

# Sezoninė planktono bendrijos struktūros kaita Gulbino ežere

**Alina Krevė,  
Stasė Mažeikaitė,  
Riėardas Pačkauskas**

*Botanikos institutas,  
Hidrobotanikos laboratorija,  
Đaliųj ežerų g. 49,  
LT-08406 Vilnius*

2001 m. aktyvios vegetacijos laikotarpiu (balandžio–spalio mėn.) Gulbino ežero pelagialėje nustatyti ryškūs sezoniniai skirtingų grupių planktono organizmų (dumblių, bakterijų, heterotrofinių žiūpelinų, infuzorijų, verpečių, vėžiagyvių) struktūros skirtumai. Pavasarą fitoplanktone vyravo *Chrysophyceae*, *Cyanophyceae* ir *Bacillariophyceae*, vasarą – *Chlorophyceae*, *Cryptophyceae* ir *Bacillariophyceae*, rudeną – *Cyanophyceae* klasių dumbliai. Pavasarą tinkamas konsumentų mitybai fitoplanktonas (< 40 μm) sudarė 32–47%, vasarą – 67%, rudeną – 13% visos fitoplanktono biomasės. Skirtingų heterotrofinių organizmų grupių struktūros palyginimas parodė, jog mikrobinės kilpos organizmų (bakterijų, heterotrofinių žiūpelinų, infuzorijų) ir verpečių reikšmė pelaginiuose mitybos tinkluose buvo didesnė ankstyvą pavasarą (balandžio mėn.) ir iš dalies rudeną (spalio mėn.). Minėtais tyrimo periodais nustatyta ir santykinai didesnę plėtraus zooplanktono biomasę. Vasarą (liepos mėn.) fitoplanktono sukurtos organinės medžiagos transformacijoje pagrindinis vaidmuo teko vėžiagyviams, ypač šakotaūsiams filtratoriams (*Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*), sudariusiems šiuo metu didžiausią konsumentų biomasę.

**Raktažodžiai:** fitoplanktonas, mikrobinės kilpos organizmai, mezozoplanktonas, sezoninė kaita, gėlavandenė ekosistema

## ÁVADAS

Planktono bendrijų organizmų struktūros ypatumus lemia abiotiniai (temperatūra, šviesa, maistmedžiagų kiekis) ir biotiniai (konkurencija, inhibicija, išėdimas ir kt.) veiksniai visuma, kurių santykinė svarba keičiasi vegetacijos laikotarpio eigoje. Vienas svarbiausių biotinių veiksnių, reguliuojančių skirtingų fitoplanktono grupių vystymąsi, yra dumblių išėdimas. Paskelbta nemažai darbų apie vėžiagyvių reikšmę dumblių struktūros formavimuisi (pvz., Edgar, Green, 1994; Đurek, Bucka, 1994). Savo ruožtu vyraujančių dumblių ląstelių ar kolonijų dydis sąlygoja jų štraukimo á mitybos tinklą klasikiniu ganykliniu keliu galimybę ir lemia zooplanktono struktūrą (Kosprzak, Lathrop, 1997). Đinoma, kad fitoplanktone vyraujant stambias kolonijas sudarančioms cianobakterijoms stebimas filtratorių kiekio mažėjimas; kartu mažėja stambaus zooplanktono (vėžiagyvių) reikšmė pirminės produkcijos transformacijoje (Gliwicz, Lampert, 1993). Svarbų vaidmená pirminių producentų organinių medžiagų srautuose atlieka vienalásėiai mikrobinės kilpos organizmai (bakterijos, heterotrofiniai žiūpeliniai, infuzorijos). Tam tikromis sąlygomis mikrobinės kilpos keliu gali būti transformuota iki 90% pirminės produkcijos (Бульон и др., 1999).

Nuo planktono organizmų struktūros ir jų funkcinio aktyvumo priklauso medžiagų ir energijos perdavimo á aukštesnius trofinius lygmenis efektyvumas, taigi ir visos vandens ekosistemos produktyvumas (Kitchel, Carpenter, 1993). Pažymima, kad autotrofinių ir heterotrofinių organizmų vaidmuo ekosistemoje kinta pagal trofiná vandens telkinių gradientá (Floros, Barone, 1994; Biddanda et al., 2001). Oligotrofiniuose vandens telkiniuose dėl didelio ištirpusių medžiagų kiekio vyrauja heterotrofiniai, daugiausia mikrobinės bendrijos organizmai, eutrofiniuose – stambus autotrofinis planktonas. Mezotrofiniuose ežeruose, pagal á „mezotrofinio maksimumo“ hipotezà, fitoplanktono struktūra ir konsumentų gausumas atitinka maksimalios „iš viršaus“ (top-down) reguliacijos mechanizmá (Carney, 1990).

Šio darbo tikslas buvo nustatyti planktono bendrijos sezoninės dinamikos ypatumus ir ávertinti potencialius pirminių producentų sukurtos organinės medžiagos transformacijos kelius didelio produktyvumo mezotrofiniame (mezoeutrofiniame) ežere.

## TYRIMŲ VIETA IR METODAI

Skirtingų planktono grupių organizmų struktūros tyrimai buvo atlikti 2001 m. Gulbino ežere. Tai vienas iš 6 rininės kilmės Đaliųj ežerų grupės vandens

telkinių, išsidėsiusio prie šiaurinio Vilniaus miesto pakraščio. Ežeras yra pratakus, jo plotas siekia 36,7 ha, vidutinis gylis – 4,2 m, didžiausias gylis – 13,6 m. Remiantis ankstesnių cheminių ir biologinių tyrimų rezultatais, Gulbinas yra mezotrofinis ežeras su šenkliais eutrofikacijos požymiais (mezoeutrofinis) (Pažkauskas ir kt., 2000; Kavaliauskienė, 1996).

Medžiaga fitoplanktono dinamikai įvertinti balandžio–lapkričio mėn. imta pelaginės dalies viršutiniame sluoksnyje (0,5–1 m gylyje) kas 1–3 savaites, o viso planktono organizmų tyrimams – 4 kartus aktyvios vegetacijos laikotarpiu (2001 04 30; 05 28; 07 31 ir 10 02). Fiziniai-cheminiai ežero vandens parametrai buvo nustatomi standartiniais metodais (Муравьев, 1999) ir universaliu portatyviniu matuokliu WTW MultiLine F/Set-3. Planktono organizmų (dumblių, bakterijų, heterotrofinių šiušelinų, infuzorių, verpečių, vėžiagyvių) kokybinė ir kiekybinė analizė buvo atliekama mikroskopuojant dviesiniu mikroskopu „Biolar“ tiek gyvą, tiek formaldehido tirpalu fiksuotą medžiagą. Anglies kiekis atskiro fitoplanktono ir zooplanktono grupių biomasėje apskaičiuotas naudojantis literatūroje nurodytais koeficientais (Olrik et al., 1998; Callieri, Heinimaa, 1997). Bakterijų skaičius nustatytas epifluorescencinės mikroskopijos metodu (Porter, Feig, 1998). Organinės anglies kiekis bakterijų biomasėje apskaičiuotas remiantis nuoroda, jog vienai ląstelei tenka 20 fg C (Loferer-Kröbber et al., 1998).

## REZULTATAI

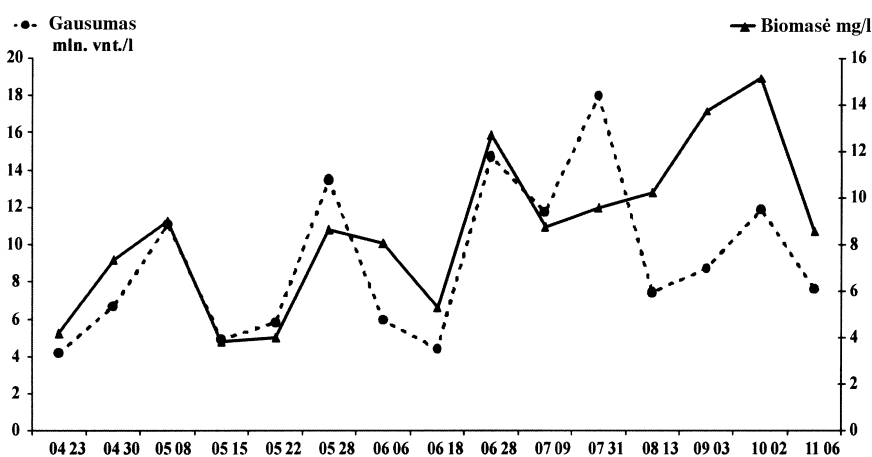
### APLINKOS SĄLYGOS

Pagrindinių hidrocheminių parametrų reikšmės, nustatytos Gulbino ežere aktyvios vegetacijos laikotarpiu, pateiktos 1 lentelėje. Tyrimo metu vandens temperatūra paviršiniame vandens sluoksnyje kito nuo 9,7 (spalio mėn.) iki 24°C (liepos mėn.). Mažiausias vandens skaidrumas (0,9 m) ir di-

džiausia deguonies koncentracija (11,6 mg/l) buvo liepos mėn., t. y. didžiausio fitoplanktono produktyvumo laikotarpiu. Ankstyvą pavasarį (balandžio mėn.) su tirpsmo vandenimis á ežerą patenka daug suspenduotų ir ištirpusių medžiagų, todėl paviršiniame vandens sluoksnyje didėjo azoto, fosforo ir organinių medžiagų koncentracijos. Mineralinio azoto kiekis sudarė vidutiniškai 1,32 mg N/l, mineralinio fosforo – 0,014 mg P/l. Didžiausias labilios organinės medžiagos kiekis, vertinant pagal BDS<sub>7</sub> reikšmes (9,12 mg O<sub>2</sub>/l), nustatytas baigiantis aktyvios vegetacijos laikotarpiui. Vieno labiausiai vandens telkinio trofinė būklė atspindinėtų rodikliu – chlorofilo *a* kiekis kito nuo 11,1 iki 27,7 µg/l ir, pagal R. Wegel (1983) pateiktą trofiškumo skalą, atitiko reikšmes, nustatomas eutrofiniuose vandens telkiniuose.

### FITOPLANKTONO STRUKTŪRA

Tyrimo laikotarpiu Gulbino ežere aptiktos 144 fitoplanktono rūšys priskirtos 7 klasėms. Daugiausia rūšių priklausė *Chlorophyceae* (56), *Bacillariophyceae* (37) ir *Chrysophyceae* (23 rūšys) klasėms. Per aktyvios vegetacijos periodą ežere pastebėti keturi fitoplanktono vystymosi pikai ir juos atitinkantys biomasės maksimumai: pavasarinis, du vasariniai ir rudeninis

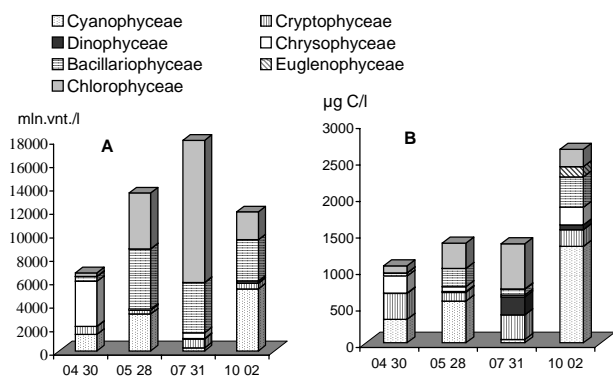


1 pav. Sezoninė fitoplanktono gausumo ir biomasės dinamika Gulbino ežere 2001 m. balandžio–lapkričio mėn.

Fig. 1. Seasonal dynamics of phytoplankton abundance and biomass in Lake Gulbinas, April–November 2001

1 lentelė. Gulbino ežero paviršinio vandens sluoksniu fizinės-cheminės sąlygos 2001 m. balandžio–spalio mėn.  
Table 1. Physico-chemical conditions in the upper water layer in Lake Gulbinas, April–October 2001

Data	S m	t °C	O <sub>2</sub> mg/l mg/l	N <sub>b</sub> mg/l	N <sub>min.</sub> mg/l	P <sub>b</sub> mgP/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/l	C <sub>org.</sub>	BDS <sub>7</sub> mg O <sub>2</sub> /l	Chl. <i>a</i> µg/l
04 30	1,8	9,7	10,82	2,985	1,157	0,467	0,025	10,59	6,0	20,2
05 28	1,8	14,5	10,64	2,687	1,244	0,206	0,000	6,72	4,1	11,1
07 31	0,9	23,8	11,65	1,750	1,628	0,094	0,019	16,7	4,48	17,7
10 02	1,5	11,5	8,15	1,319	1,266	0,089	0,011	14,26	9,12	27,7



2 pav. Gulbino ežero fitoplanktono struktūra ávairiais vegetacijos laikotarpiais 2001 m. A – gausumas, B – biomasė

Fig. 2. Structure of phytoplankton in Lake Gulbinas during different periods of vegetation, 2001. A – abundance, B – biomass

(1 pav.). Fitoplanktono gausumas kito nuo 4 iki 18 mln. vnt./l, biomasė – nuo 4 iki 15 mg/l (509–2415 µg C/l).

Balandžio mėn. pagal gausumą vyravo *Chrysophyceae* (58%), pagal biomasę *Cryptophyceae* (*Cryptomonas* sp.), *Cyanophyceae* (*Planktothrix agardhii*) ir *Chrysophyceae* (*Dinobryon divergens*) klasio dumbliai (2 pav.).

Antroje gegužės mėn.

pusėje ásvyravo *Cyanophyceae* (42%), *Chlorophyceae* (25%) ir *Bacillariophyceae* (18% bendros biomasės) klasio dumbliø rûðys – *Planktothrix agardhii*, *Limnothrix redekei*, *Tetraselmis cordiformis*, *Cyclotella ocellata*. Pavasará zooplanktono mitybai tinkamø dumbliø (< 40 µm) biomasės dalis sudarė 32–47% bendros biomasės (2 lentelė). Vasaros viduryje (liepos mėn.), vandens temperatûrai pakilus iki 24°C, buvo stebimas didžiausias per tyrimo laikotarpá fitoplanktono gausumas (18 mln. vnt./l). Pagal gausumą vyravo *Chlorophyceae* (68%) ir *Bacillariophyceae* (24%), pagal biomasę – *Chlorophyceae* (*Chlorella* sp., *Tetraselmis cordiformis*) ir *Cryptophyceae* (*Cryptomonas* sp.) klasio dumbliai. Fitoplanktono bendrijoje pagausėjus smulkio þaliadumbliø, biomasė liko panaði kaip ir gegužės mėn., taèiau didžiausià biomasės dalá (67%) sudarė filtruojanèiam zooplanktonui prieinami dumbliai. Rudená (spalio mėn.) vyravo stambūs dumbliai, ir zooplanktonui prieinamos biomasės dalis siekė tik 13% bendros fitoplanktono biomasės.

Pagal gausumą vyravo *Cyanophyceae* ir *Bacillariophyceae*, pagal biomasę – *Cyanophyceae* (*Planktothrix agardhii*) klasio dumbliai.

**MIKROBINĖS KILPOS ORGANIZMAI**

Mikrobinės kilpos heterotrofiniai organizmai (bakterijos, heterotrofiniai þuþeliniai, infuzorijos) ávairiais aktyvios vegetacijos laikotarpiais sudarė nuo 2 iki 6% planktono bendrijos biomasės (2 lentelė). Didžiausias jø bendras ánaðas á planktono biomasę nustatytas ankstyvâ pavasará ir vasaros viduryje. Taèiau atskirø mikrobinės kilpos organizmø grupiø sezoninë dinamika buvo skirtinga. Nustatyta daugeliui eþerø bûdinga bakterijø gausumo ir biomasės didėjimo tendencija nuo pavasario iki rudens bei maþėjimas spalio mėn. Didžiausias heterotrofiniø þuþelinio gaus-

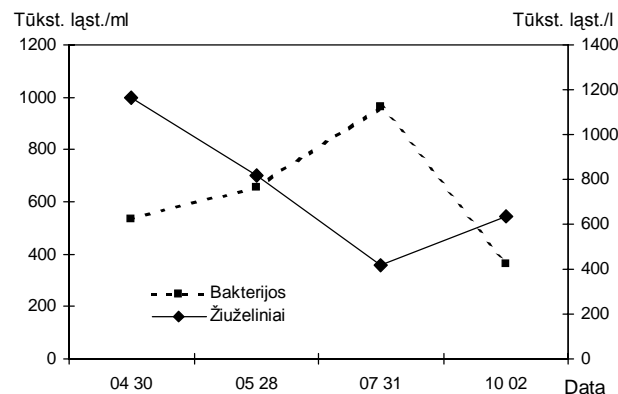
2 lentelė. Gulbino ežero skirtingos trofinės struktūros planktono organizmø biomasė (µg C/l) 2001 m.

Table 2. The biomass (µg C/l) of planktonic organisms of different trofic structure in Lake Gulbinas, 2001

Organizmø grupė	04 30	05 28	07 31	10 02
Fitoplanktonas: < 40 µm	338	649	913	314
> 40 µm	718,3	720	447,2	2101
Iš viso	1056,3 (87%)	1369 (84%)	1360 (75%)	2415 (83%)
Bakterijos	10,6	8,8	19,3	3,1
Heterotrofiniai þuþeliniai	53,9	19,3	54,2	26,0
Infuzorijos	15,1	20,6	21,4	33,4
Iš viso	79,6 (6%)	48,7 (3%)	94,9 (5%)	62,5 (2%)
Metazooplanktonas	85,3 (7%)	220,8 (13%)	353,3 (20%)	432 (15%)

Skliausteliuose – % bendros planktono organizmø biomasės.

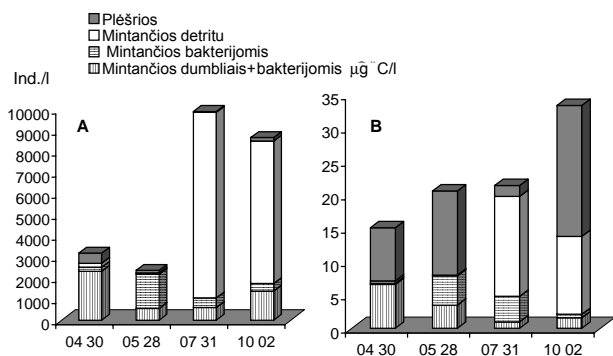
sumas buvo ankstyvâ pavasará ir rudená (3 pav.). Pavasario pabaigoje vyravo smulkūs, vasarà – stambūs þuþeliniai.



3 pav. Bakterijø ir heterotrofiniø þuþelinio gausumas ávairiais vegetacijos laikotarpiais 2001 m.

Fig. 3. Abundance of bacteria and heterotrophic flagellates during different periods of vegetation, 2001

Protozooplanktone pagal rūdžio skaičių, atskiro rūdžio individų gausumą ir jų sudaromą biomasę vyravo infuzorijos. Jos turėjo vieną gausumo maksimumą liepos mėn. (9912 ind./l), didžiausia biomasė buvo spalio mėn. (33,4  $\mu\text{g C/l}$ ) (4 pav.). Ávairiais tyrimo periodais vyravo skirtingi infuzorijų rūdžio kompleksai. Pavasará vyravo dumbliais ir bakterijomis mintančios *Spirotrichea* (*Strombidium viride f. pelagica* ir *Strombidium velox*), *Oligohymenophorea* (*Vorticella chlorellata*), o pagal biomasę dar ir plėdrios *Litostomatea* (*Askenasia faurei*) ir *Nassophorea* (*Lembadion lucens*) klasio infuzorijos. Liepá ir spalá labai gausios buvo *Prostomatea* klasės infuzorijos (88% bendro gausumo). Vyravo ir stanėia organinė medžiaga mintančios *Coleps* genties infuzorijos (daugiausia *Coleps hirtus*). Spalio mėn., be vyravusio kaip ir liepos mėn. histiofagų, padidėjo plėdri infuzorijų santykinė biomasė. Páymėtina, kad didžiausia plėdri infuzorijų biomasė buvo pavasará (iki 61%) ir rudená (43–59%), vasará jos sudarė tik 8–14% bendros infuzorijų biomasės.

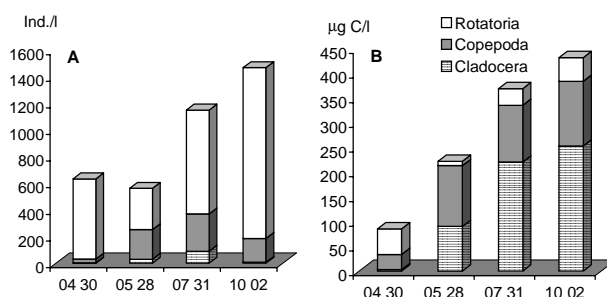


4 pav. Infuzorijų gausumas (A) ir biomasė (B) ávairiais vegetacijos laikotarpiais 2001 m.

Fig. 4. Abundance (A) and biomass (B) of ciliates during different periods of vegetation, 2001

#### METAZOOPLANKTONAS

Metazooplanktoná Gulbino ešere sudarė verpetės (kl. *Rotatoria*) ir vėþiagyviai (kl. *Crustacea*) – áakotaúšiai (búrys *Cladocera*) ir irklakojai (búrys *Copepoda*). Balandá gegužę ir liepá vyravo *Polyarthra* genties verpetės, spalá – *Keratella cochlearis* ir *Gastropus stylifer*. Ið irklakojų vėþiagyvių visais tyrimo laikotarpiais buvo aptinkami *Mesocyclops oithonoides* ir *M. leucartii*, taėiau retai kada siekė daugiau nei 10% bendro metazooplanktono gausumo. Ið áakotaúšio vėþiagyvių buvo búdingos *Diaphanosoma brachyurum* ir *Daphnia cucullata*. Tarp metazooplanktono organizmų pagal gausumą visais tyrimo periodais vyravo verpetės, taėiau pavasará ir rudená verpeėio ir vėþiagyvių gausumo santykis buvo kur kas didesnis negu vasará (5 pav.). Metazooplanktono biomasė kito nuo 85 iki 432  $\mu\text{g C/l}$  ir sudarė 7–20% bendros plank-



5 pav. Metazooplanktono gausumas (A) ir biomasė (B) ávairiais vegetacijos laikotarpiais 2001 m.

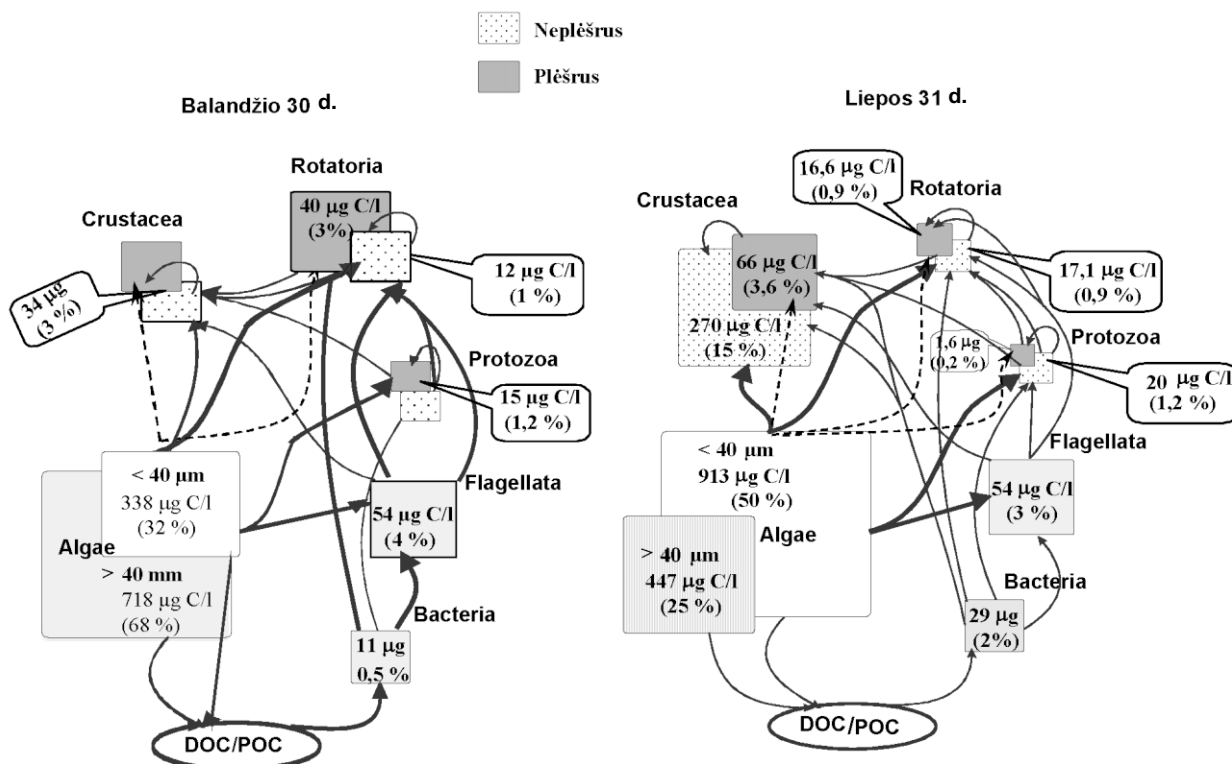
Fig. 5. Abundance (A) and biomass (B) of metazooplankton during different periods of vegetation, 2001

tono organizmų biomasės. Mažiausia biomasė buvo balandá, didžiausia – liepá ir spalá. Balandžio mėnesá didesnė biomasės dalá (60–97%) sudarė verpetės, tarp kurių vyravo plėdrios formos. Gegužę vyravo irklakojai vėþiagyviai (60%), liepá ir spalá – áakotaúšiai vėþiagyviai, daugiausia filtratoriai (59–80% metazooplanktono biomasės).

#### APTARIMAS

Siekiant suvokti sudėtingá planktono organizmų tarpusavio sąveiká ir ávertinti atskiro planktono grupio potencialiá reikšmę medžiagų srautuose, pirmiausia pravartu naudojantis schema aprašyti ir palyginti planktocenozės organizmų momentines biomasės. Ðitoks būdas nepakankamas ávertinti dinaminės pusiausvyros ypatumų, taėiau leidžia suvokti galimus srautų reguliacijos mechanizmus tam tikrose hidroekosistemų zonose. Gulbino ešero pavasarinio ir vasarinio planktono trofinio organizmų grupio struktūros schemas pateiktos 6 pav. Tyrimo metu didžiausiá momentinės planktono organizmų sukauptos organinės anglies dalá sudarė dumbliai – nuo 74 iki 87% visos planktono organizmų biomasės. Mikrobinės kilpos organizmai ávairiais aktyvios vegetacijos laikotarpiais sudarė nuo 2 iki 6%, metazooplanktonas – nuo 7 iki 20% planktono organizmų biomasės.

Ankstyvą pavasará (balandžio mėn.), vandens temperatúrai nesiekiant 10°C ir esant palyginti dideliám biogeninio medžiagų kiekiui, Gulbino ešero fitoplanktone vyravo áaltamėgiai ir miksotrofiniai *Chrysophyceae* (*Dinobryon divergens*), *Cyanophyceae* (*Planktothrix agardhii*) ir *Bacillariophyceae* (*Cyclotella* sp.) klasio dumbliai. Planktoninio vėþiagyvių buvo netaisy. Daugiausia fitoplanktoná vartojo verpetės, kurių biomasė tyrimo laikotarpiu sudarė 60–97% metazooplanktono biomasės, ir infuzorijos. Ið infuzorijų vyravo rūdys, mintančios dumbliais ir bakterijomis. Ðinoma, kad infuzorijos ir verpetės minta tik tais dumbliais, kurių ląstelės ar kolonijos yra ne didesnės kaip 30–40  $\mu\text{m}$  (Hansson, 1998). Ankstyvą



6 pav. Planktono bendrijos struktūros ir potencialaus anglies srauto statinė-modelinė schema, parengta pagal 2001 m. balandžio 30 d. ir liepos 31 d. tyrimų Gulbino ežere duomenis.

*Schemoje:* kvadratinio figūrų dydis sąlyginai atspindi organizmų biomasėje sukauptos anglies kieką, procentais išreikštas santykinis organinės anglies pasiskirstymas skirtingų grupių organizmų biomasėje; rodyklės rodo galimus pagrindinius organinės anglies srautus mitybiniam planktocenozei tinkle

Fig. 6. Static model schemes of plankton community structure and potential pathways of carbon flow in Lake Gulbinas on 30 April and 31 July 2001.

*In scheme:* the size of squares relatively correspond to the amount of organic carbon in the biomass of organisms; % – to the relative repartition of organic carbon in the biomass of different groups of organisms; arrows show the possible main pathway of organic carbon in food web of plankton community

pavasara ne didesni kaip 40 µm dumbliai sudarė 32% fitoplanktono biomasės. Taigi didesnioji dumblių biomasės dalis buvo neprieinama šiuo laikotarpiu vyravusiam smulkiam zooplanktonui ir á pelaginius mitybos tinklus galėjo patekti tik per detritiną grandiną arba mikrobina kilpą. Bakterijų (kaip pagrindinio mikrobines kilpos komponento) ir augalėdžių buvo negausu, todėl, mūsų manymu, tam tikra pirminės produkcijos dalis buvo eksportuojama á bentalę.

Balandá, esant pakankamam lengvai oksiduojamam organiniam medžiagai kiekiui, vienas bakterijų gausumą limituojančių veiksnių buvo temperatūra. Taip pat þinoma, kad svarbūs pikoplanktono, tarp jo ir bakterijų, konsumentai yra heterotrofiniai þiupeliniai. Literatūroje nurodoma tiesioginė þiupelinio priklausomybė nuo maisto ištekliai ir atvirkštinė nuo vandens temperatūros (Hadas et al., 1990; Ðimek, Charnowski, 1992). Gulbino ežere buvo nustatyta þiupelinio gausumo ir temperatūros silpna atvirkštinė priklausomybė ( $r^2 = 0,4$ ;  $n = 8$ ). Þiupeliniai gali maitintis miksotrofiškai (Hart, Stone, 2000), todėl

didelis þiupelinio gausumas ankstyvą pavasará taip pat gali bûti sąlygotas didelio organinio medžiagos kiekio. Paþymėtina, kad heterotrofinio þiupelinio indelis á mikrobines kilpos organizmų biomasę buvo didelis ne tik balandá, bet ir visá tyrimo periodá (sudarė vidutiniškai 50% mikrobines kilpos organizmų anglies kiekio). Antra vertus, heterotrofinio þiupelinio gausumo sezoninė kaita priklauso ne tik nuo maisto gausos, temperatūros, bet ir nuo zooplanktono preso. Jie gali sudaryti net 90% protozooplanktono raciono (Callieri, Heinimaa, 1997). Gulbino ežere ankstyvą pavasará ir rudená vyravo plėdriosios infuzorijų ir metazooplanktono rūdys, kurios reguliavo taikių rūdžių gausumą. Per visá tyrimo periodá plėdriusis zooplanktonas sudarė vidutiniškai 29% bendros zooplanktono biomasės. Palyginus su analogiškais duomenimis kituose ežeruose, – Peipsi ežere plėdriusis zooplanktonas sudarė 18%, Liucernos ežere – 12%, Dreifensee – 9% visos zooplanktono biomasės (Haberman, 2001; Būrgi et al., 1985) – Gulbino ežere plėdriusis zooplanktono santykinė biomasė gerokai di-

desnė. J. Haberman (2001) paþymi, kad zooplanktono sezoninė dinamika gana stabili – stambus zooplanktonas vyrauja vasarà, smulkus ðaltesniu metø laiku. Gulbino eþere nustatėme panaðià tendencijà. Smulkus zooplanktonas vyravo ankstyvà pavasarà Vandens temperatūrai pakilus aukðėiau kaip 10°C, jau pavasario pabaigoje prasidėjo intensyvus vėþiagyviø vystymasis. Geguþæ vyravo irklakojø vėþiagyviø (*Copepoda*) jaunikliai (nauplijai ir kopepoditai), pasiþymintys sparėia mityba ir medþiagø apykaita. Jø augimà paspartino smulkio planktono dumbliø dalies padidėjimas bendrijoje. Ðiuo periodu vienu svarbiausio protozooplanktono struktūrà reguliuojanėiu veiksmu buvo konkurencija dël maisto iðteklio. Todėl padidėjo plėðriø ir bakterijomis mintanėio infuzorijø santykinė biomasė. Intensyvi selektyvi zooplanktono filtracija galėjo bũti viena heterotrofinio þiupelinio struktūros pasikeitimo prieþasėio, kai stambesnes rūðis pakeitė smulkesnės rūðys. Tyrimø, atliktø kituose eþeruose, rezultatai rodo, kad smulkesnės rūðys vyrauja, kai þiupelinius kontroliuoja metazooplanktonas (Arndt, 1993).

Liepà vyravo tinkamas zooplanktono mitybai nanofitoplanktonas (< 40 µm), kuris sudarė 67% viso dumbliø biomasės. Maisto gausa ir aukðta temperatūra buvo prielaida filtratoriø, ypaè ðakotausio vėþiagyviø (*Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*) vystymuisi. *Daphnia* genties individai yra ypaè aktyvūs filtratoriai (Romo et al., 1996; Hansson, Tranvik, 1997). Taigi liepos mėn. didesnė fitoplanktono produkcijos dalis á aukðtesnius trofinius lygmenis galėjo patekti ganykliniu keliu, tiesiogiai per pagrindinius konsumentus, sudariusiems tyrimo metu didþiausià konsumentø biomasæ – neplėðrius vėþiagyvius, kita dalis – per smulkesnius – neplėðrias verpetes, infuzorijas, heterotrofinius þiupelinius. Tam tikra pirminiø producentø organinės medþiagos dalis á mitybinà tinklà pateko alternatyviu, mikrobinės kilpos, keliu, t. y. per bakterijas ir kitus organizmus, mintanėius detritu ir iðtirpusia organine medþiaga. Liepà mikrobinės kilpos organizmø bendra biomasė buvo didþiausia, palyginti su kitais tyrimo periodais. Savo ruoþtu pastarieji organizmai galėjo efektyviai ástraukti á mitybos tinklus, nes maistui tinkamø dumbliø biomasės nepakako patenkinti filtratoriø poreikius ganykliniu keliu. Tokiu būdu fitoplanktono struktūra ir konsumentø gausa ðiuo metu atitiko maksimalios reguliacijos „ið virðaus“ (top-down) mechanizmà.

Spalà vandens temperatūrai nukritus iki 11°C, vyravo stambūs dumbliai, daugiausia *Cyanophyceae* (*Planktothrix agardhii*), ir zooplanktonui prieinamas fitoplanktonas sudarė tik tai 13–17% bendros jo biomasės. Metazooplanktono bendrijoje padidėjo santykinis verpeėio gausumas, taėiau didesnė biomasės dalá sudarė ðakotausiai (*Daphnia cucullata*, *Cerio-*

*daphnia quadrangula*) ir irklakojai (*Mesocyclops* gentis) vėþiagyviai. Zooplanktono presas fitoplanktonui buvo stiprus (zooplanktono ir zooplanktonui tinkamo fitoplanktono biomasės (Z/F) santykis sudarė 1,4). Didėjant zooplanktono presui sumañėja bakterijø ir infuzorijø biomasė (Бульон, 2002). Ðis dėsningumas buvo pastebėtas ir Gulbino eþere. Eþero litoralėje, kur zooplanktono presas fitoplanktonui buvo vidutiniøkas (Z/F santykis sudarė 0,2), bakterijø, þiupelinio bei infuzorijø gausumas ir biomasė buvo didesni, negu pelagialėje, nors vandens temperatūra abiejose zonose buvo vienoda. Tyrimø rezultatai rodo, kad rudená (spalà) vyraujant stambiam fitoplanktonui, didėjo mikrobinės kilpos organizmø vaidmuo metazooplanktono mityboje.

Taigi Gulbino eþero pelagialėje nustatyti ryðkūs sezoniniai planktono organizmø bendrijos struktūros skirtumai. Pavasarà fitoplanktone vyravo *Chrysophyceae* (*Dinobryon divergens*), *Cyanophyceae* (*Planktothrix agardhii*) ir *Bacillariophyceae* (*Cyclotella ocellata*), vasarà – *Chlorophyceae* (*Tetraselmis cordiformis*, *Chlorella* sp.), *Cryptophyceae* (*Cryptomonas* sp.) ir *Bacillariophyceae*, rudená – *Cyanophyceae* (*Planktothrix agardhii*) klasio dumbliai. Ankstyvà pavasarà ir rudená vyravo stambūs, vasarà – smulkūs dumbliai. Skirtingø heterotrofinio organizmø grupio struktūros ir biomasės palyginimas parodė, jog mikrobinės kilpos organizmø (bakterijø, heterotrofinio þiupelinio, infuzorijø) ir verpeėio reikðmė mitybos tinkluose didesnė buvo ankstyvà pavasarà (balandà) ir ið dalies rudená (spalà). Minėtais tyrimo periodais nustatyta ir santykinai didesnė plėðraus zooplanktono biomasė. Vasarà (liepà) fitoplanktono sukurtos organinės medþiagos transformacijoje pagrindinis vaidmuo teko vėþiagyviams, ypaè ðakotausiams filtratoriams (*Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*), t. y. vyravo trumpesnis ir efektyvesnis, negu detritinė grandinė arba mikrobinė kilpa, ganyklinis mitybos kelias.

## Padėka

Uþ pagalbà ekspedicinio iðvykø metu, nuoseklø ir kruopðtø fitoplanktono struktūros pokyėio registravimà straipsnio autoriai dėkoja darbuotojams dr. Salehui Mohamadui Ali ir Ligitai Puidokaitei.

Ðà darbà 2000–2001 metais rėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijø fondas, registracijos Nr. 20231, sutarties Nr. 402.

Gauta  
2004 06 28

## Literatūra

1. Arndt H. Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates and

- ciliates) – a review. *Hydrobiologia*. 1993. N 255/256. P. 231–246.
2. Biddanda B., Ogdahl M., Cotner J. Dominance of bacterial metabolism in oligotrophic relative to eutrophic waters. *Limnology and Oceanography*. 2001. N 46. P. 730–739.
  3. Bürgi H., Weber P., Bachmann H. Seasonal variations in the trophic structure of phyto- and zooplankton communities in lakes of different trophic states. *Schweiz. Z. Hydrol.* 1985. N 47. P. 197–224.
  4. Callieri C., Heinimaa S. Microbial loop in the large subalpine lakes. *Mem. Istituto Italiano Idrobiologia*. 1997. N 56. P. 143–156.
  5. Carney H. A general hypothesis for the strength of food web interactions in relation to trophic state. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 1990. N 24. P. 487–492.
  6. Edgar N., Green J. Calanoid copepods grazing on phytoplankton: seasonal experiments on natural communities. *Hydrobiologia*. 1994. N 273. P. 147–161.
  7. Floros N., Barone R. Relationship between trophic state and plankton community structure in 21 Sicilian dam reservoirs. *Hydrobiologia*. 1994. N 275/276. P. 197–205.
  8. Gliwicz Z., Lampert W. Body-size related survival of cladocerans in a trophic gradient: an enclosure study. *Archiv Hydrobiol.* 1993. N 129. P. 1–23.
  9. Haberman J. Zooplankton. Pihu E., Haberman J. (eds.). *Lake Peipsi. Flora and fauna*. Sulemens Publishers. Tartu, 2001. P. 50–68.
  10. Hadas O., Pinkas R., Albert-Diez C., Bloem J., Capenberg T., Berman T. The effect of detrital addition on the development of nanoflagellates and bacteria in Lake Kinneret. *J. Plankton Res.* 1990. N 12. P. 185–199.
  11. Hansson L.-A., Bergman E., Cronberg G. Size structure and succession in phytoplankton communities: the impact of interactions between herbivory and predation. *Oikos*. 1998. N 81. P. 337–345.
  12. Hansson L.-A., Tranvik L. Algal species composition and phosphorus recycling at contrasting grazing pressure: an experimental study in sub-Antarctic lakes with two trophic levels. *Freshwater Biology*. 1997. N 37. P. 45–53.
  13. Hart D., Stone L. Seasonal dynamics of the Lake Kinneret food web: The importance of the microbial loop. *Limnol. Oceanogr.* 2000. N 45(2). P. 350–361.
  14. Kavaliauskienė J. *Lietuvos ežerø dumbliai*. Vilnius, 1996. 173 p.
  15. Kitchel J., Carpenter S. Cascading trophic interactions. *The trophic cascade in lakes*. Cambridge: University press, 1993. P. 1–14.
  16. Kosprzak P., Lathrop R. Influence of two *Daphnia* species on summer phytoplankton assemblages from eutrophic lakes. *J. Plankton Res.* 1997. N 19. P. 1025–1044.
  17. Loferer-Kröbber M., Klima J., Psenner R. Determination of bacterial cell dry mass by transmission electron microscopy and densitometric image analysis. *Appl. Environ. Microbiology*. 1998. N 64. P. 688–694.
  18. Olrik K., Blomqvist P., Cronberg G., Eloranta P. *Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters*. Stockholm, 1998. Part 1.
  19. Paškauskas R., Kasperovičienė J., Krevš A., Kuėinskienė A. ir kt. *Botanikos instituto Hidrobotanikos laboratorijos ataskaita (1996–2000)* (rankraštis). Vilnius, 2000.
  20. Porter K., Feig I. The use DAPI for identifying and counting of aquatic mikroflora. *Limnology and Oceanography*. 1998. N 25. P. 943–948.
  21. Romo S., Van Donk E., Gylstra R., Gulati R. A multivariate analysis of phytoplankton and food web changes in a shallow biomanipulated lake. *Freshwater Biology*. 1996. N 36. P. 683–696.
  22. Šimek K., Charnowski T. Direct and indirect evidence of size-selective grazing of pelagic bacteria by freshwater nanoflagellates. *Appl. Environ. Microbiol.* 1992. N 58. P. 3715–3720.
  23. Wegel R. Index für Limnosaprobität. *Wasser und Abwasser*. 1983. N 26. P. 1–175.
  24. Žurek R., Bucka H. Algal size classes and phytoplankton-zooplankton interacting effects. *Journal of Plankton Research*. 1994. N 16. P. 583–601.
  25. Бульон В. В., Никулина В. Н., Павельева Е. Микробиальная „петля“ в трофической сети озерного планктона. *Журнал общей биологии*. 1999. № 60. С. 431–444.
  26. Бульон В. В. Структура и функция микробиальной петли в планктоне озерных экосистем. *Биология внутренних вод*. 2002. № 2. С. 5–14.
  27. Муравьев А. Руководство по определению качества вод новыми методами. Санкт-Петербург, 1999. С. 230.

**Alina Krevš, Stasė Mapeikaitė, Riėardas Paškauskas**

#### SEASONAL STRUCTURAL CHANGES OF PLANKTONIC COMMUNITY IN LAKE GULBINAS

#### S u m m a r y

Investigations during the active vegetation period (April–October 2001) revealed great structural differences of planktonic organisms (algae, bacteria, flagellates, ciliates, rotifers, crustaceans). In spring, in phytoplankton dominated algae of classes *Chrysophyceae*, *Cyanophyceae* and *Bacillariophyceae*, in summer followed by *Chlorophyceae*, *Cryptophyceae* and *Bacillariophyceae* and in autumn by *Cyanophyceae*. Algae suitable for filter feeders (< 40 μm) in spring amounted to 32–47%, in summer to 67% and in autumn to 13% of the total phytoplankton biomass. A comparison of biomasses of different heterotrophic organisms showed that the role of microbial loop organisms (bacteria, flagellates, ciliates) and rotifers in plankton community food web in early spring (April) and partly in autumn (October) was notably higher than in summer. In spring and autumn the relative part of predators in zooplankton biomass was higher as well. In summer (July) the main consumers of phytoplankton primary production were crustaceans, especially filter feeders cladocerans (*Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*) dominating by biomass.

**Key words:** phytoplankton, microbial loop organisms, metazooplankton, seasonal dynamics, freshwater ecosystem