

ЭРСИН КИВРАК<sup>1</sup>, ХАСАН ГЮРБЮЗ<sup>2</sup>, ЗАКЕРИЯ АЛЬТУНЕР<sup>3</sup>, АЛИ СУЛУН<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ун-т Афионкарагизар Косателе, педфакультет, кафедра биол. образования, 03200 Афионкарагизар, Турция, e-mail:ekivtrak@aku.edu.tr

<sup>2</sup>Ун-т Атагорк, пед. фак. им. К. Карабекира, кафедра биол. образования, 25240 Эрзурум, Турция

<sup>3</sup>Ун-т Газносманпаша, фак.искусств и наук, каф. биол., 60200 Токат, Турция

<sup>4</sup>Ун-т Атагорк, пед. фак., 24030 Эрзинкан, Турция

## ФИТОПЛАНКТОН И КАЧЕСТВО ВОДЫ ОСНОВНЫХ ПРОТОЧНЫХ ВОДОЕМОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА ТУРЦИИ (РАЙОН ЭРЗУРУМА)

Приведены результаты долговременных исследований видового состава фитопланктона, трофического статуса и качества воды в основных слабопроточных водоемах северо-восточного региона Турции. Всего было обнаружено 253 вида водорослей из 79 родов, относящихся к отделам *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta* и *Chrysophyta*. В целом в фитопланктонных сообществах изученных водоемов доминировали *Bacillariophyta*. Обсуждаются особенности трофического статуса и качество воды исследованных водоемов.

*Ключевые слова:* фитопланктон, доминирующие виды, эвтрофикация, сезонные колебания, Турция.

### Введение

Видовой состав и количественные характеристики фитопланктона определяются трофическими условиями водоема (Duthie, Hart 1987; Negro et al., 2000). Данные о составе и обилии фитопланктона имеют большое значение при оценке трофического состояния водоема (Salmaso, 2002). Изменения в окружающей среде влияют на фитопланктонное сообщество, многие входящие в него виды чувствительны к ним (Trifonova, 1998; Rakocevic-Nedovic, Hollert, 2005), поэтому видовой состав фитопланктона является хорошим показателем трофического состояния водоема. Данные о питательных веществах, которые влияют на состав и биомассу фитопланктона, также обычно используют для оценки трофического состояния водоема. Так, фосфор стимулирует рост количественных характеристик фитопланктона (Forsberg et al., 1978; Trifonova, 1998). Корреляция между качественными и количественными характеристиками фитопланктона и концентрацией питательных веществ наблюдалась в озерах умеренной зоны (Eloranta, 1995; Trifonova, 1998; Negro et al., 2000). Так, для олиготрофных озер умеренной зоны характерны десмидиевые и криптофитовые водоросли, а в богатых питательными веществами водоемах обильно развиваются синезеленые и диатомовые (Moustaka-Gouni, Tsekos, 1989; Trifonova, 1998; Negro et al., 2000). Эвтрофикация является наиболее распространенным признаком загрязнения озер в мировом масштабе и наносит значительный ущерб водным системам: наиболее наглядный пример – резкое увеличение обилия водорослей и макрофитов (Nagler, 1992). Озеро Тортум (TL), одно из важнейших озер северо-восточной Турции, также подвержено органическому загрязнению. Города Тортум и Узундере, а также близлежащие круп-

© Эрсин Киврак, Хасан Гюрбюз, Закерия Альтунер, Али Сулун, 2007

ные деревни на протяжении последних 10 лет сбрасывают в озеро свои сточные воды. В регионе также есть три водохранилища: Теркан Дам (Tercan Dam Reservoir, сокращенно TDR), Кузгун Дам (Kuzgun Dam Reservoir, KZDR), Демирдовен Дам (Demirdoven Dam Reservoir, DDR) и три пруда: Паландокен (Palandoken Pond, PAP), Поршук (Porsuk Pond, PP) и 23 Теммуз (23 Temmuz Pond, 23 TP). Эти искусственные водоемы функционируют недавно, но уже имеют признаки загрязнения, т.к. при их сооружении под водой оказались богатые органикой пашни и пастбища.

В данной работе обобщены и проанализированы оригинальные и ранее опубликованные данные о водоемах северо-восточного региона Турции (Altuner, 1984; Altuner, Gürbüz, 1994; Gürbüz, Altuner, 2000; Gürbüz et al., 2002, 2004; Gürbüz, Kivrak, 2003; Kivrak, Gürbüz, 2005a, b; Kivrak, 2006). Цель работы – оценить трофическое состояние водоемов, описать сезонные изменения фитопланктона и представить чек-лист фитопланктона водоемов северо-восточной Турции.

### Материалы и методы

Обобщенные сведения о месте сбора, физических и гидрологических свойствах исследованных водоемов приведены в табл. 1. Все исследованные участки расположены в окрестностях Эрзурума – главного города северо-восточного региона Турции (рис. 1).

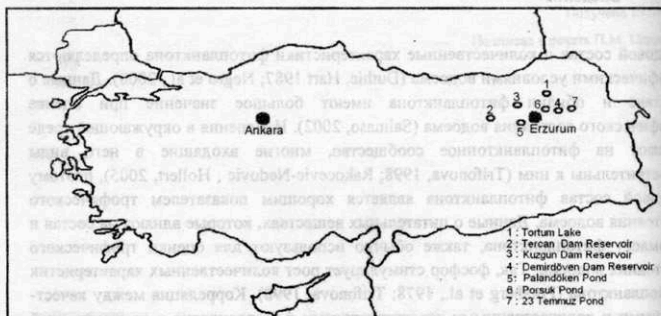


Рис. 1. Район исследований и его основные метеорологические характеристики.

Местоположение исследованных водоемов на карте Турции.

Эрзурум расположен на высоте 1800 м н.у.м. и со всех сторон окружен горами: с запада – горами Акбаба и Чимен; с севера – Мескит и Йилдиз, на востоке – горой Чобандеде, с юга – Паландокен и Сейкому. Все исследованные водоемы находятся в пределах этого горного района на высоте 1500–2100 м н.у.м., за исключением оз. Тортум, которое расположено на высоте 1050 м н.у.м.

Для метеорологической ситуации в регионе характерны очень холодные, снежные зимние месяцы и короткое лето. Разница между средненными зимними

и летними температурами составляет от 20 до 30 °С. Такой же диапазон колебаний дневных и ночных температур. Средняя годовая температура воздуха 6 °С. Самый холодный и самый теплый месяцы года – январь и август со среднемесячными температурами -9 °С и +20 °С соответственно. Период сохранения снежного покрова составляет приблизительно 120 дней в году, снеготаяние начинается в марте. Поверхность изученных водоемов, за исключением оз. Тортум, зимой замерзает на четыре месяца (с декабря по апрель).

Воду и пробы фитопланктона отбирали с 1979 г. по 2003 г. в основном ежемесячно, а в периоды, свободные ото льда, – через меньшие интервалы. Для изучения качества воды и фитопланктона на каждом водоеме были заложены от одной до трех станций. Образцы воды отбирали вертикально, как правило, на одной из станций на каждом водоеме при помощи пробоотборника Нансена (Hydro-Bios). Образцы фитопланктона сохраняли при помощи раствора Люголя. Подсчет и определение проб осуществляли при помощи инвертного микроскопа (Lund et al., 1958). Пробы для диатомового анализа осторожно нагревали в растворе соляной кислоты в 37 %-м и 6 %-м растворе  $KMnO_4$  для удаления органических веществ. Отмытые дистиллятом створки диатомовых помещали в постоянные препараты для последующего определения. Для микроскопического наблюдения использовали световой микроскоп Olympus Vanox (Round, 1953; Sládecková, 1962). Виды водорослей определяли по следующим изданиям: Hustedt, 1930, Cleve-Euler, 1951, Patrick, Reimer, 1966, 1975, Lange-Bertalot, Simonsen, 1978, Findlay & Kling, 1979, Prescott, 1982, Huber-Pestalozzi, 1961), Komárek & Fott, 1983. Полученный список водорослей был отредактирован в соответствии с современными фикологическими сводками (Krammer, Lange-Bertalot 1987, 1991a, b, 1999; John et al., 2003).

Температуру воды, уровень pH, электропроводность и уровень растворенного кислорода измеряли *in situ* с помощью приборов YSI 51 B, YSI 33 и Multilab-P4. Замеры ионов натрия ( $Na^+$ ) и калия ( $K^+$ ) проводили с помощью газопламенного фотометра; содержание карбоната кальция ( $CaCO_3$ ), бикарбоната кальция ( $HCO_3^-$ ), а также ионов кальция ( $Ca^{2+}$ ), магния ( $Mg^{2+}$ ), хлора ( $Cl^-$ ) и сульфата ( $SO_4^{2-}$ ) измеряли при помощи стандартных аналитических методов (APHA, 1971, 1995). Прозрачность воды определяли с помощью диска Сакки.

## Результаты

### Качество воды

Прозрачность воды в исследованных водоемах колебалась от 20 см до 5 м. Температура воды в свободные ото льда периоды составляла 3-24 °С. Концентрации растворенного кислорода (РК) варьировали от 3 до 13,7 мг·л<sup>-1</sup>. Минимальные значения РК всегда фиксировали у дна водного столба в период летней стратификации. Тенденция к понижению уровня РК отмечена в случаях повышения температуры и при возрастании глубины. Уровни pH в исследованных водоемах были близки к нейтральным и колебались в пределах 7,1 и 8,9. Значения проводимости изменялись в пределах 64-362  $\mu S/cm$  или 56-390  $\mu MOH/cm$ . К концу лета проводимость воды возрастала. Концентрация  $CaCO_3$  в воде колебалась от 10 до 136,2 мг·л<sup>-1</sup>,  $HCO_3^-$  – от 0 до 158,6 мг·л<sup>-1</sup>, уровень  $SO_4^{2-}$  был в пределах от 0 до 114,8 мг·л<sup>-1</sup>. Основными катионами воды были  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  (табл. 1).

Концентрации  $\text{PO}_4\text{P}$  колебались от 0,02 до 1,3  $\text{мг л}^{-1}$ , значения  $\text{NH}_4\text{N}$  были в пределах 0,0-1,66  $\text{мг л}^{-1}$ . Самая высокая концентрация  $\text{NO}_3\text{N}$  составляла 4,28  $\text{мг л}^{-1}$ . Наименьшее значение концентрации  $\text{NO}_2\text{N}$  соответствовало 0,01  $\text{мг л}^{-1}$ , а максимальная концентрация  $\text{NO}_2\text{N}$  была 3,48  $\text{мг л}^{-1}$  (см. табл. 1).

Таблица 1. Географические, физические и гидрологические показатели исследованных водоемов в северо-восточном регионе Турции

Показатель	TL		TDR	KZDR	DDR	PAP	PP	23 TP
	1979-1981	2002-2003	1988-1989	2000-2001	2000-2001	1990-1992	1996-1996	1998-1998
Местоположение	41° 32' E 40° 37' N	41° 32' E 40° 37' N	40° 28' E 39° 43' N	40° 34' E 40° 20' N	41° 21' E 40° 21' N	41° 10' E 39° 49' N	41° 34' E 40° 26' N	41° 44' E 40° 24' N
Размер, м	11000x1000	11000x1000	12000x750	14300x800	1800x660	1000x630	800x400	1000x858
Глубина, м	110	110	25	50	50	14	13	12
Высота н.у.м.	1010	1010	1850	2100	1800	1941	1830	1790
Прозрачность, см	30-500	32-160	50-300	120-250	60-200	60-200	20-80	25-50
Температура, °C	5-22	6,5-23,5	5-24	9,7-22	8,8-24,6	4-24	3-23	5-24
pH	8-8,5	7,8-8,5	7,4-8,4	7,4-8,2	7,5-8,3	7,1-9	7,3-8,8	7,7-9
Проводимость, $\mu\text{S/cm}$	280-305 $\mu\text{MOH/cm}$	254-362	210-390 $\mu\text{MOH/cm}$	124-165	64-108	60-230 $\mu\text{MOH/cm}$	56-154 $\mu\text{MOH/cm}$	151-315 $\mu\text{MOH/cm}$
Концентрация, $\text{мг л}^{-1}$								
PK	3-11	7,3-13,7	5,4-8,6	5,3-11,2	5,2-11,5	3,2-5,4	3,1-5,2	3,1-5,8
$\text{CaCO}_3$	43,5-202	112,4-136,2	-	28,6-76,3	21,5-45,5	-	-	10-120
$\text{HCO}_3^-$	29,8-234	125,3-158,6	0,37-3,01	0,4-3,1	22,6-46,3	0-4	2,8-8	0,2-1,7
$\text{Ca}^{2+}$	17,4-80,8	22,8-30,0	1-4,7	8-20	2,4-12	0,08-5,35	2-3,2	0,09-4,2
$\text{Mg}^{2+}$	17,4-80,8	16,6-26,2	0,44,5	2,4-6	2,1-5,2	-	3,3-9,6	0,5-2,1
$\text{Na}^+$	8,2-67,8	11,8-22,6	10-30	2-4,8	2,6-10,2	0,01-7,48	2,4-18	0,3-4,2
$\text{K}^+$	-	2,4-3,2	0,39-1,31	2,1-3,4	2,1-3,6	0-0,04	0,01-0,18	0-0,19
Cl	3,5-35,5	4,6-10,7	0-9,7	-	0,05-0,21	0-2	2-4,8	0,04-2,82
$\text{SO}_4^{2-}$	5,28-267,8	25,7-114,8	-	4,6-14,1	2,6-10,2	0-2,2	0	0-3,8
$\text{NH}_4\text{N}$	-	0,07-0,25	0,0-1,66	-	0,054-0,960	-	-	-
$\text{NO}_2\text{N}$	-	0,003-0,012	-	0,76-3,48	0,01-0,07	-	-	-
$\text{NO}_3\text{N}$	-	0,3-0,65	0,16-2,1	0,052-1,09	0,02-4,28	-	-	-
$\text{PO}_4\text{P}$	-	0,05-0,08	-	0,02-0,08	0,02-0,14	0,0-1,4	0,01-0,02	0,0-1,3

Примечание: "-" - данные отсутствуют. Здесь и в табл. 2 водохранилища: TL - оз. Тортум; TDR - Теркан Дам; KZDR - Кузгун Дам; DDR - Демирдовен Дам; пруды: PAP Палаидокен; PP - Поршук; 23 TP - 23 Теммуз.

## Флористический состав и доминирующие виды

В состав фитопланктона изученных водоемов входят 253 таксона из 79 родов, принадлежащих отделам *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta* и *Chrysophyta* (см. список). По числу видов преобладают диатомовые водоросли (136 таксон), затем *Chlorophyta* (73), *Cyanophyta* (25), *Euglenophyta* (13), *Dinophyta* (5) и *Chrysophyta* (1). Наибольшего обилия в планктоне достигала центрическая диатомовая водоросль *Cyclotella ocellata*. Виды *Cyclotella krammeri*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella glomerata*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Fragilaria delicatissima*, *Fragilaria ulna*, *Fragilaria demerarae*, *Fragilaria crotonensis*, *Oocystis borgei*, *Chlorococcum humicola*, *Chlorella ellipsoidea*, *Chlorella vulgaris*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Chlamydomonas microsphaerella*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Staurastrum longiradiatum*, *Trachelomonas volvocina*, *Ceratium hirundinella*, *Peridinium cinctum*, *Chroococcus dispersus* и *Microcystis aeruginosa* выступали в качестве доминантов в разные сезоны года (табл. 2).

## Список видов, обнаруженных в водоемах северо-восточной Турции, с указанием местонахождения

оз. Тортум (1); водохранилища Теркан Дам (2); Кузгун Дам (3); Демирдовен Дам (4); пруды Паландокен (5); Поршук (6); 23 Теммуз (7)

*Cyanophyta* – *Anabaena aequalis* Borge (4, 6), *A. catenula* var. *affinis* (Lemm.) Geitl. (3, 6), *A. circinalis* Rabenh. ex Born. & Flah. (6), *A. cylindrica* Borge (5, 7), *A. planctonica* Brun. (3), *A. wisconsinensis* Prescott (5), *Anabaenopsis circularis* (G.S. West) Wolosz. & V.V. Mill. (7), *A. elenkintii* V.V. Mill. (7), *Aphanocapsa grevillei* (Berk.) Rabenh. (3), *Chroococcus dispersus* (Keissl.) Lemm. (2, 5, 6, 7), *Ch. minutus* (Kütz.) Näg. (2), *Geitlerinema splendidum* (Grev.) Anagn. (4), *Merismopedia elegans* A. Br. (7), *Merismopedia glauca* (Ehr.) Kütz. (5), *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. (5, 6, 7), *Microcystis* sp. (1), *Oscillatoria limosa* C. Ag. ex Gom. (3, 6, 7), *O. tenuis* C. Ag. ex Gom. (2, 5, 7), *Phormidium formosum* Bory ex Gom. (4, 5, 6, 7), *Ph. amoenum* Gom. (7), *Ph. tergestinum* (Kütz.) Anagn. & Komárek (5), *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Komárek (2, 4, 5, 6), *Pseudanabaena* sp. (2, 3, 6, 7), *Spirulina nordstedtii* Gom. (3, 4); *Dinophyta* – *Ceratium hirundinella* (O.F. Müll.) Duj. (1, 2, 3, 4, 7), *Glenodinium quadridens* (Stein) Schill. (2, 7), *Peridinium cinctum* (O.F. Müll.) Ehr. (3), *P. inconspicuum* Lemm. (3, 4, 7), *Peridinium* sp. (1, 3); *Bacillariophyta* – *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *Ach. lanceolata* ssp. *subia* (Grun.) Lange-Bertalot (4), *Ach. minutissima* Kütz. (1, 2, 3, 4, 5, 6), *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), *A. pediculus* (Kütz.) Grun. (2, 4, 5, 7), *Amphora veneta* Kütz. (6), *Asterionella formosa* Hass. (2, 3, 4), *Aulacoseira distans* (Ehr.) Simonsen (3, 4), *A. granulata* (Ehr.) Simonsen (2, 3), *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O. Müll.) Simonsen (5, 6), *Caloneis amphibaena* (Bory) Cleve (2, 7), *C. bacillum* (Grun.) Cleve (1), *Caloneis schumanniana* (Grun.) Cleve (1), *C. silicula* (Ehr.) Cleve (4), *C. sublineris* (Grun.) Krammer (3), *Cocconeis placentula* Ehr. (1, 4), *C. placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Grun. (2, 3), *C. placentula* var. *lineata* (Ehr.) Van Heurck (1, 3, 4, 7), *Coscinodiscus* sp. (2), *Cyclotella bodanica* Grun. (1), *C. comta* (Ehr.) Kütz. (1), *C. glomerata* H. Bachm. (1), *C. krammeri* Håk. (1, 2, 3, 4, 5, 7), *C. meneghiniana* Kütz. (2, 5, 6, 7), *C. ocellata* Pant. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *C. stelligera* Cleve & Grun. (2, 3), *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith (1, 3), *C. solea* (Bréb.) W. Smith (1, 2, 4, 5, 6, 7), *Cymbella affinis* Kütz. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), *Cymbella aspera* (Ehr.)

Perag. (1), *C. cistula* (Ehr.) Kirch. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *C. cuspidata* Kütz. (4), *C. cymbiformis* Ag. (4, 5, 6, 7), *C. gracilis* (Ehr.) Kütz. (7), *C. lanceolata* (Ehr.) Kirch. (3, 4, 5, 6, 7), *C. latens* Krasske (3, 4), *C. microcephala* Grun. (6), *C. minuta* Hilse (2, 3), *C. naviculiformis* (Auersw.) Cleve (1, 3), *C. silestiaca* Bleisch (3, 4), *C. sinuata* Greg. (5, 6), *C. tumida* (Bréb.) Van Heurck (3, 4, 5, 6, 7), *Denticula elegans* Kütz. (1), *Diatoma anceps* (Ehr.) Kirch. (1, 3, 4), *D. hyemalis* (Roth) Heib. (3), *D. mesodon* (Ehr.) Kütz. (3, 4), *D. tenuis* Ag. (2), *D. vulgaris* Bory (2, 3, 4), *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt (2, 3, 4, 7), *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve (3, 4), *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb. (2, 3, 4, 5, 7), *E. sorex* Kütz. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabenh. (4), *Fragilaria pinnata* Ehr. (2, 4), *F. acus* (Kütz.) Lange-Bert. (2, 5, 6), *F. arcus* var. *arcus* (Ehr.) Cleve (2, 3, 4, 5, 6), *F. capucina* Desm. (7), *Fragilaria capucina* var. *rumpens* (Kütz.) Lange-Bert. (4, 5), *F. capucina* var. *mesolepta* (Rabenh.) Rabenh. (3, 4, 5, 6), *F. capucina* var. *vaucheriae* (Kütz.) Lange-Bert. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *F. construens* f. *binodis* (Ehr.) Hust. (3), *F. crotonensis* Kitt. (3), *F. delicatissima* (W. Smith) Lange-Bert. (3, 5), *F. demerarae* (Grun.) Lange-Bert. (4, 5, 6, 7), *F. leptostauron* (Ehr.) Hust. (3), *F. parasitica* var. *subconstricta* Grun. (4), *F. radians* (Kütz.) Lange-Bert. (4, 5, 6), *F. ulna* (Nitzsch) Lange-Bert. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), *F. ulna* var. *danica* (Kütz.) Lange-Bert. (2), *Gomphonema acuminatum* Ehr. (3, 4, 5), *G. angustatum* (Kütz.) Rabenh. (4, 6), *G. constrictum* Ehr. (3, 7), *G. gibba* J. Wall. (4), *G. lateripunctatum* Reich. & Lange-Bert. (2), *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz. (2, 3, 4, 7), *G. olivaceum* var. *olivaceoides* (Hust.) Lange-Bert. (5, 6), *G. parvulum* (Kütz.) Kütz. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *G. truncatum* Ehr. (3, 6, 7), *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. (3, 4), *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *Melosira varians* Ag. (1, 3, 4, 5, 6, 7), *Meridion circulare* (Grev.) Ag. (3, 4, 5, 6, 7), *Navicula pupula* Kütz. (4), *N. bacillum* Ehr. (4), *N. capitata* Ehr. (4, 5, 6), *N. capitata* var. *hungarica* (Grun.) Ross (1, 2), *N. cari* Ehr. (2, 7), *N. charlatii* Perag. (4), *N. cryptocephala* Kütz. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), *N. cuspidata* (Kütz.) Kütz. (4, 5, 6, 7), *N. elginensis* (W. Greg.) Ralfs (4), *N. gastrum* (Ehr.) Kütz. (6, 7), *N. halophila* (Grun.) Cleve (3, 4, 7), *N. laevissima* Kütz. (3, 5, 6), *N. laterostrata* Hust. (3, 7), *N. mutica* Kütz. (4), *Navicula mutica* var. *ventricosa* (Kütz.) Cleve & Grun. (5), *N. protracta* (Grun.) Cleve (5), *N. pygmaea* Kütz. (2, 7), *N. reinhardtii* Grun. (7), *N. rhyncocephala* Kütz. (3, 4, 5, 6, 7), *N. salinarum* Grun. (3, 4, 5, 7), *N. tripunctata* (O.F. Müll.) Bory (4), *N. veneta* Kütz. (2), *N. viridula* (Kütz.) Ehr. (3, 5, 6, 7), *Neidium affine* (Ehr.) Pfltz. (5, 6), *N. dubium* (Ehr.) Cleve (7), *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Smith (3, 5, 6, 7), *N. amphibia* Grun. (2, 7), *N. angustata* Grun. (1, 2), *N. dissipata* (Kütz.) Grun. (2, 3, 4, 6, 7), *N. fonticola* Grun. (2, 4), *N. linearis* (Ag.) W. Smith (2, 7), *N. palea* (Kütz.) W. Smith (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), *N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith (1), *N. sinuata* var. *tabellaria* (Grun.) Grun. (1), *N. tryblionella* Hantzsch (7), *N. vermicularis* (Kütz.) Hantzsch (3), *Pinnularia acrosphaeria* Rabenh. (5), *Pinnularia borealis* Ehr. (3, 4, 5, 6), *P. interrupta* W. Smith (3, 5, 6), *P. viridis* (Nitzsch) Ehr. (4), *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-Bert. (4, 7), *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll. (3, 5, 6, 7), *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Müll. (3, 7), *Stauroneis anceps* Ehr. (3, 4, 6, 7), *S. anceps* var. *javanica* Hust. (5), *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (3, 4), *S. minutulus* (Kütz.) Cleve & Müll. (2), *S. rotula* (Kütz.) Hendey (1, 5, 6, 7), *Surirella angusta* Kütz. (2, 4, 5, 6, 7), *S. linearis* W. Smith (6, 7), *S. ovalis* Bréb. (1, 2, 3, 7), *Synedra filiformis* var. *exilis* A. Cleve (5, 6), *Tabellaria floculosa* (Roth) Kütz. (4); **Euglenophyta** – *Euglena acus* Ehr. (4), *E. elastica* Pres. (5, 6), *E. gracilis* G.A. Klebs (4, 5, 6, 7), *E. polymorpha* P.A. Dang. (3, 4, 5, 6, 7), *E. spathirhyncha* Skuja (2, 5), *Euglena* spp. (4, 6, 7), *Phacus acuminatus* A. Stokes (4, 5, 7), *Ph. caudatus* K. Hubner (5, 7), *Phacus* sp. (2, 6), *Ph. spirogyra* Pres. (4), *Trachelomonas cervicula* A. Stokes (4), *Trachelomonas* sp. (3, 7), *Trachelomonas volvocina* Ehr. (3, 4, 5, 6, 7); **Chlorophyta** – *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs (3, 4, 5, 6, 7), *Carteria* sp. (1), *Chladophora* sp. (7), *Chlamydomonas pseudopertyi* Pascher (5), *Ch. snowiae* Printz (2), *Chlamydomonas* sp. (1, 5, 6), *Chlorella ellipsoidea* Gern. (5, 6, 7), *Ch. vulgaris* Beij. (3, 5, 6, 7), *Ch. humicola* (Näg.) Rabenh. (5, 6, 7), *Chlorococcum* sp. (2), *Cladophora fracta* (O.F. Müll. ex Vahl) Kütz. (5), *Closterium lunula* (O.F.

Müll.) Nitzsch ex Ralfs (5, 6), *C. lunula* (O.F. Müll.) Nitzsch ex Ralfs (3, 4), *C. parvulum* Näg. (2, 4, 5, 7), *Closterium* sp. 1, 2 (6, 7), *C. turgidum* Ehr. ex Ralfs (3, 4, 7) *Coelastrum microporum* Näg. in A. Br. (7), *Cosmarium margaritatum* (Lund.) Roy & Biss. (3, 4, 5, 7), *C. meneghinii* Bréb. ex Ralfs (7), *Cosmarium* sp. (5, 7), *C. subcostatum* Nordst. (7), *C. subspectiosum* Nordst. (5), *Desmococcus olivaceum* (Pers. ex Acher.) J.R. Laund. (2), *Dictyosphaerium pulchellum* H.C. Wood (3, 4, 5, 7), *Lagerheimia genevensis* (Chod.) Chod. (3, 7), *Monoraphidium mirabile* (West et G.S. West) Pankow (3), *Oedogonium* sp. (1, 5), *Oocystis borgei* J. Snow (3, 4, 7), *Oocystis* sp. (2, 4, 5, 7), *Oocystis tainoensis* Komárek (4), *Pandorina morum* (O.F. Müll.) Bory (3, 4), *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh. (2, 3, 4, 7), *P. duplex* Meyen (4), *P. integrum* Näg. (7), *P. simplex* Meyen (3), *Pediastrum* sp. (7), *P. tetras* (Ehr.) Ralfs (3), *Scenedesmus acutiformis* Schröd. (4), *S. arcuatus* (Lemm.) Lemm. (3, 4, 7), *S. armatus* (Chod.) Chod. (7), *S. balatonicus* Hortob. (7), *S. dimorphus* (Turp.) Kütz. (3, 5, 7), *S. disciformis* (Chod.) Fott & Kom. (4), *S. ecornis* (Ehr.) Chod. (4), *S. linearis* Kom. (3, 4, 7), *S. obtusiusculus* Chod. (4), *S. obtusus* var. *alternus* (Reinsch) Comp. (3, 4), *S. producto-capitatus* Schmulz (4), *S. quadricauda* (Turp.) Bréb. (2, 3, 4, 5, 6, 7), *Scenedesmus* sp. (1, 6), *Schroederia setigera* (Schröd.) Lemm. (7), *Selenastrum gracile* Reinsch (5), *Sphaerocystis schroeteri* Chod. (4), *Spirogyra aequinoctialis* G.S. West (7), *Spirogyra* sp. (5, 6, 7), *S. weberi* Kütz. (5, 6, 7), *Staurastrum longiradiatum* W. et G.S. West (3, 4), *S. westitum* Ralfs (3, 4, 5), *Staurodesmus triangularis* (Lagerh.) Teil. (3), *Stigeoclonium* sp. (2, 5, 6), *Tetraedron incus* (Teil.) W. Smith (7), *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg. (7), *T. minimum* (A. Br.) Hansg. (3, 4, 7), *Tetrastrum komarekii* Hindák (5), *Tetrastrum* sp. (7), *T. staurogeniiforme* (Schröd.) Lemm. (7), *Ulothrix cylindrical* Pres. (3, 5), *Ulothrix* sp. (7), *U. subconstricta* G.S. West (5, 7), *U. tenerrima* Kütz. (4), *U. tenuissima* Ralfs (5, 6, 7), *U. zonata* (Web. and Mohr) Kütz. (6), *Zygnema* sp. (5, 6), *Chrysophyta – Dinobryon* sp. 1.

#### Фитопланктонные сообщества и их сезонные изменения

В планктоне оз. Тортум было выявлено 35 таксонов водорослей, относящихся к отделам *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Dinophyta* и *Chrysophyta*. Центрические диатомовые *Cyclotella krammeri* и *Cyclotella glomerata* преобладали по числу видов с 1979 по 1981 гг. (99 % среднегодовой численности водорослей). В этот период плотность фитопланктона была очень низкой и достигала максимальных значений ранним летом или осенью (рис. 2, А) (Altuner, 1984).

В период наблюдения с марта 2002 г. по февраль 2003 г. в оз. Тортум несколько раз в качестве доминантов выступали *Cyclotella krammeri*, *C. glomerata*, *Chlamydomonas microsphaerella* и *Ceratium hirundinella*. Уже упоминавшиеся центрические диатомеи (*Cyclotella krammeri* и *C. glomerata*) составляли весной 99,3 % общей численности планктонных водорослей, летом – 89,8 %, осенью – 14,2 % и зимой – 99,6 %. На долю *Ch. microsphaerella* приходилось 85 % плотности осеннего фитопланктона. Центрические диатомеи почти полностью заполняли фитопланктонное сообщество в зимний и весенний периоды, достигая максимального уровня плотности в летние месяцы. Плотность *Ceratium hirundinella* возрастала ранним летом и достигала максимума в конце лета. Плотность *Ch. microsphaerella* летом была низкой, в сентябре его количество возрастало, а в ноябре этот вид уже доминировал, составляя приблизительно 85 % плотности фитопланктона. Максимальная плотность *Ch. microsphaerella* отмечена поздней осенью. В летние месяцы плотность фитопланктона была наименьшей, что может

быть связано с интенсивным стоком в озеро мутных потоков воды, что приводило к высокому уровню воды в озере и снижению ее прозрачности (рис. 2, B) (Kivrak, 2006).

В фитопланктоне водохранилища Теркан Дам было выявлено 73 таксона из пяти отделов: *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Dinophyta* и *Euglenophyta*. Доминировали в фитопланктоне виды *Cyclotella meneghiniana*, *C. ocellata* и *Asterionella formosa*. Максимум их численности был отмечен в июне 1988 г., в остальное время наблюдений плотность фитопланктона была низкой (рис. 2, C), (Altuner, Gürbüz, 1994).

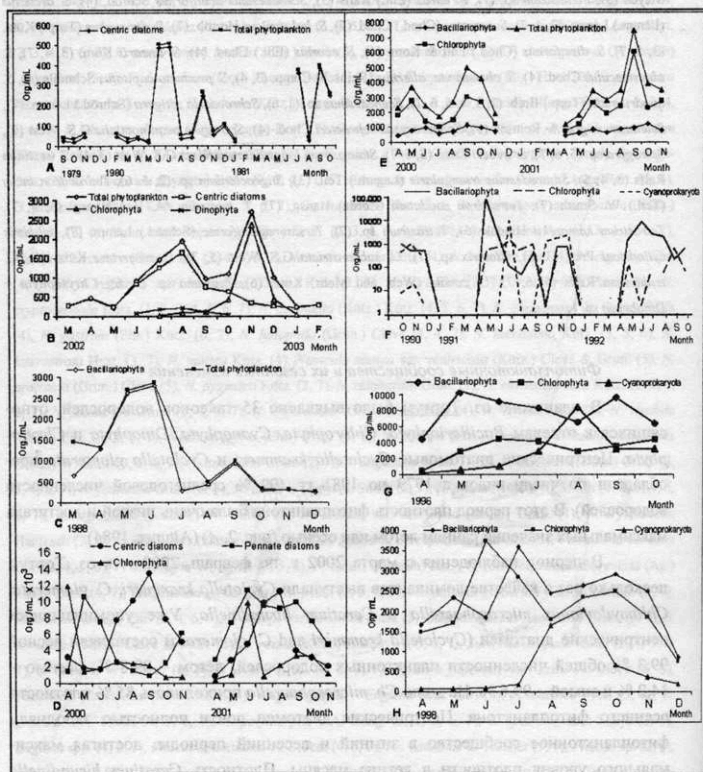


Рис. 2. Сезонные изменения плотности фитопланктона в изученных водоемах северо-восточной Турции.

Водохранилище Кузгун Дам по числу видов фитопланктона оказалось несколько богаче – здесь было идентифицировано 103 вида из отделов



*Bacillariophyta* (66), *Chlorophyta* (25), *Cyanophyta* (5), *Dinophyta* (4) и *Euglenophyta* (3). Отмечены различия в видовом составе и доминантах фитопланктона в 2000 г. и 2001 г. В разные месяцы наблюдений среди доминирующих видов были отмечены: *Oocystis borgei*, *Fragilaria delicatissima*, *F. crotonensis*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella krammeri*, *C. ocellata*, *Staurastrum longiradiatum*, *Ankistrodesmus falcatus* и *Peridinium cinctum*.

*Oocystis borgei* быстро развивался и занимал доминирующее положение в сообществе в первый месяц после схода льда – в апреле 2000 г. Пеннатная диатомея *F. delicatissima* активно прибавляла в численности и выходила на доминирующие позиции в июне, составляя приблизительно 75 % плотности фитопланктона. Численность *A. formosa* была сходной в оба года наблюдений, и достигала максимальных значений в весенние месяцы. Самая высокая численность *F. crotonensis* также была зафиксирована в весенние месяцы 2001 г. Однако для этого вида высокие показатели численности отмечали на протяжении всего 2001 г. У центрических диатомей *Cyclotella krammeri* и *C. ocellata* самые низкие показатели плотности были в начале весны, но в летние месяцы двух лет наблюдений они достигали максимальных значений этого показателя. Два этих вида составляли приблизительно 70 % плотности фитопланктона летом 2000 г. *S. longiradiatum* и *A. falcatus* достигали пиков численности в августе и сентябре 2001 г. соответственно. Плотность представителей отдела *Dinophyta* возрастала к концу лета за счет *Ceratium hirundinella* в 2000 г. и *P. cinctum* в 2001 г. Фитопланктон водохранилища Кузгун Дам имел два сезонных пика численности, один весной, и второй, меньший, осенью (рис. 2, D) (Gürbüz et al., 2004).

В ходе изучения фитопланктона водохранилища Демирдован Дам в 2000-2001 гг. было выявлено 115 таксонов. На первом месте по числу видов были диатомовые (73), за ними с большим отрывом – *Chlorophyta* (26), *Euglenophyta* (9), *Cyanophyta* (5) и *Dinophyta* (2). Хотя *Bacillariophyta* преобладали по видовому разнообразию, в количественном отношении они никогда не преобладали. Весной доминировал *Sphaerocystis Schroeteri*, а ранней осенью отмечался пик численности *Staurastrum longiradiatum*. Представители *Bacillariophyta*, особенно *Cyclotella ocellata*, наблюдали постоянно в фитопланктоне в течение всего периода исследований. Численность особей *Trachelomonas volvocina* и *Ceratium hirundinella* возрастала летом в оба года наблюдений (рис. 2, E) (Kıvrak, Gürbüz, 2005a, b).

В прудах количество выявленных видов фитопланктона было сравнимо с таковым водохранилищ. В пруду Паландокен идентифицировано 99 таксонов из отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* и *Euglenophyta*. По количественным показателям доминировали *Bacillariophyta*, составляя 79 % плотности, *Chlorophyta* составляли 10 %, *Cyanophyta* – 6 % и *Euglenophyta* – 2 %. К видам-доминантам относились *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Cyclotella ocellata*, *Fragilaria demerarae*, *F. delicatissima*, *F. ulna* и *F. capucina* var. *vaucheriae*. Плотность фитопланктона возрастала поздней весной и осенью, а в летний период постепенно уменьшалась (рис. 2, F) (Gürbüz, Altuner, 2000).

В фитопланктоне пруда Поршук было найдено 87 таксонов. Здесь также *Bacillariophyta* были представлены наибольшим числом видов (53), за ними – *Chlorophyta* (17), *Cyanophyta* (10) и *Euglenophyta* (7). Что касается плотности, то доля видов, относящихся к отделам *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta* и *Euglenophyta*, составляла 81; 19; 6 и 4 % соответственно. Плотность фитопланктона возрастала весной и ранней осенью, а в летний период снижалась (рис. 2, G) (Gürbüz et al., 2002).

В пруду 23 Теммуз было зафиксировано максимальное число видов фитопланктона – 119, относящихся к пяти отделам (*Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta* и *Dinophyta*). Их доля составляла, соответственно: *Bacillariophyta* – 41 %, *Chlorophyta* – 40 %, *Cyanophyta* – 12 %, *Euglenophyta* – 6 % и *Dinophyta* – 1 %. Отмечен интенсивный рост фитопланктона в течение весны, достигший своего пика в июле 1998 г. В этот период виды *Chlorophyta* составляли 48 % плотности фитопланктона. В течение лета отмечалось постепенное снижение плотности фитопланктона на всех глубинах отбора проб. Ранней осенью начиналось увеличение плотности, достигавшее своего пика в октябре 1998 г. (рис. 2, H). Доминировали виды *Chlorella ellipsoidea*, *Ch. vulgaris*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Cyclotella ocellata*, *Nitzschia palea*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Tetraëdron minimum* и *Microcystis aeruginosa* (табл. 2) (Gürbüz, Kivrak, 2004).

### Обсуждение

Результаты длительного наблюдения за водоемами в окрестностях Эрзурума свидетельствуют о том, что все они имеют сходные физико-химические характеристики. Показатели прозрачности воды в них в целом были невысокие. Изученные водоемы могут быть классифицированы как эвтрофные (OECD, 1982), исходя из значений прозрачности воды по Сакки. Низкие значения прозрачности воды почти во всех исследованных водоемах обусловлены, скорее, большим количеством неорганических частиц, образующих мутную взвесь в толще воды, чем плотностью фитопланктона. В период с июля по август, когда температура воды достигала максимальных значений, наблюдалась термальная стратификация водоемов. Самые низкие показатели растворенного кислорода были отмечены в летние месяцы в слое гипolimниона. Потребность в кислороде для биохимического окисления органического вещества и нитрификации может быть достаточно существенной для того, чтобы привести к низким значениям РК в гипolimнионе мезотрофных и эвтрофных озер в летнее время (Soyuprak et al., 1993, 1997; Wetzel, 1983). Значения pH и щелочности в изученных водоемах были достаточно высоки, что позволяет характеризовать их как слабо щелочные с мягкой или умеренно жесткой водой, если использовать французскую систему оценки жесткости воды. Концентрация питательных веществ в воде была в целом достаточной для развития фитопланктона. Средние значения этих показателей свидетельствуют о мезотрофном и эвтрофном статусе изученных водоемов по классификации ОЭКР (OECD, 1982; Wetzel, 1983).

В фитопланктоне доминировали *Bacillariophyta*, преимущественно пениннатные. Представители этого класса известны как бентосные формы, виды родов *Amphora*, *Cymbella*, *Cocconeis*, *Epithemia*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Pinnularia*,

*Rhopalodia*, *Stauroneis* и *Surirella* обычно входят в состав бентического сообщества (Round, 1984). Эти виды также были обычными обитателями бентоса в исследованных нами водоемах (Gürbüz, Kıvrak, 2003; Kıvrak, Gürbüz, 2005a, b). В состав доминирующего комплекса входили виды *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *F. capucina* var. *vaucheriae*, *F. demerarae*, *F. delicatissima*, *F. ulna* (пеннатные диатомей), а также *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Cyclotella ocellata*, *C. glomerata*, *C. krammeri* и *C. meneghiniana* из центрических диатомей.

В период наших исследований наиболее обильными и часто встречающимися видами были представители родов *Cyclotella* и *Fragilaria*. По данным многих исследователей (Hutchinson, 1967; OECD, 1982; Wetzel, 1983; Reynolds, 1984; Trifonova, 1998), высокое обилие видов *Cyclotella* и *Fragilaria* характерно для олиготрофных и мезотрофных озер. В некоторых мелководных озерах и водохранилищах Турции виды *Cyclotella* и *Fragilaria* доминировали в сообществах фитопланктона (Aykulu et al., 1983; Kılınc, 1998). *Aulacoseira granulata* известна как типичный обитатель хорошо перемешиваемых эвтрофных местообитаний (Huszar et al., 1998; Trifonova, 1998; Negro et al., 2000). Вид *Asterionella formosa* часто находили в олиготрофных озерах Западной Канады (Rawson, 1956), в то время как для мезотрофных и эвтрофных озер Европы характерно высокое обилие *A. formosa* (Reynolds, 1984; Lotter, 2001). О виде *Staurastrum longiradiatum*, более обильном в водохранилищах Демирдовен Дам и Кузгун Дам, в литературе сообщалось как о важном виде олиготрофных вод (Rawson, 1956; Hutchinson, 1967). *Oocystis borgei* и *Sphaerocystis schroeteri* широко распространены в олиготрофных и мезотрофных водах (Hutchinson, 1967; Willén, 1992; Trifonova, 1998; Reynolds et al., 2002). Другие представители порядка *Chlorococcales* (*Chlorococcum*, *Chlorella* и *Ankistrodesmus*) считаются эвтрофными видами (Hutchinson, 1967; Reynolds, 1984). *Chlamydomonas microsphaerella*, обильно развивавшийся в оз. Торкум поздней осенью, часто встречается в эвтрофных озерах и водохранилищах (Trifonova, 1998; Temponeras et al., 2000). Виды *Ceratium hirundinella* и *Peridinium cinctum* (*Dinophyta*) широко распространены в мезотрофных и эвтрофных озерах в летнее время (Trifonova, 1998; Akbay et al., 1999; Kılınc, 2003). *Chroococcus dispersus* и *Microcystis aeruginosa* приурочены к эвтрофным условиям и достигают пика численности поздним летом и осенью (Rawson, 1956; Gönlül, Çomak, 1990; Trifonova, 1998).

В сезонном развитии фитопланктона отмечены два пика: поздней весной и осенью, что типично для озер умеренной зоны (Hutchinson, 1967; Eloranta, 1993; Padisák et al., 1998). На рост фитопланктона большое влияние оказывают физические факторы – температура и прозрачность воды, интенсивность освещения (Sommer, 1991). Из-за суровых зим в этом регионе поверхность всех исследованных водоемов, кроме озера Туркум, почти каждую зиму покрыта льдом и снегом целых четыре месяца (с декабря по апрель). После таяния льда в исследованных водоемах наблюдалось быстрое развитие фито-планктона, достигающее пика в конце весны. По нашему мнению, интенсивному росту фитопланктона поздней весной способствовали такие факторы окружающей среды, как температура воды, ее прозрачность, интенсивность солнечного света и

Таблица 2. Сезонные изменения доминирующих видов фитопланктона в исследованных водоемах северо-восточного региона Турнии

Водоем	Период изучения	Зима	Весна	Лето	Осень
TL	1979-1981	<i>Cyclotella krammeri</i>	<i>C. krammeri</i>	<i>Cyclotella krammeri</i>	<i>C. krammeri</i>
		<i>C. glomerata</i>	<i>C. glomerata</i>	<i>C. glomerata</i>	<i>C. glomerata</i>
	2002-2003	<i>C. krammeri</i>	<i>C. krammeri</i>	<i>C. krammeri</i>	<i>Chlamydomonas microsphaerella</i>
		<i>C. glomerata</i>	<i>C. glomerata</i>	<i>C. glomerata</i>	<i>Cyclotella krammeri</i>
TDR	1988-1989		<i>C. meneghiniana</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
			<i>C. ocellata</i>	<i>C. ocellata</i>	<i>C. ocellata</i>
				<i>Asterionella formosa</i>	<i>Asterionella formosa</i>
				<i>Chlamydomonas microsphaerella</i>	
KZDR	2000-		<i>Oocystis borgei</i>	<i>C. krammeri</i>	<i>C. krammeri</i>
			<i>Cyclotella krammeri</i>	<i>C. ocellata</i>	<i>C. ocellata</i>
	2001		<i>Fragilaria delicatissima</i>	<i>Fragilaria delicatissima</i>	<i>Fragilaria delicatissima</i>
			<i>F. delicatissima</i>	<i>F. crotonensis</i>	<i>F. crotonensis</i>
		<i>Asterionella formosa</i>	<i>C. krammeri</i>	<i>Peridinium cinctum</i>	
				<i>Staurastrum longigradatum</i>	<i>Ankistrodesmus falcatulus</i>
					<i>Ceratium hirundinella</i>

DDR	2000-2001	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> <i>Cyclotella ocellata</i>	<i>Staurastrum longigradlatum</i> <i>Sphaerocystis schroeteri</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Ceratium hirundinella</i>	<i>Staurastrum longigradlatum</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Ceratium hirundinella</i>
PAP	1991-	<i>C. ocellata</i> <i>Fragilaria delicatissima</i> <i>F. demeratae</i>	<i>Chroococcus dispersus</i> <i>Fragilaria ulna</i> <i>F. demeratae</i> <i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Chlorella ellipsoidea</i>
	1992	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Fragilaria demeratae</i>	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Fragilaria delicatissima</i>	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Ankistrodesmus falcatus</i>
PP	1997	<i>Cyclotella ocellata</i> <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> <i>Fragilaria ulna</i> <i>Chlorococcum humicola</i>	<i>Myrocystis</i> sp. <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Myrocystis</i> sp. <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Fragilaria ulna</i> <i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>
23 TP	1998	<i>Cyclotella ocellata</i> <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> <i>Chlorella ellipsoidea</i> <i>Ch. vulgaris</i>	<i>Cyclotella ocellata</i> <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> <i>Chlorella ellipsoidea</i> <i>Ch. vulgaris</i> <i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Cyclotella ocellata</i> <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> <i>Ankistrodesmus falcatus</i> <i>Myrocystis arragnosa</i>

концентрация питательных веществ. Плотность фитопланктона почти во всех исследованных водоемах уменьшалась в летние месяцы, что может быть связано с понижением концентрации питательных веществ и сильным давлением зоопланктона через поедание водорослей. Осенью концентрация питательных веществ возрастает, а перемешивание воды уменьшает давление зоопланктона и снижает температуру воды, что способствует росту фитопланктона.

### Заключение

В основных водоемах северо-восточного региона Турции обнаружено 253 вида водорослей из 79 родов, относящихся к отделам *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Суанophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta* и *Chrysophyta*. Принимая во внимание доминирующие виды и плотность фитопланктона, исследованные водоемы можно считать олиго-мезотрофными. Однако концентрация питательных веществ и показатели прозрачности воды свидетельствуют о мезотрофных и эвтрофных условиях. Земля, на которой были сооружены исследованные водоемы, ранее была под лугами и пастбищами. Затопленная земля может выделять в толщу воды высокие количества питательных веществ и неорганические твердые частицы. Вызванное ветрами перемешивание водного столба приводит к переносу этих веществ из придонных слоев по всей толще воды, особенно в летние и осенние месяцы. В оз. Торгум также поступают стоки из окрестных деревень и городов Узундере и Торгум, находящихся на его водосборной площади. Внутреннее и внешнее поступление питательных веществ в изученные водоемы может в ближайшем будущем привести к значительному повышению уровня их эвтрофикации. Полученные данные могут быть использованы для мониторинга и оценки влияния эвтрофикации на водные местообитания.

Ersin Kivrak<sup>1</sup>, Hasan Gürbüz<sup>2</sup>, Zekeriya Altuner<sup>3</sup> & Ali Sülün<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Afyonkarahisar Kocatepe University, Faculty of Education, Department of Biology Education, 03200 Afyonkarahisar, Turkey; E-mail: ekivrak@aku.edu.tr

<sup>2</sup> Atatürk University, K. Karabekir Education Faculty, Department of Biology Education, 25240 Erzurum, Turkey

<sup>3</sup> Gaziosmanpaşa University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 60200 Tokat, Turkey

<sup>4</sup> Atatürk University, Faculty of Education, 24030 Erzincan, Turkey

### WATER QUALITY AND PHYTOPLANKTON OF MAJOR LENTIC WATER BODIES OF THE NORTHEASTERN REGION OF TURKEY (ERZURUM VICINITY)

This paper reports the results of a long-term research related to water quality, trophic status and phytoplankton species composition of major lentic water bodies in northeastern Turkey. Phytoplankton of studied water bodies consisted of 253 taxa from 79 genera belonging to *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Суанophyta*, *Euglenophyta*, *Dinophyta*, and *Chrysophyta*. *Bacillariophyta* were generally dominant in the phytoplankton community of studied water bodies. Seasonal development of phytoplankton exhibited two peaks: one in late spring and the other one in autumn. The trophic status and water quality properties of the studied water bodies are discussed in detail in the text.

*Key words*: phytoplankton, dominant species, eutrophication, seasonal variations, Turkey.

- Akbay, N., N. Anul, S. Yerli, S. Soyupak & C. Yurteri. 1999. Seasonal distribution large phytoplankton in the Keban Dam Reservoir. *J. Plankton Res.* 4: 771-787.
- Altuner, Z. 1984. Tortum Gölünden bir istasyondan alınan fitoplanktonun kalitatif olarak incelenmesi. *Doğa Bilim Derg.* A<sub>2</sub>8(2): 162-182 (in Turk. with an Engl. abstr.).
- Altuner, Z. & H. Gürbüz. 1994. A Study on the phytoplankton of the Tercan Dam Lake, Turkey. *Turk. J. Bot.* 18: 443-450.
- APHA, 1971. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 12<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. USA.
- APHA, 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. USA.
- Aykulu, G., O. Obalı & A. Gonulol. 1983. Ankara çevresindeki bazı göllerde fitoplanktonun yayılışı. *Doğa Bilim Derg.* 7(2): 277-288.
- Cleve-Euler, A. 1951. *The diatome and Finland. Almqvist und Wiksells Book tryckeri Ab.*, Stockholm.
- Duthie, H.C. & C.J. Hart. 1987. The phytoplankton of the subarctic Canadian Great Lakes. *Arch. Hydrobiol. Beih. Erg. Limnol.* 25: 1-9.
- Findlay, D.L. & H.J. Kling. 1979. *A Species list and pictorial reference to the phytoplankton of central and northern Canada*. Part I, II. Fisheries and Marine Service Manuscripts, Canada.
- Eloranta, P. 1993. Diversity and succession of the phytoplankton in a small lake over a two-year period. *Hydrobiologia* 249: 25-32.
- Eloranta, P. 1995. Phytoplankton of the national park lakes in central and southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 32: 193-209.
- Forsberg, G.C., S.O. Ryding, A. Claesson & G.A. Forsberg. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? – Sewage effluent and polluted lake water studies. *Mitt. Int. Ver. Limnol.* 21: 352-363.
- Gönülol, A. & Ö. Çomak. 1990. Bafra Balık Gölleri (Balık Gölü) fitoplanktonunun araştırılması. X. Ulusal Biol. Kongr. Erzurum 2(1): 121-130.
- Gürbüz, H. & Z. Altuner. 2000. Palandöken (Teke deresi) Göleti fitoplankton topluluğu üzerinde kalitatif ve kantitatif bir araştırma. *Turk. J. Biol.* 24: 13-30 (in Turk. with an Engl. abstr.).
- Gürbüz, H. & E. Kıvrak. 2003. Seasonal variations of benthic algae of Kuzgun Dam Reservoir and their relationship to environmental factors. *Fresh. Environ. Bull.* 12(9): 1025-1032.
- Gürbüz, H. & E. Kıvrak. 2004. Erzurum, 23 Temmuz Göleti fitoplankton topluluğunun kompozisyonu, yoğunluğu ve mevsimsel değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Derg.* 17: 19-35.
- Gürbüz, H., E. Kıvrak, S. Soyupak. 2004. Seasonal changes in phytoplankton community structure in a high mountain reservoir, Kuzgun Reservoir, Turkey. *J. Fresh. Ecol.* 19(4): 651-655.
- Gürbüz, H., E. Kıvrak & A. Sülün. 2002. Porsuk Göleti (Erzurum, Türkiye) fitoplanktonu üzerine bir araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Derg.* 19(1-2): 53-61 (in Turk. with an Engl. abstr.).
- Harper, D. 1992. *Eutrophication of Freshwaters*. Chapman Hall, London.
- Haber-Pestalozzi, G. 1961. *Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie, Teil 5: Volvocales (Grünalgen), Ordnung Volvocales*. E. Schweiz. Verlag, Stuttgart.
- Hustedt, F. 1930. *Bacillariophyta (Diatomae)*. In: *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. Heft 10. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Huszar, V.L.M., L.H.S. Silva, P. Domingos, M. Marinho & S. Melo. 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia* 369/370: 59-71.
- Hutchinson, G.E. 1967. *A Treatise on Limnology II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. Wiley Inter. Sci. Publ., New York.

- John, D.M., B.A. Whitton & A.J. Brook. 2003. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. The Natural History Museum and the British Phycol. Soc., Cambridge Univer. Press, Cambridge.
- Kılınc, S. 1998. A study on the seasonal variation of phytoplankton in Hafik Lake (Sivas, Turkey). *Turk. J. Bot.* 22: 35-41.
- Kılınc, S. 2003. The phytoplankton community of Yeniçağa Lake (Bolu, Turkey). *Nova Hedw.* 76(3-4): 429-442.
- Kıvrak, E. 2006. Seasonal and long term changes of the phytoplankton in Lake in relation to environmental factors, Erzurum, Turkey. *Biologia (Bratislava)* 61(4): 339-345.
- Kıvrak, E. & H. Gürbüz. 2005a. The benthic algal flora of Demirdöven Dam Reservoir (Erzurum-Turkey). *Turk. J. Bot.* 29: 1-10.
- Kıvrak, E. & H. Gürbüz. 2005b. Seasonal variations in phytoplankton composition and physical-chemical features of Demirdöven Dam Reservoir, Erzurum, Turkey. *Biologia (Bratislava)* 60(1): 1-8.
- Komárek, J. & B. Fott. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie, Teil 7. In: Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales*. E. Schweiz. Verlag., Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1987. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/1, 1. Teil: Naviculaceae*. Spectrum Acad. Verlag, Berlin.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991a. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991b. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/4, 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Ges.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1999. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Spectrum Acad. Verlag, Berlin.
- Lange-Bertalot, H. & R. Simonsen. 1978. A taxonomic revision of the *Nitzschia lanceolatae* 2. European and related exh. European fresh water and blackish water taxa. *Bacillaria I*: 111-111.
- Lotter, A.F. 2001. *The effect of eutrophication on diatom diversity: Examples from six Swiss lakes*. In: *Studies on Diatoms*. Gantner Ruggell, Berlin.
- Lund, J.W.G., C. Kipling & D.E. Gren. 1958. The inverted microscope method of estimation algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia* 11: 143-170.
- Moustaka-Gouni, M. & I. Tsekos. 1989. The structure and dynamics of the phytoplankton assemblages in Lake Volvi, Greece. II. Phytoplankton biomass and environmental factors. *Arch. Hydrobiol.* 115: 575-588.
- Negro, A.L., C.D. Hoyos & J.C. Vega. 2000. Phytoplankton structure and dynamics in Lake Sanabria and Valparaiso reservoir (NW Spain). *Hydrobiologia* 42(4): 25-37.
- OECD. 1982. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). *Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control*. Paris.
- Padišák, J., L. Krienitz, W. Scheffler, R. Koschel, J. Kristiansen & I. Grigorszky. 1998. Phytoplankton succession in the oligotrophic Lake Stechlin (Germany) in 1994 and 1995. *Hydrobiologia* 369/370: 179-197.
- Patrick, R. & C.W. Reimer. 1966. *The Diatoms of the United States*. Acad. Sci., Monorg., Philadelphia.
- Patrick, R. & C.W. Reimer. 1975. *The Diatoms of the United States*. Acad. Sci., Monorg., Philadelphia.
- Prescott, G.W. 1982. *Algae of the Western Great Lake Area*. Otto Koeltz Sci. Publ., Koenigstein (Germany).



- Rakovec-Nedovic, J. & H. Hollert. 2005. Phytoplankton Community and Chlorophyll *a* as Trophic State Indices of Lake Skadar (Montenegro, Balkan). *Environ Sci & Pollut Res* 12(3): 146-152.
- Rawson, D.S. 1956. Algal indicators of trophic lake types. *Limnol. Oceanogr.* 1: 18-25.
- Reynolds, C.S. 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge Univer. Press, Cambridge.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo. 2002. Review towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.* 24: 417-428.
- Round, F.E. 1953. An investigation of two benthic algal communities in Malharm Torn. *J. Ecol.* 41: 174-197.
- Round, F.E. 1984. *The Ecology of Algae*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Salmaso, N. 2002. Ecological patterns of phytoplankton assemblages in Lake Garda: seasonal, spatial and historical features. *J. Limnol.* 61(1): 92-115.
- Sládecková, A. 1962. A limnological investigation methods for the periphyton community. *Bot. Rev.* 28: 286-350.
- Sommer, U. 1991. Phytoplankton: directional succession and forced cycles. In: *The Mosaic Cycle Concept of Ecosystems*. Springer Verlag, Berlin.
- Soyupak, S., A.F. Çilesiz, N. Yucel, T. Torunoğlu, E. Şentürk & J. Kaya. 1993. Keban Baraj Gölünde (Palu-Elazığ Arası) su kirlenmesi problemi. *Turk. J. Environ. Sci* 17: 301-304 (in Turk. with an Engl. abstr.).
- Soyupak, S., L. Mukhallati, D. Yemişen, A. Bayar & C. Yurteri. 1997. Assessment of eutrophication for Keban Dam Reservoir. *Fresh Environ. Bull.* 3: 181-186.
- Temponeras, M., J. Kristiansen & M. Moustaka-Guani. 2000. Seasonal variation in phytoplankton composition and physical-chemical features of the shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424: 109-122.
- Trifonova, I.S. 1998. Phytoplankton composition and biomass structure in relation to trophic gradient in some temperate and subarctic lakes of north-western Russia and the Prebaltic. *Hydrobiologia* 369/370: 99-108.
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*. Saunders College Publ., Philadelphia.
- Willén E., 1992. Planktonic green algae in an acidification gradient of nutrient-poor lakes. *Arch. Protistenk.* 141: 47-64.

Получена 15.01.07

Подписала в печать О.Н. Виноградова