

## SASTAV FITOPLANKTONA NA UZGAJALIŠTIMA RIBA UZ ISTOČNU OBALU JADRANSKOG MORA\*

M. Tomec

### Sažetak

Istraživanja sastava mrežnog fitoplanktona obavljena su na trima uzgajalištima riba na sjevernom, srednjem i južnom dijelu istočne obale Jadranskog mora. Na sjevernom dijelu Jadranske obale istraživanja su provedena u Limskom kanalu, na srednjem dijelu Jadrana na uzgajalištu u uvali Lamljana na otoku Ugljanu, a na južnom u mjestu Drače na Pelješcu (Slika 1). Uzgoj riba na istraživanim lokalitetima sveden je uglavnom na dvije vrste: komarču (*Sparus aurata*) i lubina (*Dicentrarchus labrax*). Uz neke fizikalnokemijske pokazatelje (temperatura mora, salinitet), posebna je pozornost posvećena kvalitativnom sastavu mrežnog fitoplanktona, a istraživanje je provedeno tijekom godine 2004. (svibanj, studeni) i 2005. (svibanj, listopad). Uzorci su uzimani s dubina 0, 5 i 4 metra. Prema fizikalnim i kemijskim pokazateljima, temperatura mora bila je pod utjecajem temperature okoliša. U kvalitativnom sastavu mrežnog fitoplanktona utvrđene su 153 vrste mikrofiti, a pripadale su sistematskim odjeljcima *Cyanobacteria*, *Chrysophyta* i *Dinophyta* (Tablica 1). Najbrojnija skupina alga bile su dijatomeje ili *Bacillariophyceae* (84 vrste ili 55%) s relativnim učestalostima vrsta od 1 do 7. Taksonomski sastav dijatomeja upućuje na dominantnu zajednicu *Chaetoceros–Rhizosolenia* (*Proboscia*). Subdominantna brojnošću vrsta bio je odjel *Dinophyta* (62 vrste ili 401%), s dominantnim vrstama rodova *Ceratium* i *Protoberidinium*. Relativna učestalost vrsta bila je od 1 do masovno (7) prisutnih jedinki u vodenome stupcu. Od *Cyanobacteria* (4 vrste ili 3%) utvrđene su samo nitaste alge čija je nazočnost u sastavu mrežnog fitoplanktona bila pojedinačna. Kvalitativni sastav mrežnog fitoplanktona, upućuje na sličan sastav vrsta u vodenome stupcu na svim istraživanim uzgajalištima. Prema dobivenim karakteristikama mrežnog fitoplanktona, istraživani lokaliteti čine stabilan ekosustav.

Ključne riječi: mrežni fitoplankton, uzgajališta riba, istočna obala Jadrana

Dr. sc. Marija Tomec, Institut Ruđer Bošković, Zavod za istraživanje mora i okoliša, Laboratorij za istraživanje i razvoj akvakulture, 10000 Zagreb, Bijenička cesta 54, Hr, e-mail: mtomec@irb.hr

\* Rad je izrađen u okviru projekta »Jadran«

## UVOD

Usporedo s naglim razvojem u svijetu, akvakultura se u Hrvatskoj razvija duž cijele istočne obale Jadrana. Hrvatska je zemlja s dugom tradicijom sakupljanja i uzgoja morskih organizama, o čemu svjedoče brojni pisani dokumenti (Teskeredžić, 1981; Basioli, 1984; Kurtović, 2002). Kavezni uzgoj riba ubraja se u intenzivni sustav proizvodnje visokokvalitetne hrane. Količina riba u kavezima mora biti optimalna, što znači da predviđena proizvodnja ne smije narušiti ekološku ravnotežu akvatorija u kojem se provodi uzgoj.

Na osnovi kvalitativnih i kvantitativnih istraživanja fitoplanktona može se procijeniti podobnost pojedinog područja za uzgoj riba ili školjkaša. Odabir lokacije u početnoj fazi akvakulturne djelatnosti veoma je važan zato što se katkad mogu naći fitoplanktonski oblici koji znače opasnost za školjkaše i ribe (Noga i sur., 1996), kao i za ljude ako se hrane takvim uzgojenim organizmima.

Budući da je akvakulturna djelatnost u obliku intenzivnog uzgoja riba u nekontroliranoj fazi značila opasnost za narušavanje ekološke ravnoteže, stalno praćenje kvalitativne strukture fitoplanktona, kao pokazatelja trofije određenog ekosustava, bilo je, i dalje jest, jedan od glavnih ciljeva istraživanja.

## METODE RADA

Istraživanja strukture mrežnog fitoplanktona obavljena su na trima uzgajalištima riba uz istočnu obalu Jadranskog mora. Na sjevernom dijelu Jadranske obale istraživanja su provedena u Limskom kanalu na uzgajalištu »Mari Mirna«, na srednjem dijelu Jadrana na uzgajalištu »Cenmar« u uvali Lamljana na otoku Ugljanu, a na južnom u mjestu Drače na Pelješcu, uzgajalište »Malo more« (Slika 1). Uzgoj riba na istraživanim lokalitetima sveden je uglavnom na dvije vrste: komarču (*Sparus aurata*) i lubina (*Dicentrarchus labrax*).

Istraživanje mrežnog fitoplanktona provedeno je u svibnju i studenome 2004. te u svibnju i listopadu 2005. godine. Uzorci su uzimani crpcem tipa Niskin (proizvođač General Oceanic, SAD), s dubina 0,5 i 4 metra. Svaki uzorak dobiven je filtriranjem 30 litara vode kroz planktonsku mrežu s promjerom pora 36  $\mu\text{m}$ , konzervirani su u 4%-tnom formalinu, potom obrađeni u laboratoriju s pomoću mikroskopa »Opton« povećanja 12, 5x10; 12, 5x25 i 12,5x40. Vrste fitoplanktona određivane su prema priručnicima: Hustedt (1930), Schiller (1933, 1935), Rose i Tregouboff (1957) i Viličić (2002). Relativna procjena učestalosti vrsta mikrofiti (od 1 do 7) određena je po Knöppu (1954), a uzete su prosječne vrijednosti zastupljenosti tijekom istraživanja (Tablica 1). Istodobno, uz sakupljanje fitoplanktona, mjereni su temperatura mora i salinitet s pomoću elektrosonde odnosno refraktometra (Kagaku, Japan). Salinitet je označen u *psu* (praktične jedinice saliniteta; engl. *practical salinity units*).



Slika 1. Zemljopisni položaj istraživanih lokaliteta u istočnom dijelu Jadranskog mora.

Figure 1. Geographical position of the examination stations in the eastern part of the Adriatic Sea.

## REZULTATI I RASPRAVA

Pod utjecajem klimatskih uvjeta okoline mijenjale su se i temperature mora na istraživanim lokalitetima u rasponu od 11,5 °C (svibanj) do 22,3 °C (listopad). Takav je temperaturni raspon optimalan za fotosintezu fitoplanktona i povoljno utječe na proizvodnju ribe i školjkaša, kao i na cjelokupnu mikrobiološku aktivnost akvatorija (Katavić, 2003). Izmjerene vrijednosti saliniteta u stupcu morske vode bile su približno jednake na svim istraživanim lokalitetima, a iznosile su 38 psu ili 39 psu.

Tijekom istraživanja utvrđene su 153 vrste (Tablica 1) u mrežnom fitoplanktonu na trima lokalitetima istočne obale Jadrana (Slika 1). U strukturi mrežnog fitoplanktona istraživanih lokaliteta sudjelovali su predstavnici odjela *Cyanobacteria* (4 vrste ili 3%), *Chrysophyta* (87 vrsta ili 57%) i *Dinophyta* (62 vrste ili 40%).

Veća brojnost mikrofiti na istraživanim lokalitetima utvrđena je tijekom 2004. (138 vrsta) nego u godini 2005. (104 vrste). Najbrojniju skupinu činile su dijatomeje ili *Bacillariophyceae* (odjel *Chrysophyta*) s 84 vrste ili 55% od

Tablica 1. Kvalitativan sastav i relativna zastupljenost mrežnog fitoplanktona na trima lokalitetima uz istočnu obalu Jadrana tijekom 2004./2005. godine.

Table 1. Qualitative composition and relative abundance of net phytoplankton at the three locations in the eastern coastal Adriatic during 2004/2005.

Godina — Year	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
Lokaliteti — Locations	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
Dubine (m) — Depths (m)												
<b>VRSTE — SPECIES</b>												
<b>CYANOBACTERIA</b>												
<i>Lyngbya</i> sp.					3							
<i>Oscillatoria</i> sp.			1	1		1			1			
<i>O. pseudogeminata</i> G. Schmid												1
<i>O. limosa</i> Ag.	1		1									
<b>CHRYSOPHYTA</b>												
<b>Chrysophyceae</b>												
<i>Dictyocha fibula</i> Ehr.	2		3	2	2	3	3	4				1
<i>D. speculum</i> Ehr.				3	2	1		3				
<b>Prymnesiophyceae</b>												
<i>Anoplosolenia brasiliensis</i> (Lohm.) Defl.				1								
<b>Bacillariophyceae</b>												
<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.												1
<i>A. longipes</i> Ag.	1	2			1			1				1
<i>Actinoptychus</i> sp.				1								
<i>Amphiprora decussata</i> (Grun.) Cl.				1	1			1				
<i>A. sulcata</i> O Meara		1	1	2		1						
<i>Amphora ostrearia</i> Bréb.			1	1								
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	4	4										

Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year Lokaliteti — Locations Dubine (m) — Depths (m)	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
<i>Auricula insecta</i> (Grun.) Cl.			1									
<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Hend.			2		1	1				1		
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cl.	1	3	1		1			2	1			
<i>B. hyalinum</i> Laud.	6	5					5	4				1
<i>B. mediterraneum</i> Pavill.	2	3										
<i>Bleakeleya notata</i> (Grun.) Round					2							
<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	4	5	3	3	1	3	5	6	4	6	2	2
<i>Ch. atlanticus</i> Cl.							3	3				
<i>Ch. brevis</i> Schütt	4	5	3	3	2	3	5	7	4	3	2	3
<i>Ch. coarctatus</i> Laud.	2	2	3	3		3	5	5	4	6		3
<i>Ch. convolutus</i> Castr.			3	2	2	4		5				
<i>Ch. costatus</i> Pavill.	2		2	2					3	1		
<i>Ch. curvisetus</i> Cl.	3	4	1		1	2	5	3	2	1		1
<i>Ch. dadayii</i> Pav.			2	2	3	4						
<i>Ch. danicus</i> Cl.	3	3	4	4	1	2	5	5	1	6	1	1
<i>Ch. decipiens</i> Cl.	2	3	3	3	2	4	5	6	3	1		2
<i>Ch. delicatulus</i> Ostensfeld							4	4	2			
<i>Ch. diversus</i> Cl.			4	4	2	2						3
<i>Ch. perpusillus</i> Cl.	2	3	2	2		2						
<i>Ch. peruvianus</i> Brig.			1		2							
<i>Ch. rostratus</i> Laud.		2	1	2			3	4	3	6		1
<i>Ch. socialis</i> Laud.									1	1		

Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year Lokaliteti — Locations Dubine (m) — Depths (m)	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
<i>Ch. tetrastichon</i> Cl.						1						1
<i>Ch. tortissimus</i> Gran												1
<i>Ch. vixvisibilis</i> Schiller						1		4				
<i>Ch. wighamii</i> Brig.			1		2		4	6				
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.		1										
<i>Coscinodiscus janischii</i> Schmidt								1				
<i>Co. perforatus</i> Ehr.			1		1	1	1	1				
<i>Dactyliosolen blavyanus</i> (Perag.) Hasle	2	3		3	1	4	1	1	3	4	1	3
<i>Da. fragilissimus</i> (Bergon) Hasle			1	2								
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.					2							
<i>Diploneis crabro</i> Ehr.	1	1										
<i>Di. bombus</i> Ehr.			1	1	1							
<i>Entomoneis pulchra</i> (Bailey) Reimer			1									
<i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Perag.				1								
<i>Gu. striata</i> (Stolter.) Hasle	1	2	3	3	2	1	2		2		1	4
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grun.	2	4	4	3	2	3	1	2	3	2	4	2
<i>He. sinensis</i> Greville		2		3	1							
<i>Leptocylindrus adriaticus</i> Schr.				1			2					
<i>Le. danicus</i> Cl.	1	1	3	2	2		2	3	2	1		2
<i>Le. minimus</i> Gran				1		1						
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kütz.) Grun.						2						
<i>Li. flabellata</i> (Carm.) Ag.		1			3	3					4	3

Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year Lokaliteti — Locations Dubine (m) — Depths (m)	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
<i>Li. lyngbyei</i> (Kütz.) Grun.					2	2						5
<i>Li. paradoxa</i> (Lyngb.) Ag.			1									
<i>Li. reichardtii</i> Grun.					2							
<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle	7	6	2	1	3	2	5	1	1			
<i>Lyrella lyra</i> (Ehr.) Karajeva			1	1				1	1			
<i>Mastogloia</i> sp.									3			
<i>Melosira nummuloides</i> Ag.	1					1		1				
<i>Neocalyptrella robusta</i> (Norman) Hernández-Becerril et Meave		1	1			1						1
<i>Nitzschia incerta</i> Grun.			2		1	2	1	1				
<i>Ni. longissima</i> (Bréb. in Kütz.) Ralfs in Pritchard	1	1	2	1	1	4			1			1
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grun.				1		1						
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.	2	1	2	2	1			1				
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Quekett) W. Sm.	1			1	2	3						1
<i>Pl. elongatum</i> W. Sm.		1	2	1							1	1
<i>Pl. formosum</i> W. Sm.	1	1	1	1			1	1		1		
<i>Proboscia alata</i> (Brig.) Sundst.	1	2	5	5	5	5	3	1	3	1	1	3
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. Perag.			5	4	5	5	6	7	1	2		1
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schult.) Sundstr.	2	2	2	1	2	1	2	2	4	1		3
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kütz.							1	1			1	
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brig.	1	2	5	1		2		2	2	3		2
<i>Rh. setigera</i> Brig.									1			

Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year Lokaliteti — Locations Dubine (m) — Depths (m)	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
<i>Rh. styliiformis</i> Brig.											1	
<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	3	3	1					3	1			
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) Ag.	2		2	2	1	1			1		1	
<i>Surirella</i> sp.	1	1	1									
<i>Synedra fulgens</i> (Grev.) W. Sm.		1						1				
<i>Sy. toxoneides</i> (Castr.)			1		1							
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.	2	3	3	3	3	2	4	4	3	2		
<i>Thalassiosira</i> sp.			1		1	1			1			
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (Grun.) Cl. et Möll.	2	5	5	2	3	2		4	4	2		3
<i>Th. longissima</i> Cl. et Grun.	3	4				2						
<i>Toxarium undulatum</i> Bailey		1	1			1					1	
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl.		1										
<b>DINOPHYTA</b>												
<i>Ceratium candelabrum</i> (Ehr.) Stein			1						1	1		
<i>C. carriense</i> Gour.					1	1						
<i>C. contortum</i> (Gour.) Cl.				3	2	1				1		
<i>C. extensum</i> (Gour.) Cl.				4	1							
<i>C. furca</i> (Ehr.) Clapar.	4	6	5	3	5	5	2	5	4	2	4	4
<i>C. fusus</i> (Ehr.) Dujar.	2	5	6	4	1	2	2	4		1		3
<i>C. hexacanthum</i> Gour.			2					1	1		2	1
<i>C. horridum</i> (Cl.) Gran										1		
<i>C. kofoidii</i> Jörg.												1



Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year Lokaliteti — Locations Dubine (m) — Depths (m)	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
<i>C. longirostrum</i> Gour.			3	4			1	2				1
<i>C. longissimum</i> (Schrod.) Kofoid			6	1								2
<i>C. macroceros</i> (Ehr.) Cl.		1		2		2					2	1
<i>C. massiliense</i> (Gour.) Jörg.			5		1	1		2	1	1		
<i>C. pentagonum</i> Gour.		1	1		1	1				3		1
<i>C. ranipes</i> Cl.						1						
<i>C. setaceum</i> Jörg.						1				1		
<i>C. symmetricum</i> Pavill.			3			1				1	1	1
<i>C. teres</i> Kofoid			1			1						
<i>C. trichoceros</i> (Ehr.) Kofoid	1		3	2	1	1	3	3	1			
<i>C. tripos</i> (Müller) Nitzsch.		1	3	1	4	3				5	2	5
<i>Dinophysis acuta</i> Ehr.										1		
<i>D. acutoides</i> Balech					1							
<i>D. argus</i> (Stein) Abé et Balech						1						
<i>D. caudata</i> Seville–Kent	2	3	2	2	3	5					1	2
<i>D. fortii</i> Pavill.			1				3	1	1			1
<i>D. hastata</i> Stein		1	1									
<i>D. mitra</i> (Schütt) Abé et Balech					1	1					1	
<i>D. parvula</i> (Schütt) Balech						1						
<i>D. sacculus</i> Stein	3	3										
<i>D. tripos</i> Gour.			1									
<i>Diplopsalis</i> sp.	2	3	5	2	2	5	1	1				

Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year Lokaliteti — Locations Dubine (m) — Depths (m)	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouc.) Jörg.	6	6	5	3	1	3	5	5	1	3	1	2
<i>Goniaulax digitale</i> (Pouc.) Kofoid	3	1										
<i>G. fragilis</i> (Schütt) Kofoid					1							
<i>G. polygramma</i> Stein		5	4	1	2	4			1	1	4	4
<i>Gymnodinium</i> sp.				2	2	2						
<i>G. simplex</i> (Lohm.) Kof. et Swe.						1						
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macart.) Kof. et Swe.		6										
<i>Oxytoxum sceptrum</i> (Stein) Schröd.			1			1		3				
<i>O. scalopax</i> Stein			1									
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Clap. et Lach.) Kof. et Mich.	1								1			1
<i>Podolampas bipes</i> Stein						1						1
<i>P. palmipes</i> Stein	1											
<i>P. spinifera</i> Okamura			1	1								
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé et Dodge		1			1							
<i>P. micans</i> Ehr.	5	5	1	3	1	1	2	2			1	1
<i>P. scutellum</i> Schröd.	2				1	2						1
<i>P. triestinum</i> Schiller								1				
<i>Protoberidinium conicum</i> (Gran) Balech	2	3	3	4	3	3	2	4				
<i>Pr. depressum</i> (Bail.) Balech	4	3	1	2	4	4	1	3	1	1	2	1
<i>Pr. diabolus</i> (Cl.) Balech	4	6	1	1	1	4	1	1	1		1	1
<i>Pr. divergens</i> (Ehr.) Balech	4	4	1	2	4	4	1	3	1		2	1

Nastavak Tablice 1. — Cont. Table 1

Godina — Year	2004.						2005.					
	Limski kanal		Lamljana		Drače		Limski kanal		Lamljana		Drače	
Lokaliteti — Locations	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4	0,5	4
Dubine (m) — Depths (m)												
<i>Pr. globulus</i> (Stein) Balech	1	3	5	3	2	4	3	4	1		2	1
<i>Pr. oceanicum</i> (Vanh.) Balech	2	5	2		2	4	3	4	1			1
<i>Pr. pallidum</i> (Osten.) balech							1					
<i>Pr. pellucidum</i> Bergh		3				1						
<i>Pr. steinii</i> (Jörg.) Balech	5	7		3	4	5	4	5		1		1
<i>Pr. tubum</i> (Schiller) Balech			3	3		5	1	3				
<i>Pselodinium vaubanii</i> Sournia						1						
<i>Pyrophacus</i> sp.				2								

ukupnoga broja utvrđenih mikrofiti. Njihova je relativna zastupljenost bila od pojedinačnih (1) pa sve do masovno (7) nazočnih jedinki u vodenome stupcu (Tablica 1). Tijekom istraživanja, na svim lokalitetima, redovito su nazočne bile vrste rodova: *Chaetoceros*, *Dactyliosolen*, *Guinardia*, *Hemiaulus*, *Leptocylindrus*, *Pleurosigma*, *Proboscia* (syn. za neke vrste roda *Rhizosolenia*), *Pseudo-nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema* i *Thalasiothrix*. Taksonomski sastav dijatomeja upućuje na dominantnu zajednicu *Chaetoceros–Rhizosolenia* (*Proboscia*) u istraživanim područjima, koja je česta u području istočne obale Jadranskog mora (Tomec, 2004). Za tu zajednicu karakteristični su i rodovi *Pseudo-nitzschia*, *Proboscia*, *Bacteriastrum*, *Leptocylindrus* i *Thalassionema* (Viličić i sur., 2002), čiji su predstavnici sudjelovali u strukturi mrežnog fitoplanktona na istraživanim uzgajalištima tijekom godine 2004. i 2005. Ostali utvrđeni predstavnici odjela *Chrysophyta* bili su relativno malo zastupljeni u mrežnom fitoplanktonu, osobito vrsta *Anoplosolenia brasiliensis* (Lohmann) Deflandre (syn: *Calciosolenia granii* Schiller) (*Prymnesiophyceae*), koja je utvrđena samo na uzgajalištu Lamljana, na 4 metara dubine s malom frekvencijom (1) u vodenome stupcu. S obzirom na prethodno spomenutu vrstu, vrste roda *Dictyocha* skupine *Chrysophyceae*, iako s malom relativnom zastupljenošću, sudjelovale su u sastavu mrežnog fitoplanktona na svim istraživanim lokalitetima.

Važnu ulogu u sastavu mrežnog fitoplanktona ima odjel *Dinophyta*, koji, uz dijatomeje, čini najvažnije predstavnike krupnijega morskog fitoplanktona. Tijekom istraživanja utvrđene su 62 vrste dinoflagelata na istraživanim uzgajalištima. Vrste rodova *Ceratium* i *Protoperidinium* imali su najveći udjel u sastavu mrežnog fitoplanktona u usporedbi s ostalim predstavnicima odjela *Dinophyta*. Najzastupljeniji je bio rod *Ceratium* (20 vrsta), dok je rod *Protoperidinium* bio zastupljen znatno manjim brojem vrsta (10). Relativna zastupljenost vrsta ovih rodova bila je od pojedinačno (1) do masovno (6 i 7) prisutnih jedinki u vodenome stupcu. Ovo, potonje uglavnom se odnosi na vrste *Ceratium furca* (Ehr.) Clap. et Lachm., *C. fusus* (Ehr.) Dujardin, *C. longissimum* (Schröd.) Kofoid, *Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jörg., *Protoperidinium diabolus* (Cl.) Balech i *P. steinii* (Jörg.) Balech (Tablica 1). Mnogi dinoflagelati štetno djeluju na hidrobionte izlučujući toksine u vodu. Poznato je da vrsta *C. furca* često dominira u fitoplanktonskoj biomasi i uzrokuje obojenje mora, »red-tide«, ali nije utvrđeno da je ta vrsta toksična za ribe i druge organizme koji žive u vodi (Smalley i sur., 2002). No, za vrste roda *Dinophysis*, kao što je vrsta *Dinophysis caudata* Seville–Kent, utvrđena je njezina toksičnost koja može uzrokovati otrovanja u školjkaša (DSP — Diarrheic shellfish poisoning) ako je prisutna u većim koncentracijama (Marasigan i sur., 2001). Neke vrste roda *Dinophysis* često se mogu naći u većim koncentracijama i uzrokuju cvjetanje, najčešće u obalnome dijelu mora (Koukaras i Nikolaidis, 2004). Iako su predstavnici roda *Dinophysis* sudjelovale u sastavu mrežnog fitoplanktona istraživanih uzgajališta, nije utvrđena veća koncentracija jedinki u vodenome stupcu.

Predstavnici *Cyanobacteria* u sastavu mrežnog fitoplanktona sudjelovali su s 4 vrste nitastih oblika, što je činilo 3% od ukupnoga broja utvrđenih mikrofiti istraživanih lokaliteta. Uglavnom su bile zastupljene pojedinačno u vodenome stupcu.

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja kvalitativnog sastava mrežnog fitoplanktona zapažen je uglavnom jednoličan sastav planktonskih mikrofiti. Značajke mrežnog fitoplanktona istraživanog područja upućuju na stabilne ekološke sustave. Takve značajke mogu se zadržati samo kontroliranim tehnološkim radnjama pri intenzivnom uzgoju riba.

## ZAKLJUČAK

U kvalitativnom sastavu mrežnog fitoplanktona na trima uzgajalištima uz istočnu obalu Jadrana utvrđene su 153 vrste mikrofiti sistematskih odjela: *Cyanobacteria*, *Chrysophyta* i *Dinophyta*.

Na svim istraživanim lokalitetima sastav je vrsta bio ujednačen, a prevladavali su predstavnici skupine dijatomeja ili *Bacillariophyceae* (*Chrysophyta*). Druga skupina po brojnosti vrsta bio je odjeljak *Dinophyta*, dok odjeljak *Cyanobacteria* nije imao većeg udjela u fitoplanktonskoj strukturi.

Kvalitativni sastav mrežnog fitoplanktona, odnosno raznolikost vrsta u vodenome stupcu, upućuje na relativnu čistoću istraživanog akvatorija, kao i na stabilne uvjete uzgojne sredine, koja je osnovni preduvjet za dobru proizvodnju i zdravu ribu za ljudsku prehranu.

## Summary

### PHYTOPLANKTON COMPOSITION IN FISH FARMS ALONG THE EASTERN ADRIATIC COAST

M. Tomec

Investigations of net phytoplankton composition were performed at three fish farms situated at the northern, middle and southern part of the eastern Adriatic Sea coast, respectively. In the northern part investigations were conducted in the Limski kanal, in the middle part at the Ugljan island and in the southern part in the place Drače on the Pelješac peninsula (Figure 1). At all three localities fish culture included mostly two species: gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Beside some

---

Marija Tomec, PhD, Ruđer Bošković Institute, Department for Marine and Environmental Research, Laboratory for Aquaculture, 10000 Zagreb, Bijenička 54, HR. E-mail: mtomec@irb.hr

physico-chemical parameters (sea water temperature, salinity) special attention was placed on the examination of qualitative net phytoplankton composition, which was conducted in the period of May and November 2004 and May and October 2005. Samples were collected at the depths of 0.5 and 4 meters. According to the physico-chemical parameters, sea water temperature was influenced by the temperature of the environment. Qualitative net phytoplankton composition consisted of 153 microphytic species belonging to the systematic compartments of *Cyanobacteria*, *Chrysophyta* and *Dinophyta* (Table 1). The most numerous algal group were diatoms or *Bacillariophyceae* (84 species or 55%) with relative frequencies of species from 1 to 7. Taxonomic composition of diatoms showed the community *Chaetoceros-Rhizosolenia (Proboscia)* as the dominant one. The second numerically most dominant compartment were *Dinophyta* (62 species or 40.1%) with dominant the species of the genera *Ceratium* and *Protoperidinium*. Relative frequencies of species was ranging from 1 to 7 (mass presence of specimens in the water column). From *Cyanobacteria* (4 species or 3%), only filamentous algae were determined, with individual presence in net phytoplankton composition. Qualitative net phytoplankton composition suggests the similarity of species composition in the water column at all investigated fish farms. From the obtained characteristics of net phytoplankton composition conclusion can be made that all investigated localities constituted stable ecosystems.

Key words: *net phytoplankton, fish farms, eastern Adriatic coast*

## LITERATURA

- Basioli, J. (1984): Ribarstvo u Jadranu. Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 392 pp.
- Hustedt, F. (1930): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, pp. 217–463. In: Rabenhorst, L. (ed.) Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 7. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Katavić, I. (2003): Učinci kaveznih uzgajališta riba duž istočne obale Jadrana na morski okoliš. Ribarstvo, 61, (4), 175–194.
- Knöpp, H. (1954): Ein neuer Weg zur Darstellung biologischer vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains. Die Wasserwirtschaft, 45, 9–15.
- Koukaras, K., Nikolaidis, G. (2004): Dinophysis blooms in Greek coastal waters (Thermaikos Gulf, N W Aegan Sea). J. Plankton Res., 26, 445–457.
- Kurtović, B. (2002): Usporedba histološke slike jetre, slezene i bubrega lubina (*Dicentrarchus labrax*) u uzgajanoj i prirodnoj populaciji. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, 83 str.
- Marasigan, A., Sato, S., Fukuyo, Y., Kodama, M. (2001): Accumulation of a high level of diarrhetic shellfish toxins in the green mussel *Perna viridis* during a bloom of *Dinophysis caudata* and *Dinophysis miles* in Sapan bay, Panay Island, the Philippines. Fisheries Science, 65, (5), 994–996.

- Noga, E. J., Khoo, L., Stevens, J. B., Fan, Z., Burkholder, J. M. (1996): Novel toxic dinoflagellate causes epidemic disease in estuarine fish. *Mar. Pollut. Bull.*, 32, (2), 219–224.
- Rose, M., Tregouboff, G. (1957): *Manuel de planctonologie Mediterranee*. Tome I, II. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Schiller, J. (1933): *Dinoflagellatae (Peridineae)*, pp 1–617. U: Rabenhorst, L. (ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, 1. Teil. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Schiller, J. (1935): *Dinoflagellatae (Peridineae)*, pp 1–589. U: Rabenhorst, L. (ed.) *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, 10/3 Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Smalley, W. G., Coats, D. W. 2002. Ecology of the red-tide Dinoflagellate *Ceratium furca*: Distribution, mixotrophy and grazing impact on Ciliate populations of Chesapeake Bay. *J. Eukaryot Microbiol.*, 49, (1), 63–73.
- Teskeredžić, E. (1981): Počeci uzgoja lososa u našem moru. *Morsko ribarstvo*, 33, 114–116.
- Tomec, M. (2004): Sastav fitoplanktona na uzgajalištu riba i školjkaša u uvali Kaldonta (otok Cres). *Ribarstvo*, 62, (4), 127–142.
- Viličić, D. (2002): *Fitoplankton Jadranskog mora*. Biologija i taksonomija. Školska knjiga Zagreb, 247 p.
- Viličić, D., Marasović, I., Mioković, D. (2002): Checklist of phytoplankton in the eastern Adriatic Sea. *Acta Bot. Croat.*, 61, (1), 57–91.

Primljeno: 7. 11. 2006.  
Prihvaćeno: 20. 11. 2006.