

УДК 582.26

ФАРУК МАРАШЛИ-ОГЛУ, Е. НЕЙРАН СОЙЛУ, АРИФ ГЬОНОЛОЛ

Ун-т Ондокюзмайис, факультет искусств и наук, кафедра биологии,  
55139 Самсун, Турция

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СООБЩЕСТВ ЭПИЛИТНЫХ *BACILLARIOPHYTA* ОЗЕРА ЛАДИК (САМСУН, ТУРЦИЯ)

Изучалось разнообразие эпилитных диатомовых водорослей озера Ладик с июня 2000 г. по май 2001 г. В эпилитоне озера обнаружен 51 таксон *Bacillariophyta*. Наиболее распространенными были *Aulacoseria distans* (Ehr.) Simonsen, *Cymbella affinis* Kütz., *C. prostrata* (Berkeley) Cleve, *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. halophila* (Grun.) Cleve, *N. veneta* Kütz. and *Surirella linearis* W. Smith. Пробы отбирали ежесезонно, определяли видовой состав *Bacillariophyta*, численность и их разнообразие по индексу Шеннона-Винера. Полученные результаты обрабатывали с помощью кластерного анализа. Сезонную изменчивость устанавливали по степени сходства исследованных проб. Существенное влияние на сезонную динамику сообществ эпилитных *Bacillariophyta* озера Ладик оказывали температура воды и освещенность.

*Ключевые слова:* эпилиты, видовой состав, сезонная динамика, кластерный анализ, индекс разнообразия Шеннона, озеро.

### Введение

Изучение диатомовых водорослей имеет большое значение для оценки экологического состояния пресноводных водоемов, исследования биологического разнообразия в пресноводных экосистемах, мониторинга водной среды и создания перспективных моделей их развития. Доминирующие виды водорослей, водорослевые группировки и типичные сообщества фитопланктона и перифитона являются показателями состояния пресных вод. Сообщества водорослей могут использоваться при характеристике состояния водоемов, а также для прогнозирования их дальнейшего развития и составления рекомендаций по охране водных объектов.

Диатомеи относятся к числу наиболее важных таксономических групп пресноводных водорослей. Их сообщества играют важную роль как продуценты первичной органики в водных экосистемах. Диатомовые водоросли чувствительны к широкому спектру факторов и могут быстро реагировать на изменения физических, химических и биологических условий окружающей среды (Charles, 1985; Moser et al., 1996). Благодаря кремниевому панцирю они хорошо сохраняются в донных отложениях. Использование специфических организмов в качестве индикаторов загрязнения было предложено еще в 1973 г. (Wilhmin, 1975). Диатомовые сообщества на искусственных субстратах – наиболее широко применяемые биомониторы (Whitton, 1975). Это также важная индикаторная группа в био-

©Фарук Марашли-оглу, Е. Нейран Соёлу, Ариф Гьонюлол, 2005

мониторинге палеолимнологических исследований (Fritz et al., 1991; Dixit et al., 1992; Stoermer & Smol, 1999).

Влияние температуры воды на жизнедеятельность водорослей изучено рядом исследователей (Goldman, 1977; Moore, 1979; Dauta et al., 1990). Было высказано предположение о том, что температура является важным фактором, влияющим на рост и фотосинтетическую активность водорослей (Rhee & Gotham, 1981; Michel et al., 1989), а низкие температуры снижают их подвижность (Raven & Geider, 1988).

Существенное значение имеют исследования видового разнообразия водорослей. Разнообразие – это свойство сообщества, характеризующее его стабильность, продуктивность и трофическую структуру (McIntosh, 1967; McNaughtan, 1977; Tilman, 1996). Коэффициенты разнообразия, такие как индекс Шеннона-Винера (Shannon-Wiener, 1949), характеризуют относительное обилие вида (Magurran, 1988). Данные коэффициенты зависят также от видового богатства и численности, хотя по разному оценивают редкие виды (Hill, 1973). Видовое богатство, или число видов, в настоящее время наиболее часто используется для оценки разнообразия, что может помочь в описании экологических систем (Magurran, 1988), потому что этот показатель является мерой стабильности сообщества и его устойчивости к внешним воздействиям (Barnese & Schelske, 1994).

Первые исследования эпилитной альгофлоры в Турции проводились на озере Чубук-и-Дам (Gönülol, 1985) и прудах Бейтере и Алап (Ünal, 1985). В дальнейшем они были продолжены на озерах Альтинапа Дам (Yıldız, 1986), Моган (Obalı et al., 1989), Йедигьолле (Şahin, 2002), а также на рыбоводных озерах Бафра (Gönülol, 1993).

Целью нашей работы было изучение разнообразия эпилитной флоры диатомовых водорослей озера Ладик.

#### Материалы и методы

Озеро Ладик (36°01'15" E, 41°03'45" N) расположено на севере Турции (рис. 1). Общая его площадь составляет около 10 км<sup>2</sup>, глубина колеблется от 2,5 до 3 м, по форме озеро напоминает эллипс. Со стороны горы Ак озеро питают многочисленные источники, которые, сливаясь, образуют реки Акпинар и Терсакан, впадающие в озеро.

Ложе озера устилают аллювиальные отложения, смываемые впадающими в озеро реками с северного склона горы Ак. В этих отложениях встречаются мезозойские вулканические агломераты и конгломераты кристаллического песчаника из Неогена (Aydin, 1997).

Некоторые физические и химические показатели воды озера Ладик приведены в табл. 1.

Климат района имеет переходный характер – от климата среднего Черноморского района до климата Центральной Анатолии (Aydin, 1997).

Таблица 1. Некоторые средние физические и химические показатели оз. Ладик в 2000-2001 гг.

Показатель	Озеро Ладик	
	Летние месяцы	Зимние месяцы
Температура, °С	24	7
pH	8,1	8,4
Электропроводимость, mhos/cm	272	362
Cl <sup>-</sup> , мг/л	7,10	7,10
NH <sub>3</sub> -N, мг/л	0,05	0,50
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,43	0,60
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,001	0,169
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мг/л	5,28	29,28
Na <sup>+</sup> , мг/л	6,90	8,05
K <sup>+</sup> , мг/л	2,3	2,3
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	47	43
Общая жесткость воды по CaCO <sub>3</sub> , мг/л	127,5	195

Максимальная температура воды в озере (28 °С) была зафиксирована в июле, а минимальная (7 °С) – зимой, с декабря по февраль. Значения pH в период наблюдений изменялись от 6,9 до 9,4 (в среднем 8,1), свидетельствуя о слабощелочном характере воды. Концентрация нитратов в воде достигала максимальных значений в зимние месяцы (около 0,60 мг/л) и минимальных (0,43 мг/л) – летом. Снижение концентрации нитратов наблюдалось с весны до конца лета за счет потребления их водорослями. Концентрация фосфора в летние месяцы также была очень низкой, около 0,001 мг/л, а с октября по апрель возрастала до 0,169 мг/л. Жесткость воды в озере колебалась от 127,5 до 195 мг/л CaCO<sub>3</sub>.

Для изучения видового состава и сезонной динамики флоры эпилитных диатомовых водорослей озера Ладик была выбрана одна станция, расположенная в 30 м от автостреды Ладик-Ташова. Зона бентали в озере состоит из ила коричневого цвета и гниющих растений. Пробы эпилитона отбирали ежемесячно с поверхности камней и скал в озере в период с июня 2000 г. по май 2001 г. путем объединения соскобов с 5-8 (в зависимости от их размера) камней. Соскоб производили с верхних поверхностей камня при помощи ножа. Постоянные препараты для изучения эпилитных диатомовых водорослей готовили по методике, описанной в литературе (Round, 1953). Количественный подсчет проводили с помощью микроскопа «Nikon» (X600), учитывали не менее 600 створок диатомовых. При оценке количественного развития учитывали среднее трех подсчетов со станции (Sladeckova, 1962).

Во время отбора проб измеряли температуру воды, pH и электропроводность с помощью прибора «Consort oxygen meter», другие химические показатели определяли с помощью «С 200 multiparameter ion specific meter». Видовой состав диатомовых водорослей устанавливали в основном по Крамеру и Ланге-Берталоту (Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1991a, b, 1999).

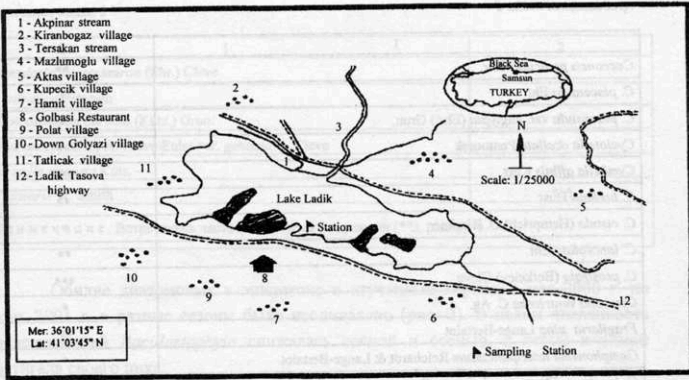


Рис. 1. Карта-схема озера Ладик и станция отбора проб\*.

По мнению Е. Феоли и Л. Орлоци (Feoli & Orloci, 1991), для обработки результатов исследований следует применять те методы, которые позволяют получить наиболее достоверную оценку. Полученные результаты были обработаны нами с помощью кластерного анализа (метод полных цепочек), примененного для матрицы различия, составленной на основе расчета коэффициента Брей-Куртиса. Коэффициент разнообразия Шеннона-Винера и коэффициент различия рассчитывали с помощью компьютерной программы BioDiversity Professional 2.0. Видовое богатство рассматривали как общее число таксонов, представленных в пробе.

### Результаты и обсуждение

В эпилимнотоне озера Ладик нами был выявлен 51 таксон диатомовых водорослей (табл. 2).

Таблица 2. Список эпилитных *Bacillariophyta* озера Ладик

Таксон	Частота встречаемости
1	2
<i>Amphora delicatissima</i> Krasske	*
<i>A. ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	**
<i>A. pediculus</i> (Kütz.) Grun.	**
<i>A. veneta</i> Kütz.	*
<i>Aulacoseria distans</i> (Ehr.) Simonsen	***

\* Рисунки приведены на языке оригинала.

продолжение табл. 2

1	2
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	**
<i>C. placentula</i> Ehr.	*
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grun.	*
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	**
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	***
<i>C. brehmii</i> Hust.	**
<i>C. cistula</i> (Hemprich) O. Kirchner	*
<i>C. lanceolata</i> Ehr.	**
<i>C. prostrata</i> (Berkeley) Cleve	***
<i>Cymbella ventricosa</i> C. Ag.	*
<i>Fragilaria ulna</i> Lange-Bertalot	**
<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	*
<i>G. longiceps</i> Ehr. var. <i>subclavata</i> Grun.	*
<i>G. olivaceum</i> (Hornemann) Bréb. var. <i>balticum</i> (Cleve) Grun.	*
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	*
<i>G. ventricosum</i> Gregory	*
<i>Licmophora gracilis</i> (Ehr.) Grun. var. <i>anglica</i> (Kütz.) H. Peragallo & M. Peragallo	**
<i>Melosira varians</i> C. Ag.	*
<i>Navicula cari</i> Ehr.	**
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	***
<i>N. cuspidata</i> (Kütz.) Kütz.	**
<i>Navicula gothlandica</i> Grun.	*
<i>N. gregaria</i> Donkin	*
<i>N. halophila</i> (Grun.) Cleve	***
<i>N. heufferiana</i> (Grun.) Cleve	*
<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Ehr.	*
<i>N. menisculus</i> Schumann	*
<i>N. oblonga</i> (Kütz.) Kütz.	*
<i>N. placentula</i> (Ehr.) Kütz.	*
<i>N. radiosa</i> Kütz.	*
<i>N. rhynchocephala</i> Kütz.	*
<i>N. salinarum</i> Grun.	**
<i>N. tripunctata</i> (O.F. Müll.) Bory	*
<i>N. tuscula</i> Ehr.	*
<i>N. veneta</i> Kütz.	***
<i>N. fonticola</i> Grun.	*
<i>N. umbonata</i> (Ehr.) Lange-Bertalot	*
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Smith	**
<i>N. paleacea</i> (Grun.) Grun.	*
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr. var. <i>parva</i> (Ehr.) Grun.	*

окончание табл. 2

1	2
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve	*
<i>P. silvatica</i> Petersen	*
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grun.	*
<i>Stauroneis pusilla</i> A. Cleve-Euler var. <i>geniuna</i> A. Cleve	*
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	*
<i>S. linearis</i> W. Smith	***

Примечание. Встречались часто (\*\*\*), время от времени (\*\*), редко (\*).

Обилие диатомовых в эпилитоне в изученный период с мая 2000 г. по июнь 2001 г. в разные сезоны было неодинаково (рис. 2). В целом численность представителей *Bacillariophyta* снижалась весной и осенью, а летом и зимой достигала своего пика.

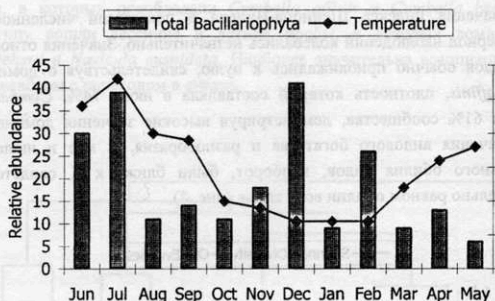


Рис. 2. Сезонная изменчивость относительного обилия *Bacillariophyta* в эпилитоне оз. Ладики и температурная кривая в период наблюдений 2000-2001 гг.

Сезонная динамика численности *Aulacoseria distans*, *Navicula cryptocephala* и *Navicula veneta* в эпилитоне в период наших наблюдений представлена на рис. 3.

Встречаемость видов диатомовых водорослей в эпилитоне была различной. *Aulacoseria distans*, *Navicula cryptocephala*, *N. simplex*, *N. veneta*, *Cymbella affinis*, *C. prostrata* и *Surirella linearis* встречались наиболее часто. *Melosira varians*, *Amphora delicatissima*, *A. veneta*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cymbella cistula*, *C. ventricosa*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula gothlandica*, *N. gregaria*, *N. radiosa*, *Pinnularia gibba* var. *parva*, *P. microstauron*, *P. silvatica* и *Surirella angusta* были отмечены в пробах эпилитона лишь однажды за весь период наблюдений.

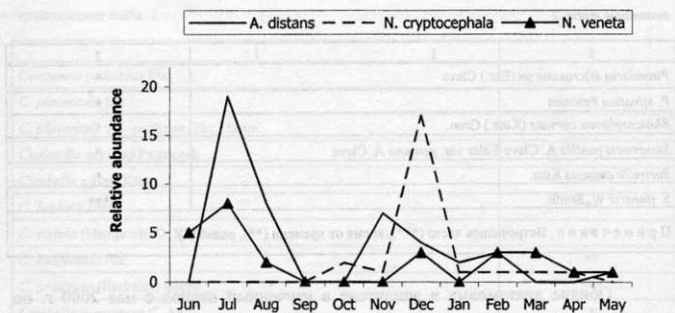


Рис. 3. Сезонная динамика численности *Aulacoseria distans* (Ehr.) Simonsen, *Navicula cryptocephala* Kütz. и *Navicula veneta* Kütz. в эпилимне оз. Ладик.

Значения индекса Шеннона-Винера и показатели численности диатомовых в период наблюдений колебались незначительно. Значения относительного обилия видов обычно приближались к нулю, свидетельствуя о доминировании *Cymbella affinis*, плотность которой составляла в июне 74%. *Cymbella brehmii* составляла 61% сообщества, демонстрируя высокие значения доминантности и низкие значения видового богатства и разнообразия. В мае и июле значения относительного обилия видов, наоборот, были ближе к 1, свидетельствуя о приблизительно равном обилии всех видов (рис. 4).

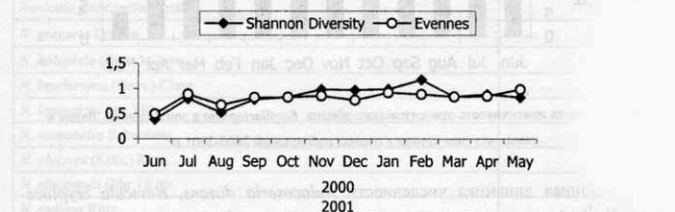


Рис. 4. Значения индекса разнообразия по Шеннону-Винеру и показателя относительного обилия водорослей в оз. Ладик.

Уровни видового богатства озера Ладик были низкими, а их сезонная изменчивость – близка к отмеченной для индекса разнообразия Шеннона-Винера. Показатели видового богатства в течение всего периода наблюдений колебались незначительно (рис. 5). Наиболее высокие и наиболее низкие значения этого показателя зафиксированы в течение короткого периода времени. Самые низкие значения отмечены в июне и августе.

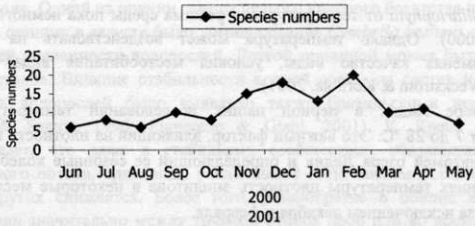


Рис. 5. Видовое богатство эпифитона на станции отбора проб оз. Ладик.

Как видно из диаграммы, построенной на основе данных кластерного анализа, при самом низком иерархическом уровне на станции ясно выделяются два кластера (рис. 6). Первый образуют пробы, отобранные во все сезоны наблюдения, в которых преобладали *Cymbella affinis* и *Cymbella brehmii*. Во вторую группу вошли весенние и летние пробы, в которых доминировали *Cymbella brehmii* и *Navicula cuspidata*. Наиболее значительна ассоциация между ноябрем и декабрем с переходом в январь.

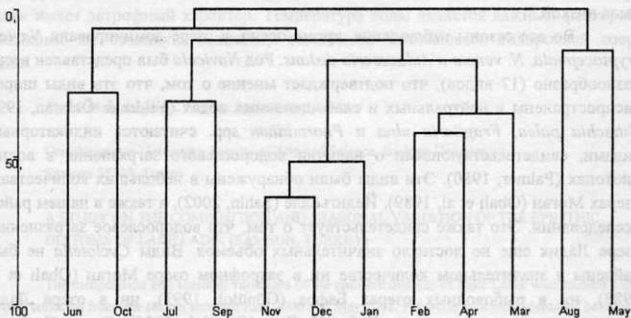


Рис. 6. Кластерная дендрограмма по методу полных цепочек, составленная на основе расчета коэффициента Брей-Куртиса для обилия эпифитона по пробам, отобраным ежемесячно в период 2000-2001 гг. в оз. Ладик.

Пресноводные диатомеи, подобно другим водорослям, реагируют на температуру воды (Anderson, 2000). Хустед (Hustedt, 1956) даже пытался установить оптимальные значения температуры для некоторых диатомовых.



Несмотря на многочисленные исследования, свидетельства прямой зависимости развития *Bacillariophyta* от температурного режима среды пока немногочисленны (Anderson, 2000). Однако температура может воздействовать на диатомеи косвенно, изменяя качество воды, условия местообитания вида и другие показатели (Weckström & Korhola, 2001).

В озере Ладик в период наших исследований температура воды изменялась от 7 до 28 °С. Это важный фактор, влияющий на плотность популяции эпилитных диатомей озера Ладик и определяющий ее сезонные колебания. При низких значениях температуры плотность эпилитона в некоторые месяцы также была низкой, за исключением декабря и февраля.

Известно, что питательные вещества важны для физиологических процессов, происходящих во всех живых организмах, а также их роста. В поверхностных водах озера Ладик концентрация нитратов составляла 0,43-0,60 мг/л, фосфатов – 0,001-0,169 мг/л. Высокие концентрации азота и фосфора в воде, возможно, объясняются тем, что район исследований расположен в густо заселенной зоне, где в сельскохозяйственном производстве активно используются удобрения. Б. Мосс (Moss, 1998) предположил, что если в районе водосборной зоны преобладают сельскохозяйственные системы, есть большая вероятность того, что за счет смыва удобрений качество воды в мелководном озере изменится.

Содержание сульфатов в воде озера Ладик колебалось в от 5,28 до 29,28 мг/л, что свидетельствует о неподверженности пока озера органическому загрязнению (Тапуолаç, 1993). Согласно уровням pH, зафиксированным в озере (6,9-9,4), оно относится к слабощелочному типу (Тапуолаç, 1993). Концентрация питательных веществ (хлора, аммиачного азота, натрия, кальция и калия) в нем была низкой.

Во все сезоны наблюдения, кроме осени, в озере доминировали *Navicula cryptocephala*, *N. veneta* и *Aulacoseria distans*. Род *Navicula* был представлен весьма разнообразно (17 видов), что подтверждает мнение о том, что эти виды широко распространены в нейтральных и слабощелочных водах (Yıldız & Özkıran, 1994). *Nitzschia palea*, *Fragilaria ulna* и *Phormidium* spp. считаются индикаторными видами, свидетельствующими о наличии водорослевого загрязнения в водных биотопах (Palmer, 1980). Эти виды были обнаружены в небольших количествах в озерах Моган (Obalı et al, 1989), Йедиголле (Şahin, 2002), а также в нашем районе исследований. Это также свидетельствует о том, что водорослевое загрязнение в озере Ладик еще не достигло значительных объемов. Виды *Cyclotella* не были найдены в значительном количестве ни в эвтрофном озере Моган (Obalı et al., 1989), ни в рыбоводных озерах Бафра (Gönülol, 1993), ни в озере Ладик. Исключение составляет озеро Чубук-И Дам (Gönülol, 1985). Виды *Cyclotella*, обычно обитающие в олиготрофных озерах, и другие диатомеи, предпочитающие литоральные отложения, являются естественными обитателями эвтрофных озер. Главная причина этого – присущее мелководным озерам обилие прибрежной растительности и доминирование диатомей в зависимости от волн (Gönülol & Çomak, 1992a; b).

Многие авторы утверждают, что видовое обилие и разнообразие напрямую связано с видовым богатством водорослей (Schluter & Ricklefs, 1993; Huston, 1994; Stirling & Wilsey, 2001). *Cymbella affinis* составляла 74% сообщества,

имевшего высокие индексы доминирования, но низкое видовое богатство и разнообразие. Одной из причин самого низкого видового богатства и разнообразия на той же станции в августе было доминирование *Cymbella brehmii*, составляющей 61% общей численности водорослей. Другой причиной может быть постоянство водного столба. Влияние стабильности водной среды на состав и разнообразие сообществ водорослей было выявлено также бразильскими исследователями (Calijuri & Santos, 1996; Figueredo & Giani, 2001). К. Кребс (Krebs, 1985) подчеркивает, что даже в стабильных сообществах, обитающих в условиях постоянного потока, одни виды увеличивают свою численность, в то время как обилие других снижается. Более того, разнообразие и обилие водорослей не варьировали значительно между точками отбора проб или во времени, тогда как температура, проводимость и рН значительно отличались как пространственно, так и в разные месяцы. Таким образом, мы согласны с М. Сулливаном (Sullivan, 1986) и Ф.Е. Раундом (Round, 1991) в том, что коэффициенты разнообразия не могут служить индикаторами качества воды.

### Заключение

В эпилимнотоне озера обнаружен 51 таксон *Bacillariophyta*. Наиболее распространенными были *Aulacoseria distans* (Ehr.) Simonsen, *Cymbella affinis* Kütz., *C. prostrata* (Berkeley) Cleve, *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. halophila* (Grun.) Cleve, *N. veneta* Kütz. and *Surirella linearis* W. Smith.

Разнообразие эпилимнитных диатомовых водорослей озера Ладик во многом сходно с таковым из других изученных озер Турции. По морфометрической структуре, физико-химическим свойствам и видовому составу водорослей озеро Ладик имеет эвтрофный характер. Температура воды является важным фактором, влияющим на сезонную динамику эпилимнитных диатомовых водорослей озера Ладик.

Faruk Maraşlıoğlu, E. Neyran Soylu & Arif Gönülol

Ondokuzmayıs University, Faculty of Arts and Science, Biology Department,  
Samsun 55139, Turkey

### A STUDY ON THE COMPOSITION AND SEASONAL VARIATION OF THE EPILITHIC DIATOMS OF LAKE LADIK (SAMSUN, TURKEY)

The composition and seasonal variations of the epilithic diatoms of Lake Ladik were studied using samples collected from one station between June 2000 and May 2001. Fifty-one taxa were identified belonging to the *Bacillariophyta* in the epilithon. *Aulacoseria distans* (Ehr.) Simonsen, *Cymbella affinis* Kütz., *C. prostrata* (Berkeley) Cleve, *Navicula cryptocephala* Kütz., *N. halophila*, (Grun.) Cleve, *N. veneta* Kütz. and *Surirella linearis* W. Smith have become common organisms. Cluster analysis was applied to the epilithic algae community. The seasonal variations of the samples were classified according to their similarity levels. Samples were collected and species richness and diversity (Shannon-Wiener,  $H'$ ) were measured monthly. The results of the analysis supported the results of the counting method. Temperature and light climate that affect the population density were found to be an important factor in explaining the seasonal variation observed in Lake Ladik.

**Keywords:** epilithic, species composition, seasonal variation, cluster analysis, Shannon diversity, evenness, lake.

- \*Anderson, N.J. 2000. Diatoms, temperature and climatic change. *Europ. J. Phycol.* 35: 307-314.
- Aydın, H. 1997. *Ladik in the Geography*. Ladik Municipality Press, Ladik; Samsun I: 4-8.
- Barnese, L.E. & C.L. Schelske. 1994. Effects of nitrogen, phosphorous and carbon enrichment on planktonic and periphytic algae in a soft water, oligotrophic lake in Florida, U.S.A. *Hydrobiologia* 277: 159-170.
- Calijuri, M.C. & A.C.A. Santos. 1996. Short-term changes in the Bara Bonita reservoir (Sao Paulo, Brazil): emphasis on the phytoplankton communities. *Hydrobiologia* 330: 163-165.
- Charles, D.F. 1985. Relationships between surface-sediment diatom assemblages and lakewater characteristics in Adirondack lakes. *Ecology* 66: 994-1011.
- Dauta, A., J. Devaux, F. Piquemal & L. Boumnieh. 1990. Growth rate of four freshwater algae in relation to light and temperature. *Hydrobiologia* 207: 221-226.
- Dixit, S.S., J.P. Smol, J.C. Kingston & D.F. Charles. 1992. Diatoms: powerful indicators of environmental change. *Environ. Sci. Technol.* 19: 22-23.
- Feoli, E. & L. Orloci. 1991. The properties and interpretation of observations in vegetation study. *Coenoses* 6: 61-70.
- Figueredo, C.C. & A. Giani. 2001. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 445: 165-174.
- Fritz, S.C., S. Juggins, R.W. Batherbee & D.R. Engstrom. 1991. Reconstruction of past changes in salinity and climate using a diatom-based transfer function. *Nature* 352: 706-708.
- Goldman, J.C. 1977. Temperature effects on phytoplankton growth in continuous culture. *Limnol. Oceanogr.* 22: 932-936.
- Gönülol, A. 1985. An investigation in Çubuk Dam Lake I. Composition and seasonal variation of Benthic algae. *Doğa Bilim Dergisi*. A<sub>3</sub>, 9(2): 253-268.
- Gönülol, A. 1993. The Benthic Algal Flora of Bafra Fish Lakes (Fish Lake, Uzun Göl). *Istanbul Univ. J. Aquat. Products* 1(2): 31-56.
- Gönülol, A. & Ö. Çomak. 1992a. A floristical study on the phytoplankton of Bafra Fish Lakes (Fish Lake, Long Lake). I. *Cyanophyta*. *Doğa Tr. Bot.* 16: 223-245.
- Gönülol, A. & Ö. Çomak. 1992b. A floristical study on the phytoplankton of Bafra Fish Lakes. IV. *Bacillariophyta, Dinophyta, Xanthophyta*. *OMÜ Fen Dergisi* 4(1): 1-19.
- Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- Hustedt, F. 1956. *Kieselalgen (Diatomeen)*. Kosmos, Stuttgart.
- Huston, M. 1994. *Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. *Bacillariophyceae*. 1. Teil. *Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Spectrum Academ. Verlag, Berlin.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991a. *Bacillariophyceae*, 3. Teil. *Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1991b. *Bacillariophyceae*, 4. Teil. *Achnantheaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1999. *Bacillariophyceae*, 2. Teil. *Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Spectrum Acad. Verlag, Berlin.
- Krebs, C. 1985. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 3<sup>rd</sup> ed. Harper and Row Publ., New York.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- McIntosh, R.I. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology* 48: 392-404.
- McNaughton, S.J. 1977. Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of empiricism in ecology. *Amer. Natur.* 111: 515-525.

\* Литература приведена на языке оригинала.

- Michel, C., L. Legendre, J.C. Therriault & S. Demers. 1989. Photosynthetic response of Arctic Sea microalgae short-term temperature acclimation. *Polar Biol.* 9: 437-442.
- Moore, J.W. 1979. Factors influencing the diversity, species composition and abundance of phytoplankton in twenty-one subarctic lakes. *Intern. Rev. Gesam. Hydrobiol.* 64: 485-499.
- Moser, K.A., G.M. MacDonald & J.P. Smol. 1996. Applications of freshwater diatoms to geographical research. *Progr. Phys. Geography* 20: 21-52.
- Moss, B. 1998. Shallow lakes; biomanipulation, eutrophication. *Scope Newsletter* (29).
- Obalı, O., A. Gönülol & Ş. Dere. 1989. Algal flora in the Littoral zone of Lake Mogan. *Ondokuzmayıs Univ. J. Sci.* 1(3): 33-53.
- Palmer, C.M. 1980. *Algae and Water pollution*. Castle House Publ. Ltd., New York.
- Raven, J.A. & R.J. Geider. 1988. Temperature and algal growth. *New Phytol.* 110: 441-461.
- Rhee, G.Y. & C. Gotham. 1981. The effect of environmental factors on phytoplankton growth: temperature and the interactions of temperature with nutrient limitation. *Limnol. Oceanogr.* 26: 635-648.
- Round, F.E. 1953. An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire. *J. Ecol.* 41: 97-174.
- Round, F.E. 1991. Diatoms in river water-monitoring studies. *J. Appl. Phycol.* 3: 129-145.
- Şahin, B. 2002. Epipelik and Epilithic Algae of the Yedigöller Lakes (Erzurum-Turkey). *Turk. J. Bot.* 28: 221-228.
- Schluter, D. & R.E. Ricklefs. 1993. Species diversity: an introduction to the problem. Pp. 1-10 in: *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Sladeckova, A. 1962. Limnological investigation methods for the periphyton (Aufwuchs) community. *Bot. Rev.* 28: 286-350.
- Stirling, G. & B. Wilsey. 2001. Empirical relationships between species richness, evenness and proportional diversity. *Amer. Natur.* 158(3).
- Stoermer, E.F. & J.P. Smol. (Eds). 1999. *The diatoms: application for the environmental and earth sciences*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Sullivan, M. 1986. Mathematical expression of diatom results: Are these "pollution indices" valid and useful. Pp. 732-776 in: *Proc. of the 8<sup>th</sup> Annual Diatom Symp.* Koeltz Sci. Books, Koenigstein (Germany).
- Tanyo ac, J. 1993. *Limnoloji (Freshwater Science)*. Hatibođlu Press, Ankara.
- Tilman, D. 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology* 77: 350-363.
-  nal, Ş. 1985. The seasonal variation of some genus and species of benthic diatoms in Beytepe and Alap Ponds. *Dođa Bil. Der.* A2, 8(1): 121-137.
- Weckstr m, J. & A. Korhola. 2001. Patterns in the distribution, composition and diversity of diatom assemblages in relation to ecoclimatic factors in Arctic Lapland. *J. Biogeography* 28: 31-45.
- Whitton, B.A. 1975. *Algae*. Pp. 81-105 in: *River ecology*. Univ. California Press, Berkeley.
- Wilhmın, J.L. 1975. *Biological indicators of pollution*. Pp. 375-402 in: *River ecology*. Univ. California Press, Berkeley.
- Yildız, K. 1986. Algae communities of Altnapa Dam lake. Part III. Algae community living on stones and various plant materials. *C.  . Fen Bil. Der.* 4: 147-155.
- Yildız, K. &  .  zkarın. 1994. Diatoms of the  ubuk stream. *Turkish J. Bot.* 18: 313-329.

Получена 13.09.04

Подписал в печать С.П. Вассер