аутора о овом језеру).

У погледу нумеричке доминације у „Жуњићевој" заједници фитопланктона истицали су се: *Volvox, Closterium, Navicula, Synedra, Gomphonema, Fragilaria* и *Ceratium*. У данашњој заједници фитопланктона односи квалитета и „снага" у извесној су се мери изменили. У нашим истраживањима није било забележено „цветање воде". *Volvox, Closterium* и *Fragilaria* представљају чланове заједнице и имају само ценотички значај, док у квантитативној структури немају никаквог удела. Међутим, *Navicula, Gomphonema* и *Ceratium* задржали су још увек известан, мањи или већи, нумерички тренд, док врстама *Synedra*, изгледа, и данашњи услови веома погодују, па се она у заједници издвојила чак као водећи члан. Заједница се консолидовала значајним присуством нових чланова као што су, нарочито, *Dinobryon* и *Cyclotella*, а затим и *Cymbella, Pediastrum, Asterionella, Pinnularia, Amphora, Gyrosigma, Anabaena, Surirella, Oscillatoria, Eudorina, Pandorina, Stauroneis, Microcystis, Spirulina* и *Oocystis*, али у мери довољној да својом целокупном нумеричком продукцијом ипак исказују олиготрофне тенденције у језерском метаболизму.

— Аграмовић и Јерковић, 1974 — ограничили су се на праћење састава дијатомејских алга у биоценози фитопланктона у два сезонска аспекта — пролеће и јесен, изучавајући посебно најважније врсте под електронским микроскопом. По њима су то „два периода када се дијатомејске алге налазе у максимуму свог развоја". Они су тада утврдили „да је број врста диатомеа релативно мали". У пролећњим узорцима нашли су 16 карактеристичних врста, а за јесењи аспект навели су 13 облика.

Упоређујући њихове и наше податке, уз уважавање чињенице да између два истраживања постоји вишегодишња временска дистанца, може се рећи следеће. Поменути аутори у два аспекта забележили су 24 врсте; од ових 11 су потврђене и у нашим анализама, у којима је у пет аспеката нађено још 29 облика, укупно, дакле, 53 врсте. У нашим истраживањима (1978, 1979) најповољнији услови за развиће диатомејских алга били



Сл. 5. Релативни квантитативни односи главних група алга у Крупачкој акумулацији 1978 и 1979.

Fig. 5. Relative quantitative relationships of major groups of algae in Krupac Reservoir, 1978 and 1979.

су на крају зиме, односно на самом прелазу у календарско пролеће наштa, уосталом, указују и резултати нумеричке продукције у том актуелном тренутку (сл. 4). Тада су нађене 42 врсте, док је број врста у пролеће (крајем маја) био знатно мањи — 14 врста, што се приближно поклапа са њиховим бројем — 16 врста; док је нумеричка продукција имала неупоредиво ниже вредности од мартовских.

У ценотичкој структури (130 врста), у односима међу појединим главним групама алга — *Chrysophyta : Chlorophyta : Cyanophyta : Euglenophyta : Pyrrophyta* = 15 : 11 : 4 : 2 : 1 — доминација је на страни *Chrysophyta,* односно *Bacillariophyceae.*

У типолошком погледу, пак, за заједницу би важио однос *Synedra-Dinobryon — (Pediastrum, Pandorina, Eudorina) — Micro-*

cystis-Ceratium, који одражава основни карактер заједнице ове акумулације.

У квантитативној хијерархији, у којој се као јединица употребљава индивидуа (ind/l) односи, сем у првој карици *(Bacillariophyceae)* разликују се од оних који владају у ценотичкој структури. Заправо, и овде доминирају *Bacillariophyceae* — али се у даљем редоследу појављују *Pyrrophyta*, затим *Chrysophyceae* и, на крају, *Chlorococcales* и *Cyanophyta*, чије би приближне релације могле да се представе формулом: *Bacillariophyceae : Pyrrophyta : Chlorophyta : Cyanophyta* = 50 : 5 : 4 : 1 (сл. 5). У квантитативној композицији нису учествовале *Desmidiales, Volvocales, зелене кончасте алге, Tetrasporales* и *Euglenophyta*. Оне су имале значаја само у општој фитосоциолошкој физиономији истраживане акумулације.

ЛИТЕРАТУРА

Аграмовић, Љ., Јерковић, Л. (1974): Дијатомеје акумулационог језера Крупац. Токови, 9 : 185—190, Иванград.

Brehm, V., Zederbauer, E. (1905): Das Septemberplankton des Skutari Sees. Verh. k. k. zool.-bot. Gessellsch. Bd. LV Wien.

Gessner, F. (1934): Limnologische Untersuchungen am Skadar (Skutari) See. Глас. Бот. зав. и баште Унив. Београд, Т. III, No 1—2 : 56—62.

Хабдија, И., Ербен, Р. (1973): Вертикална расподјела врсте Asplanchna priodonta Gosse (Rotatoria) у Омладинском језеру и језеру Бајер у Горском котару. Екологија, Вол. 8, No. 1 : 169—175.

Јанковић, М. (1956): Фауна Chironomidae акумулационих језера Овчар-бање и Међувршја. Архив биол. наука, VIII, 3—4, Београд.

Јанковић, М. (1959): Појава мутних струја у Грошничкој акумулацији и њихов значај за продукционе процесе језера. Архив биол. наука, XI, 1—4, Београд.

Јанковић, М. (1966): Проучавање насеља дна баражног језера код Грошнице. Архив биол. наука, 18, 3—4 : 313—344.

Јанковић, М. (1967): Хоризонтална и вертикална дистрибуција фауне дна у Грошничкој акумулацији. Архив биол. наука, 19, 1—2 : 53 — 66. Београд.

Јанковић, М. (1971): Промене у физичко-хемијским и биолошким карактеристикама природних вода после подизања брана. Архив биол. наука, 23, 1—2 : 56—63. Београд.

Јанковић, М. (1973): Процес насељавања и формирања биоценоза фитопланктона у Батлавском језеру. Екологија, 8, 1 : 33—34.

Јанковић, М. (1977): Процес формирања биоценоза у Батлавском језеру. Екологија, 12, 2 : 89—100.

Јерковић, Л. (1974): Диатомејска флора црногорских језера и ријека студирана помоћу трансмисионог и сканинг електронског микроскопа. Токови, 9 : 265—286. Иванград.

Мариновић, Р. (1961): О масовној појави макроскопских кончастих алга и оштећењима која тиме настају. Гласник Прир. муз. Сер. Б., књ. 17.

Matoničkin, I., Pavletić, Z. (1975): Influence des ruisseaux d'alimentation sur la composition et la structure du bentos dans les lacs accumulateurs du karst Yougoslave. Verh. Inter. Verein. Limnol. 19 : : 1907—1920.

Матоничкин, И. et al. (1975): Екосистем ријеке Пиве и биологијска валоризација њених вода. Глас. Репуб. зав. за зашт. прир. — Природњачког музеја. 8 : 61—69. Титоград.

Миловановић, Д., Живковић, А. (1956): Лимнолошка истраживања баражног језера на Власини. Зборник радова Инст. Екол. Биогеог., Београд, 7, 5 : 4—47.

Миловановић, Д., Живковић, А. (1958): Нови прилог проучавању планктонске продукције у баражном језеру на Власини. Зборник радова Биол. инст. Србије, 2, 7 : 1—12.

Миловановић, Д., Живковић, А. (1965): Планктон Скадарског језера (1957—1958). Зборник радова Биол. инст. Србије, 8, 4 : 1—36.

Миловановић, Д. (1967): Популациона структура и карактер алга макрофитске зоне Скадарског језера. Архив биол. наука, 19, (1—2) : : 75—83.

Миловановић, Д. (1968): Флора алга у неким лимнокреним изворима. „Пољопривреда и шумарство", XIV, 3 : 43—52, Титоград.

Миловановић, Д., Петковић, См. (1968): Продукција перифитона Скадарског језера. Архив биол. наука. XX, 1—2 : 59—66.

Milovanović, D. (1971): Some aspects of the annual development cycle of phytoplankton in the Brestovačka reka Reservoir. Архив биол. наука, 23 (1—2): 39—54.

Миловановић, Д. (1973): Фитопланктон Билећког и Требињског језера (из елабората о рибарско-биолошким истраживањима и мјерама за унапређивање рибарства у акумулационим базенима „Билећа" и „Требиње", V (41—46).

Миловановић, Д. (1973a): Промене у структури фитопланктона у првим годинама постојања акумулационог језера „Бердап". Архив биол. наука, 25, 1—2 : 75—83.

Миловановић, Д. (1973b): Фитопланктон Власинског језера у периоду 1949—1964. Архив биол. наука, 25, (3—4) :-177—194.

Недељковић, Р. (1959): Скадарско језеро. Студија органске продукције у једном карстном језеру. Посебно издање, књ. 4, Биол. инст. Београд.

Павлетич, З. et al. (1974): Однос фитопланктона и зоопланктона у акумулацијским језерима кршког подручја западне Хрватске. Acta Bot. Croat., 33 : 147—162.

Петковић, См. et al. (1970): Исхрана скобаља Скадарског језера. „Пољопривреда и шумарство", XVI, 4 : 1—19, Титоград.

Петковић, Ст. (1970): Прилог фауни Црне Горе I Crustacea, Phyllopoda, Cladocera. „Пољопривреда и шумарство", XVI, 4 : 77—86.

Петковић, См. (1971): Прилог познавању фитопланктона Скадарског језера, с посебним освртом на динамику бројности и ритам развића Ceratium hirundinella (O. F. Müll.) Schrank. „Пољопривреда и шумарство", XVII, 1 : 19—40, Титоград.

Петковић, См., Петковић, Ст. (1971): Састав и карактер планктонских заједница два мала високопланинска глацијална језера на планини Виситору и Богићевици у Црној Гори. „Пољопривреда и шумарство", XVII, 3 : 3—30, Титоград.

Петковић, Ст. (1972—1973): Прилог познавању фауне Rotatoria Црне Горе IIa. — Фам. Trichotriidae. Глас. Републ. зав. зашт. прир. — Природњ. муз., 5 : 129—134.

Петковић, См. (1975): Прилог познавању таксономије и дистрибуције Bacillariophyceae у слатким водама Црне Горе. „Пољопривреда и шумарство", XXI, 2 : 33—56, Титоград.

Петковић, Ст. (1975): Запажања на структури и карактеру зоопланктонског комплекса у неким вештачким језерима Југославије. „Пољопривреда и шумарство" XXI, 1 : 25—55, Титоград.

Петковић, Ст. (1975a): Прилог познавању фауне Rotatoria Црне Горе IIb Fam. Brachionidae, genera: Notholca, Kellicottia, Argonotholca и Anuraeopsis. „Пољопривреда и шумарство", XXI, 4 : 59—72, Титоград.

Петковић, См., Петковић, Ст. (1977): Први сезонски резултати у формирању планктонских заједница Пивског језера 1976. „Пољопривреда и шумарство", XXIII, 1 : 61—74, Титоград.

Петковић, См., Петковић, Ст. (1978): Структура и карактер планктона Шаског језера — Нови прилог познавању лимнофлоре и фауне бракичних вода у карсту Југославије. „Пољопривреда и шумарство", XXIV, 1 : 45—66, Титоград.

Петковић, См., Петковић, Ст. (1978a): Августовски елементи лимнофлоре и лимнофауне једне сталне високопланинске баре у Црној Гори. Глас. Републ. зав. зашт. прир. — Природњ. муз., 11 : 79—91, Титоград.

Петковић, См., Петковић, Ст. (1979): Особености композиције планктона у неким шаранским рибњацима у Црној Гори. „Пољопривреда и шумарство" XXV, 1 : 43—64, Титоград.

Петковић, См. (1979): Основне карактеристике састава и дистрибуције фитопланктона једног сублакустричког извора у Скадарском језеру. „Пољопривреда и шумарство", XXV, 2 : 29—46, Титоград.

Petković, St. (1980): Qualitative composition of zooplankton and microfauna in Matanovic blato (Preliminary notification). Глас. Републ. зав. зашт. прир. — Природ. муз., 13. Титоград.

Поповска-Станковић, О. (1963): Зоопланктон Мавровског језера у првим годинама његовог постојања. Рибарство Југославије, Год. XVIII, H 6. Загреб.

Поповска-Станковић, О. (1976): Зоопланктонот на реката Турија и на нејзината акумулација непосредно пред и по затворањето на браната. Изданија, V, 4 : 3—24.

Пурић, М. (1980): Физичко-хемијске карактеристике вода никшићких акумулација (Извештај о раду Инст. биом. истр. — Биолошки завод, за 1979, 2a : 41—45).

Ремета, Д. (1973): Фитопланктон акумулације Бушко блато (Елаборат Биол. инст. Сарајево, X, 1 : 184—187.

Stanković, S. (1934): Zur Oligotrophie der Skadar (Skutari See). Гласник Бот. Универ., Београд, 3 (1—2) : 63—90.

Влаховић, В. (1975): Крас Никшићког поља и његова хидрогеологија. Посебна издања Одјељ. природ. наука Друштва за науку и умјет. Црне Горе, књ. III : 1—205.

Живковић, А. (1974): Нова врста Rotatoria-Platyias bicornis sp. n. у Скадарском језеру. Архив биол. наука, 26 (3—4) : 193—195.

Жуњић, К. (1960): Испитивање органске продукције у Крупачкој акумулацији. Рибарство Југославије, 4. Загреб.

Жуњић, К. (1971): Физичко-хемијске и биолошке карактеристике неких акумулационих језера. „Пољопривреда и шумарство", XVII, 1 : 65—93. Титоград.

SEVERAL ASPECTS IN ANNUAL DEVELOPMENT CYCLE OF PHYTOPLANKTON COMMUNITY IN KRUPAC RESERVOIR IN MONTENEGRO

Contribution to the knowledge of phytoplankton communities in the artificial lakes in Yugoslavia

by

Smiljka PETKOVIĆ, Biological station — Titograd*

Summary

This paper is a small contribution to the knowledge of limnoflora in the aquatic systems of the Mediterranean karstic region of Montenegro (Yugoslavia). Krupac Reservoir is one of some rather large (5 km²) but shallow (about 5 meters) artificial lakes in the spacious karstic field, on 650 meters above sea level approximately, near Nikšić in Montenegro (Fig 1). This region has a very developed hydrographical system. It is extraordinarily rich in water coming from numerous karstic ground — waters. They are, of course, oligotrophic at the very start. The Reservoir is unpolluted, rich in oxygen, with a slightly alcaline reaction, and belongs to the hydrocarbonate and soft or semi-hard type of water (Purić, 1980). This poor mineral base is predominantly composed of carbonates (Vlahović, 1975), and due to this fact, a domination of calcium ions exists, as well as low trophic degree of this artificial lake. Krupac has varied economic importance not only for this region but wider (electric energy, sport — and economic fishing, recreation and etc.) It is rich in fish (stream — and Californian trout).

There are few published data about the biota of Nikšić's reservoirs, especially about Krupac lake, as well as other water biotopes in this region (Žunjić, 1960, 1971; Marinović, 1961; Petković, St. 1970, 1972—1973, 1975, 1975a, 1980; Agramović and Jerković, 1974; and Petković, Sm. 1975). The investigations which the author carried out during the period 1978—1979 aimed to find out the coenotic composition and the participation of the most important elements in numerical production of the phytoplankton community in Krupac Reservoir. The following basic groups of algae: *Chrysophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta* and *Pyrrophyta* for-

* Address: Biološki zavod Titograd, pošt. fah 104.

med the composition of phytoplankton community. The predominant place, in regard to the number of species (59) belongs to the group of *Chrysophyta*. They represented 45.38% of all algae existing in the community. However, the largest number of *Chrysophyta* was represented by *Bacillariophyceae* (53 species), and due to such a high percentage of participation (40.76%), they caused the high coenotic place of *Chrysophyta* in the community. *Chlorophyta* (44 species, or 33.84% of all algae) had the subdominant floristic — sociological position, out of which *Chlorococcales* (29 species) represented 22.30 % of community. The other groups of algae were represented by 4 to 16 species. Altogether 130 taxa (126 species and 4 varieties) were recorded (Tab. 1). Quite a small number of algae participated in the quantitative composition of the phytoplankton community. The species of the following genera: *Synedra, Cyclotella* and some others *Bacillariophyceae; Ceratium (Pyrrophyta); Dinobryon (Chrysophyceae),* then some belonging to *Chlorophyta* and to *Cyanophyta* made the hierarchal quantitative series of more important algae in Krupac Reservoir during the whole year at the same time. They reached their absolute numerical values which were from 1×10^3 to 438×10^3 ind/1. *Synedra, Ceratium, Dinobryon* and *Cyclotella* were especially abundant (438×10^3 to 30×10^3 ind/1). The absolute numerical values of the other species varied from 1×10^3 to 17×10^3 ind/1 (Fig. 2). Maximal values of phytoplankton density were registered on all sampling stations in March 1979, and they ranged from 181×10^3 to 441×10^3 ind/1. The production had considerably lower rates in other seasons, which varied at the different sampling stations from 10×10^3 in July, 1979, on station one, to 58×10^3 ind/1 in October, 1978 at the same station (Fig. 3). The maximum average value (320×10^3 ind/1) of total phytoplankton was registered in March 1979, and the other values were considerably lower in all other seasons. They varied from 16×10^3 in September, 1979, to 41×10^3 ind/1, in October, 1978 (Fig. 4). The considerable fluctuations in the annual development cycle of some groups of algae were expressed. *Bacillariophyceae* had the most favorable development in March, with maximum numbers of 439×10^3 ind/1, and much less in October (27×10^3 ind/1). *Synedra* was quantitatively the most important alga in these two periods. *Cyclotella* was the second most important species in this group. This species reached its maximum in May 1979 (10×10^3 ind/1). Two periods can be distinguished in the development rhythm of *Pyrrophyta (Ceratium hirundinella)* — in the spring (May), with one smaller maximum (21×10^3 ind/1) and — in the fall (October), with second higher maximum (26×10^3 ind/1). The numerical values in other seasons were from 2 to 4×10^3 ind/1. The appearance of cysts was registered in October 1978. Among *Chrysophyceae, Dinobryon* enlarged its population in early summer and in spring. The peak values of this species were 20×10^3 and 17×10^3 ind/1 in July and May respectively. *Dinobryon* either did not appear at all in quantitative samples (March, September) or it appeared in an irrelevant number of individuals (to 2×10^3 ind/1, in October). Only a small number of species of *Chlorococcales, Volvocales* and *Cyanophyta* finally also participated in the quantitative structure, especially in September and October, when the best conditions for

their more intensive development occurred. The greatest numerical values were 5×10^3 in October, and 7×10^3 ind/1 in September respectively. In general, their presence in quantitative samples from the other seasons was not observed. In the annual development cycle of lake phytoplankton, the main algal successions were: *Synedra* (March), *Ceratium* and *Dinobryon* (May), *Dinobryon* (July), some *Chlorococcales* and *Cyanophyta* (September) and finally *Ceratium* (October). Any special regularity was not observed in vertical distribution of phytoplankton. This was caused, probably, by the fact that water depth was small, 5 to 6 meters. The biggest absolute values of the phytoplankton in all seasons usually were noted in the middle of the water column, and on the bottom only once. Considering the presented coenotic composition — 130 species, when the relationships among the main algal groups, are concerned, *Chrysophyta : Chlorophyta : Cyanophyta : : Euglenophyta : Pyrrophyta* = 15 : 11 : 4 : 2 : 1, the domination was on the side of *Chrysophyta* and *Bacillariophyceae* respectively (Tab. 1). In the typological sense, the following relationships for today's community: *Synedra — Dinobryon — (Pediastrum, Pandorina, Eudorina) — Microcystis — Ceratium* would be of importance and they showed the basic character of the phytoplankton community in this Reservoir. The approximate relationships in quantitative hierarchy of phytoplankton community could be presented by formula — *Bacillariophyceae : Pyrrophyta : Chlorophyta : Cyanophyta = mentous green algae, Tetrasporales* and *Euglenophyta,* did not participate in the quantitative composition.