

УДК 581.526.323(282.243.75.3)

**В. П. Герасимюк**<sup>1</sup>, канд. биол. наук, доц., **О. А. Ковтун**<sup>2</sup>, ассист.

Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова,

<sup>1</sup>кафедра ботаники\*, <sup>2</sup>кафедра гидробиологии и общей экологии

ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

## МИКРОФИТОБЕНТОС ПРИДУНАЙСКИХ ОЗЕР

Исследован микрофитобентос Придунайских озер, в котором обнаружено 134 вида водорослей, относящихся к 4 отделам, 8 классам, 11 порядкам, 23 семействам и 41 роду. Из них 15 видов в Придунайских водоемах обнаружено впервые. Основу видового разнообразия составляют диатомовые водоросли (115 видов), зеленые (13) и сине-зеленые (4) водоросли.

**Ключевые слова:** Придунайские озера, микрофитобентос, водоросли.

Первые сведения о водорослях микрофитобентоса Придунайских озер привела К. С. Владимирова [1,2]. Автором исследован видовой состав водорослей в микрофитобентосе и в обрастаниях макрофитов, а также дана их количественная оценка на основе обработки 317 проб. Всего был выявлен 461 вид с разновидностями. Из них на долю *Cyanophyta* приходилось 68 видов, *Bacillariophyta* — 254, *Euglenophyta* — 39 и *Chlorophyta* — 100. Распределение видового состава по водоемам было неравномерным. Так, в озере Кугурлуй было отмечено 68 видов, в Ялпуге — 158, Котлабухе — 109, Китае — 292, Сафьяне — 150 видов и разновидностей водорослей. Установлено, что водоросли бентоса играют важную роль в питании рыб.

Следует отметить, что за последние 40 лет произошли заметные изменения в гидрологическом и гидрохимическом режимах Придунайских водоемов, вызванные прежде всего действием антропогенных факторов, таких как: искусственное зарегулирование поступления воды в озера, загрязнение вод малых рек, поступление минеральных удобрений и ядохимикатов с поверхностным стоком, неконтролируемая вырубка деревьев и распашка береговых склонов, чрезмерный выпас скота на склонах и другие.

Целью данных исследований было изучение современного состояния микрофитобентоса Придунайских озер. В ходе работы решались следующие задачи: определить видовой состав водорослей бентоса исследуемых водоемов, проанализировать современный экологический состав, сезонную динамику микрофитов и определить их численность и биомассу.

Изучение микроскопических водорослей озер позволит нам с большей точностью прогнозировать изменения в сообществах гидробионтов водоемов, более рационально использовать их кормовые ресурсы и контролировать экологическое состояние экосистемы исследуемых водоемов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ЕС-Тасис WW SCRE 1/ № 1 “Придунайские озера: устойчивое сохранение и восстановление естественного состояния и экосистем”.

### Материал и методы

Материалом для исследований послужили пробы, собранные в ежемесячных (на оз. Ялпуг и Кугурлуй) и ежеквартальных экспедициях (на оз. Кагул, Котлабух и Китай) в 2000-2001 годах. Кроме того, в 2000 году исследовалось и озеро Картал. Всего было собрано и обработано 132 количественные пробы.

Материал отбирали из дночерпательной пробы при помощи бакпечатки с площадью 6,5 см<sup>2</sup> и фиксировали 10% раствором формалина. Количественную обработку микроскопических водорослей производили счетным методом с применением поршневой мерной пипетки и счетных стекол по общепринятым в альгологии методикам. Биомассу для каждого вида водорослей микрофитобентоса определяли с помощью стереометрического метода [3]. Углеродную биомассу рассчитывали по формуле Стратмана [6], учитывая систематическую принадлежность:

$$Vc = V \times c/v,$$

где: для диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*)  $c/v = 0,38 \cdot V_{\text{кл}}^{-0,242}$ , для остальных групп (*Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*)  $c/v = 0,35 \cdot V_{\text{кл}}^{-0,134}$ , в котором  $V_{\text{кл}}$  — объем клетки (мкм<sup>3</sup>),  $V^*$  — сырая биомасса клетки (г/м<sup>2</sup>).

Впоследствии, для более точной видовой идентификации, диатомеи, которые преобладали в микрофитобентосе как по видовому составу, так и по численности, подвергали специальной обработке [4]. Предпочтение отдавали холодному способу сжигания органического вещества в концентрированной серной кислоте в течение суток. Постоянные препараты готовили по методике, предложенной А. А. Эльяшевым [5]. Всего было изготовлено и проанализировано 56 постоянных препаратов.

### Результаты и их обсуждение

В результате исследований микрофитобентоса Придунайских водоемов было найдено 134 вида водорослей, представленных 146 разновидностями, которые относятся к 4 отделам, 8 классам, 11 порядкам, 23 семействам и 41 роду (табл. 1).

Наиболее разнообразно были представлены диатомовые водоросли — 115 видов (85,8%), значительно меньшее разнообразие характерно для зеленых — 13 видов (9,7%), сине-зеленых — 4 вида (3,0%), эвгленовых — 2 вида (1,5%). Максимальное число видов отмечено в озере Кугурлуй (84 вида), минимальное — в Котлабухе (44 вида), в других озерах количество видов колебалось от 63 до 69 (табл. 2). При

этом было зарегистрировано 13 общих видов, которые встречаются во всех водоемах. Семейства *Naviculaceae*, *Nitzschiaceae*, *Cymbellaceae*, *Surirellaceae*, *Fragilariaceae*, *Achnanthaceae*, *Scenedesmaceae*, *Gomphonemataceae*, *Hydrodictyaceae* и *Oscillatoriaceae* обладали наибольшим видовым разнообразием.

Таблица 1

Таксономический спектр микрофитобентоса Придунайских водоемов

Отдел	Количество таксонов					
	классов	порядков	семейств	родов	видов	разновидностей
<i>Bacillariophyta</i>	2	4	14	32	115	127
<i>Chlorophyta</i>	3	4	5	5	13	13
<i>Цуанопфита</i>	2	2	3	3	4	4
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	1	2	2
Всего	8	11	23	41	134	146

Таблица 2

Распределение таксономического состава микрофитобентоса по Придунайским озерам

Озеро	Количество таксонов					
	отделов	классов	порядков	семейств	родов	видов
Кугурлуй	3	5	8	20	31	84
Кагул	3	5	6	16	29	69
Картал	3	5	6	18	26	64
Китай	4	6	7	15	29	63
Ялпуг	3	5	6	17	28	63
Котлабух	3	4	5	15	22	44

Суммарное число видов 10 ведущих семейств составляет 9/10 видового состава альгофлоры Придунайских озер. На долю же первых 5 семейств приходится 3/4 всего видового состава. Наибольшим видовым разнообразием в озерах отличались роды *Nitzschia* (17,0%), *Navicula* (14,8%), *Cymbella* (5,2%), *Surirella* (5,2%), *Gyrosigma* (3,7%), *Amphora* (3,7%) и *Caloneis* (3,7%).

При изучении микрофитобентоса Придунайских озер было найдено 15 новых для этих водоемов видов. Среди них: *Synedra vaucheriae* (Kütz.), *Lyrella pygmaea* (Kütz.) Makar. et Kar., *Navicula costullata* Grun., *Navicula cuspidate* (Kütz), *N. heufleriana* (Grun) Cl., *N. mutica* var. *ventricosa* (Kutz.) Cl., *N. tuscula* (Ehr.) Grun., *Stauroneis smithii* Grun., *Pinnularia gibba* Ehr., *Caloneis schumaniana* var. *biconstricta* Grun., *Diploneis oculata* (Breb.) Cl., *Gomphonema truncatum* (Ehr.), *Nitzschia acuta* Hantzsch., *N. dubia* W.Sm., *Scenedesmus falcatus* Chodat.

Экология водорослей озер была проанализирована нами в связи с такими факторами среды, как местообитание, соленость, рН среды и сапробность.

По отношению к местообитанию преобладали бентосные формы (115 видов или 85,2%) над планктонными (20 видов или 14,8%). Среди бентосных видов отмечены донные обитатели (86 видов или 63,7%) и формы, обрастающие разнообразными субстратами, преимущественно макрофиты и высшую водную растительность (29 видов или 21,5%).

По отношению к солености воды преобладающей группой были пресноводные виды или олигогалобы, которые в свою очередь подразделяются на две подгруппы: индифференты и галофилы (табл.3).

Таблица 3

Состав экологических групп водорослей Придунайских озер  
(в %, фактор солености)

Экологические группы	Озеро					
	Кугурлуй	Кагул	Картал	Китай	Ялпуг	Котлабух
Индифференты	48,8	60,7	59,4	49,2	47,6	56,8
Галофилы	23,8	18,8	25,0	22,2	25,4	27,3
Мезогалобы	11,9	10,1	9,4	15,8	17,5	13,6
Полигалобы	1,2	—	—	—	3,2	—
Виды с не установленной галобностью	14,3	10,4	6,2	12,8	6,3	2,3

Солоноватоводные (мезогалобы) и морские виды (полигалобы) уступали олигогалобам, что соответствует результатам гидрохимического анализа проб воды в этих водоемах.

По отношению к рН среды среди водорослей преобладали алкалофилы, которые представлены 70 видами или 51,9%. Индифференты составляли 32 вида (23,7%). На долю ацидофилов приходился только один вид *Fragillaria virescens* Ralfs (0,8%). 32 вида (23,7%) водорослей входили в группу с не установленной алкалофильностью. Такое соотношение экологических групп соответствовало измеренной рН воды Придунайских озер.

Из обнаруженных водорослей 91 вид является показателем органического загрязнения. По отношению к сапробности воды преобладающей группой оказались  $\beta$  — мезосапробы (табл.4).

Число  $\alpha$  — мезосапробов изменялось от 10,7% в Кугурлуе до 25,0% в Котлабухе. Количество олигосапробов колебалось от 2,9% в Кагуле до 6,4 в Китае. Ксеносапробы были найдены только в Кугурлуе. Остальные экологические группы изменялись соответственно.

Состав экологических групп водорослей Придунайских озер  
(в %, фактор сапробности)

Экологические группы	Озеро					
	Кугурлуй	Кагул	Картал	Китай	Ялпуг	Котлабух
$\alpha$ — мезосапробы	10,7	14,5	12,5	11,1	17,5	25,0
$\alpha - \beta$ — мезосапробы	7,1	8,7	6,3	6,4	9,5	6,9
$\beta$ — мезосапробы	42,9	40,6	40,6	46,0	39,7	50,0
$0 - \beta$ — мезосапробы	4,8	7,3	6,3	6,4	7,9	4,6
Олигосапробы	4,8	2,9	4,7	6,4	3,2	4,5
Ксеносапробы	1,2	—	—	—	—	—
Виды с не установленной сапробностью	28,5	26,0	29,6	23,7	22,2	9,1

В соответствии с полученными данными нами были рассчитаны индексы сапробности для Придунайских озер. Из исследованных водоемов самым чистым оказался Кугурлуй (1,93), самым грязным Ялпуг (2,19). Для остальных озер индекс составил соответственно: Кагул — 1,99; Китай — 2,02; Котлабух — 2,11. Все Придунайские водоемы оказались озерами с  $\beta$  — мезосапробными условиями.

В микрофитобентосе озер были отмечены два пика подъема средней численности и биомассы водорослей (рис. 1, 2). Первый пик численности был отмечен в мае в Кугурлуе и Ялпуге, второй — в сентябре. Что касается биомассы, то первый её подъем зарегистрирован в мае, а второй в июле (Ялпуг) и в августе (Кугурлуй).

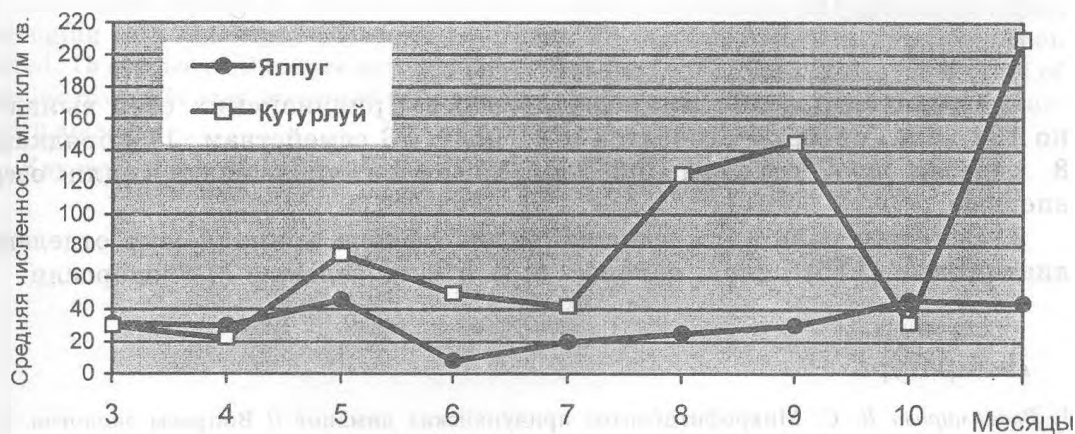


Рис. 1. Сезонная динамика средней численности водорослей микрофитобентоса озер Ялпуг и Кугурлуй в 2001 году

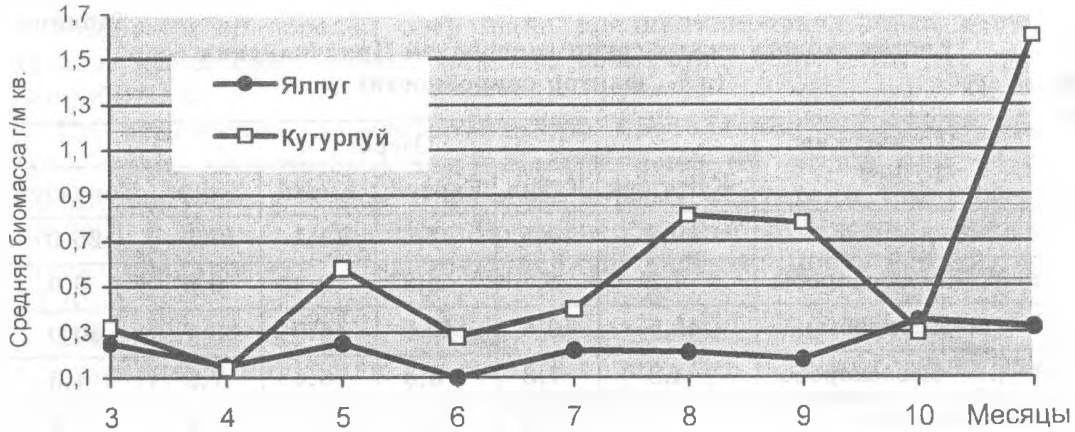


Рис. 2. Сезонная динамика средней биомассы водорослей микрофитобентоса озер Ялпуг и Кугурлуй в 2001 году

Численность водорослей в Придунайских озерах изменялась в широких пределах — от 2,74 до 176,64 млн. кл/м<sup>2</sup>. Наименьшие значения (2,74 млн. кл/м<sup>2</sup>) были отмечены на многих станциях всех озер, наибольшее значение (176,64 млн. кл/м<sup>2</sup>) было зарегистрировано на озере Кугурлуй в мае 2001 года на 19 станции.

Биомасса также сильно варьировала и её значения колебались от 0,0052 г/м<sup>2</sup> в Ялпуге (станция 9, июль 2001г.) до 2,1472 г/м<sup>2</sup> в Китае (станция 12, июль 2001г.).

Углеродная биомасса изменялась в пределах от 0,0003 до 0,1086 г С/м<sup>2</sup>. Минимальное значение углеродной биомассы (0,0003 г С/м<sup>2</sup>) зарегистрировано в озере Ялпуг (станция 9, июль 2001г.), максимальное — (0,1086 г С/м<sup>2</sup>) в озере Китай (станция 10, апрель 2001 г.).

### Выводы

1. Среди водорослей микрофитобентоса Придунайских озер выявлено 134 вида, которые относятся к 41 роду, 23 семействам, 11 порядкам, 8 классам и 4 отделам, из них 15 видов указываются для озер впервые.

2. Ведущая роль в исследованной альгофлоре принадлежит отделам: диатомовые (115) видов, зеленые (13) и сине-зеленые (4) водоросли.

### Литература

1. Владимирова К. С. Микрофитобентос придунайских лиманов // Вопросы экологии. — 1957. — Т. 1. — С. 12 – 20.
2. Владимирова К. С. Микрофитобентос Придунайских водоемов // Труды ин-та гидробиологии. — 1961. — Т.36. — С. 242 – 262.
3. Водоросли. Справочник / С. П.Вассер, Н. В.Кондратьева, Н. П.Масюк и др. – Киев: Наук. думка, 1989. — 608 с.
4. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные / З. И.Глезер, А. П. Жузе, И. В. Макарова и др. — Л.: Наука, 1974. — Т. 1. — 400 с.; 1988. — Т. 2. — Вып. 1. — 115 с.

5. Эльшиев А. А. О простом способе приготовления высокопреломляемой среды для диатомового анализа // Тр. НИИ геологии Арктики. — 1957. — № 4. — С. 74 – 75.
6. Strathman R. R. Estimating the organic carbon of phytoplankton from cell volume or plasma volume // Limnol. and Oceanogr. — 1967. — V. 12, № 3. — P. 411 – 418.

**В. П. Герасим'юк<sup>1</sup>, О. О. Ковтун<sup>2</sup>**

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
<sup>1</sup>кафедра ботаніки, <sup>2</sup>кафедра гідробіології та загальної екології,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

## **МІКРОФІТОБЕНТОС ПРИДУНАЙСЬКИХ ОЗЕР**

### **Резюме**

Досліджено мікрофитобентос Придунайських озер, в якому знайдено 134 види водоростей, що належать до 4 відділів, 8 класів, 11 порядків, 23 родин і 41 роду. З них 15 видів в Придунайських озерах виявлено вперше. Основу видового різноманіття складають діатомові водорості (115 видів), зелені (13) та синьо-зелені (4) водорості.

**Ключові слова:** Придунайські озера, мікрофитобентос, водорості.

**V. P. Gerasimyuk<sup>1</sup>, O. A. Kovtun<sup>2</sup>**

Odessa National I. I. Mechnikov University,  
<sup>1</sup>Department of Botany, <sup>2</sup>Department of Hydrobiology and General Ecology  
Dvoryanskaya St., 2, Odesa, 65026, Ukraine

## **MIKROPHYTOBENTOS OF THE LOWER DANUBE LAKES**

### **Summary**

Mikrophytobentos of the Lower Danube Lakes was studied. 134 species of algae, belonging to 4 divisions, 8 classes, 11 orders, 23 families and 41 genera have been found. 15 species of them are new for Lower Danube Lakes. The highest proportion of species diversity was presented by diatoms (115 species), green algae (13) and blue-green algae (4).

**Key words:** mikrophytobentos, algae, Lower Danube Lakes