

VODNI CVIJET MODROZELENIH ALGI U ŠARANSKIM RIBNJACIMA

M. Mihaljević

Sažetak

Masovni razvoj modrozelenih algi (*Cyanophyta/Cyanobacteria*), tzv. vodni cvijet, česta je pojava u ribnjačkim ekosustavima. U radu je analiziran razvoj vodnog cvijeta u trima šaranskim ribnjacima ribnjčarstva u Donjem Miholjcu (Hrvatska) u kojima se uzgajao jednogodišnji šaranski (*Cyprinus carpio*) mlad u različitoj gustoći nasada. Analize fizikalnokemijskih svojstava vode i biomase fitoplanktona obavljene su u dvotjednim intervalima od svibnja do listopada 1992. U svim trima istraživanim ribnjacima razvio se vodni cvijet modrozelenih algi, ali u različito vrijeme i s različitim kvalitativnim sastavom. U ribnjaku s gustoćom nasada od 250 kg/ha vodni je cvijet tvorila vrsta *Aphanizomenon flos-aquae*, a najveća biomasa (131,92 mg/L) utvrđena je u kolovozu. U ribnjaku s gustoćom nasada od 250 kg/ha vodni je cvijet tvorila vrsta *Aphanizomenon flos-aquae*, a najveća biomasa (131,92 mg/L) utvrđena je u kolovozu. U ribnjaku s gustoćom nasada od 437 kg/ha razvio se potkraj srpnja vodni cvijet koji su tvorile vrste roda *Anabaena* zajedno s vrstom *Aphanizomenon flos-aquae*. U ribnjaku s tzv. intenzivnim uzgojem (gustoća nasada od 750 kg/ha) vodni se cvijet vrste *Microcystis aeruginosa* razvio tek u rujnu. Početak razvoja vodnoga cvijeta uvjetovala je niska vrijednost (manja od 7) omjera količine ukupnog fosfora i ukupnog dušika. No, na kvalitativni je sastav vodnoga cvijeta utjecala gustoća jednogodišnjeg šaranskog mlada.

Ključne riječi: modrozeleni alge (*Cyanophyta/Cyanobacteria*), biomasa, vodni cvijet, šaranski ribnjak

UVOD

Neke vrste modrozelenih algi (*Cyanophyta/Cyanobacteria*) često se masovno razvijaju u fitoplanktonu kopnenih voda. Budući da posjeduju plinske vakuole koje pridonose smanjenju gustoće stanica, te se alge akumuliraju na površini vode tvoreći čak makroskopski vidljive agregacije. Ta je pojava, poznata pod nazivom »vodni cvijet«, signal povećanja eutrofikacije vodenog ekosustava

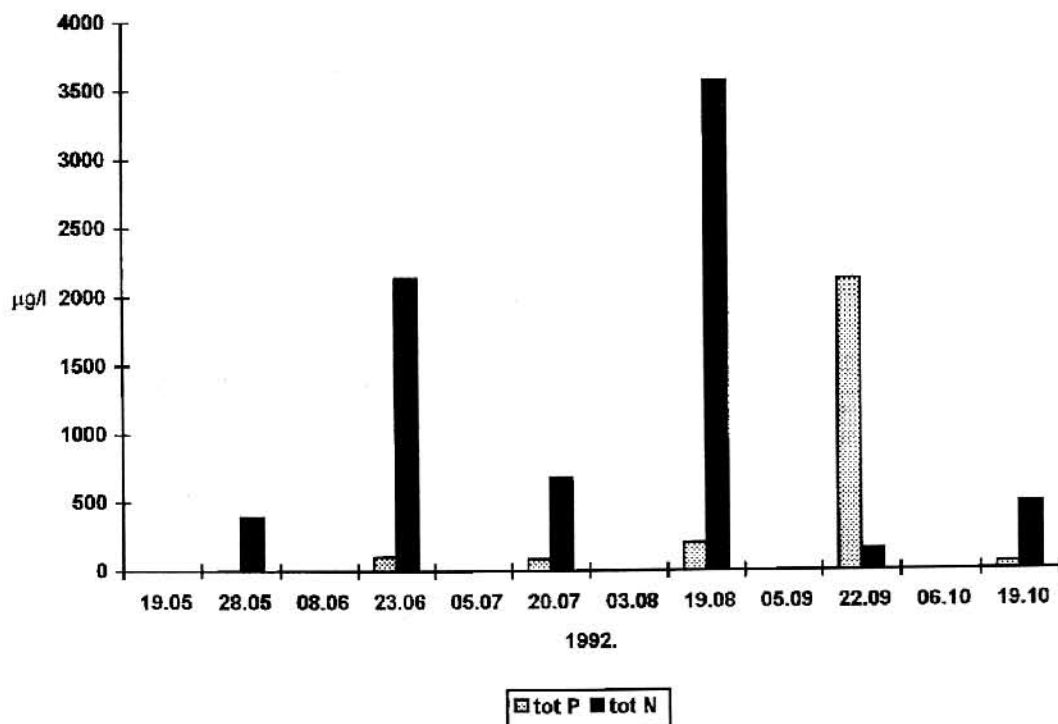
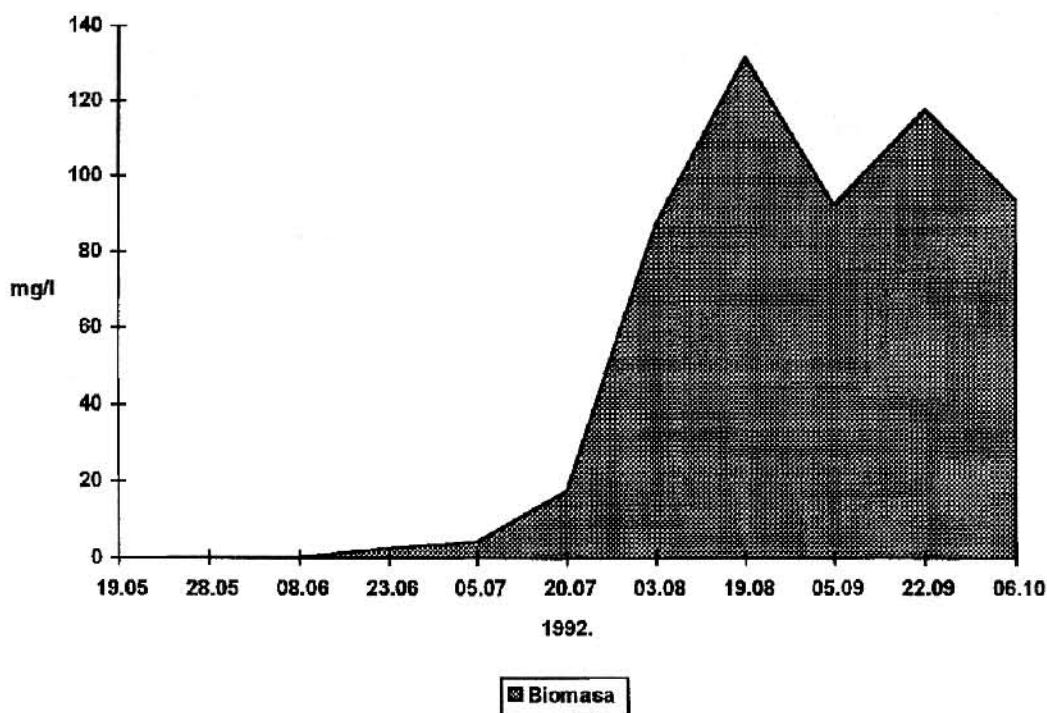
(Boyd, 1973; Reynolds, 1987.), te je redovita pojava u šaranskim ribnjacima (Abeliovich, 1969; Komárková, 1983; Debeljak, 1982.). Danas je poznato da vodni cvijet nije posljedica nekih posebnih fizioloških aktivnosti modrozelenih algi (Gibson i Smith, 1982. u: Reynolds, 1987.) te se može pretpostaviti da je pojava vodnoga cvijeta posljedica utjecaja određene kombinacije ekoloških čimbenika vodenog ekosustava. Stoga je cilj ovog rada, na temelju analize razvoja fitoplanktona u trima šaranskim ribnjacima ribnjačarstva u Donjem Miholjcu, utvrditi ekološke čimbenike koji utječu na razvoj vodnoga cvijeta.

MATERIJAL I METODE

Za istraživanje su odabrana tri ribnjaka Ribnjačarstva u Donjem Miholjcu (sjeverozapadni dio Slavonije, Hrvatska) koja pripadaju području kontinentalne klime, a izmjenom su vode povezani s rijekom Dravom. Ribnjak 14C površine je 61 hektar, a prosječne dubine 1,5 metara. U tijeku istraživanja u njemu se uzgajao jednogodišnji šaranski (*Cyprinus carpio*) mlađ u ukupnom nasadu od 256 kg/ha. Ribnjak 14A površine je 38 hektara, prosječne dubine 1,5 metara. U tome se ribnjaku također uzgajao jednogodišnji šaranski mlađ, ali u dvostruko većoj količini (437 kg/ha). U ribnjaku 7A (površina 0,5 ha; prosječna dubina 3 m) uzgajao se jednogodišnji šaranski mlađ u nasadu od 750 kg/ha. Sva tri odabrana ribnjaka bila su pod jednakim antropogenim utjecajima u vezi s uzgojem riba (hranidba, dezinfekcija, izmjena vode). Uzorci za hidrobiološke analize uzimani su svakih 14 dana od lipnja do listopada 1992. Kemijske analize ukupnog fosfora i ukupno dušika načinjene su standardnim metodama po APHA (1975.). Za analizu fitoplanktona iskorišten je tzv. reprezentativni uzorak vode dobiven tako da je na 6 postaja u ribnjaku uzeto po 2 L vode iz cijeloga vertikalnog stupca. Uzorak je fiksiran Lugolovom otopinom načinjenom po Utermohlu (1958. u: Dykyová, 1989.). Analize ukupnog fosfora i ukupnog dušika načinjene su standardnim metodama (APHA, 1975.). Za kvalitativnu su analizu fitoplanktona upotrijebljeni priručnici: Hindák i sur. (1975., 1978.); Huber-Pestalozzi (1961.–1990.). Kvantitativni je sastav fitoplanktona utvrđen metodom po Utermöhl (1938.) s pomoću komorica od 1 mL (sedimentacijsko vrijeme 4 sata). Fitoplanktonske su jedinice brojene s pomoću obrnutog mikroskopa Jenaval. Biomasa fitoplanktona izračunana je iz volumena fitoplanktonskih jedinki tako da je volumen od 1 cm³ uzet ekvivalent od 1 mg. Za izračunavanje biomase upotrijebljena je aplikacija »Phyto« (Mihaljević i Vuković, 1993.).

REZULTATI I RASPRAVA

Istraživani ribnjaci međusobno su se razlikovali po količini i dinamici nutrijenata. U vodi ribnjaka 14C količina se ukupnog fosfora mijenjala od samo 4,8 µg/L (svibanj) do 201,7 µg/L (kolovoz), (sl. 1). Količine ukupnog dušika



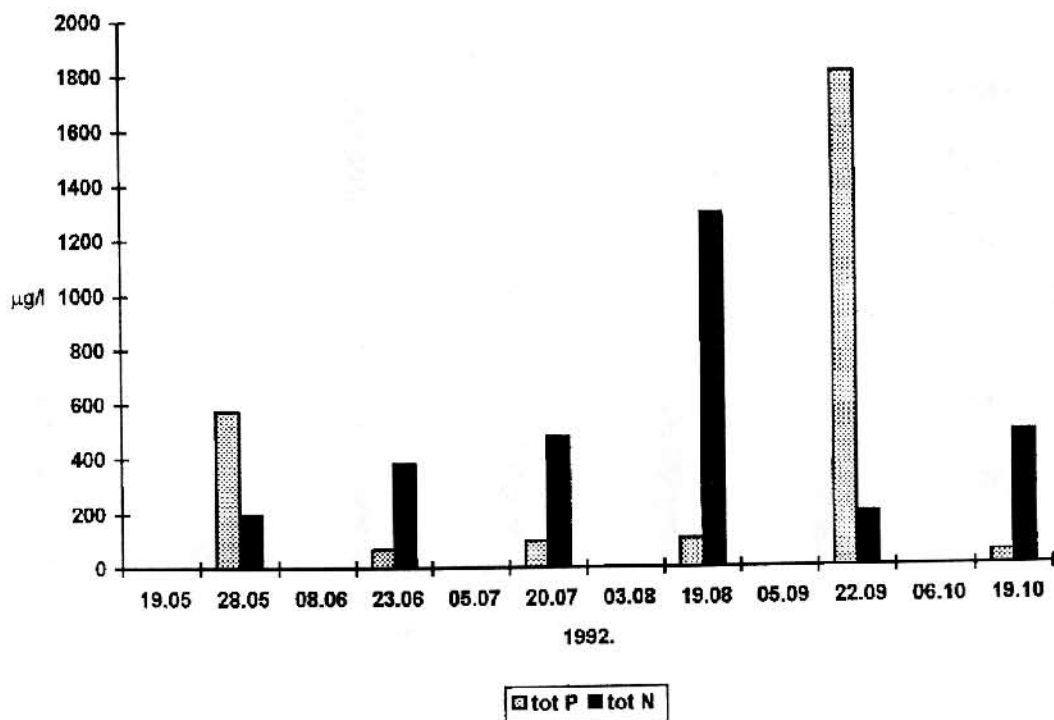
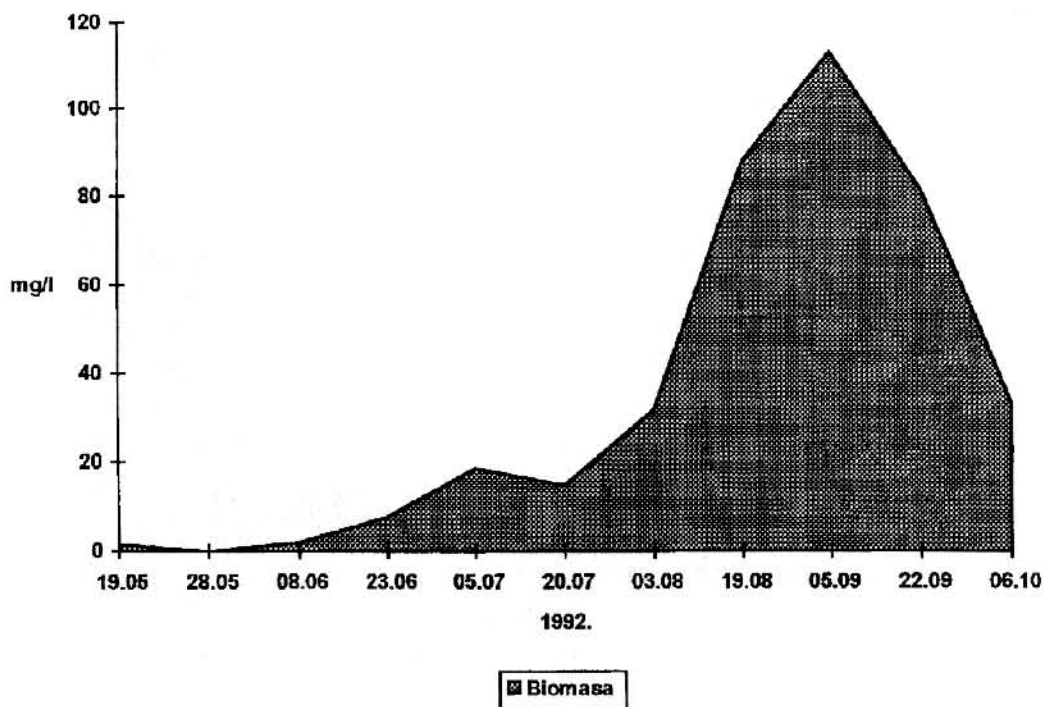
Slika 1. Dinamika biomase modrozelenih algi i nutrijenata u ribnjaku 14C
Fig. 1 Dynamics of the biomass of blue-green algae and nutrients in the pond 14C

mijenjale su se sukladno količini fosfora od 154,3 $\mu\text{g/L}$ do 3 586,0 $\mu\text{g/L}$. Suprotno tomu, u ribnjaku 14A najveća je količina ukupnog fosfora utvrđena u svibnju (576,4 $\mu\text{g/L}$), a najmanja (51,6 $\mu\text{g/L}$) na početku uzgojne sezone, a maksimum je dostigla sredinom rujna (1 822,6 $\mu\text{g/L}$). U ribnjaku 7A (sl. 3) količina ukupnog fosfora mijenjala se od 40,1 $\mu\text{g/L}$ do 144,6 $\mu\text{g/L}$, a količina ukupnog dušika od 479,1 do 997,8 $\mu\text{g/L}$.

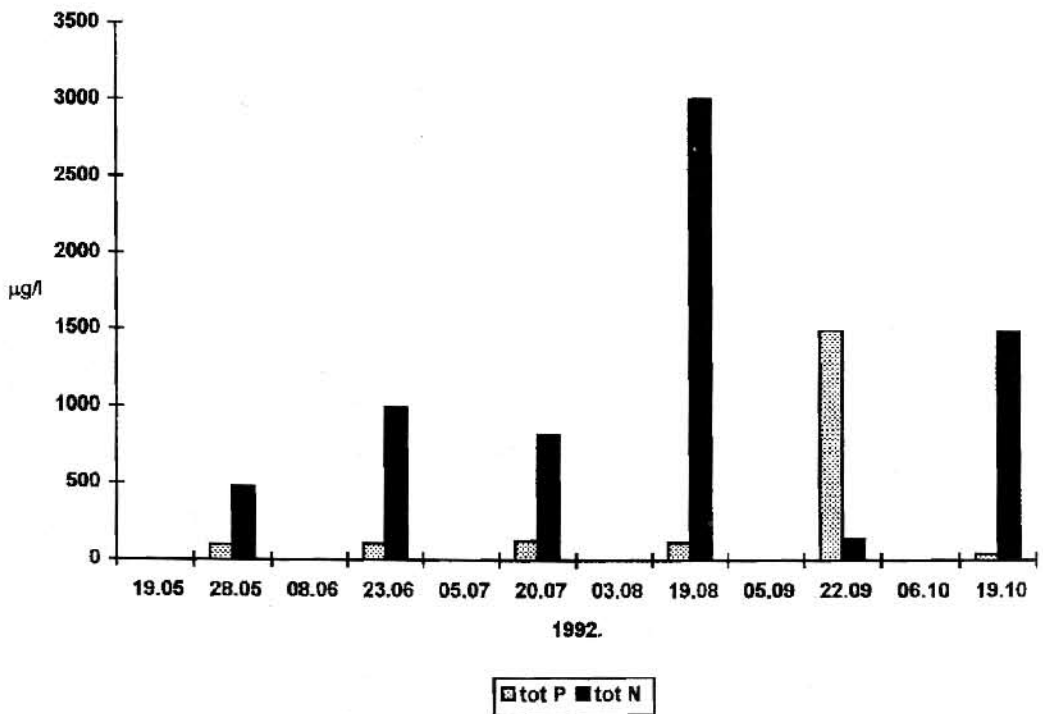
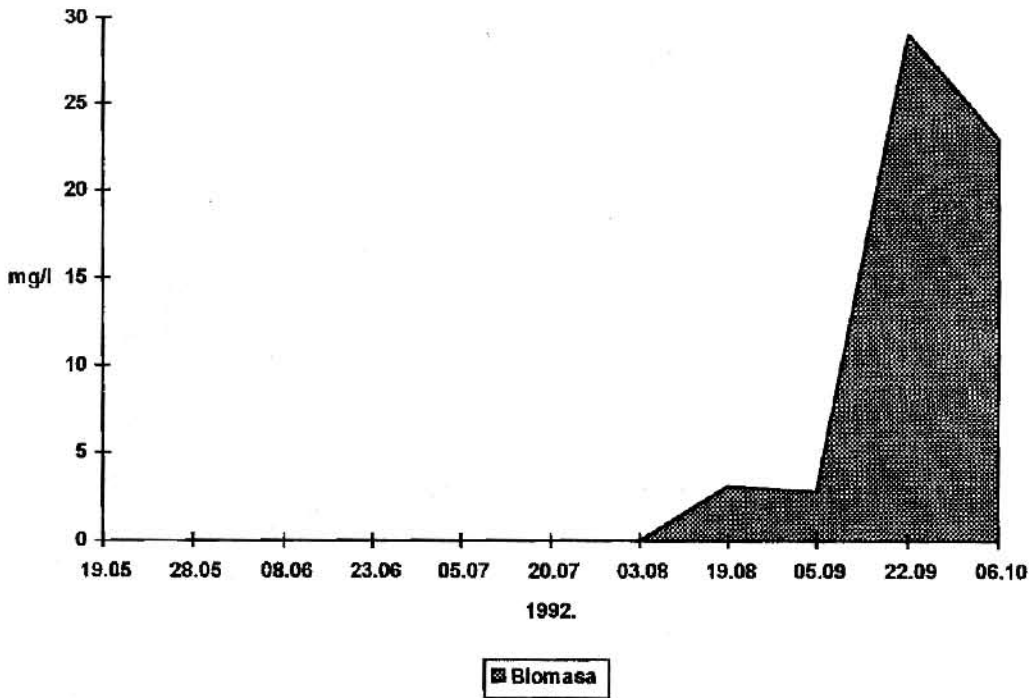
Razvoj modrozelenih algi u ribnjaku 14C (sl. 1) otpočeo je potkraj srpnja razvojem vrsta *Anabaena circinalis* i *A. spiroides*. No, već je u kolovozu dominaciju u cijanofitskoj zajednici preuzela vrsta *Aphanizomenon flos-aquae*. Maksimum svojeg razvoja (131,92 mg/L) ta je vrsta postigla sredinom kolovoza, a sve do ispuštanja vode iz ribnjaka ostala je nazočna s vrlo velikom biomasom (85,83 mg/L). Pojava vodenog cvijeta vrste *Aphanizomenon flos-aquae* poznata je kao redovita pojava u šaranskim ribnjacima u kojima se uzgaja riblji mlad u količini do 250 kg/ha (Komárková, 1983.), što se podudara s količinom nasada u ribnjaku 14C. Također je utvrđena pojava vodnog cvijeta *Aphanizomenon flos-aquae* i u jezerima rezervata kopački rit (Mihaljević i Gucunski, 1993.), a po Komáreku (1973.) to je karakteristična zajednica mezotrofnih stajaćih voda i pripada svezi *Aphanizomenon*.

U ribnjaku 14A razvoj modrozelenih algi otpočeo je već potkraj lipnja, razvojem vrste *Microcystis incerta* (sl. 2). Potkraj srpnja pridružuju joj se vrste *Anabaena spiroides*, *A. solitaria* i *A. circinalis*. Njihov je razvoj tekao progresivno sve do početka rujna, kada je ukupna biomasa modrozelenih algi dostigla vrijednost od 113,24 mg/L (sl. 2). Potkraj rujna zajednica je modrozelenih algi obogaćena vrstom *Aphanizomenon flos-aquae*. Po Komáreku (1973.) takva kombinacija vrsta modrozelenih algi znak je povećanog stupnja trofije u odnosu na zajednicu *Aphanizomenon flos-aquae*, a po Leonardson i Ripplu (1979.), to je tipična zajednica hipertrofnih jezera. Zajednica *Anabaena-Aphanizomenon* ostala je sve do početka listopada nazočna u ribnjaku 14A.

Razvoj modrozelenih algi u ribnjaku 7A (sl. 3) otpočeo je tek u kolovozu razvojem vrste *Aphanizomenon flos-aquae*. No, sredinom rujna i početkom listopada u tom se ribnjaku razvila vrsta *Microcystis aeruginosa* u takvom mnoštvu da je cijela površina ribnjaka bila prekrivena makroskopski vidljivim modrozelenim nakupinama algi. No, budući da je za fitoplanktonsku analizu uziman reprezentativni uzorak vode, to se nazočni vodni cvijet nije znatnije odrazio na ukupnu biomasu modrozelenih algi (29,13 mg/L). Česta je pojava vodnog cvijeta vrste *Microcystis aeruginosa* u eutrofnim jezerima pa je stoga dosta opisan u literaturi (Leonardson i Rippl, 1979; Dokulil, 1986; Berg i sur. 1987; Hanazato i Masayuki, 1987; Miura, 1990.). No poznato je (Bendorf i Henning, 1989.) da prirodna populacija *Microcystis* može sadržavati toksične i netoksične vrste čiji omjer ovisi o kombinaciji ekoloških čimbenika. Budući da se u ribnjaku 7A nisu pogoršali sanitarno-higijenski uvjeti za vrijeme trajanja vodnog cvijeta, može se pretpostaviti da toksične vrste nisu preuzele dominaciju u zajednici. Vodni cvijet *Microcystis*



Slika 2. Dinamika biomase modrozelenih algi i nutrijenata u ribnjaku 14A
Fig. 2 Dynamics of the biomass of blue-green algae and nutrients in the pond 14A



Slika 3. Dinamika biomase modrozelenih algi i nutrijenata u ribnjaku 7A
 Fig. 3 Dynamics of the biomass of blue-green algae and nutrients in the pond 7A

aeruginosa održao se u ribnjaku 7A u tijeku cijelog rujna i prve polovice listopada, a nakon toga potpuno iščezao iz fitoplanktonske zajednice.

Iz iznesenih je podataka vidljivo da se u svim trima ribnjacima razvio vodni cvijet modrozelenih algi. Najveća biomasa vodnog cvijeta bila je u kolovozu i početkom rujna, što se podudara s maksimalnim temperaturama vode koja je u to vrijeme dostizala i do 32 °C. Stoga je realna pretpostavka da je tako visoka temperatura vode djelovala kao katalizator ekoloških interakcija u ribnjačkim ekosustavima. Naime, poznata je (Brzek, 1975.) činjenica da je temperatura vode jedini abiotički čimbenik vodnih ekosustava čije su promjene u čvrstoj korelaciji s kvantitativnim promjenama planktonskih zajednica.

Poznato je (Komárková, 1983.) da je za razvoj vodnog cvijeta vrlo bitna koncentracija nutrijenata. Po nekim je istraživanjima (Welch, 1980.), kvocijent količine ukupnog fosfora i ukupno dušika (totN/totP) pokazatelj koji je od biogenih elemenata ograničavajući element za razvoj fitoplanktona. Forsberg i suradnici (1978.) postavili su kriterije po kojima je limitirajući faktor: fosfor — ako je vrijednost totN/totP veća od 12, dušik — ako je vrijednost totP/totN manja od 7, a nijedan od nutrijenata nije ograničavajući ako je vrijednost totN/totP između 7 i 12. Vodni cvijet vrste *Aphanizomenon flos-aquae* pojavio se u ribnjaku 14C u kolovozu, kada se vrijednost totP/totN smanjila na 7,64; vodni cvijet *Anabaena* — *Aphanizomenon* razvio se u srpnju uz stalno niske vrijednosti totN/totP; do pojave vodnog cvijeta *Microcystis aeruginosa* došlo je potkraj rujna snižavanjem vrijednosti totN/totP na 10,31. Dakle, vodni je cvijet u istraživanim ribnjacima nastao u uvjetima niskog omjera totM/totP, što potvrđuje Schindlerovu tezu (1977., u: Reynolds, 1984.), po kojoj do pojave vodnog cvijeta modrozelenih algi dolazi pri niskim vrijednostima totN/totP.

ZAKLJUČAK

U svim trima istraživanim ribnjacima u kojima se uzgajao jednogodišnji šaranski mlađ razvio se vodni cvijet modrozelenih algi, ali u različito vrijeme i s različitim kvalitativnim sastavom. U ribnjaku 14C vodni je cvijet tvorila vrsta *Aphanizomenon flos-aquae*, u ribnjaku 14A vrste roda *Anabaena* i *Aphanizomenon flos aquae*, a u ribnjaku 7A vrsta *Microcystis aeruginosa*. Na kvalitativni je sastav vodnog cvijeta utjecala količina ribljeg mlađa u ribnjacima, a početak razvoja vodnog cvijeta bio je uzokovan niskim omjerom ukupno dušika i fosfora.

Summary

WATER BLOOM OF BLUEGREEN ALGAE IN CARP FISHPONDS

The massive development of bluegreen algae (*Cyanophyta/Cyanobacteria*), the so-called water bloom, is a frequent phenomenon in fishpond ecosystems. This study analyses water bloom development in three carp fishponds owned by a fishbreeding company at Donji Miholjac (Croatia), where one-year-old carps (*Cyprinus carpio*), were bred in different fishstock densities. Analyses of physicochemical properties of water and phytoplankton biomass were performed in fortnight intervals from May till October, 1992. In all three investigated fishponds the water bloom of bluegreen algae developed, but at a different time and showing a different qualitative composition. In the fishpond with fishstock density of 250 kg/ha water bloom consisted of the species *Aphanizomenon flos-aquae*, and the biggest biomass (131.92 mg/l) was found in August. In the fishpond with fishstock density of 437 kg/ha a water bloom consisting of species from the genus *Anabaena* and species *Aphanizomenon flos-aquae* developed at the end of July. In the fishpond with the so-called intensive breeding (fishstock density of 750 kg/ha) water bloom of the species *Microcystis aeruginosa* developed as late as September. The beginning of water bloom development was caused by the low value (lower than 7) of the ratio between the quantities of total phosphorus and total nitrogen. However, the qualitative composition of water bloom was influenced by one-year-old carp fingerlings density.

Key words: bluegreen algae (*Cyanophyta/Cyanobacteria*), biomass, water bloom, carp fishpond.

LITERATURA

- Abeliovich, A., (1969): Water blooms of blue green algae and oxygen regime in fish ponds. Verh. Internat. Verein. Limnol. 17, 594–601.
- APHA (1975): Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, 14. Edition, New York.
- Benndorf, J., M. Hennin, (1989): Daphnia and Toxic blooms of *Microcystis aeruginosa* in Bautzen Reservoir (GDR). Int. Revue ges. Hydrobiol., 74, 3, 233–248.
- Berg, K., W. W. Carmichael, O. M. Skulberg, C. Benestad, B. Underdal, (1987): Investigation of a toxic water-bloom of *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) in Lake Akersvatn, Norway. Hydrobiologia 191, 213–221.
- Boyd, C. e., (1973): Summer algal communities and primary productivity in fish ponds. Hydrobiologia, 41, 3, 357–390.
- Brzek, G., C. Kowalczyk, W. Lecewicz, S. Radwan, W. Wojciechowska, I. Wojciechowski, (1975): Influence of abiotic environmental factors on plankton in lakes of different trophic. Pol. Arch. Hydrobiol., 22, 2, 123–139.

- Debeljak, Lj.*, (1982): Prilog poznavanju fitoplanktona ciprinidnih ribnjaka. *Ekologija*, 17, 2, 139–148.
- Dokulil, M., C. Skolaut*, (1986): Sucesion of phytoplankton in a deep stratifying lake: Mondsee, Austria. *Hydrobiologia*, 138, 9–24.
- Dykyjova, D.*, (1989): *Metody studia ekosystemu*. Academia Praha, Praha.
- Forsberg, C., S. O. Ryding, A. Claesson, A. Forsberg*, (1978): Water chemical analyses and/or algal assay? Sewage efficient and polluted lake water studies. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 21, 352–363.
- Hanazato, T., Y. Masayuki*, (1987): Evaluation of *Microcystis* as food for zooplankton in a eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 144, 251–259.
- Hindak, F., J. Komarek, P. Marvan, J. Ružička*, (1975): Kluč na určovanie vytrusnych rastlin. Slovenske pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava.
- Hindak, F., Z. Cyrus, P. Marvan, P. Javornicky, J. Komarek, H. Ettl, K. Rosa, a. Sladečkova, J. Popovsky, M. Punčocharova, O. Lhotsky*, (1978): Slatkovodne riasy. Slovenske pedagogicke nakladatelstvo, Bratislava.
- Huber-Pestalozzi, G.*, (1961–1983): *Das Phytoplankton des Susswassers*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Komarek, J.*, (1973): The communities of algae of Opatovický Fishpond (South Bohemia). In: Heiny, S. (ed), *Ecosystem on Wetland Biome in Czechoslovakia*, Czechosl. IBP/PT-PP Report No 3, Trebon, 179–184.
- Komarkova, J.*, (1983): Factors influencing the development of *Aphanizomenon flos-aquae* bloom in Czechoslovak eutrophic fish ponds. *Schweiz Z. Hydrol* 45, 1, 301–306.
- Leonardson, L., W. Ripl*, (1979): Control of undesirable algae and induction of algal successions in hypertrophic lake ecosystems. In: Barica, J., L. R. Mur. (ed.), *Developments in Hydrobiology*, Vol. 2, Dr. W. Junk B. V. Publishers, Hague
- Mihaljević, M., D. Gucunski*, (1993): Comparative research of phytoplankton in the Nature reserve Kopački rit. *Acta Bot. Croat.* 52, 41–47.
- Mihaljević, M., D. Vuković*, (1993): Application for phytoplankton fresh weight biomass calculation. In: *Limnological bases of lake management* (J. Salanki and V. Istvanovich, ed.), ILEC, Japan.
- Miura, T.*, (1990): The effects of planktivorous fishes on the plankton community in a eutrophic lake. *Hydrobiol.* 200/201, 567–579.
- Reynolds, C. S.*, (1984): Phytoplankton periodicity: the interaction of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology*, 14, 111–142.
- Reynolds, C. S.*, (1987): Cyanobacterial Water-Blooms. *Advances in Botanical Research*, 13, 67–143.
- Utermohl, H.*, (1938): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton — Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limnol.* 9, 1–39.
- Welch, E. B.*, (1980): *Ecological effects of waste water*. Cambridge University Press. Cambridge. London. New York. New Rochelle. Melbourne. Sydney. pp. 337.