

Smiljka Petković<sup>1)</sup>  
Biološki zavod — Titograd

LIMNOFLORISTIČKI I TROFIČKI STATUS  
BUKUMIRSKOG JEZERA

Prilog poznavanju fitoplanktonskih zajednica  
u planinskim jezerima Crne Gore<sup>2)</sup>

THE LIMNOFLORISTIC AND TROPHIC STATUS  
OF BUKUMIRSKO LAKE

The contribution to the knowledge of phytoplankton communities  
in mountainous lakes in Montenegro, Yugoslavia

A b s t r a c t

The limnofloristic and trophic status of algal community inhabiting the small glacial Bukumirsko lake in Montenegro, Yugoslavia, were analyzed. The composition, structure and relationship among its planktonic and other algae were also studied at irregular intervals during the period 1967, 1976-1982.

UVOD

Bukumirsko jezero ušlo je u svetsku biološku i limnološku literaturu zahvaljujući neoteničnoj podvrsti repatih vodozemaca, planinskog mrmoljka, *Triturus alpestris montenegrinus* R a d. (R a-

<sup>1)</sup> Smiljka Petković, naučni saradnik, Biološki zavod, Titograd, P. O. Box 104, 81.000 Titograd, Yugoslavia.

<sup>2)</sup> Ova istraživanja, rađena u okviru projekta »Florističko-faunističke i tektonomske osobnosti biocenozu planinskih jezera Crne Gore«, materijalno je potpuno plaćeno Samoupravna interesna zajednica za naučne djelatnosti SR Crne Gore.

dovanović, 1951; Breuil and Thout, 1983), koji živi u njemu. Pažnju naučne javnosti skrenulo je na sebe ovo glacijalno jezero, takođe, zahvaljujući i otkriću kladocerske vrste »*Daphnia longispina*« sa nazubljenom grbom (Petković, St., 1979). Veliki doprinos poznavanju ovog jezera dao je Stanković, 1975. u svojoj obimnoj limnološkoj studiji o planinskim jezerima Crne Gore. U nameri da rasvetlimo još neke aspekte života ovog zanimljivog planinskog limnološkog objekta, orijentisali smo se na izučavanje njegovog limnoflorističkog i trofičkog statusa i analizu sastava, strukture i odnosa njegovih planktonskih i drugih alga, utoliko pre što su ranija algofloristička istraživanja Bukumirskog jezera (Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968; Petković, Sm., 1975), u kojima su objavljeni skromni podaci o 17 vrsta alga iz nekoliko važnijih grupa, bila samo orijentaciona i preliminarne i, svakako, nedovoljne. Ovim istraživanjima pridružili smo se skromnom broju domaćih istraživača — algoflorista (Čado, 1962; Jerković, 1974; Lazar, 1960; Milovanović, 1960, 1960a, 1963; Pavlečić i Matonićkin, 1964; Petrovska i Stojanov, 1976, 1973; Pocrnjić, 1972; Stojanov i Petrovska, 1980, koji su doprineli boljem poznavanju alga Jugoslavije i algoflore uopšte.

#### MATERIJAL<sup>3)</sup> I METODIKA

Materijal je sakupljan u nejednakim intervalima u toku 1967, 1976-1982, pretežno u letnjim mesecima, i samo nekoliko uzoraka potiče iz prolećnog i jesenjeg perioda. Florističkoj analizi bio je ponovo podvrgnut i materijal iz 1967, koji je delimično bio korišćen u radu o hidrobiološkim istraživanjima planinskih jezera Crne Gore (Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968). Pri uzimanju uzoraka upotrebljavana je planktonska mreža No 25, kao i posebna mreža »strugač« na dugačkoj drvenoj dršci, a vršeno je, takođe, i spiranje makrofitske vegetacije. Na taj način obradom su bile obuhvaćene alge slobodne vode, kao i one nastanjene u litoral. Materijal je fiksiran na licu mesta 4% formalinom, a njegova obrada vršena je u laboratorijama Biološkog zavoda standardnim mikroskopskim i drugim tehnikama i postupcima, koji se inače koriste u ovakvim prilikama. Determinacija alga izvršena je u skoro 90% slučajeva do vrste ili varijeteta i forme.

#### OSNOVNE ODLIKE ISTRAŽIVANOG BIOTOPA

Bukumirsko jezero je jedno iz grupe najmanjih ledničkih jezera Crne Gore sa površinom od svega 1,5 do 2,1 ha (0,01-0,02 km<sup>2</sup>), i dubinom od najviše 17,5 m u središnjem delu. Leži blizu jugoslo-

<sup>3)</sup> U prikupljanju materijala i tehničkoj obradi istog nesebičnu pomoć pružila je Milosava Popović, tehnički saradnik, kojoj se i ovde zahvaljujemo.

vensko-albanske granice na nadmorskoj visini od 1 440 m, u krajnjem jugozapadnom delu prokletijskog masiva, na planini Žijovu, u valovu Brskuta, na nevelikoj udaljenosti od Rikavačkog jezera. U blizini jezera nalazi se bukova šuma. Same obale su gole. Izloženo je punoj dnevnoj insolaciji. Deluje veoma atraktivno. U plićim obalskim delovima razvija se slaba makrofitska i druga vodena vegetacija sastavljena uglavnom od predstavnika *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae*, *Characeae* i, ređe, *Cyperaceae*. U zimskom periodu led je redovna pojava na jezeru.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### a) Sastav i struktura limnoflorističke zajednice jezera

Nadene i determinisane alge iz svih sezonskih aspekata grupisane su u četiri osnovne velike grupe: *CHLOROPHYTA*, *CHROMOPHYTA*, *CYANOPHYTA* i *EUGLENOPHYTA*.

Grupi *EUGLENOPHYTA*, uprkos činjenici što je u jezeru nadena samo jedna jedina njena vrsta, dato je ravnopravno mesto u zajednici, upravo iz razloga koji treba da ukažu na tip zajednice alga ovog glacijalnog jezera kao i na njegov trofički status, o čemu će u daljem tekstu posebno biti govora.

Determinisano je 190 vrsta, varijeteta i formi iz 76 rodova i 14 redova u okviru klasa *Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Dinophyceae*; *Euglenophyceae*; *Chlorophyceae*; *Conjugatophyceae*; i *Cyanophyceae* (tab. 1).

Najveći broj rodova (35) zastupljen je u flori alga Bukumirskog jezera samo po jednom vrstom. Takođe, kod priličnog broja rodova (21) zabeležene su samo po dve vrste. Posmatra li se u tom smislu dalje taksonomska struktura zajednice, uočava se da sa opadanjem broja rodova raste broj vrsta u okviru svakog od njih: 9 rodova — sa po 3, 5 rodova — sa po 4 vrste i tako dalje. Većim brojem vrsta ističu se rodovi: *Cymbella* i *Pediastrum* (po 6), *Oocystis* (9), *Scenedesmus* (11), *Cosmarium* (16) i *Staurastrum* (18). Ovakva struktura, raznovrsna i stabilna, ukazuje u dobroj meri na regionalni floristički tip zajednice alga (*Chlorophyceae* — *Conjugatophyceae* — *Bacillariophyceae*, odnosno *Scenedesmus* — *Staurastrum* — *Cymbella*), različit u nekim elementima od drugih planinskih jezera u Crnoj Gori — Visitorskog, Bare ispod Ridskog jezera, Crnog, Šiškog, Ševarine lokve, Plavskog jezera (Petković, S. m. i Petković, S. t., 1971, 1978a, 1981, 1982; Petković, S. m., 1981a). Međutim, i pored veće ili manje narušenosti osnovnog florističkog »modela«, u mnogim ovim jezerima vodeći član je obično *Staurastrum*, koga prate *Cosmarium*, *Euastrum*, *Closterium*, u visokoplaninskim, a negde ulogu *Staurastrum*-a preu-

zima u potpunosti *Closterium*; dok u drugim komponentama osnovnog »modela« (*Chlorophyceae* — *Bacillariophyceae*) samo ulogu *Scenedesmus-a*, preuzima *Pediastrum*, a čelnu *Cymbella* prati još i priličan broj rodova bogatih vrstama iz ove grupe: *Surirella*, *Gomphonema* i dr. — u niskopaninskim, jako protočnim jezerima, kao što je Plavsko jezero na primer — (Petković, Sm. i Petković, St., 1982). Ovakav floristički tip jezera u mnogome odudara od ribnjačkih i malih kriptodepresijskih jezerskih biotopa »modela« *Chlorophyceae* — *Euglenophyceae*, sa vodećim *Scenedesmus* — *Phacus* vrstama (Petković, Sm. 1979, 1979a) ili pak od ravničarskih, brakičnih voda, ili niskoplaninskih akumulacija, u kojima važi »model« *Euglenophyceae* — *Bacillariophyceae*, odnosno *Euglena* — *Synedra* tj. *Chlorophyceae* — *Bacillariophyceae*, odnosno *Scenedesmus* ili *Oocystis* — *Cyclotella* tip osnovnog »modela« (Petković, Sm. i Petković, St., 1978, i Petković, Sm., 1980).

Tab. 1. Cenotički sastav zajednice alga Bukumirskog jezera  
Tab. 1. Coenotic composition of algal community in the Bukumirsko lake

Grupe i vrste alga — Groups and species of algae

## I CHROMOPHYTA

### a) *Bacillariophyceae*

1. *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grun.
2. *Amphora ovalis* Kütz.
3. *Cocconeis placentula* Ehrb.
4. *Cyclotella glomerata* Bachm.
5. *Cyclotella ocellata* Pant.
6. *Cymatopleura elliptica* (Breb.) W. Smith
7. *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Smith
8. *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun.
9. *Cymbella ehrenbergii* Kütz.
10. *Cymbella lanceolata* (Ehrb.) Heurck
11. *Cymbella prostrata* (Berk) Cleve
12. *Cymbella turgidula* Grun.
13. *Cymbella ventricosa* Kütz.
14. *Epithemia intermedia* Fricke
15. *Epithemia sores* Kütz.
16. *Eumotia* sp.
17. *Fragilaria construens* (Ehrb.) Grun.
18. *Fragilaria crotonensis* Kitton
19. *Fragilaria virescens* Ralfs
20. *Gomphonema acuminatum* Ehrb.
21. *Gomphonema constrictum* Ehrb.

22. Gomphonema constrictum v. capitata (Ehrb.) Cleave
23. Gomphonema olivaceum (Lyngb.) Kütz.
- \*\*24. Navicula hasta Pant.
25. Navicula radiosa Kütz.
26. Navicula viridula Kütz.
27. Nitzschia sigmoidea (Ehrb.) W. Smith
- \*28. Pinnularia sp.
29. Pinnularia viridis (Nitz.) Ehrb.
30. Rhopalodia gibba (Ehrb.) Müll.
31. Stauroneis anceps Ehrb.
32. Surirella biseriata Breb.
33. Surirella linearis W. Smith
- \*34. Surirella robusta Ehrb.
35. Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.
36. Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.
- \*37. Gomphonema

#### b) Chrysophyceae

1. Dinobryon cylindricum Imh.
2. Dinobryon divergens Imh.
- \*3. Dinobryon divergens v. Schauinslandii (Lemm.) Brun.
4. Dinobryon sertularia Ehrb.
- \*\*5. Uroglenopsis europaea (Pasch.) Lemm.

#### c) Xanthophyceae

- \*\*1. Gloeobotrys coenococcoides Fott.

#### d) Dinophyceae

- \*1. Ceratium hirundinella (O. F. M.) Schr.
2. Ceratium hirundinella v. piburgense (Reder) Bachm.
- \*3. Peridinium cinctum (Müll.) Ehrb.
4. Peridinium sp.

### II EUGLENOPHYTA

#### a) Euglenophyceae

1. Phacus longicauda (Ehrb.) Duj.

### III CHLOROPHYTA

#### a) Chlorophyceae

1. Ankistrodesmus gelifactum (Chod.) Bourr.
2. Ankistrodesmus lacustris (Chod.) Ostent.

3. *Botriococcus braunii* Kütz.
4. *Characium gracilipes* Lamb.
5. *Characium limneticum* Lemm.
6. *Characium omitocephalum* A. Br.
- \*\*7. *Chodatella citrifomis* Snow.
8. *Chodatella subsalsa* Lemm.
9. *Coelastrum microporum* Naeg.
10. *Coelastrum sphaericum* Naeg.
11. *Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Gay
12. *Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et G. S. West
13. *Dicelilla* sp.
14. *Lagerheimia ciliata* Chod.
- \*\*15. *Lauterborniella elegantissima* Schm.
16. *Nephrocycium agardhianum* Naeg.
17. *Nephrocycium oedysiscepanum* W. et G. S. West
- \*\*18. *Oocystis apiculata* W. et G. S. West
19. *Oocystis crassa* Wittf.
20. *Oocystis elliptica* West et G. S. West
21. *Oocystis lacustris* Chod.
- \*\*22. *Oocystis naegellii* Brun.
23. *Oocystis parva* W. et G. S. West
24. *Oocystis pelagica* Lemm.
25. *Oocystis pusilla* Hansg.
26. *Oocystis solitaria* Wittf.
27. *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh.
28. *Pediastrum boryanum* v. *longicorne* Racib.
29. *Pediastrum duplex* Meyen
30. *Pediastrum integrum* Naeg.
31. *Pediastrum integrum* v. *acutum* Racib.
32. *Pediastrum tetras* (Ehrb.) Ralfs.
- \*\*33. *Quadrigula chodati* (Tan. - Ful) G. M. Smith.
34. *Quadrigula closterioides* (Bohl) Printz.
35. *Quadrigula lacustris* (Chod.) G. M. Smith.
36. *Quadrigula pfitzerii* (Schr.) Printz.
37. *Radiococcus nimbatus* (De Wild) Schm.
38. *Scenedesmus acuminatus* (Lager.) Chod.
39. *Scenedesmus acutus* Meyen
40. *Scenedesmus arcuatus* Lemm.
41. *Scenedesmus arcuatus* v. *platydisca* G. M. Smith.
42. *Scenedesmus bijuga* (Turp.) Lager.
43. *Scenedesmus bijuga* v. *alternans* (Rein) Hansg.
44. *Scenedesmus dimorphus* (Turp.) Kütz.
45. *Scenedesmus ovalternus* Chod.
46. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb.
47. *Scenedesmus falcatus* Chod.
48. *Scenedesmus* sp.
49. *Sphaerocystis schroeteri* Chod.
50. *Physocytium confervicola* Borzi

51. *Tetraspora* sp.
- \*\*52. *Aphanochaete repens* Al. Br.
- \*\*53. *Bulbochaete pygmaea* Pringsh.
54. *Bulbochaeta* sp.
- \*\*55. *Chaetobolus lapidicola* Lager.
- \*\*56. *Chaetosphaeridium globosum* (Nord.) Klebs.
- \*\*57. *Coleochaete scutata* Breb.
58. *Oedogonium* sp.

b) *Conjugatophyceae*

1. *Mougeotia* sp.
2. *Spirogyra* sp.
3. *Zygnema* sp.
4. *Gonatozygon brebissonii* De Bary
- \*\*5. *Gonatozygon brebissonii* v. *alpestre* Ružič.
6. *Gonatozygon kinahani* (Arch.) Rabenh.
7. *Closterium acerosum* (Schr.) Ehr. ex Ralfs
8. *Closterium pritchardianum* Arch.
9. *Closterium setaceum* Ehrb. ex Ralfs
10. *Cosmarium bioculatum* Breb.
11. *Cosmarium botrytis* Meneg.
12. *Cosmarium coelatum* Ralfs
- \*13. *Cosmarium depressum* (Næg.) Lund
- \*\*14. *Cosmarium depressum* v. *planctonicum* Reverd.
15. *Cosmarium granatum* Breb.
- \*\*16. *Cosmarium holmense* v. *integrum* Lund
- \*\*17. *Cosmarium margaritatum* (Lund) Roy et Biss.
18. *Cosmarium ochthodes* Nördst.
19. *Cosmarium pyramidatum* Breb.
20. *Cosmarium regnellii* Wille
21. *Cosmarium reniforme* (Ralfs) Arch.
- \*22. *Cosmarium subprotumidum* Nördst.
23. *Cosmarium subtumidum* Nördst.
24. *Cosmarium tetraophthalmum* Breb.
25. *Cosmarium undulatum* Corda
26. *Euastrum* sp.
27. *Penium margaritaceum* (Ehrb.) Breb.
- \*\*28. *Penium margaritaceum* v. *elongatum* Klebs
- \*\*29. *Penium spirostriolatum* Bark
30. *Pleurotaenium maximum* (Reinsch) Lund
31. *Pleurotaenium trabecula* (Ehrb.) Næg.
32. *Sphaerososma granulatum* Roy et Biss.
33. *Sphaerososma Wallichii* Jacobs
- \*\*34. *Staurastrum affine* W. et G. S. West
35. *Staurastrum alternans* Breb.
36. *Staurastrum avicula* Breb.
37. *Staurastrum denticulatum* (Næg.) Arch.

38. *Staurastrum gladiosum* Turm.
39. *Staurastrum gracile* Ralfs
- \*\*40. *Staurastrum gracile* v. *cyanthiforme* W. et West
- \*41. *Staurastrum furcigerum* Breb.
42. *Staurastrum histrix* Ralfs
- \*43. *Staurastrum manfeldtii* Delp.
44. *Staurastrum orbiculare* (Ehrb.) Ralfs
45. *Staurastrum punctulatum* Breb.
46. *Staurastrum sebaldii* v. *ornatum* Nordst.
- \*47. *Staurastrum hirsutum* (Ehrb.) Breb.
- \*48. *Staurastrum furcigerum* f. *eustephani* (Ehrb.) Nordst.
- \*49. *Staurastrum megacanthum* Lund
50. *Staurastrum subteliferrum* Roy et Biss.
51. *Staurastrum teliferum* Ralfs
- \*52. *Pleurotaenium turgidum*?

#### IV CYANOPHYTA

##### a) *Cyanophyceae*

1. *Anabaena affinis* Lemm.
2. *Anabaena echinospora* Skuja
3. *Anabaena* sp.
4. *Aphanothece elabens* (Breb.) Elenk.
5. *Aphanothece* sp.
- \*6. *Chroococcus limneticus* Lemm.
- \*\*7. *Chroococcus limneticus* v. *subsalsus* Lemm.
- \*8. *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg.
9. *Chroococcus* sp.
10. *Coelosphaerium dubium* Grun.
11. *Coelosphaerium küetzingianum* Näg.
12. *Dactylococcopsis* sp.
- \*\*13. *Eucapsis alpina* Clem et Shantz
14. *Gloeocapsa alpina* Näg. em Brand.
- \*\*15. *Gloeocapsa haematodes* Kütz.
16. *Gloeotrichia echinulata* (Smith) Richt.
17. *Gomphosphaeria aponina* Kütz.
18. *Gomphosphaeria lacustris* Chod.
19. *Lyngbia epiphytica* Hieron.
20. *Lyngbia* sp.
21. *Merismopedia elegans* Al. Br.
- \*\*22. *Merismopedia minima* G. Beck
23. *Merismopedia punctata* Meyen
24. *Merismopedia tenuissima* Lemm.
25. *Microcystis aenuginosa* Kütz.
- \*26. *Microcystis flos-aquae* (Witt.) Kirch.
27. *Microcystis* sp.
28. *Nodularia* sp.

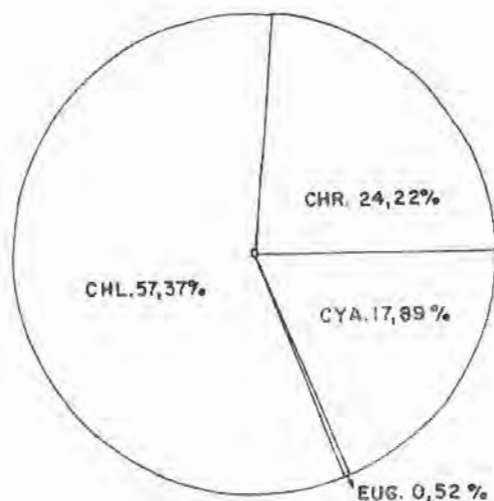


- \*\*29. *Nostoc carneum* Agard.
- 30. *Phormidium* sp.
- 31. *Rivularia minutula* (Kütz.) Born. et Flach.
- \*\*32. *Rivularia planctonica* Elenk.
- 33. *Oscillatoria* sp.
- 34. *Stigonema* sp.

Legenda — Legend:

- \* ranije objavljene vrste
- \*\* nove vrste u flori alga Crne Gore
- \* the previously published species
- \*\* the new species to the flora of algae in Montenegro

U odnosu na celokupnu zajednicu alga vodeće mesto sa 109 vrsta svakako pripada grupi *CHLOROPHYTA* (57,37%), a posle slede *CHROMOPHYTA* sa 46 vrsta ili 24,22%, *CYANOPHYTA* sa 34 vrste ili 17,89% i, najzad, *EUGLENOPHYTA* sa 1 vrstom ili samo 0,52% (sl. 1)



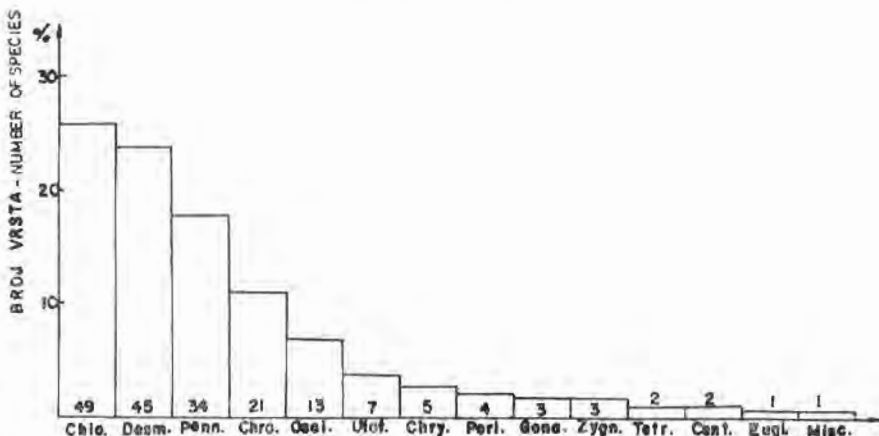
Sl.1 Limnofloristička zajednica Bukumirskog jezera - Udeo florističkih elemenata glavnih grupa u celokupnoj algoflori jezera

Fig.1 Limnofloristic community of Bukumirsko jezero - Participation of floristic members of the major groups in the total lake alga flora.

Legenda- Legend: Chl. - Chlorophyta; Chr. - Chromophyta;  
Cya - Cyanophyta; Eug. - Euglenophyta

U analiziranom materijalu zabeležene su 173 vrste nove za ovo jezero, a od njih su mnoge (29 vrsta) nove i za floru alga Crne Gore. One su označene dvema zvezdicama (\*\*). Ranije objavljene vrste za ovo jezero označene su jednom zvezdicom (\*) (tab. 1).

Analiza hijerarhijskog florističkog statusa pojedinih redova u ukupnoj limnoflori alga pokazuje da od 14 redova kojima pripadaju sve u Bukumirskom jezeru nađene vrste, dva vodeća mesta (49 i 45 vrsta) pripadaju redovima *Chlorococcales* (25,79) odnosno *Desmidiiales* (23,68%). Priličan broj vrsta (34 i 21) zabeležen je u *Pennales* i *Chroococcales*, a njihovo procentualno učešće iznosi 17,89 odnosno 11,05%. Hijerarhijski status ostalih redova znatno je niži na lestvici (1 do 13 vrsta, tj. 0,53 do 6,84%) (sl. 2).



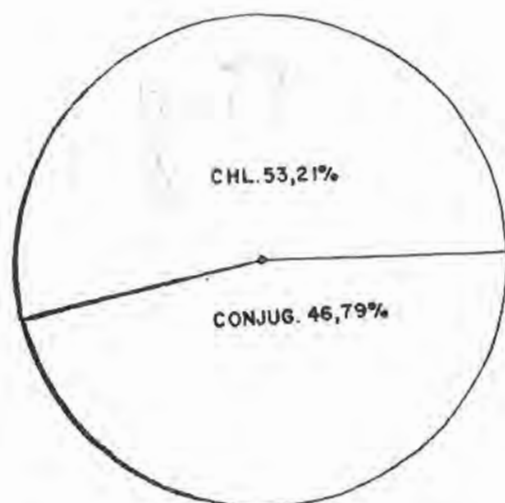
Sl. 2 Hijerarhijski status florističkih komponenta na nivou redova i njihovo procentualno kvalitativno učešće u limnoflori Bukumirskog jezera

Fig. 2 Hierarchical status of the floristic components on a level of the orders and their proportional qualitative share in the limnoplankton of the Bukumirsko jezero.

Legenda - Legend: Chlo. - Chlorococcales; Desm. - Desmidiiales; Penn. - Pennales; Chro. - Chroococcales; Osci. - Oscillatoriiales; Ulot. - Ulotrichales; Chry. - Chryomonadales; Peri. - Peridinales; Gona. - Gonatozygales; Zyg. - Zygnematales; Tetr. - Tetrasporales; Cent. - Centrales; Eugl. - Euglenales; Misc. - Miscococcales.

**CHLOROPHYTA.** Vodeća je grupa u zajednici alga jezera. Zabeleženo je 109 vrsta, varijeteta i formi iz 35 rodova i 6 redova (*Chlorococcales*, *Tetrasporales*, *Ulotrichales*, *Zygnematales*, *Go-*

natozygales i Desmidiiales) u okviru dve klase: *Chlorophyceae* i *Conjugatophyceae*. Veličina učešća pojedinih podgrupa u glavnoj grupi ukazuje na neznatne razlike između vodeće *Chlorophyceae* (53,21%) i druge po važnosti *Conjugatophyceae* (46,79%) (sl. 3).



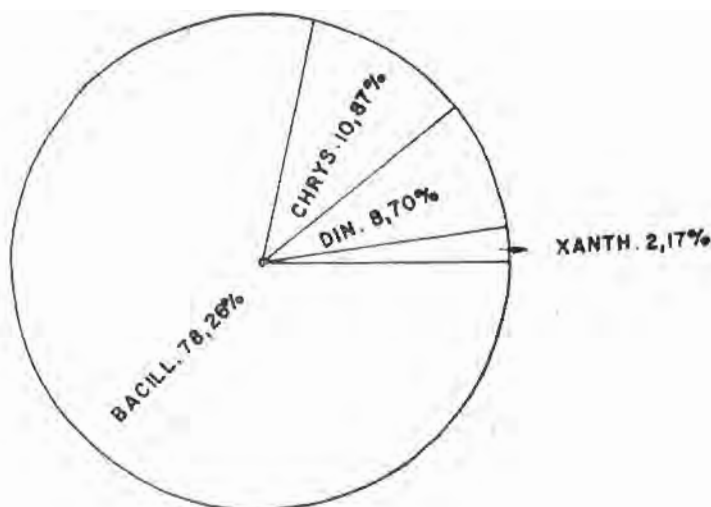
Sl.3 Udeo florističkih elemenata podgrupa u glavnoj grupi CHLOROPHYTA.

Fig.3 Participation of the floristic elements of the subgroups in the main group CHLOROPHYTA

Legenda - Legend: Chl.-Chlorophyceae; Conjug.- Conjugatophyceae.

**CHROMOPHYTA.** Jedna od vodećih grupa alga u jezeru. Registrovano je 46 vrsta iz 22 roda i pet redova (*Centrales*, *Pennales*, *Chrysomonadales*, *Mischococcales* i *Peridinales*) u okviru 4 klase: *Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae* i *Dinophyceae*. U odnosima pojedinih podgrupa u glavnoj grupi ističu se *Bacillariophyceae* sa 78,26%, dok je udeo florističkih elemenata ostalih podgrupa znatno manji, i on varira od 2,17 (*Xanthophyceae*), preko 3,70 (*Dinophyceae*) do 10,87% (*Chrysophyceae*) (sl. 4).

**CYANOPHYTA.** U trećoj po florističkom značaju, grupi *Cyanophyta*, registrovane su 34 vrste iz 18 rodova. Sve one pripadaju redovima *Chroococcales* i *Oscillatoriales* u okviru klase *Cyanophyceae*.



Sl.4 Udeo florističkih elemenata podgrupa u glavnoj grupi CHROMOPHYTA

Fig.4 Participation of the floristic members of the subgroups in the main group CHROMOPHYTA

Legenda - Legend: Bacill - Bacillariophyceae; Chrys. - Chrysophyceae; Din. - Dinophyceae; Xanth. - Xanthophyceae

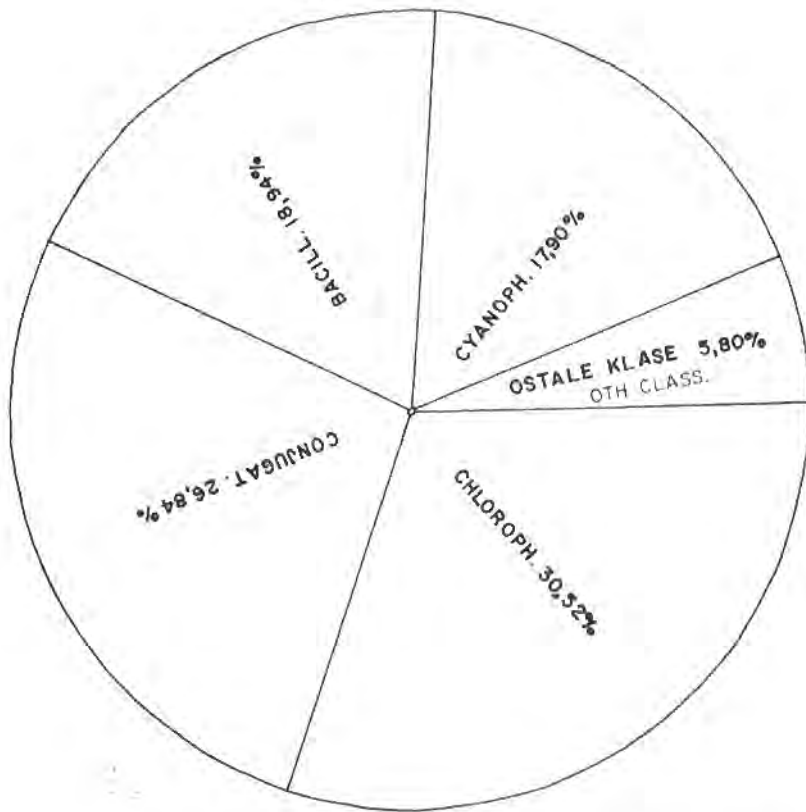
ceae, koji su samo u pogledu broja rodova (po 9) podjednako zastupljeni u klasi odnosno u osnovnoj grupi, dok po broju vrsta prvi (21) znatno prednjači nad drugim (13 vrsta).

**EUGLENOPHYTA.** Iako u florističkom smislu nema nikakvog značaja (0,52% cele zajednice alga), jer čitavu grupu predstavlja samo jedan jedini rod, i jedna vrsta iz reda *Euglenales*, klase *Euglenophyceae*, njeno gotovo potpuno odsustvo učvršćuje naše saznanje o značaju koji ona ima za trofiju ovog planinskog jezera.

Što se tiče udela florističkih elemenata važnijih klasa u celokupnoj zajednici alga jezera, u njoj dominiraju *Chlorophyceae* sa 30,52 dok subdominantno mesto pripada algama klase *Conjugatophyceae* sa 26,84%. Slede *Bacillariophyceae* — 18,94 i *Cyanophyceae* — 17,90%. Na ostale klase dolazi samo 5,80% (sl. 5).

#### b) Trofički sastav jezera

Pri određivanju trofičnosti vode Bukumirskog jezera na osnovu brojnih odnosa vrsta izvesnih taksonomskih grupa alga, primenjene su teoretske postavke poznatih limnologa: Thunmark-a, 1945. i Nygaard-a, 1949.



Sl. 5 Udeo florističkih elemenata važnijih klasa u celokupnoj algoflori jezera

Fig.5 Participation of floristic elements of the more important classes in the whole lake algaeflora.

Legenda - Legend: Chloroph. - Chlorophyceae; Conjugat. - Conjugatophyceae; Bacill. - Bacillariophyceae; Cyanoph. - Cyanophyceae; Oth. class. - Other Classes

Dobijeni fitosociološki koeficijenti variraju od 0,6 do 1,6 odnosno 0,9 do 2,0, i oni ukazuju da je istraživano visokoplaninsko glacialno jezero u oba slučaja u granicama oligotrofije, odnosno slabe eutrofije, sa prosečnim vrednostima 0,95 odnosno 1,55 što se, s obzirom na različite vremenske — sezonske aspekte (jun-novembar) i na različite godine (1967. i 1976-1982), u kojima su vršena istraživanja, može prihvatiti kao prilično realna orijentacija u donošenju ovakvih sudova. Niske stope trofičnosti zabeležene ranije i u nekim drugim glacialnim jezerima, kao što su npr. Visitorsko

i Ridsko (Petković, S. m. i Petković, St., 1971), bile su i ovde, uglavnom, uslovljene prilično velikim brojem vrsta *Desmidi-  
diales*, koje su narušavale odnose sa *Chlorococcales*. Najpovoljniji  
odnosi, zapravo najveći fitosociološki koeficijenti u jezeru, bili su  
zabeleženi u analizama uzoraka iz juna i jula — 1,3 do 1,6 tj.  
1,8 do 2,0, dok su u ostalim sezonskim aspektima oni bili više ili  
manje ispod ovih vrednosti (tab. 3).

Tab. 2. Uporedni pregled ranije objavljenih i novih vrsta za  
Bukumirsko jezero, i floru alga Crne Gore (po redovima)

Tab. 2. Comparative survey of previously published and new regi-  
stered species in Bukumirsko lake and algoflora of Montenegro  
(to the orders)

Redovi alga Orders of algae	Broj vrsta Number of species		
	A	B	C
Pennales	3	31	1
Centrales	—	2	—
Chrysomonadales	1	4	1
Mischococcales	—	1	1
Peridinales	2	2	—
Chlorococcales	—	49	5
Tetrasporales	—	2	2
Ulotrichales	—	7	5
Gonatozygales	—	3	1
Desmidi- diales	8	37	7
Zygnematales	—	3	—
Chroococcales	3	18	4
Oscillatoriales	—	13	2
Euglenales	—	1	—
	17	173	29
	UKUPNO TOTAL	190	

Legenda — Legend:

A = Ranije objavljene (Previously published)

B = Nove za Bukumirsko jezero (New for Bukumirsko lake)

C = Nove samo za floru Crne Gore (New only for algoflora of Montenegro)

Tab. 3. Pregled trofičkih količina dobijenih na osnovu broja vrsta  
 Tab. 3. List of trophic quotients calculated from  
 the number of species

Datum Date	Količina Quotient	Thunmark	Nygaard
		Chlorococcales Desmiales	Cyanoph.+ Chloroc.+ Centr.+ Eugl. Desmiales
16. X 1967.		$\frac{17}{23} = 0,7$	$\frac{9+11+1+0}{23} = 0,9$
14. VIII 1976.		$\frac{24}{23} = 1,2$	$\frac{10+24+0+0}{20} = 1,7$
19. VI 1977.		$\frac{24}{19} = 1,3$	$\frac{14+24+1+0}{19} = 2,0$
20. VII 1977.		$\frac{29}{22} = 1,3$	$\frac{6+27+1+0}{22} = 1,5$
21. VIII 1977.		$\frac{18}{18} = 1,0$	$\frac{12+18+1+0}{18} = 1,7$
27. VIII 1978.		$\frac{17}{18} = 1,0$	$\frac{5+17+1+1}{13} = 1,3$
4. VII 1979.		$\frac{18}{14} = 1,3$	$\frac{10+18+1+0}{14} = 2,0$
19. VII 1979.		$\frac{21}{16} = 1,3$	$\frac{5+21+2+0}{16} = 1,8$
26. VIII 1979.		$\frac{18}{22} = 0,8$	$\frac{15+18+1+0}{22} = 1,5$
5. VIII 1982.		$\frac{25}{16} = 0,7$	$\frac{7+25+1+0}{16} = 1,3$

24. VII 1980.	$\frac{11}{14} = 0,8$	$\frac{11+11+1+1}{14} = 2,0$
27. IX 1980.	$\frac{12}{20} = 0,6$	$\frac{7+12+1+0}{20} = 1,7$
4. XI 1980.	$\frac{11}{17} = 0,6$	$\frac{11+11+1+0}{17} = 1,0$
1. VIII 1981.	$\frac{19}{29} = 0,7$	$\frac{16+19+1+1}{29} = 1,4$

Legenda: 0-1 = oligotrofija (oligotrophy); 1-5 = slaba eutrofija (slight eutrophy);  $\frac{1}{2}$  - 1 = oligotrofija (oligotrophy); 1-2,5 = slaba eutrofija (slight eutrophy).

### c) Regionalna, prostorna distribucija florističkih elemenata zajednice alga Bukumirskog jezera

#### 1. Bacillariophyceae

U većini slučajeva nađeni oblici alga iz ove grupe imaju, uopšte pa i u Crnoj Gori, šire rasprostranjenje, i česti su i dosta obični stanovnici različitih, naročito ravničarskih tipova stajaćih ili sporo tekućih, slatkih voda (Milovanović, 1967; Petković, S. m., 1981b).

Ostale vrste do sada su obično nalažene samo u vodama većih nadmorskih visina (jezera, akumulacije, planinski izvori), ili u tokovima planinskih reka. Takve su: *Cymbella ehrenbergii* Kütz., *Epithemia intermedia* Fricke, *Pinnularia viridis* (Nitz.) Ehrb. i *Stauroneis anceps* Ehrb. (Hustedt, 1945; Petković, S. m., 1975, 1980, 1980a, 1981a; Petković, S. m. i Petković, St., 1976, 1981, 1982).

Jedina iz ove taksonomske kategorije — *Navicula hasta* Pant. prvi put je ovde zabeležena, i predstavlja novu vrstu u flori alga Crne Gore.

Najzad, sem nekoliko ranije objavljenih (Petković, S. m. in Ivanović et al., 1968; vrste rodova *Surirella*, *Pinnularia* i *Gomphonema*; i Petković, S. m., 1975: *Surirella robusta*), ostale (33 vrste) nove su za ovaj lokalitet.



## 2. *Chrysophyceae*

Među nadenim članovima iz ove klase alga šire rasprostranjenje u Crnoj Gori ima samo *Dinobryon divergens* Imh. Drugim rečima on je nalažen do sada u različitim tipovima slatkih voda: ravničarskim i planinskim jezerima, akumulacijama i sl. Međutim, njegov varijetet *Dinobryon divergens* var. *schauinslandii* (Lemm.) Brunth. predstavlja ređu florističku pojavu i, za sada, vezan je samo za Bukumirsko jezero (Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968; i u ovom radu). Druga vrsta ovoga roda, *D. cylindricum* Imh., naseljava planinska jezera i stalne planinske bare (Petković, Sm. i Petković, St., 1978a; Petković, Sm., 1981), dok je *D. sertularia* Ehrb. stanovnik brakičnih voda, većih ali plitkih akumulacija, kao i plitkih eutrofiziranih prelaznih jezerskih biotopa na većim nadmorskim visinama, ali i velikih plitkih i prostranih ravničarskih jezera (Molovanović, 1967; Petković, Sm. i Petković, St., 1978, 1981; Petković, Sm., 1980, 1981b). *Uroglenopsis europea* (Pasch.) Lemm., zabeležen prvi put u ovom jezeru, predstavlja novu vrstu u flori alga Crne Gore. Osm *D. divergens* var. *schauinslandii* ostale vrste (4), nove su samo za ovaj lokalitet.

## 3. *Xanthophyceae*

Jedna jedina vrsta, koja je zabeležena u ovoj podgrupi — *Cloecobotrys coenococcoides* Fott., predstavlja prvi nalaz u flori alga Crne Gore, dakle nova je i za ovo jezero.

## 4. *Dinophyceae*

Jedan od najčešćih i najrasprostranjenijih oblika alga ove podgrupe, uopšte, i u Crnoj Gori, svakako je *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Schr., vrsta velikih ekoloških mogućnosti. Međutim, pojava njegovog varijeteta *C. hirundinella* v. *piburgense* (Reder) Bachm., retka je u vodama Crne Gore. Izuzimajući Bukumirsko jezero, još neka crnogonska planinska jezera (Kapetanovo, Manito ili Brničko, Zabojsko, Zminjičko i Vražje), mogu se smatrati kao nalazišta u kojima je ovaj varijetet već bio zabeležen (Pocrnjić, 1972), a to se može reći i za Baru ispod Ridskog jezera (Petković, Sm. i Petković, St., 1978a). Znatno rasprostranjenje ima *Peridinium cinctum* (Müll.) Ehrb., kome odgovaraju ekološki uslovi biotopa na različitim nadmorskim visinama (Petković, Sm. i Petković, St., 1971, 1978, 1982; Petković, Sm., 1971, 1979, 1980, 1981, 1981a, 1981b). Uostalom, među malim brojem drugih alga *C. hirundinella* i *P. cinctum* bile su prvi put objavljene za Bukumirsko jezero u radu Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968.

## 5. Euglenophyceae

Jedna jedina vrsta — *Phacus longicauda* (Ehrb.) Duj. — nađena u Bukumirskom jezeru, takođe spada u običnije i češće oblike. Nastanjuje uglavnom vode bogatije organskim materijama (Ribnjaci — Petković, Sm. i Petković, St., 1976a, 1979; ravničarska slatka i brakična jezera — Petković Sm., 1971, 1975, 1979, 1981; planinska jezera, prelazne tresave — Petković, Sm i Petković, St., 1971; zrele, plitke akumulacije — Petković, Sm., 1980). Nova je za ovaj lokalitet.

## 6. Chlorophyceae

Veći broj vrsta alga nađenih u Bukumirskom jezeru, koje pripadaju ovoj taksonomskoj kategoriji, ima šire regionalno i opšte rasprostranjenje. One su, najčešće, obični i gotovo stalni članovi planktonske zajednice npr. ravničarskih jezera (Milovanović, 1967; Petković, Sm., 1981b) ali i mnogih drugih (Petković, Sm., div. cit. lit.).

Manji je broj, uslovno označenih »retkih vrsta«, kao što su: *Ankistrodesmus gelifactum* (Chod.) Bourr., *Characium gracilipes* Lamb., *Nephrocytium agardhianum* Naeg., *Oocystis crassa* Witttr., *O. parva* West et West, *O. pelagica* Lemm., *Pediastrum boryanum* v. *longicorne* Racib., *P. integrum* v. *scutum* Racib., *Quadrigulla closterioides* (Bohl.) Printz. *Q. pfitzerii* (Schr.) Printz. i *Scenedesmus acutus* Meyen. Njihova staništa su uglavnom planinska jezera, rede reke i akumulacije (Petković Sm., 1976, 1980, 1980a, 1981, 1981a, 1982; Petković, Sm. i Petković, St., 1978a, 1981, 1982).

U preliminarnim istraživanjima ovog jezera (Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968), nije bila navedena nijedna vrsta iz ove podgrupe. U analizi uzorka od 16. oktobra 1967, koja je uključena u ovaj rad, nađen je priličan broj *Chlorophyceae*, koje sa ostalim vrstama iz drugih sezonskih aspekata, predstavljaju nove vrste za ovaj lokalitet. Neke od njih zabeležene su prvi put, i nove su za floru alga Crne Gore. To su: *Chodatella citiformis* Snow., *Lauterborniella elegantissima* Schm., *Oocystis apiculata* W. et West, *O. naegellii* Brun., *Quadrigulla chodati* (Tan. - Ful.) G. M. Smith (*Chlorococcales*); *Physocytium confervicola* Borzi, *Tetraspora* sp. (*Tetrasporales*); *Aphanochaete repens* Al. Br., *Bulbochaete pygmaea* Pringsh., *Chaetobolus lapidicola* Lagerh., *Chaetosphaeridium globosum* (Nord.) Klebs, *Coleochaete scutata* Breb. (*Ulotrichales*).

## 7. Conjugatophyceae

Više od polovine ukupnog broja »bukumirskih« vrsta iz ove klase naseljava različite, manje ili veće alkalne regionalne vode

Skadarskog hidrografskog sistema (Milovanović, 1967; Petković, Sm., 1981b), dok manji broj nadenih vrsta pripada, uslovno, kategoriji »retkih«. Takve su: *Closterium acerosum* (Schr.) ex Ralfs., *Cosmarium coelatum* Ralfs., *C. pyramidatum* Breb., *C. subtumidum* Nordst., *C. tetraophthalmum* Breb., *Staurastrum histrix* Ralfs., *S. furcigerum* fa. *eustephani* (Ehrb.) Nordst., *S. megacanthum* Lund., *Sphaerosozma granulatum* Roy et Biss., *S. Wallichii* Jakobs. Navedeni oblici naseljavaju pretežno visokoplaninska jezera i bare, a manji broj je naden i u niskoplaninskim jezerima, akumulacijama, ali i u ravničarskim, brakičnim jezerima (Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968; Petković, Sm i Petković, St., 1971, 1978, 1978a, 1981; Petković, Sm., 1980, 1981, 1981a).

Pored 8 iz ove klase do sada objavljenih vrsta alga iz Bukumirskog jezera (Petković, Sm in Ivanović et al., 1968) 43 su nove za ovaj lokalitet. Među njima 8 je vrsta koje su prvi put zabeležene u flori alga Crne Gore. To su: *Gonatozygon brebissonii* v. *alpestre* Ružič., *Cosmarium depressum* v. *planctonicum* Reverd., *C. holmense* v. *integrum* Lund., *C. margaritatum* (Lund) Roy et Biss., *Penium margaritaceum* v. *elongatum* Klebs., *P. spirostriolatum* Bark., *Staurastrum affine* W. et West., *S. gracile* v. *cyanthiforme* W. et West.

### 8. Cyanophyceae

I u ovoj taksonomskoj kategoriji priličan broj zabeleženih alga, stanovnika Bukumirskog jezera, ima šire opšte i regionalno rasprostranjenje, i sve su takve vrste obično nadenene i u ravničarskim vodama (Milovanović, 1967; Petković, Sm., 1979, 1981b). Međutim, neke »bukumirske« modrozelenne alge kao što su: *Gloeocapsa alpina* Kütz., *Lyngbia epiphytica* Hieron. i *Rivularia minutula* (Kütz.) Born. et Fleh, spadaju u rede oblike u flori alga Crne Gore, i oni naseljavaju planinske reke i visokoplaninska jezera i bare (Petković, Sm. i Petković, St., 1976, 1978a, 1981; Petković, Sm., 1981). Prvi put u ovom jezeru zabeležena je 31 vrsta, dok su među njima: *Chroococcus limneticus* v. *subsalsus* Lemm., *Eucapsis alpina* Klem. et Shantz., *Merismopedia minima* G. Beck, *Nostoc carneum* Agard., *Rivularia planctonica* Elenk., i *Gloeocapsa haematodes* Kütz., nove za floru alga Crne Gore.

U ranijim istraživanjima Bukumirskog jezera (Petković, Sm. in Ivanović et al., 1968) bile su zabeležene samo tri vrste alga iz klase *Cyanophyceae*.

Plankton otvorene vode pretežno je izgrađen od vrsta koje pripadaju sastavu: *Chlorococcales*, *Chrysomonadales* i *Peridinales*. Utvrđeno je da se od svih 190 zabeleženih oblika — 64 vrste ili oko 34% odlikuje ovakvim načinom života. Znatno veći broj —

126 vrsta ili oko 66%, predstavlja bentoske ili tihoplanktonske oblike koji, prvenstveno, žive u litoralu jezera, na dnu ili u siromašnoj makrofitskoj vegetaciji i, uglavnom, pripadaju sastavu: *Pennales*, *Desmidiiales*, *Chroococcales* i *Oscillatoriales*.

#### ZAKLJUČCI

U radu su prezentirani rezultati diskontinuiranih, sezonskih (proleće, leto, jesen) istraživanja limnoflorističkog i trofičkog statusa malog (oko 2 ha) ali relativno dubokog (oko 18 m) ledničkog Bukumirskog jezera na planini Žijovu (1 440 m n. m) u Crnoj Gori. Oni potiču iz okvira obimnih proučavanja fitoplanktonskih i mikrofitobentoskih zajednica slatkih voda, posebno planinskih jezera, na ovim geografskim prostorima, u periodu 1967-1982.

Na osnovu laboratorijske obrade i analize materijala, i dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Flora alga Bukumirskog jezera veoma je bogata i raznovrsna. Nju čine sledeće osnovne grupe: *CHLOROPHYTA*, *CHROMOPHYTA*, *CYANOPHYTA* i *EUGLENOPHYTA*.

Determinisano je 190 vrsta, varijeteta i formi iz 8 klasa, 14 redova i 76 rodova.

Limnofloristički status, odnosno regionalni floristički izgled zajednice alga može se generalno predstaviti kao *Chlorophyceae* — *Conjugatophyceae* — *Bacillariophyceae* floristički tip sa glavnim predstavnicima rodova: (*Scenedesmus*, *Oocystis*, *Pediastrum*), (*Staurastrum*, *Cosmarium*) i (*Cymbella*).

Priličan broj nadenih alga (oko 68%) ima uopšte, pa i u Crnoj Gori, šire rasprostranjenje. Ovi oblici česti su i dosta obični stanovnici različitih naročito ravničarskih tipova stajaćih ili sporo tekućih slatkih voda. Međutim, izvestan broj alga u zajednici predstavlja ređe oblike koji naseljavaju pretežno visokoplaninska jezera.

Vodeće mesto u zajednici, sa 109 vrsta, ima grupa *CHLOROPHYTA* (57,37%), a u njoj se izdvajaju redovi *Chlorococcales* (49 vrsta) i *Desmidiiales* (45 vrsta). Druga je po značaju, sa 46 vrsta, grupa alga *CHROMOPHYTA* (24,22%) a u njoj se izdvajaju *Bacillariophyceae* (36 vrsta). Na ostale grupe alga (*CYANOPHYTA* — 34 vrste i *EUGLENOPHYTA* — 1 vrsta) dolazi samo 18,41%.

U analiziranom materijalu zabeležene su 173 vrste, nove za ovo jezero. Među njima je 29 novih za floru alga Crne Gore.

U pogledu načina života, utvrđeno je da se od svih 190 zabeleženih oblika — 64 vrste tj. oko 34% mogu naći u planktonu otvorene vode, pretežno iz sastava: *Chlorococcales*, *Chrysomona-*

*dales* i *Peridinales* dok znatno veći broj — 126 vrsta ili oko 66<sup>0/0</sup>, predstavlja bentoske ili tihoplanktonske oblike koji, prvenstveno, žive u litoralu jezera, na dnu ili u siromašnoj makrofitskoj vegetaciji, i mahom pripadaju sastavu: *Pennales*, *Desmidiaceae*, *Chroococcales* i *Oscillatoriales*.

Većim brojem vrsta ističu se rodovi: *Staurastrum* (18), *Cosmarium* (16), *Scenedesmus* (11), *Oocystis* (9), *Pediastrum* i *Cymbella* (po 6).

Dobijeni fitosociološki koeficijenti, koji u zavisnosti od različitih sezonskih aspekata (jun-novembar) i različitih godina (1967, 1976-1982), variraju između 0,6 i 1,6 odnosno 0,9 i 2,0, ukazuju da je u oba slučaja Bukumirsko jezero u granicama oligotrofije (jesenji period) odnosno slabe eutrofije (letnji period), i mogu se prihvatiti kao prilično realna orijentacija u donošenju ovakvih sudova.

#### LITERATURA

- Breuil, M. and Thuot, M. (1983): Ethoecology of neotenic alpine newt (*Triturus alpestris montenegrinus* Radovanović 1951) in Lake Bukumir (Montenegro, Yugoslavia): Examination of lake communities features and proposal of an ecological determinism for neoteny. — Glasn. Republ. zav. zašt. priro. — Prirodnj. muz. (u štampi).
- Čado, I. (1962): Preliminarno saopštenije za florističko istraživanje na Jablaničkim jezerima. Acta Mus. Mac. Sci. Nat. T. VIII, No 5 (73): 99-116.
- Hustedt, F. (1945): Diatomeen aus Seen und Quellgebieten der Balkan-Halbinsel (Aus der Hydrobiologischen Austalt der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Plön). Arch. Hydrobiol., 40, Stuttgart; 4:867-973.
- Jerković, L. (1974): Diatomljevska flora crnogorskih jezera i rijeka studirana pomoću transmisionog i skenirg elektronskog mikroskopa. »Toko- vi«, 9: 265-286, Ivangrad.
- Lazar, J. (1960): Alge Slovenije. Soznam slatkovodnih vrst in ključ za določenje. SAZU (Razr. Priro. Mat. Vede) Raz. IV, 10: 1-279 (sa 1-851 slika).
- Milovanović, D. (1960): Desmidiaceae sfagnumskih tresava u Srbiji I. Bio. Inst. Zbornik radova, knj. 3, No 8, Beograd.
- Milovanović, D. (1960a): Desmidiaceae sfagnumskih tresava u Srbiji III. Glas. Priro. muz., Beograd, Ser. B, knj. 15.
- Milovanović, D. (1963): Desmidiaceae sfagnumskih tresava na planini Tari i Ostrozubu. Biol. Inst. Zbornik radova, knj. 6, No 4, Beograd.
- Milovanović, D. (1967): Populaciona struktura i karakter alga makro- fiske zone Skadarskog jezera. Arch. biol. nauka, 19 (1-2): 75-83.
- Nygaard, G. (1947): Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes, Kong. Dansk. Vidensk. Selsk. Bivl. Bkr. 7.
- Pavletić, Z. i Matonićkin, I. (1964): Prilozi tipologiji biocenoza na sred- nim slapovima jugoslovenskih krških rijeka, Acta — Izd. Priro. Muz., T. IX, No 6, Skopje.
- Petković, Sm (in Ivanović et al., 1968): Hidrobiološka istraživanja nekih visokoplaninskih jezera Crne Gore, »Poljoprivreda i šumarstvo«, XIV, 2:31-51, Titograd.

- Petković, S. m. (1971): Prilog poznavanju fitoplanktona Skadarskog jezera s posebnim osvrtom na dinamiku brojnosti i ritam razvića *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Schrank. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XVII, 1, Titograd.
- Petković, S. m. i Petković St. (1971): Sastav i karakter planktonskih zajednica dva mala visokoplaninska jezera na planini Visitoru i Bogičevići u Crnoj Gori. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XVII, 3, Titograd.
- Petković, S. m. (1975): Prilog poznavanju taksonomije i distribucije Bacillariophyceae u slatkim vodama Crne Gore. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XXI, 2:33-56, Titograd.
- Petković, S. m. (1975a): Prilog poznavanju taksonomije i distribucije Euglenophyceae (Euglenaceae: genus Phacus) u slatkim vodama Crne Gore. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXI, 4:81-90, Titograd.
- Petković, S. m. (1976): Prilog poznavanju taksonomije i distribucije Chlorophyta, Chlorococcales (Scenedesmus i Pediastrum) u slatkim vodama Crne Gore. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XXII, 1:57-72, Titograd.
- Petković, S. m. i Petković, St. (1976): Studies on the microphyto — and microzoobenthos of the preimpoundment basin of Piva Lake, Reservoir in Crna Gora, Yugoslavia. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XXII, 3: 65-84, Titograd.
- Petković, S. m. i Petković, St. (1976a): Nekoliko aspekata sastava i karaktera planktona ribnjaka »Lješkopoljski lug« kod Titograda. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXII, 2:39-51, Titograd.
- Petković, S. m. (1977): Nove vrste u flori alga Skadarskog jezera. Glas. Republ. zav. zašt. priir. — Prirodnj. Muz., 10:75-80, Titograd.
- Petković, S. m. i Petković, St. (1978): Struktura i karakter planktona Saskog jezera (Novi prilog poznavanju limnoflore i faune brakičnih voda u karstu Jugoslavije). »Poljoprivreda i šumarstvo«, XXIV, 1:45-66, Titograd.
- Petković, S. m. i Petković, St. (1978a): Avgustovski elementi limnoflore i limnofaune jedne stalne visokoplaninske bare u Crnoj Gori u 1977. Glas. Republ. zav. zašt. priir. — Prirodnj. Muz. 11:79-91, Titograd.
- Petković, S. m. (1979): Osnovne karakteristike, sastav i distribucija fitoplanktona jednog sublakustričkog izvora u Skadarskom jezeru. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXV, 2:29-46, Titograd.
- Petković, St. (1979): Sastav i karakter zooplanktona Bukumirskog jezera. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXV, 3:3-21, Titograd.
- Petković, S. m. i Petković, St. (1979): Osobnosti kompozicije planktona u nekim šaranskim ribnjacima u Crnoj Gori. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XXV, 1: 43-64, Titograd.
- Petković, S. m. (1980): Nekoliko aspekata u godišnjem ciklusu razvića fitoplanktona Knupačkog jezera u Crnoj Gori. (Prilog poznavanju fitoplanktonskih zajednica u veštačkim jezerima Jugoslavije). Glasnik Odjelj. prirod. nauka i umjet., br. 3:59-82, Titograd.
- Petković, S. m. (1980a): Jeseni algofloristički aspekt nekih crnogorskih rijeka. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXVI, 1:71-89, Titograd.
- Petković, S. m. (1981): Novi prilog poznavanju alga Ridskog jezera. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXVII, 1:51-77, Titograd.
- Petković, S. m. (1981a): Prilog poznavanju alga Crnog jezera na Durmitoru. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXVII, 3:61-72, Titograd.

- Petković, Sm. (1981b): Phytoplanktona: Species composition, Spatial distribution, Numerical production, in Monograph »The Biota and Limnology of Lake Skadar«, Chapter V: 163-189, Titograd.
- Petković, Sm i Petković, St. (1981): Florističko-faunistički i ekološko-biološki aspekt plankto-bentoskih elemenata limnoflore i limnofaune Šiškog jezera i Sevarine lokve na Bjelasici. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XXVII, 4:11-26, Titograd.
- Petković, Sm i Petković, St. (1982): Prilog poznavanju planktona Plavskog jezera. »Poljoprivreda i šumarstvo« XXVIII, 2:29-53, Titograd.
- Petković, Sm. (1982): Neke karakteristike u razvoju limnoflore Pivskog jezera uz osvrt na preakumulaciono stanje. Glas. Republ. zav. zašt. priro. — Prirodnj. muz. 15, Titograd (u štampi).
- Petrovska, Lj. i Stojanov, P. (1976): Prilog kon algenata flora na vlažnite karpri na planine Osogovo i Plačkovice. God. zbornik Biol. Fak. Univ. Skopje, 29:229-238.
- Petrovska, Lj. i Stojanov, P. (1973): Prilog kon algenata flora na šarplaninskiot masiv. God. zbornik, Prirod. matem. fak. Univ. Skopje, 25: 165-176.
- Pocrnjić, Z. (1972): Planinska i glečerska jezera u SR BiH i SR Crnoj Gori u svijetlu zaštite s biološkog stanovišta. Jugoslovenski simpozijum o problemima zaštite voda — Referati — Diskusija. Beograd, 20. do 22. novembra 1972.
- Radovanović, M. (1951): A new Race of the Alpine newt from Yugoslavia. British Journal of Herpetology, London.
- Stanković, St. (1975): Planinska jezera Crne Gore. Posebna izdanja Društva za nauku i umjetnost Crne Gore — Odjelj. Priro. nauka, knj. 5:7-228, Titograd.
- Stojanov, P. i Petrovska, Lj. (1980): Algenata flora na tresetištata vo istočna Makedonija (Bukovik — Peščevo). God. zbornik Biol. fak. Univ. Skopje, 33:143-158.
- Thunmark, S. V. (1945): Zür Sociologie des Süßwasserplanktons. Folia Limnol. Scand. 3.

## THE LIMNOFLORISTIC AND TROPHIC STATUS OF BUKUMIRSKO LAKE

The contribution to the knowledge of phytoplankton communities  
in the mountainous lakes of Montenegro, Yugoslavia

*Smiljka Petković, Biološki zavod — Titograd*

### Summary

In this paper are presented the results of the irregular and discontinuous seasonal (spring, summer, autumn) investigations of limnofloristic and trophic status of small (2 ha) but relatively deep (about 18 m) glacial Bukumirsko jezero (=lake) on the mountain of Žijovo (1440 meters above sea level) in Montenegro. They originate from the large researches on phytoplanktonic and microphytobenthic communities of fresh-waters, especially mountainous lakes on this geographic area, during the period 1967, 1976-1982.

On the basis of the samples which were analysed in the Biological station laboratories, the following conclusions can be made:

The flora of Bukumirsko jezero is very rich and various. Basically it is composed of the following groups: *CHLOROPHYTA*, *CHROMOPHYTA*, *CYANOPHYTA* and *EUGLENOPHYTA*.

190 species, varieties and forms from 8 Classes, 14 Orders and 76 Genera were determined.

In general the limnofloristic status, more exactly the regional floristic prospect of the algal community, can be presented as the *Chlorophyceae* — *Conjugatophyceae* — *Bacillariophyceae* floristic type, with their main representatives of the genera *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Pediastrum*, afterwards *Staurastrum*, *Cosmarium* and *Cymbella*.

The leading role and place in the community, with 109 species, has the group *CHLOROPHYTA* (57,37%), and the orders *Chlorococcales* (49 species) and *Desmidiiales* (45 species) stand out in it. The group *CHROMOPHYTA*, with 46 species play second role in the community. The other groups of algae are: *CYANOPHYTA* (34 species) and *EUGLENOPHYTA* (1 species), and they participate with only 18,41% in whole qualitative algal composition.

173 species, varieties and forms, new for the lake, were recorded in the analysed material. The largest number of these species (about 68%) has a wide regional and general distribution. Among them there are 29 new species in the flora of algae of Montenegro (marked with two asterix at the list of algae in this paper).

In regard to the way of life it can be concluded that of all recorded 190 species, 64 forms, or 34%, can be found in plankton of the open water, mostly composed from: *Chlorococcales*, *Chrysoomonadales* and *Peridiniales*. A considerably larger number, 126 species, or about 66% are benthic forms which are primarily living in the littoral of the lake, on the mud, or among the poor macrophytic vegetation, and which come, mostly, from the composition of: *Pennales*, *Desmidiiales*, *Chlorococcales* and *Oscillatoriales*.

Some genera are distinguished from the others by the larger number of species. They are: *Staurastrum* (18), *Cosmarium* (16), *Scenedesmus* (11), *Oocystis* (9) and *Pediastrum* and *Cymbella* (6 each).

The obtained phytosociological coefficients, which depend on different seasons (Jun-November) and years (1967, 1976-1982), vary between 0.6 and 1.6, that is 0.9 and 2.0. These coefficients show that the Bukumirsko jezero, in both cases, is within the limits of oligotrophy, in the fall, and a slight eutrophy, in the summer. These characteristics can be considered as very good orientation when such decisions are being made.



*Milka Šopova and Živko Sekovski*  
*Biological Faculty — Skopje*

CYTOLOGICAL EFFECTS OF HERBICIDE SENCOR ON  
SOLANUM LYCOPERSICUM L. VAR. »VENTURA«  
MEIOTIC ANOMALIES

ABSTRACT

In the context of herbicide study, chemical pollutants and drugs one of the well known methods to detect and measure their mutagenic effects are cytological investigations as they deal with the primary genetical material-chromosomes. The present experiments were designed on *Solanum lycopersicum* var. »ventura« the agriculture crop of great value, and the herbicide used was only applied for spraying tomato plants. In this report we present observations on the occurrence of abnormalities at meiosis in treated plants with two different concentrations of herbicide Sencor at different stages of plant development.

INTRODUCTION

4-amino-6-3, butylo-3-metylotio-5-keto-1,2,4-triazin is the herbicide Sencor containing as active ingredient metrybuzin. It is specially applied for control the weeds in tomato cultures. According to the available literature no reports has been known concerning its action on plants used. Therefore this is the first attempt to investigate its cytological effect on tomato plants. However, many research workers reported that it must be safe when used any herbicides, since it is proved that some of them caused minor effects on yield of particular plant, but caused many cytological irregularities. This was established with herbicide 2,4 D-dicamba by Lovginenko and Morgan (1978). For dicamba these authors found that, when spraying wheat plants in various concentrations increased frequency of chromosome aberrations in root tip cells to five time. The chromosome irregularities caused by 2,4-

-dicamba on meiotic cells of cereals (Unrau 1953) and on wheat (Al-Najjar and Soliman 1982) were very similar to that caused by Dymid and Sencor in tomato plants, Šopova et al. (1983). The most dominant irregularities were sticky chromosomes, laggards, single or multiple bridges with percentage showed highly significant difference between treatments and stage of treatment, i. e. plant development when the treatment was conducted.

#### MATERIAL AND METHODS

Aqueous solution of herbicide Sencor was applied for treatment of tomato plants. Herbicide Sencor is 4-amino-6-3, butylo-3-metylotio-5 keto 1,2,4-triazin, containing 40% active ingredient metrybuzin. The herbicide was obtained from commercial sources (OHIS, Skopje) and are registered for use by the Faculty of Agriculture at the University Skopje, from where was kindly supplied by the Institute of Agriculture, at the Faculty of Agriculture, Skopje.

The plants were grown in field and pots. The experimental field was divided to 3 plots consisted of 5 rows. Each row was 3 meters long and 40 cm apart. For plants treated with two concentrations of Sencor and nontreated plants-control. From each treatment and from control 10 plants were investigated. The treatment of plants with herbicide was conducted by spraying at two development stages of plants, when they were with two leaves and when been with six leaves. The used concentration in this investigation was 0.05 mg/ml and 0.10 mg/ml. During the growing period the plants were treated agronomically as usual in regard to irrigation.

For cytogenetical research analysis the buds were chosen from each treatment and control and the same methods for making preparations to study meiosis were applied as previous in Šopova et al. (1983). Pollen mother cells were examined and total number of abnormal cells recorded, as well as different kind of aberrations during the following stages: metaphase I, anaphase I, metaphase II and anaphase II of meiosis.

#### RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained in this study showed that the herbicide Sencor increased percentage of abnormal pollen mother cells during division when applied in higher concentration at the stage of six leaves (Table 1). As could be seen from the Table 1 and 2, the clear correlation could be traced between the percentage of abnormal PMC's in different meiotic stages as result of spraying the plants with herbicide Sencor depending of the concentrations used and the time of treatment. When the plants were treated with the standard concentration, 0.05 mg/ml (treatment 2) at the stage of

two leaves, the number of abnormal PMC's varies from plant to plant having mean value of 1.43%. However, the plants treated with the same concentration (treatment 3) at the stage of six leaves shows the increasing in the number of abnormal cells with the mean value of 2,126%. The variability in the number of abnormal cells in plants treated with the same concentration but in different time of treatment was established by Amer and Farah (1976, 1980) in *Vicia faba* when treated with pesticides »Rogor« and »Duphar«. In our experiments with tomato plants the highest number of abnormal PMC's was observed in all plants treated with higher concentration at the stage of six leaves (treatment 5). It was recorded as well that the percentage of abnormal PMC's was decreased at anaphase II compared with those at anaphase I. Such phenomenon was suggested by Amer and Ali (1974, 1980) to be due to that such cells are not able to complete second meiotic division, especially those with clumped chromosomes at metaphase I and anaphase I.

Table. 1. Percentage of abnormal PMC's in *Solanum lycopersicum* L. plants after spraying with different concentration of herbicide Sencor

Type of treat.	No. invest. plants	% abn. PMC's/plant					Mean % $\pm$ S.E. abn. PMC's/plant
1.	10	0,24	0,32	0,29	0,38	0,36	0,47 $\pm$ 0,06
		0,42	0,53	0,62	0,70	0,91	
2.	10	0,85	1,00	1,04	1,16	1,35	1,48 $\pm$ 0,14
		1,75	1,81	1,99	1,95	1,97	
3.	10	1,08	1,06	1,55	2,16	1,75	2,12 $\pm$ 0,23
		2,46	2,32	3,04	2,72	3,12	
4.	10	0,92	1,63	1,56	1,77	1,93	2,00 $\pm$ 0,18
		2,38	2,02	2,78	2,52	2,56	
5.	10	2,36	2,42	2,07	2,73	2,96	3,18 $\pm$ 0,26
		3,12	3,46	4,70	4,03	3,98	

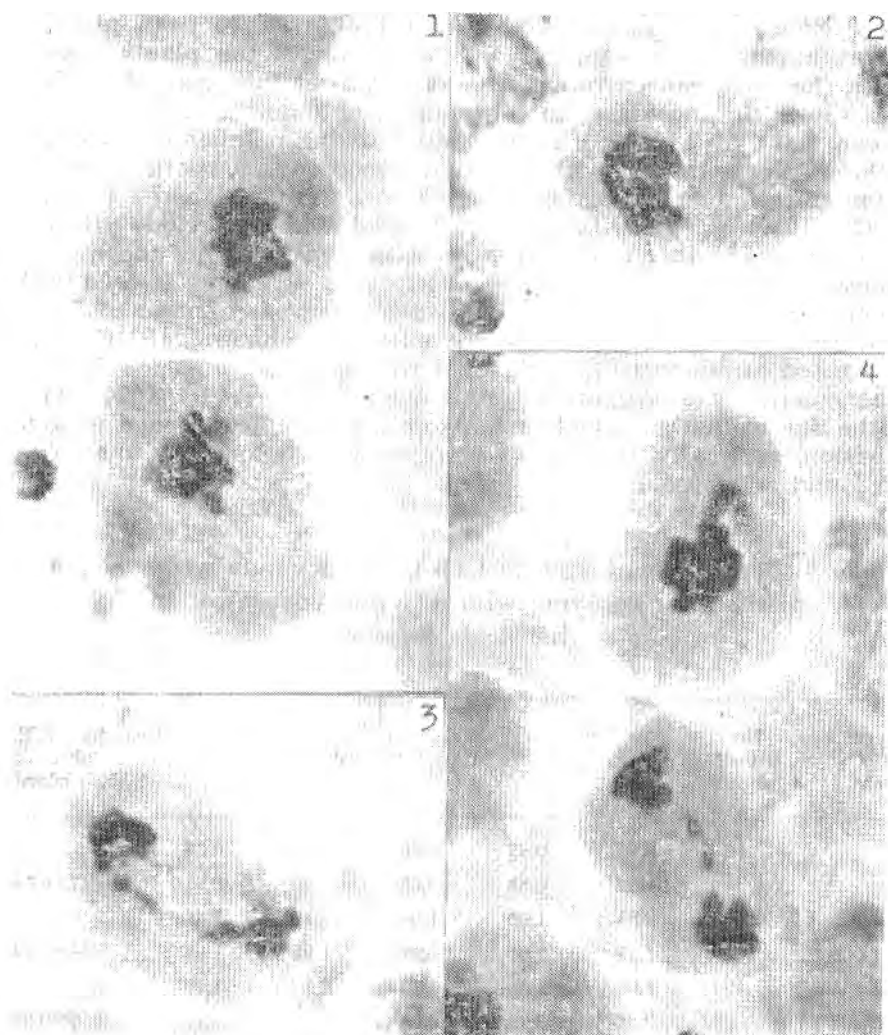
1. Control.

2. Plants sprayed with 0,05 mg/l when two leaves present.

3. Plants sprayed with 0,05 mg/l when six leaves present.

4. Plants sprayed with 0,15 mg/l when two leaves present.

5. Plants sprayed with 0,05 mg/l when six leaves present.



Figs. 1-4 Microsporocytes showing chromosomal abnormalities induced by treatment of herbicide Sencor.

- 1, Sticky chromosomes at metaphase I.
- 2, Sticky chromosomes at the beginning of anaphase I.
- 3, Chromosome bridge at anaphase I.
- 4, Chromosome bridge and laggards at anaphase I.

From the analysis at meiosis it was found that the most dominant type of abnormalities affected by this herbicide in all treatments was chromosome stickiness, chromosome bridges and lagging at anaphase I (Figs. 1, 2, 3, 4). In considerable percentage the presence of anaphase bridges with and without fragments were

recorded (Table 3). The presence of micronuclei was recorded in all treatments but its number was not correlated with the concentration used and the time of treatment. This might be attributed to the recovery of some abnormal PMC's in the latter stage.

Table 2. Number and percentage of abn. PMC's in the different meiotic stages of *Solanum lycopersicum* L. plants after spraying with herbicide Sencor

Type of treat.	No. count PMC's	M I			A I			A II		
		No. PMC's	No. abn. PMC's	% abn. PMC's	No. PMC's	No. abn. PMC's	% abn. PMC's	No. PMC's	No. abn. PMC's	% abn. PMC's
1.	2300	720	12	1,66	840	17	2,02	740	5	0,67
2.	2100	768	16	2,08	820	23	2,80	512	7	1,36
3.	2360	778	29	3,72	835	32	3,83	747	26	3,48
4.	2364	752	23	3,05	850	38	4,47	762	31	4,06
5.	2020	690	95	13,76	810	83	10,24	520	68	13,07

1. Control.

2. Plants sprayed with 0,05 mg/ml when two leaves present.

3. Plants sprayed with 0,05 mg/ml when six leaves present.

4. Plants sprayed with 0,10 mg/ml when two leaves present.

5. Plants sprayed with 0,10 mg/ml when six leaves present.

It may be worthy to mention that some of the previous described types of anomalies when the tomato plants of the same variety were treated with herbicide Dymid, Šopova et al. (1983) in press, are very similar to those observed in this study. However, the number and percentage of abnormal PMC's in the first case when the plants were treated at stage of two leaves with low concentration of Sencor appeared to induce low number of abnormal PMC's compared with soil applied standard concentration of herbicide Dymid.

Table 3. Percentage of the occurring abnormalities in the meiosis of *Solanum lycopersicum* L. after spraying with herbicide Sencor

Type of treat.	No. count PMC's	No. abn. PMC's	Perc. of the diff. types of abnorm. relat. to the no of abn. PMC's.				
			Lag.	St.	Frag.	Brid.	Micro.
1.	2300	38	18,50	22,30	1,50	9,40	2,40
2.	2100	46	27,80	39,25	5,91	21,62	3,55

3.	2360	97	24,65	35,12	8,75	29,12	2,36
4.	2364	82	23,67	37,40	3,85	26,18	8,90
5.	2020	256	29,62	45,23	11,43	26,10	12,60

1. Control.
2. Plants sprayed with 0,05 mg/ml when two leaves present.
3. Plants sprayed with 0,05 mg/ml when six leaves present.
4. Plants sprayed with 0,10 mg/ml when two leaves present.
5. Plants sprayed with 0,10 mg/ml when six leaves present.

Table. 4. Percentage of pollen viability in tomato plants after spraying with herbicide Sencor

Type of treat.	No. invest. plants	No. invest. PG's	% non viable PG's / plant					Mean±S.E.
1.	5	1670	+	+	+	0,15	0,22	0,18±0,03
2.	5	1520	+	+	0,25	0,72	0,98	0,65±0,26
3.	5	1730	1,32	1,76	1,88	2,43	2,85	2,04±0,42
4.	5	1700	0,24	0,70	0,95	1,63	1,78	1,06±0,45
5.	5	1680	1,55	1,68	2,59	2,26	2,37	2,09±0,31

1. Control.
2. Plants sprayed with 0,05 mg/ml when two leaves present.
3. Plants sprayed with 0,05 mg/ml when six leaves present.
4. Plants sprayed with 0,10 mg/ml when two leaves present.
5. Plants sprayed with 0,10 mg/ml when six leaves present.

Percentage of pollen viability (Table 4) was affected, when compared with control, even in low standard concentration applied at the stage of six leaves. However, it was evidenced that the plants treated in the same stage with higher concentration showed significant effect in decreasing pollen viability.

The necessity to test each herbicide in different plants and in different concentrations treatment was proved by many authors working on the cytological effects of herbicides. Pop et al. (1978) reported that herbicide 2,4-dicabma caused minor or no effect on wheat plants and showed no phytotoxicity when applied during the tillering time. For the same herbicide used for broad leaved plants in herbicidal concentrations caused many changes in anatomy, morphology and used in higher concentration death of tissues following browning and drying of stems and leaves, Craft and Robins (1973).

- Al - Najjar, N. R. and Soliman, A. F. (1982): Cytological effects of herbicides I. Effect of 2,4-D and 2,45-T on meiotic cells of wheat and two related species. *Cytologia* 47: 53-67.
- Amer, S. M. and Ali, E. M. (1974): Cytological effects of some herbicides on *Vicia faba*. *Cytologia* 39: 633-643.
- Amer, S. M. and — (1980): Cytological effects of pesticides XI. Meiotic effects of herbicides monochloroacetic and trichloroacetic acids. *Cytologia* 45: 715-719.
- Amer, S. M. and Farah, O. R. (1976): Cytological effects of pesticides VIII. Effects of the carbamate pesticides «IPC», «Rogor» and «Duphar» on *Vicia faba*. *Cytologia* 41: 597-606.
- Amer, S. M. and — (1980): Cytological effects of pesticides X. Meiotic effects of «Phosvel». *Cytologia* 45: 241-245.
- Crafts, A. S. and Robbins, W. W. (1973): Weed control, T. M. H. Edition p. 600 Tata McGraw Hill publishing company Ltd. New Delhi.
- Lovginenko, V. F. and Morgun, V. V. (1978): Study of mutagenic effect of some pesticides on spring durum wheat. *Cytologia-Genetika* 12: 207-212.
- Pop, I., Gingioveanu, I., Sapre, N., Ionescu, F., Vladutu, I., Torje, C., Segarceanu, O. and Ganea, V. (1978): Efficiency and tolerance of the herbicide Icedin in wheat cultivars as a function of the variety and time of application. *Productia Vegetala Cereale Si Plante Tehnica* 70: 21-26.
- Sopova, M., Sekovski, Z. and Jovanovska, M. (1983): Cytological effects of herbicide Dymid on *Solanum lycopersicum* var. «ventura» (in press).

## Rezime

### CITOLOŠKI EFEKAT HERBICIDA SENCOR NA SOLANUM LYCOPERSICUM L. VAR. «VENTURA» ANOMALIJE U MEJOZI

*Milka Šopova i Živko Sekovski*  
*Biološki fakultet — Skoplje*

U radu je prikazana analiza ćelija u mejozi tretiranih biljaka *S. lycopersicum* var. «ventura» sa različitim koncentracijama herbicida Sencor-a, koji predstavlja 4-amino-6-3, butylo-3-metylotio-

-5-keto-1,2,4-triazin i sadrži kao aktivnu komponentu metrybuzin. Herbicid se koristi u standard koncentracijama (0.05 mg/ml) za kontrolu korova, najčešće za predstavnike familije Solanaceae. Biljke se tretiraju prskanjem vodenim rastvorom herbicida u različitim fazama razvitka.

U našim eksperimentima biljke su tretirane u ranoj fazi razvitka (od dva lista) kao i u kasnijoj fazi (od šest listova). Upotrebene su dve koncentracije standard (0.05 mg/ml, i povećana koncentracija od 0.10 mg/ml.

Na osnovu dobivenih rezultata konstatirali smo sledeće: Procenat abnormalnih ćelija u toku mejoze je u pravoj korelaciji sa koncentracijom tretiranja, a u zavisnosti od stadijuma razvitka biljaka. Tretiranjem biljaka sa standard i povećanom koncentracijom herbicida Sencor u kasnijoj fazi razvitka (od šest listova) povećava se frekvencija abnormalnih ćelija, kao i procenat sterilnog polena. To je posebno izraženo kod kultura tretiranih sa povećanom koncentracijom. Od abnormalnosti sa najvećom frekvencijom su zastupljeni sljepljeni (sticky) hromozomi kao anafazni hromozomski mostovi.

Prema dobivenim rezultatima citološke analize zaključak bi bio da testiranje biljaka treba sprovesti citološkom analizom, fazu razvitka bilja u kojoj će biti upotrebljene optimalne koncentracije herbicida, kako bi štetnost herbicida za kulture biljaka bila svedena na najniže vrednosti.