

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені І. І. МЕЧНИКОВА**

КОВТУН Олег Олексійович

УДК 581.526.323:504.73(477.74)(26.05)(043.3)

**ЕКОЛОГО - БІОЛОГІЧНА, МОРФОЛОГІЧНА І
ТАКСОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІТОБЕНТОСУ
ТИЛГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ**

03.00.16 - екологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата біологічних наук

Одеса - 2009

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор
ГУСЛЯКОВ Микола Омелянович,
Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова, завідувач кафедри
гідробіології і загальної екології

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
ЦАРЕНКО Петро Михайлович,
Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного
НАН України, завідувач відділу фікології

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
НЕСТЕРОВА Діна Олександрівна,
Інститут біології Південних морів
НАН України (Одеський філіал)

Захист дисертації відбудеться «20» березня 2009 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої Вченої ради Д 41.051.06 Одеського національного університету імені І. І. Мечникова за адресою: 65058, Одеса, пров. Шампанський, 2.

З дисертацією можна ознайомитись в науковій бібліотеці Одеського національного університету імені І. І. Мечникова за адресою: м. Одеса, вул. Преображенська, 24.

Автореферат розісланий «20» лютого 2009 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук, професор

Т. О. Філіпова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Тилігульський лиман за теперішнього часу є одним з найбільш чистих лиманів північно-західного Причорномор'я. З 1997 р. він увійшов до складу Тилігульського регіонального ландшафтного парку, проте, характеризується високим природоохоронним статусом, він залишається досить маловивченим, особливо що стосується його фітоугруповань. Тилігульський лиман - одна з ланок у ланцюзі природних місцеперебувань біорізноманіття регіону, включених до Чорноморського екологічного коридору. Останні комплексні альгологічні дослідження лиману проводилися в 50-60-х рр. ХХ ст. І. І. Погребняком [1965], в період, коли осолонення лиману тільки починалося, а його солоність була в 2-4 рази менше, ніж за часу наших досліджень. З того часу вивчення водоростей проводилося епізодично, на обмежених ділянках та, переважно, у літній період. Ця обставина обумовлює необхідність всебічного вивчення біоти однієї з найбагатших, з точки зору видового різноманіття, водойми.

Незважаючи на відносно великий обсяг інформації, який був накопичений при вивченні біоти Тилігульського лиману, в літературі відсутні достатньо репрезентативні дані щодо сучасного таксономічного складу водоростей бентосу, закономірностей його розподілу та розвитку, морфологічних особливостей водоростей бентосу і обростань та впливу на них екологічних чинників; ролі фітобентосу в оцінці екологічного стану та загальної продуктивності лиману, і, особливо, бентосних діатомових водоростей, як найбільш чисельної групи, що складає основу ланцюга живлення.

Таким чином, актуальність наших досліджень обумовлена необхідністю оцінки екологічного стану лиману на основі дослідження основних закономірностей формування таксономічного складу альгофлори, морфологічних особливостей, просторово-часової динаміки його фітобентосу та ролі в загальній продуктивності водойми.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі гідробіології та загальної екології біологічного факультету ОНУ імені І. І. Мечникова і є самостійним дослідженням, пов'язаним з науковими напрямками кафедри: «Видове розмаїття, біологія та умови існування гідробіонтів Азово-Чорноморського басейну» (№ Держ. реєстрації 0100U005406); «Вивчення особливостей колонізації гідробіонтами штучних субстратів та визначення їх основних систематичних груп в умовах Одеського узбережжя Чорного моря» (№ Держ. реєстрації 0195U010540); «Оцінка сучасного стану бентосних та планктонних угруповань гідробіонтів з метою покращення рекреаційних властивостей Одеського узбережжя Чорного моря» (№ Держ. реєстрації 02.02.-МВ-94). В дослідженнях з названих тем автор був співвиконавцем.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановити закономірності формування структури фітобентосу Тилігульського лиману,

вивчити його екологічні, таксономічні, морфологічні характеристики і особливості просторового розподілу та сезонної динаміки за сучасних умов.

Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні завдання:

- вивчити сучасний таксономічний склад і структуру макро- і мікрофітобентосу Тилігульського лиману;
- охарактеризувати ценози фітобентосу Тилігульського лиману та залежність їх формування від основних екологічних факторів середовища, типу субстрату та глибин;
- дослідити особливості просторової і сезонної динаміки показників кількісного розвитку макрофітобентосу і мікрофітобентосу (на прикладі найбільш чисельної групи - діатомових водоростей);
- проаналізувати екологічні і географічні характеристики фітобентосу водойми і визначити тенденції їх зміни;
- виявити морфолого-біологічні особливості масових і рідкісних видів діатомових водоростей та закономірності їх мінливості в умовах нестабільних гідролого-гідрохімічних показників середовища;
- оцінити вплив гідроекологічних змін на біологічну різноманітність мікрофітобентосу Тилігульського лиману в порівнянні з іншими лиманами північно-західного Причорномор'я.

Об'єкт дослідження – різноманітність та особливості формування структури фітобентосу за умов впливу екологічних чинників середовища.

Предмет дослідження – просторовий розподіл, екологічні і морфологічні особливості водоростей та оцінка впливу гідроекологічних чинників середовища на біологічну різноманітність водоростей; сезонна динаміка кількісних показників та таксономічний склад альгофлори Тилігульського лиману.

Методи дослідження. Використано стандартні гідроекологічні і альгофлористичні методи відбору та опрацювання проб; визначення видового складу (світлова (СМ) і скануюча електронна мікроскопія (СЕМ) і мікрофотографування); екологічного і морфологічного аналізу водоростей; підводних гідробіологічних досліджень (відбір проб та оцінка розподілу); статистичної обробки матеріалу.

Наукова новизна одержаних результатів. В Тилігульському лимані виявлено 167 видів (181 видовий та внутрішньовидовий таксон) діатомових водоростей, з яких вперше вказані для водойми - 66, вперше для бентосу лиманів північно-західного Причорномор'я - 25. Описані як нові для науки 1 вид - *Fallacia gusliakovi* Kovtun та 1 різновид - *Cocconeis scutellum* var. *tiligulicus* Kovtun. Крім того, виявлено 67 видів (69 видових та внутрішньовидових таксонів) макрофітів та 10 видів вищих водних рослин, 42 з яких є новими для Тилігульського лиману, 1 – новим для українського узбережжя Чорного моря (*Vaucheria geminata* (Vauch.) DC.).

Вперше на усіх глибинах Тилігульського лиману, в його ефемерних водоймах та озерах пересипу вивчено структурну організацію ценозів водоростей фітобентосу (мікро- та макрофітів), встановлено закономірності

сезонної динаміки розвитку водної рослинності та тенденції її змін в залежності від умов середовища; суттєво доповнені відомі дані щодо різноманітності фітобентосу лиману. Вперше досліджено різноманітність водоростей мікрофітобентосу різних біотопів та просторово-часова динаміка їх видового складу, що дало змогу охарактеризувати вплив біотичних і абіотичних чинників на досліджувану альгофлору.

В роботі вперше проаналізовано сукцесійні зміни, що відбулися у флорі лиману за останні десятиріччя. Вперше за допомогою СЕМ вивчена морфологія більшості масових, рідкісних та нових таксонів діатомових водоростей лиману, складений каталог їх мікрофотографій.

Вперше в Тилігульському лимані вивчено та охарактеризовано альгологічне угруповання – фітомезопсамон [Гусяков, Ковтун, 2000], виявлено зв'язок його видового складу з різними екологічними зонами зростання водоростей. Встановлена провідна роль діатомових водоростей у загальному балансі кількісних показників фітобентосу, що є основою для вивчення продукційних характеристик бентосу лиману.

На підставі сапробіологічного аналізу охарактеризовано екологічний стан лиману. Проаналізовано вплив деяких екологічних факторів на морфологічні особливості діатомових водоростей. Проаналізована залежність видового складу водоростей фітобентосу від рівня солоності води та рН середовища, наведена біогеографічна характеристика виявлених видів. Встановлено особливості, що обумовлюють своєрідність флори Тилігульського лиману у порівнянні з іншими лиманами північно-західного Причорномор'я.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати дослідження важливі для вирішення питань екології, систематики та морфології вивчених видів водоростей. Дані про структуру фітобентосу лиману та закономірності її змін використані при оцінці сучасного стану лиманів північно-західного Причорномор'я. Вони також можуть бути використані для розробки заходів з охорони та раціонального природокористування у Тилігульському регіональному ландшафтному парку. Фітоіндикаторна характеристика водоростей дала змогу оцінити сучасний екологічний стан Тилігульського лиману, а дані з чисельності та біомаси фітобентосу дозволять провести розрахунки продуктивності водойми.

Списки знайдених видів водоростей фітобентосу лиману доповнюють кадастр видового розмаїття водоростей України, а виявлені нові для лиману таксони поповнили фітогеографічні та екологічні характеристики видів флори водоростей України [Algae of Ukraine, Vol. 2. – 2009. У друці]. Оригінальні авторські мікрофотографії водоростей та їх угруповань будуть використані при виданні монографії «Атлас водоростей лиманів північно-західного Причорномор'я» та увійдуть до електронного визначника діатомових водоростей Чорного моря.

Дані щодо методів дослідження фітобентосу, середніх розмірів масових видів водоростей лиману увійшли в методичну розробку «Навчальний

посібник з методів дослідження мікрофітобентосу». Результати досліджень, а також авторські фільми і мікрофотографії водоростей використовуються на біологічному факультеті ОНУ імені І. І. Мечникова та в інших навчальних закладах України при викладанні загальних та спеціальних курсів, а також при проведенні Великого спеціального практикуму, розділ «Альгологія».

Особистий внесок здобувача. Представлена робота є самостійним науковим дослідженням здобувача (обґрунтування теми, мети, завдань роботи, опрацювання проб, математичне опрацювання результатів, узагальнення, висновки). Вперше на Тилігульському лимані автором використані водолазні методи досліджень. Створена фототека і діатомотека постійних препаратів водоростей, комп'ютерна база відповідних даних. Особисто або в співавторстві підготовлені до друку наукові праці, в яких викладено основний матеріал дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались на: V Всесоюзній школі діатомологів (Севастополь, 1990); Міжнародному симпозиумі «Антропогенна екологія шельфу, гирл річок та лиманів» (Одеса, 1992); I Гідроекологічному з'їзді України (Київ, 1993); Міжнародному семінарі Проекту SEPS 184 «Застосування принципів комплексного управління берегової зони для оптимізації довгострокового економічного розвитку зони Тилігульського лиману» (Одеса, 2004); Міжнародній конференції «Plankton Workshop» (Одеса, 2005); а також конференціях професорсько-викладацького складу ОНУ імені І. І. Мечникова у 1994, 1996, 2001, 2003 рр. Крім того, результати роботи були представлені на: IX, XI, XII з'їздах Українського ботанічного товариства (Київ, 1992; Харків, 2001; Одеса, 2006); VI молодіжній конференції ботаніків (Санкт-Петербург, 1997); науковій конференції, присвяченій 180-річчю з дня народження заслуженого проф. Л. С. Ценковського (Харків, 2002); XVIII Міжнародному діатомовому симпозиумі (Poland, Miedzyzdroje, 2004).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи відображено у 24 публікаціях (8 статей у фахових виданнях, 1 авторське свідоцтво та 15 матеріалів конференцій та тез доповідей).

Структура дисертації. Дисертація викладена на 232 сторінках, складається з вступу, 6 розділів, ілюстрованих 41 таблицею і 32 рисунками, висновків, списку літератури і 2 додатків. В «Додаток А» входять таблиці таксономічної різноманітності та еколого-біологічних характеристик водоростей лиману. «Додаток Б» складається з 40 фото-таблиць. В роботі представлено 559 кольорових та чорно-білих мікрофотографій. У списку літератури налічується 356 джерел. Загальний об'єм рукопису - 325 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ОГЛЯД ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ТА ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

На підставі аналізу літературних джерел наведена характеристика фізико-географічних, гідролого-гідрохімічних і біологічних особливостей

Тилігульського лиману. Перші дослідження водоростей району досліджень висвітлено у низці робіт [Срединский, 1873; Рейнгард, 1885; Мережковський, 1903; Рубенчик, 1948], але системні спостереження фітобентосу відбулися на початку 50-х рр. ХХ ст. [Погребняк, 1965]. У розділі наведено літературні дані щодо таксономічного складу фітобентосу водоймища, відзначені основні кількісні характеристики водоростей планктону та бентосу. Показано, що дослідження фітобентосу носять фрагментарний характер, особливо за останні 40 років, в період, коли відбулися значні зміни у гідрохімічному режимі лиману. Аналізується сучасний стан вивченості контурних угруповань, зокрема водоростей, що мешкають в інтерстиціалі пляжів і на піщаних ґрунтах в бентосі.

Разом з тим, відмічено, що в опрацьованій літературі недостатньо висвітлені дані щодо структури систематичного складу макро- і мікрофітобентосу, закономірностей розвитку в залежності від умов середовища, інформаційного різноманіття в сучасних умовах; не досліджені особливості розвитку мікроскопічних водоростей фітомезопсамону та найбільших глибин лиману; сучасними методами електронної мікроскопії не вивчалися морфологічні особливості діатомових водоростей та їх мінливість в залежності від гідрохімічних параметрів води та умов існування в різнотипних ефемерних озерах пересипу та пониззя лиману; відсутня порівняльна інформація щодо таксономічного і екологічного складу діатомових водоростей лиманів північно-західного Причорномор'я.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основою для роботи слугували матеріали, зібрані в Тилігульському лимані, в озерах його пересипу, а також в ефемерних водоймищах на узбережжі лиману. Також узагальнені дані літератури за весь період вивчення причорноморських лиманів Одеської області. Відбір проб проведений в період 1990-2005 рр. Загальне число проб макро- і мікрофітобентосу, зібраних і самостійно опрацьованих автором, становить понад 1200. Мікроскопічні водорості (при цілеспрямованому вивченні діатомових) досліджені в обростаннях водоростей - макрофітів і вищих водних рослин, в бентосі на усіх типах м'яких та твердих субстратів.

В розділі описані методи збору і дослідження проб макро- і мікрофітобентосу, спеціальної обробки для виготовлення постійних препаратів і препаратів для світлової і електронної мікроскопії. Вивчення водоростей проведено за допомогою світлового мікроскопу Ergaval (Carl Zeiss-Йена, Німеччина) і скануючого електронного мікроскопу «JSM-35 S» (Jeol, Японія). Більшість проб на глибоководних розрізах через лиман зібрана за допомогою легководолазного обладнання. Представлені в роботі оригінальні мікрофотографії, які ілюструють більшу частину визначеного видового складу і особливості морфології водоростей, виконані за допомоги плівкового та цифрового фотообладнання.

Систематична приналежність таксонів видового та надвидового рівня мікрофітобентосу подана за останніми флористичними зведеннями [Різноманітність..., 2000, 2001; *Algae of Ukraine*, 2006]. Ревізія видового складу для Bacillariophyta проведена згідно з системою F. Round, R. Crawford, D. Mann [1990].

Для максимального виявлення видового складу застосовано мікровегетаційний метод чашкових культур та скелець обростань [Голлербах, Штина, 1969; Костіков, 2001]. Визначення чисельності водоростей здійснювали за загальноприйнятими гідробіологічними методами, біомаси – рахунково-об’ємним методом [Сеничкина, 1978], об’єм клітин - стереометрично та на підставі лінійних розмірів конкретних видів.

Екологічний аналіз за індикаторними видами для оцінки стану водойми виконано за загальновідомими методами [Унифицированные методы..., 1977] по модифікованій системі Р. Кольквітца и М. Марссона. Аналіз виявленого видового складу проводили за допомогою інформаційного індексу різноманітності Шеннона-Уївера [Shannon, Weaver, 1949]. При оцінці подібності видового складу і порівняльному аналізу систематичної структури діатомових водоростей різнотипних лиманів використали коефіцієнти Соренсена [Sorensen, 1948] і Стугрена-Радулеску [Шмидт, 1984]. Статистичне опрацювання отриманих результатів виконано за стандартними математичними методами.

СТРУКТУРА СИСТЕМАТИЧНОГО СКЛАДУ ВОДРОСТЕЙ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Макрофітобентос. Дослідження, проведені на Тилігульському лимані, свідчать про відносно велику кількість в ньому бентосних видів водоростей. За результатами оригінальних досліджень знайдено 69 видових і внутрішньовидових таксонів водоростей-макрофітів і 10 видів вищих водних рослин, представлених 5 відділами, 8 класами, 16 порядками і 35 родинами. Видове фіторізноманіття виявилось досить своєрідним: 42 види (39 видів водоростей-макрофітів і 3 - вищих водних рослин) є новими для Тилігульського лиману, 1 вид вперше вказується для українського узбережжя Чорного моря (*Vaucheria geminata*). Крім того, встановлені нові місцезростання 2 видів чорноморських ендеміків - *Enteromorpha maeotica* і *Cladophora siwaschensis*, а також 3 видів, відзначених раніше тільки поблизу берегів Криму, Кавказу і на філофорному полі Зернова (*Striaria attenuata*, *Leathesia difformis*, *Stictyosiphon adriaticus*).

Основу видового багатства макрофітобентосу в період наших досліджень склали представники відділів Chlorophyta і Rhodophyta (30 і 24 види, відповідно). Менша роль бурих і жовто-зелених водоростей (12 і 2 види, відповідно). Вищі водні квіткові рослини представлені 2 класами, 8 родинами і 8 родами з незначною кількістю (1-2) видів в кожному.

В цілому, видовий склад макрофітів Тилігульського лиману включає 38,5 % від загального числа видів, відомих для північно-західної частини Чорного моря.

Проведені дослідження виявилися показовими в альгосозологічному відношенні. Виявлено види, які включені до Червоної книги України і Червоної книги Чорного моря. Так, в акваторії лиману, що входить до Тилігульського регіонального ландшафтного парку, відзначено 1 вид водорості-макрофіта (*Chara canescens*), занесений до Червоної книги України і 2 види водних квіткових рослин (*Zostera noltii*, *Z. marina*) – до Червоної книги Чорного моря. Рідкісним для України є червона водорість *Rodohorton purpureum*, яка вперше знайдена нами у лимані на цистозирі. Видом, чисельність якого в Україні скорочується, є поки що масова у водоймі *Vaucheria litorea*.

Мікрофітобентос. Вивчення видового складу діатомових водоростей бентосу Тилігульського лиману на основі світлової і електронної мікроскопії, а також аналіз літературних джерел дозволили встановити 216 видових і внутрішньовидових таксонів діатомових водоростей, що відносяться до 3 класів, 7 підкласів, 22 порядків, 39 родин і 61 роду. Оригінальними дослідженнями в бентосі Тилігульського лиману виявлений 181 таксон діатомових водоростей, з яких вперше приведені для водойми - 66, вперше для лиманів північно-західного Причорномор'я – 25. Один вид і один різновид описані як нові для науки: *Fallacia gusliakovi* Kovtun і *Cocconeis scutellum* var. *tiligulicus* Kovtun (Ковтун, 2008).

Згідно з результатами проведених досліджень, в мікрофітобентосі лиману провідними родинами є *Bacillariaceae* (12,6 %), *Catenulaceae* (9,6 %), *Naviculaceae* (9,0 %), *Cocconeidaceae* (8,4 %), *Fragilariaceae* (6,0 %), *Pleurosigmaaceae* (4,2 %), *Sellaphoraceae* (3,6 %), *Stephanodiscaceae* (3,6 %), *Lyrellaceae* (3,0 %), *Surirellaceae* (3,0 %). Решта родин містить менше 2,5 % від загальної кількості видів кожна та не відіграють суттєвої ролі у формуванні структури мікрофітобентосу.

Порівняльна характеристика показала, що основні показники флористичного багатства за останні роки зазнали змін, а саме – збільшилось загальне число видів, родів, родин і порядків, відомих для водойми. Переважно це характерно для таксонів рангом нижче родини. Так, число видів, різновидів і форм зросло зі 148 до 181, а число родів з 52 до 60. Таке помітне збільшення кількості видів пов'язано з активізацією роботи штучного каналу, що з'єднує лиман з морем, і, як наслідок, збагачення лиману морськими і солонуватоводними видами, а також, з більш поглибленим аналізом видового складу з використанням електронно-мікроскопічних методів досліджень, що дало змогу виявити ряд дрібноклітинних видів, точна ідентифікація яких при світловій мікроскопії раніше була неможлива.

Проведення порівняльного аналізу видового складу діатомових водоростей Тилігульського лиману з іншими лиманами показало, що

значення «пропорції флори» за сучасними даними є значно вищими, ніж відомі за літературними даними. Показано, що за родовою насиченістю видовими і внутрішньовидовими таксонами на першому місці знаходиться клас *Bacillariophyceae* (3,32-2,96), на другому і третьому - *Coscinodiscophyceae* і *Fragilariophyceae* (2,18-2,27) і (1,67-1,83), відповідно. Важливо зазначити, що знаходження в Тилігульському лимані у період досліджень великої кількості нових таксонів вказує на значні перебудови в його біоті у зв'язку з гідроекологічними умовами, що змінилися, а наявність рідкісних видів свідчить про його флористичну своєрідність.

СЕЗОННА ДИНАМІКА ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ФІТОБЕНТОСУ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

Макрофітобентос. У розділі наведено дані щодо розподілу водоростей-макрофітів за глибиною та у різні сезони року, їх чисельності та біомаси, сезонної динаміки цих показників. Проаналізована відмінність структури фітобентосу в різних районах лиману і на різних глибинах.

Показано, що в розподілі різних систематичних груп чітко простежується зменшення видової різноманітності з віддаленням від морського каналу до верхів'я лиману при одночасному зростанні загальної частки зелених водоростей і зменшенні червоних.

Екологічний аналіз видового складу показав, що в лимані спостерігається чітка залежність розповсюдження водоростей-макрофітів від двох основних чинників – місцезнаходження і солоності води. Встановлено, що в південному і центральному районах лиману переважають морські і солонуватоводно-морські види (100 і 82,8 %, відповідно), а в північному зростає роль прісноводно-солонуватоводних. Прісноводні види в останні роки, на відміну від 40-60-х рр. ХХ ст. [Погребняк, 1965], практично повністю втратили своє значення і збереглися лише в гирлах пересихаючих річок. Таким чином, встановлено, що за останні 50 років в лимані відбулася перебудова фітоценозів у напрямку збільшення як загальної кількості таксонів водоростей-макрофітів, так і числа морських і солонуватоводно-морських видів (рис. 1).

За групами сапробності флористичний склад макрофітобентосу розподілився таким чином: 42,9 % від усіх відомих для лиману видів складають мезосапроби, 22,1 % - олігосапроби і 13,0 % - полісапроби (табл.1). Порівняння з даними по Чорному морю (мезосапроби - 30,8 %, олігосапроби - 61,3 %, полісапроби - 7,9 %) показує, що роль полісапробних видів у лимані майже в 2 рази більше, а олігосапробних - майже в три рази нижче, ніж у морі.

За фітогеографічним складом альгофлора Тилігульського лиману відноситься до бореальної зони з домінуванням видів з широкобореальної (33,8 %), бореально-тропічної (19,5 %) і нижньобореальної (16,9 %) підзон. Велика кількість космополітів (13,0 %) підкреслює відому закономірність

розповсюдження в водоймі видів в умовах екологічних чинників, що змінюються.

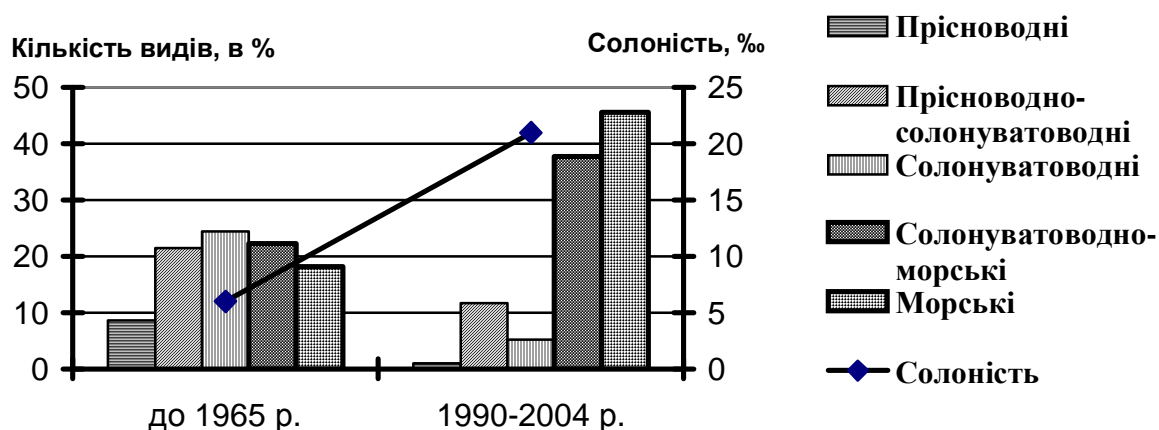


Рис. 1. Залежність кількості таксонів (в %) екологічних груп макрофітів від солоності в різні періоди дослідження.

Таблиця 1

Фітосапробний склад водоростей-макрофітів Тилігульського лиману

Група	Відділ			Усього
	<i>CHLOROPHYTA</i>	<i>RHODOPHYTA</i>	<i>PHAEOPHYTA</i>	
Полісапробна	4 (11,8)	6 (21,4)	- (0)	10 (13,0)
Мезосапробна	17 (50,0)	12 (42,9)	4 (33,3)	33 (42,9)
Олігосапробна	3 (8,8)	8 (28,6)	6 (50,0)	17 (22,1)
Невизначена	10 (29,4)	2 (7,2)	2 (16,7)	17 (22,1)
Усього:	34 (100)	28 (100)	12 (100)	77 (100)

Примітка: в дужках вказаний відсоток від загальної кількості таксонів.

Вперше у лимані нами виявлена і вивчена ізольована від моря популяція бурої водорості *Cystoseira barbata* (Good. & Wood.) C. Ag. (у 80-х роках ХХ ст. ця водорість зникла у всій північно-західній частині Чорного моря). Середня чисельність *C. barbata* біля с. Кошари у 1999-2000 рр. сягала $7,0 \pm 2,0$ екз./м², середня біомаса - $163,4 \pm 77,2$ г/м². Питома поверхня таломів тилігульської популяції цистозири виявилася вищою в порівнянні із зниклою з прибережної зони моря: відповідно $12,0 \pm 0,4$ м²/кг і $9,4 \pm 0,8$ м²/кг, що свідчить про морфологічне пристосовування водорості до життя у лимані, пов'язане зі збільшенням функціональної активності в умовах зміни трофності.

Мікрофітобентос. За оригінальними даними, в Тилігульському лимані знайдено 166 бентосних діатомових водоростей, в тому числі донних видів (84,9 %) і таксонів, що входять до складу обростань (36,1 %). Частина видів (15,1 %) є тихопелагічними або планктонними, що осідають на дно з товщі води або її придонного шару, часто у великій кількості. Крім того, 55 бентосних видів знайдено у мезопсамоні. На глибинах до 3 м в

Тилігульському лимані мікрowodорості населяють верхні шари мулисто-піщаного ґрунту, мешкаючи в інтерстиціальних просторах і на поверхні піщинок. Переважна їх більшість (75,3 %) відноситься до класу *Bacillariophyceae*, де найчисленнішими є порядки *Naviculales* (40 таксонів), *Bacillariales* (24), *Achnanthes* (19), *Thalassiosiphysales* (18), *Surirellales* (7). В класі *Fragilariophyceae* вирізняється за видовим складом порядок *Fragilariales*, з якого в бентосі знайдено 10 видів.

Аналіз видового складу ефемерних прибережних водоймищ показав, що протягом року динаміка змін таксономічного складу, а також кількісних показників мікрофітобентосу відрізняється від лиманських. Відзначено, що пік підйому чисельності і біомаси діатомових водоростей в ізольованих від лиману водоймищах у весняний період наступає на 30-35 днів раніше, ніж в лимані, і досягає максимальних значень (до $62,5 \pm 4,5$ г/м²) за рахунок діатомових водоростей вже в квітні. В травні-червні в тимчасових, «ефемерних», водоймищах біомаса і чисельність діатомових водоростей поступається синьозеленим, і в літній період синьозелені водорості іноді утворюють скупчення з біомасою до $300,0 \pm 28,5$ г/м².

Для більшої частини лиману динаміка розвитку мікрофітобентосу відповідає класичному її розподілу з двома невеликими підйомами чисельності навесні і восени і закономірними змінами в таксономічному складі при цілорічному домінуванні діатомових водоростей. Для ефемерних водойм ми відзначаємо, що діатомові водорості мають максимальні значення чисельності і біомаси тільки в зимово-весняний період, поступаючись в решті сезонів року за усіма показниками синьозеленим водоростям.

Для великого гіперсолонного озера пересипу лиману встановлена інша залежність, коли збільшення біомаси мікрофітобентосу відбувається поступово за рахунок незначного числа солестійких видів, що мешкають на глибинах до 1 м. Основну частину біомаси складає одна колоніальна евригалінна діатомова водорість - *Tabularia fasciculata*, яка з середини літа і до початку зими формує на єдиному домінуючому виді макрофітів - *Cladophora siwaschensis* і на дні, на невеликих глибинах, скупчення з біомасою до $62,0 \pm 8,3$ г/м². В період такого масового розвитку водорості поверхня дна набуває насиченого коричневого кольору за рахунок 100 % покриття його діатомовими водоростями.

В лимані найбільший вплив на величини біомаси проявляє глибина і характер ґрунту. Статистичний аналіз показав, що зі збільшенням глибини відбувається збільшення чисельності синьозелених (коефіцієнт кореляції Спірмена від 0,33 до 0,55 ($p < 0,05$)) і зменшення чисельності діатомових (від -0,21 до -0,62 ($p < 0,05$)) водоростей. В середньому за декілька років досліджень чисельність мікроскопічних водоростей в південній частині лиману склала $1006,0 \cdot 10^6$ кл/м², біомаса до $17,8$ г/м², в середній частині $437,6 \cdot 10^6$ кл/м², біомаса до $5,5$ г/м² і північній $1207,5 \cdot 10^6$ кл/м², біомаса до $15,5$ г/м². Ці ж показники в мілководних затоках (біля с. Любополь і Каїри) мають дещо інші значення за рахунок більшого розвитку солонуватоводних

синьозелених і діатомових водоростей, розвиток яких стимулює помірно надходження з невеликих пересихаючих річок прісної води з великою кількістю біогенних речовин.

Для підвищення достовірності обчислення значень біомаси при кількісному аналізі проведені дослідження співвідношення живих і мертвих клітин водоростей на різних горизонтах. Чисельність живих клітин донних діатомових водоростей в приурізівій частині берега досягає $20,4 \cdot 10^6$ кл/м², а мертвих $4,5 \cdot 10^6$ кл/м². На глибинах до 1,5 метра за рахунок збільшення кількості видів, що входять в ценоз обростання, чисельність зростає до $27,4 \cdot 10^6$ кл/м², при цьому також зростає число мертвих клітин (рис. 2). Більша частина видів мешкає у верхніх горизонтах, до глибини 2,5-3,0 м. Максимальні значення біомаси спостерігалися в усіх зонах серед заростей макрофітів. Відзначено нерівномірний розподіл мікрводоростей за чисельністю на усіх досліджених ділянках лиману. Із збільшенням глибини видовий склад збіднюється, чисельність і біомаса зменшуються. Таким чином, в лимані чітко простежується вертикальний розподіл діатомових водоростей.

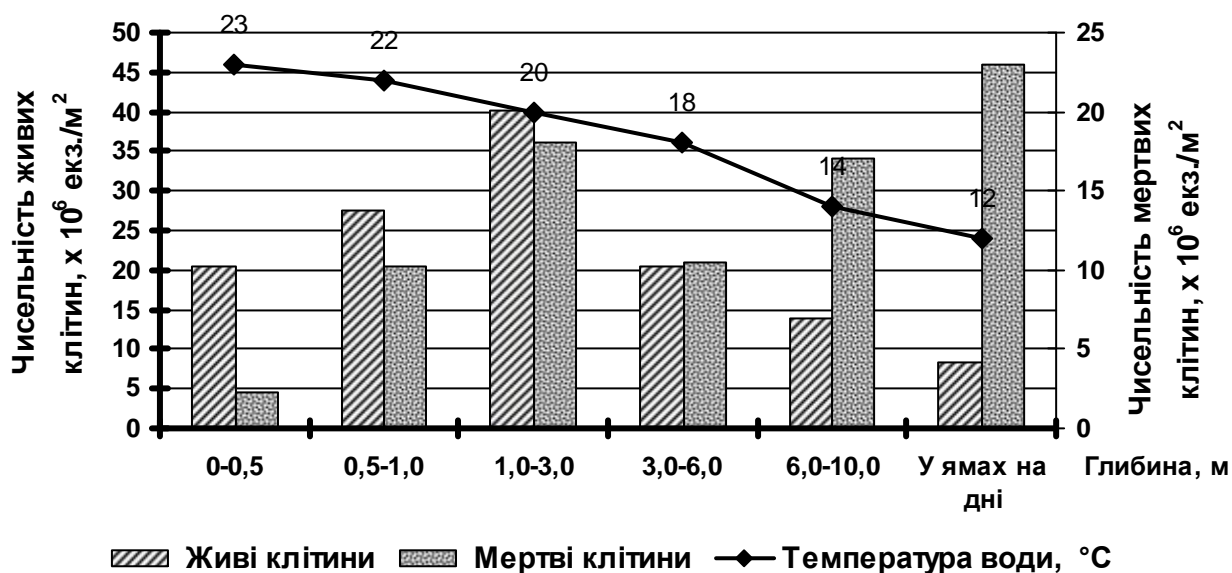


Рис. 2. Розподіл чисельності живих і мертвих клітин діатомових водоростей в південній (глибоководній) частині Тилігульського лиману (червень, 2001 р.) залежно від глибини і температури.

Стосовно мертвих клітин, які зустрічаються в пробах при діатомовому аналізі фіксованих проб або постійних препаратів, ми вважаємо за необхідне вносити числову поправку при перерахунку, яка для південної частини Тилігульського лиману для глибин 1-3 м складає 70-80 %, для глибин 3-10 м вже 100 %, а самі глибоководні проби слід розглядати індивідуально, з урахуванням місця і глибини відбору, а також гідрохімічних параметрів, щоб уникнути помилкових розрахунків біомаси.

В мезофітопсамоні пониззя Тилігульського лиману виявлено 59 таксонів діатомових водоростей, що мешкають в інтерстиціалі постійно або епізодично. Частина видів є алохтонними, проте відзначено, що і вони певний час знаходяться в активному, життєздатному стані в не характерному для них біотопі. Переважна більшість діатомових водоростей мезофітопсамону представники класу *Bacillariophyceae* (48 таксонів або 81,4 %), класи *Fragilariophyceae* і *Coscinodiscophyceae* представлені відповідно 7 і 4 таксонами. В мезофітопсамоні нами виділені дві чітко відокремлені групи водоростей: прикріплені до піщинок (епісамітні) і вільноживучі серед піщинок (інтрасамітні). Епісамітні форми віддають перевагу поглибленням на піщинках, до яких вони прикріплюються всією поверхнею клітини, або за допомогою коротких слизистих тяжів (види родів *Amphora*, *Cocconeis*, *Planothydium*). Вільноживучі види пересуваються в просвітах між піщинками, заповненими водою (*Navicula*, *Diploneis*, *Nitzschia*, *Symbella*, *Pleurosigma* і ін.). В гігро- і евіпсамоні переважають вільноживучі види (69 %), проте на урізі води відсоток прикріплених форм звичайно був вищим (68,5 %). Кількісна оцінка водоростей мезопсамону показала, що їх чисельність залежить від сезону року, ступеня вологості піску, віддаленості від води, гранулометричного складу піску тощо, і може досягати декількох тисяч екз. в грамі піску. Якщо припустити, що тільки на 1 % піщинок прикріплено до 10 клітин, то їх загальна біомаса в цілому корелює з такою для крупних рухливих форм.

Виявлена закономірність розподілу водоростей за горизонтальним розрізом рекреаційної піщаної зони каналу пересипа Тилігульського лиману (рис. 3). Найкращого розвитку вони досягають на відстані приблизно 1-5 метрів від урізу води, де чітко виділяється комплекс домінуючих видів і визначена їх найбільша чисельність і біомаса (в середньому $960,0 \cdot 10^6$ екз./м² піску). За горизонтами найбільші показники зафіксовані в гігропсамоні: чисельність - $1250 \cdot 10^6$ екз./м² піску, біомаса - до 14 г/м². Влітку чисельність і біомаса знижуються. В першу чергу це спостерігається в евіпсамоні, а потім в гігропсамоні. Осінь і зима характеризуються ще нижчими показниками.

Враховуючи, що берегова зона з усім її населенням періодично підпадає під вплив прісних вод (поверхневий стік, дощі), більшість водоростей пісків ймовірно повинні бути евригалінними, включаючи і тих, які живуть там нетривалий час. Екологічний аналіз знайдених нами в мезофітопсамоні діатомових водоростей показав, що 36,5 % з них є полігалобами, 28,8 % - галофілами, 25,0 % - мезогалобами і 9,6 % - індиферентами.

В обростаннях макрофітів Тилігульського лиману знайдено 60 видових і внутрішньовидових таксонів діатомових водоростей. З них 50 таксонів (83,3 %) також входили до складу донних угруповань. Переважна більшість знайдених таксонів відноситься до класу *Bacillariophyceae* (34) і *Fragilariophyceae* (17).

Встановлено, що ступінь обростання макрофітів Тилігульського лиману нерівномірний. Відзначено, що навіть окремі екземпляри одного виду за різних умов обростають по-різному, оскільки для розвитку епіфітів велике значення мають морфологічні і фізіологічні особливості рослини-субстрата.

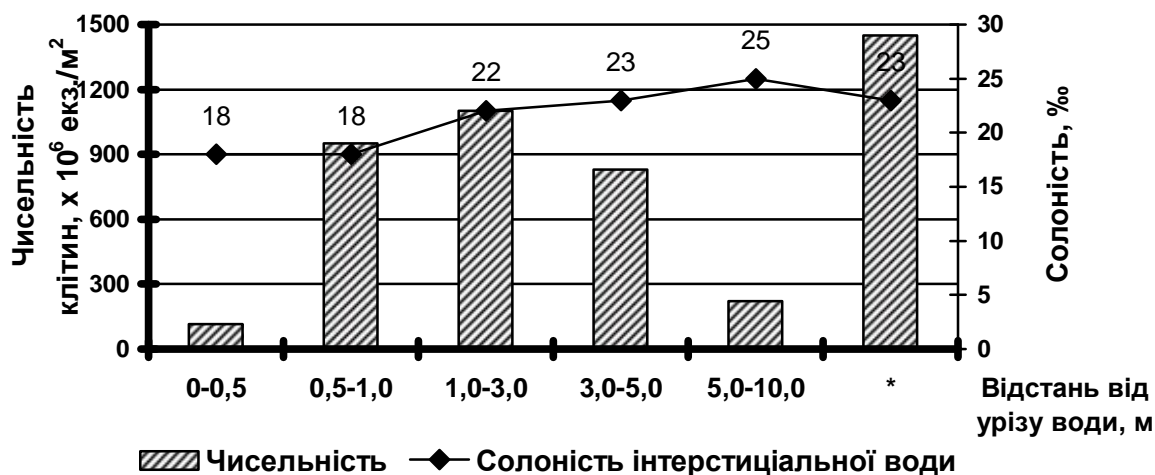


Рис. 3. Динаміка загальної чисельності клітин мікроскопічних водоростей на різних горизонтах в південній частині каналу пересипу Тилігульського лиману (травень 2002 р.). (* - в поглибленнях піску, де періодично накопичується дощова вода).

Максимальної кількості бентосні діатомові водорості досягають на нитчастих і рясно розгалужених макрофітах. Найбільш рясно обростають протягом року *Cladophora sericea*, *C. vagabunda*, *C. siwaschensis* (в солоному озері пересипу лиману), *Ceramium rubrum*, *Chaetomorpha aerea*, *Ectocarpus siliculosus* і *Cystoseira barbata*. Для *C. barbata*, а також водних квіткових рослин, відзначений так званий повторний епіфітизм. Максимальний розвиток обростань в лимані відзначений наприкінці серпня - в жовтні, коли їх абсолютна чисельність досягала 14,0-125,0 млн. екз./г базифіта, а біомаса - до 23,0 г/м². Крім того, у лимані, на відміну від моря, значно більша мозаїчність розподілу макрофітів, і, відповідно, мікрофітів. Навіть на площі 1-2 м² нами відзначене збільшення чи зменшення кількісних показників у декілька разів.

Оригінальні спостереження в ізольованих культурах проб показали, що масовий розвиток видів родів *Tabularia*, *Licmophora* і *Synedra*, за сприятливих умов середовища приводить до пригнічення росту інших епіфітних видів, не впливаючи помітно на такі дрібні рухливі види, як *Navicula salinarum*, *N. cryptocephala*, *N. pennata* var. *pontica*, *Amphora coffeaeformis*, *A. ovalis*, *Stauroneis salina* тощо, для яких тип субстрату, ймовірно, відіграє другорядну роль.

Також у розділі проаналізовано вплив типу і складу субстрату на кількісні показники мікрофітобентосу, роль зоокомпоненти і кількості органічної речовини у воді на розвиток окремих видів. Визначено, що у

щільних заростях макрофітів з обростаннями двостулковим молюском *Mytilaster lineatus*, частіше зустрічаються види, які переважно розвиваються у зонах зі значною кількістю органічної речовини (*Grammatophora marina*, *Nitzschia closterium*, *Amphora coffeaeformis*), а на мулисто-піщаних ґрунтах, де мешкають у кількості до 4420 екз./м² черевоногі молюски *Hydrobia acuta*, *H. arenatum*, *Rissoa membranacea* [Улизко, 2001], чисельність видів мікрофітів зменшується (до 50 %) за рахунок їх активного знищення при живленні молюсків.

ЕКОЛОГІЧНА, ГЕОГРАФІЧНА ТА МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФЛОРИ ДІАТОМОВИХ ВОДОРОСТЕЙ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

У розділі наведені результати аналізу виявленого видового складу діатомових водоростей за відношенням до солоності, забруднення, рН середовища, а також їх географічні особливості.

Більшість виявлених видів діатомових водоростей складають морські евригалінні види. Олігогалоби представлені в лимані 66 таксонами (36,4 %): галофіли - 37 таксонів (20,4 %) і індіференти - 29 таксонів (16,0 %). Індіференти за кількістю дещо поступаються галофілам. Полігалобів і мезогалобів в Тилігульському лимані відзначена приблизно однакова кількість і за числом таксонів вони домінують серед інших груп індикаторів галобності (48 таксонів або 26,5 % і 49 таксонів або 27,1 %) (табл. 3).

Таблиця 3

Співвідношення екологічних груп водоростей мікрофітобентосу (в %) Тилігульського лиману (за чинником солоності)

Екологічна група	Літературні дані			Оригінальні дані (1990-2003 рр.)
	І.І. Погребняк (1965 р.)	М.О. Гусяков (1986-1988 р.)	Загалом до 1988 р.	
Полігалоби	27,8	-	20,0	26,5
Мезогалоби	48,1	41,3	33,3	27,1
Олігогалоби:				
галофіли	9,0	25,4	22,7	20,4
індіференти	15,1	-	12,0	16,0
Невизначене відношення	-	33,3	12,0	9,9

Показано, що аутоекологія діатомових водоростей чорноморських лиманів, як і розпріснених ділянок Чорного моря, не завжди співпадає з відомою для інших водойм. В затоках Чорного моря і в його лиманах, зокрема в Тилігульському, багато морських видів розвивається у воді зі сильно зниженою солоністю, а індіферентні олігогалоби поводяться як галофоби. У свою чергу олігогалобні галофіли також близькі за своїм розповсюдженням до мезогалобів. Саме мезогалобний комплекс зрештою

визначає оригінальність видового складу лиманів, і саме серед них нами виявлені цікаві і рідкісні види, деякі з яких є ендемічними (*Cocconeis kujalnitzkensis* Gusl. et Geras., *Amphora genkalii* Gusl.).

Морських (полігалобних) форм на даний час в Тилігульському лимані більшість, і, ймовірно, їх кількість буде ще збільшуватися внаслідок осолонення лиману. Найближчі роки слід чекати появи в лимані видів, рідкісних для розпрісної північно-західної частини Чорного моря і характерних для інших районів моря з більш стабільними параметрами солоності води.

Основним ядром таксонів діатомових водоростей лиману за відношенням до забруднення є мезосапроби. Найбільша кількість видів (54) відзначена для β -мезосапробної групи, тоді як α -мезосапробів знайдено тільки 20. Порівняльний аналіз показав, що за останні 40 років кількість α -мезосапробів зменшилася тільки на 1 %, а β -мезосапробів збільшилася на 1,8 %. Дещо зменшилася і кількість олігосапробів (з 2,7 до 3,3) і еврисапробів (з 10,7 до 8,3 %). Види з невизначеним відношенням склали 43,7 %. Величина індексу сапробності вод Тилігульського лиману (2,3) характеризує його як β -мезосапробну водойму. Таким чином, дані оригінальних досліджень і проведеного аналізу свідчать про незначні зміни екологічного спектру діатомових водоростей бентосу Тилігульського лиману, а порівняльна характеристика показала, що загальний екологічний стан лиману залишається достатньо стабільним.

В Тилігульському лимані вода має слабо лужну реакцію, тому в ньому трапляються тільки дві групи водоростей – алкаліфіли і індіференти. За нашими даними, величина рН в лимані коливається в межах 7,5-8,7 (середнє значення 8,1). Значення рН поволі збільшується від зими до кінця весни, потім знижується влітку і знов збільшується до осені.

В період досліджень відзначено переважання алкаліфілів, які представлені в лимані 149 таксонами (82,3 %). Група індіферентів значно поступалася (16 таксонів або 10,7 %) алкаліфілам. За період з 1965 р. по теперішній час таксономічний склад за відношенням до рН практично не змінився, проте кількість індіферентів, і, меншою мірою, алкаліфілів, дещо зменшилася, що закономірно пов'язано із збільшенням надходження в останні роки морської води і практично двократним збільшенням солоності води у водоймищі.

Встановлено, що в біогеографічному аспекті в Тилігульському лимані провідне положення займає бореальна фітогеографічна група (67 таксонів або 37,0 % від загальної кількості видового складу). Після осолонення лиману кількість бореальних елементів у водоймищі виросла на 2,3 %. Число таксонів широко поширеної групи діатомових водоростей дещо поступається бореальній (58 таксонів або 32,0 %) і зменшилося на 2,7 %, в порівнянні з 60-ми роками ХХ ст. Бореальна група підрозділяється на широко-бореальну (14,4 %), аркто-бореальну (2,2 %), бореально-тропічну (5,5 %) і бореально-натуральну (0,6 %). В цілому бореальний елемент з підгрупами в

Тилігульському лимані складає 59,7 % або 108 видів і внутрішньовидових таксонів.

Також у розділі розглядається вплив деяких біотичних чинників і солоності води на морфологію клітин водоростей, а також морфологічна і тератологічна мінливість видів. Показано, що видовий склад і морфологічні особливості водоростей є віддзеркаленням усіх процесів, що відбуваються у водоймі.

На прикладі таких видів, як *Achnanthes brevipes*, *A. longipes*, *Navicula pennata* var. *pontica* показано, що найбільш слабо вивченим в природних умовах є те, як в процесі статевого розмноження різні види водоростей утворюють різні за формою і розміром клітини, які дослідники часто приймають за тератологічні зміни або навіть нові види.

Встановлено, що у широко поширеній діатомовій водорості *N. pennata* var. *pontica* ауксоспороутворення не приводить до утворення нової клітини з розмірами в 2-4 рази більшими, ніж звичайна клітина, на відміну від діатомової водорості *A. brevipes*, або, більшою мірою, *A. longipes*, у яких в період ауксоспороутворення нова клітина стає в декілька разів крупніше від початкової, та її форма часто змінена. Найімовірніше, саме у таких швидкорослих клітин відмічається найбільша кількість морфологічних змін в будові і формі стулок, які сприймаються за тератологію у зв'язку з несприятливими екологічними чинниками.

На прикладі поширеної у всьому районі досліджень водорості *Tabularia fasciculata* розглянута морфологічна мінливість клітин в залежності від впливу солоності (табл. 2).

Таблиця 2

**Основні розмірні параметри (мкм) клітин *Tabularia fasciculata*
Чорного моря і досліджених лиманів**

Сезон року	Літературні дані				Тилігульський лиман (оригінальні дані)			
	Чорне море [Гусяков, 1978]		Хаджибейський лиман [Герасимюк, 1992]		Південна частина лиману		Гіпергалінне озеро пересипу лиману	
	Д*	Ш	Д	Ш	Д	Ш	Д	Ш
Весна	210,0±25,0	6,0±0,5	86,3±8,1	5,3±0,5	115,0±10,1	5,1±0,6	55,3±5,3	4,7±0,4
Літо	116,0±20,1	6,2±0,8	67,2±5,9	4,5±0,4	120,0±10,7	5,3±0,5	50,2±4,9	5,5±0,5
Осінь	90,0±15,0	5,8±0,5	77,0±4,9	4,8±0,4	117,0±10,5	5,3±0,5	52,2±5,1	5,5±0,5

*Примітка: Д - довжина клітин, Ш – ширина клітин.

Показано, що окремі представники *T. fasciculata* з гіперсолонного озера пересипу лиману характеризуються своєрідною морфологічною будовою: мають колонії зірчастої будови, панцирі з мінімальною довжиною, які потовщені в центральній частині. В обростаннях *Cladophora siwaschensis* при 100 % покритті макрофіта *T. fasciculata* трапляння особин, морфологічно

відмінних від типового вигляду іноді досягає 50 %. Кількість особин з мінімальною довжиною завжди більше 60 %.

Необхідно відзначити, що нами не знайдені викривлені форми, частота трапляння яких для забрудненого Хаджибейського лиману і полів фільтрації досягала 60 % [Герасимюк, 1992], що майже на порядок вище, ніж у гіпергалінному Куяльницькому лимані. Аналогічна залежність була відзначена нами і для деяких інших масових видів діатомових водоростей.

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ДІАТОМОВИХ ВОДРОСТЕЙ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ І ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Порівняльний аналіз за комплексним фактором солоності трьох великих лиманів півдня України (Тилігульського, Куяльницького і Хаджибейського) показав, що динаміка змін кількості індикаторних груп багато в чому залежить від зміни солоності, особливо в закритих і напівзакритих лиманах. В Тилігульському лимані зростання солоності води призвело до того, що кількість полігалобних видів збільшилася за останні 25 років з 20,0 до 26,5 %, а мезогалобів зменшилася з 33,3 до 27,1 %. Така тенденція для полігалобів Хаджибейського лиману мала протилежну спрямованість, оскільки цей лиман за останні 30 років з солонуватоводного штучно був перетворений на прісноводний. Проте, для мезогалобів обох лиманів збереглася подібна тенденція до зменшення їх кількості, незалежно від різної спрямованості змін солоності. Для гіпергалінного Куяльницького лиману за минулі 30 років зміна солоності відбулася у напрямку зростання, що призвело до зменшення кількості полігалобних видів (з 37,5 до 30,5 %) та індиферентів (з 12,4 до 1,7 %) і збільшення кількості мезогалобів (з 31,3 до 35,6 %). В Тилігульському лимані кількість індиферентів після його осолонення зросла з 12,0 до 16,0 %.

В усіх порівнюваних лиманах найбільш чисельною є група β -мезосапробних видів водоростей, кількість таксонів яких в аналізованій період зазнала значних коливань. Так, в Куяльницькому лимані за останні 30 років, після збільшення його солоності, кількість α -мезосапробних видів збільшилася з 23,3 до 35,3 %, а β -мезосапробних зменшилась з 72,1 до 55,9 %. В той же час осолонення Тилігульського лиману призвело тільки до незначного збільшення β -мезосапробних видів (з 28,0 до 29,8 %) і зменшення на один відсоток кількості α -мезосапробів. Види з широким діапазоном стійкості складають в ньому 8,3 %, що добре узгоджується з відносно стабільною екологічною ситуацією в лимані.

Враховуючи типологічні відмінності Тилігульського лиману від інших лиманів півдня України, було доцільно отримати інформацію про ступінь флористичної подібності різнотипних лиманів з використанням коефіцієнту Стугрена-Радулеску. Відсутність негативних значень коефіцієнту показала слабку подібність аналізованого складу діатомових водоростей Тилігульського лиману та інших лиманів, що свідчить про високу

специфічність таксономічного складу в кожному з порівнюваних водоймищ. Максимальна подібність флористичного складу діатомових водоростей відзначена для Тилігульського і Хаджибейського лиманів (0,15), що пояснюється, ймовірно, подібним генезисом досліджених водойм навіть при іншій спрямованості зміни солоності в Хаджибейському лимані за останні десятиріччя. Найменшою подібністю з видовим складом Тилігульського лиману характеризується Дністровський лиман і Сасик. Ці водойми, в першу чергу, відрізняються низькою солоністю води, а лиман Сасик, крім того, в період його досліджень був штучно розпрісненим, що спричинило різку зміну таксономічного складу із закономірним зменшенням кількості видів.

Значення коефіцієнту Соренсена-Чекановського для діатомових водоростей порівнюваних лиманів також показали подібний результат. Найбільша подібність видового складу діатомових водоростей Тилігульського лиману відзначена з аналогічним Хаджибейського (0,60) і Куяльницького (0,57) лиманів, найменша – з лиманом Сасик (0,31). Середній рівень подібності характерний для Сухого, Шаболатського і Дністровського лиманів.

Таким чином, в результаті порівняльного еколого-біологічного, біогеографічного і таксономічного аналізу діатомових водоростей Тилігульського лиману встановлена оригінальність його видового складу. За інформаційними індексами систематичної структури, а також за складом екологічних і біогеографічних груп він відрізняється від усіх аналізованих лиманів, виділяючись серед них високою видовою різноманітністю і невисоким значенням індексу сапробності.

ВИСНОВКИ

У дисертації викладено узагальнення теоретичних та практичних результатів досліджень, які дозволили охарактеризувати вплив комплексу біотичних і абіотичних чинників середовища на закономірності формування структури фітобентосу Тилігульського лиману та його екологічні характеристики.

1. Фітобентос Тилігульського лиману сформований 167 видами (181 видовим та внутрішньовидовим таксоном) діатомових водоростей, з яких для водоймища вказуються вперше 66, для лиманів північно-західного Причорномор'я – 25. Описані як нові для науки 1 вид – *Fallacia gusliakovi* Kovtun та 1 різновид – *Cocconeis scutellum* var. *tiligulicus* Kovtun. Крім того, відзначено 67 видів (69 видових та внутрішньовидових таксонів) водоростей-макрофітів та 10 видів вищих водних рослин, 42 з яких є новими для Тилігульського лиману і 1 – новим для українського узбережжя Чорного моря (*Vaucheria geminata*).

2. Під впливом підвищення солоності води у лимані за сучасних умов розподіл макрофітобентосу за екологічними групами змінився в порівнянні з 60-ми роками ХХ ст. у напрямку зростання кількості морських видів з 18,1 до 45,6 %, солонуватоводно-морських - з 22,3 до 37,7 % і зменшення

солонуватоводних - з 21,4 до 11,7 %. Фітосапробний аналіз видового складу показав, що в даний час в лимані переважають мезосапроби – 42,9 %, олігосапробів виявлено 22,1 %, полісапробів – 13,0 %. За фітогеографічним складом макрофітобентос Тилігульського лиману відноситься до бореальної зони, з домінуванням видів з широкобореальної (33,8 %), бореально-тропічної (19,5 %) та нижньобореальної (16,9 %) підзон. Ендеміків виявлено 2 види.

3. Сезонна та просторова динаміка абсолютних значень біомаси діатомових водоростей для всього лиману має подібні риси. Відзначено два характерні підйоми чисельності і біомаси, значення яких у вересні-листопаді близько 2 раз більше, ніж у весняний період. Для тимчасових водойм південної частини лиману характерний один пік зростання біомаси (до 300 г/м²). В гіпергалінному озері пересипу лиману відзначено тільки осінній пік чисельності при масовому розвитку епіфітної діатомової водорості *Tabularia fasciculata* з біомасою до 65 г/м².

4. Встановлено, що біомаса мікрофітобентосу залежить від глибини, гранулометричного складу ґрунту і інтенсивності розвитку макрофітів. Із збільшенням глибини від 0,5 до 6,0 м збільшується чисельність синьозелених водоростей (коефіцієнт кореляції Спірмена від 0,33 до 0,55 ($p < 0,05$)) та зменшується чисельність діатомових (від -0,21 до -0,62 ($p < 0,05$)). Середня біомаса мікрофітобентосу на мулисто-піщаних ґрунтах варіює у великих межах (0,5-50,0 г/м²), що відображає мозаїчність розподілу на поверхні субстратів.

5. Сезонна динаміка чисельності та біомаси обростань характеризується одновершинною кривою з максимумом в літньо-осінній період. При збільшенні кількості детриту на водоростях-макрофітах число видів в обростаннях різко зростає. На глибинах до 2 м відзначена подібність видового складу діатомових водоростей обростань з видовим складом донних угруповань (до 80 %).

6. В мезопсамоні Тилігульського лиману знайдено 59 таксонів діатомових водоростей, частина з яких (до 45 %) є алохтонними видами. Екологічний аналіз показав, що полігалофи складають 36,5 %, галофіли – 28,8 %, мезогалофи – 25,0 %, індиференти – 9,6 %. Чисельність і біомаса водоростей цього угруповання в районі пересипу лиману досягає значень, тотожних з такими мікрофітобентосу на глибині 0,5-2,0 метра. Найбільший вплив на чисельність мікрофітів має віддаленість від урізу води, гранулометричний склад піску і ступінь його зволоження.

7. Основу видової різноманітності діатомових водоростей бентосу Тилігульського лиману складають морські евригалінні види. Олігогалофи представлені 66 таксонами (36,4 %). Ця група включає 27,1 % галофілів та 16,0 % індиферентів. Число полігалофів збільшується з верхів'я лиману до центру і трохи зменшується при переході до району пересипу; кількість мезогалофів поступово зменшується від верхів'я до пересипу.

8. Більшість діатомових водоростей лиману – мешканці помірно забруднених вод: β -мезосапробів виявлено 29,8 %, α -мезосапробів – 11,0 %, олігосапробів – 3,3 %. Величина індексу сапробності води Тилігульського лиману – 2,3. По відношенню до рН середовища зазначено переважання алкаліфілів – 82,3 %, число індиферентів склало 10,5 %.

9. Відзначена закономірність зменшення розмірних характеристик клітин діатомової водорості *Tabularia fasciculata* з 90-210 мкм при оптимальній солоності (в Чорному морі) до 50-55 мкм (в гіпергалінному озері пересипу лиману).

10. У зв'язку з підвищенням солоності води в Тилігульському лимані відбулося збільшення загальної кількості відомих для водойми видів, родів, родин, порядків. Показник систематичної різноманітності «пропорції флори» для діатомових водоростей на рівні «вид-родина» збільшився з 4,6 до 4,9, на рівні «вид-рід» – з 2,8 до 3,0.

11. Таксономічний склад діатомових водоростей лиманів північно-західного Причорномор'я характеризується високою специфічністю для кожного з них. Максимальна подібність відзначена для Тилігульського та Хаджибейського лиманів: 0,15 – за коефіцієнтом Стугрена-Радулеску та 0,60 – за коефіцієнтом Соренсена-Чекановського.

СПИСОК ОСНОВНИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ковтун О. А. Новые и редкие для Украины виды Bacillariophyta из лиманов Северо-Западного Причорномор'я / В. П. Герасимюк, Н. Е. Гусяков, Н. И. Беленкова, О. А. Ковтун // Альгология. - 1995. - Т. 5, № 2. - С. 193-196. (аналіз літературних джерел, участь у написанні).
2. Ковтун О. А. Новые и редкие виды Bacillariophyta для Хаджибейского и Куяльницкого лиманов (Украина) / В. П. Герасимюк, Н. Е. Гусяков, О. А. Ковтун // Альгология. - 1996. - Т. 6, № 2. - С. 195-198. (участь у проведенні досліджень і написанні).
3. Ковтун О. А. Особенности формирования морского микро- и макроперифитона на твердых субстратах различного типа / Г. Г. Миничева, Н. Е. Гусяков, О. А. Ковтун // Гидробиол. журн. - 1998. - Т. 34, № 3. - С. 61-67. (проведення досліджень, обробка матеріалу, участь у написанні).
4. Ковтун О. О. Водорості мезофітопсаммону Чорного моря / Н. Е. Гусяков, О. А. Ковтун // Вісник ОНУ. - 2000. - Т. 5, Вип. 1. - С. 129-134. (наукове обґрунтування, обробка матеріалу, аналіз літератури, написання).
5. Ковтун О. О. Макрофіти Тилігульського лиману Чорного моря / Ф. П. Ткаченко, О. О. Ковтун // Укр. ботан. журн. - 2002. - Т. 59, № 2. - С. 184-191. (натурні дослідження, участь у написанні).
6. Ковтун О. О. Нові знахідки макрофітів у Тилігульському лимані Чорного моря / Ф. П. Ткаченко, О. О. Ковтун // Вісник Харківського нац. аграрного університету. - 2004. - Вип. 1 (4). - С. 108 - 115. (камеральна обробка, участь у написанні).

7. Ковтун О. А. Микроскопические водоросли Тилигульского лимана / В. П. Герасимюк, О. А. Ковтун // Альгология. - 2007. - Т. 17, № 1. - С. 42 - 52. (*аналіз літературних джерел, камеральне опрацювання, написання*).
8. Ковтун О. А. Новые таксоны диатомовых водорослей Тилигульского лимана (Северо-Западное Причерноморье) / О. А. Ковтун // Мікробіологія і біотехнологія. - 2008. - № 1 (2). - С. 36-43.
9. А. с. № 7501, Україна. Збірка відеофільмів «Подводный мир Черного моря» / Ковтун О. О. - № 7309; заявка від 12.03.03; зареєстровано 06.05.03; опубл. 15.10.03, Бюл. № 3.
10. Ковтун О. А. Донная растительность Тилигульского лимана / Ф. П. Ткаченко, О. А. Ковтун, Д. Г. Грачев // Всесоюзное совещание [«Гидробиологические исследования в заповедниках СССР»], 17-21 апреля 1989 г., г. Борок, Ярославская обл.: тезисы докл. – М., 1989. - С. 161-162. (*камеральна обробка, опрацювання*).
11. Ковтун О. А. Сучасні аспекти досліджень інтерстиціальної альгофлори Чорного моря та його лиманів / М. О. Гусяков, О. О. Ковтун // IX з'їзд УБТ.: тези допов. - Київ: Наукова думка, 1992. - С. 367. (*камеральна обробка, написання*).
12. Ковтун О. А. Видовой состав, численность и биомасса микрофитобентоса рыхлых осадков северо-западной части Черного моря (По данным 9-го рейса НИС «В. Паршин») / Н. Е. Гусяков, В. П. Герасимюк, О. А. Ковтун // I-й з'їзд гідроекологічного товариства України, 16-19 листопада 1993 р., м. Київ: тези допов. – К.: Наукова думка, 1994. - С. 18. (*проведення досліджень, написання*).
13. Ковтун О. А. Эколого-биологическая характеристика диатомовых водорослей обрастаний твердых искусственных и естественных субстратов в условиях ссеверо-западной части Черного моря / О. А. Ковтун, Н. Е. Гусяков // VI молодежная конференция ботаников, 12-16 мая 1997 г., г. Санкт-Петербург: тезисы докл. – СПб., 1997. - С. 26 - 27. (*проведення досліджень, написання*).
14. Ковтун О. А. Подводные исследования водорослей Тилигульского лимана Черного моря / О. А. Ковтун // Матер. XI з'їзду УБТ, (25-27 вересня 2001 р., м. Харків). – Х., 2001. - С. 167-168.
15. Kovtun O. A. The phytoplankton in interstitial of waterside area as ecological group of microscopic algae of contact sea area / O. A. Kovtun, N. E. Gusliakov, A. A. Tarasenko // 18-th International Diatom Symposium, 2-7 September 2004, Miedzyzdroje, Poland. - 2004. - P. 77.
16. Ковтун О. А. Мезофитопсаммон контактных зон Тилигульского лимана / О. А. Ковтун // Матер. II Международной научн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 140-летию Одесского нац. ун-та им. И. И. Мечникова [«Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация»], (28 марта - 1 апреля 2005г., г. Одесса). - Одесса, 2005. - С. 37.
17. Ковтун О. А. Многолетние изменения в структуре микрофитобентоса Тилигульского лимана / О. А. Ковтун // Матер. міжнародної конф. молодих учених – ботаніків [«Актуальні проблеми ботаніки, екології та

- біотехнології»], (27-30 вересня 2006 р., м. Київ.). – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – С. 7-8.
18. Ковтун О. А. Итоги альгофлористических исследований микрофитобентоса Тилигульского лимана / О. А. Ковтун // Матер. XII з'їзду УБТ, (15-18 травня 2006 р., м. Одеса). - Одеса, 2006. – С. 222.
 19. Kovtun O. A. Ecological and geographical characteristics of diatom algae of microphytobenthos of the Tiligul Estuary / O. A. Kovtun // Матер. III Международной научн. конф. молодых ученых, посвящ. 100-летию со дня рождения выдающегося украинского лишенолога М. Ф. Макаревича [«Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация»], (15 - 18 мая 2007 г., г. Одесса). – Одесса, Печатный дом, 2007. - С. 36.
 20. Ковтун О.А. Эколого-географическая характеристика диатомовых водорослей микрофитобентоса Тилигульского лимана (Черное море)/ О. А. Ковтун//Матер. международной научной конф. [«Современные проблемы альгологии»] и VII Школы по морской биологии (9 -13 июня 2008г., г. Ростов-на-Дону). - Изд-во ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, 2008. – С. 192-194.

АНОТАЦІЯ

Ковтун О. О. Еколого-біологічна, морфологічна і таксономічна характеристика фітобентосу Тилігульського лиману. - Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. - Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, 2009.

За період досліджень у бентосі Тилігульського лиману виявлено 167 видів (181 видових та внутрішньовидових таксонів) діатомових водоростей, з яких вперше наведені для водойми - 66, вперше для лиманів північно-західного Причорномор'я - 25. Описані як нові для науки 1 вид - *Fallacia gusliakovi* Kovtun та 1 різновид - *Cocconeis scutellum* var. *tiligulicus* Kovtun. Крім того, виявлено 69 таксонів водоростей-макрофітів та 10 видів вищих водяних рослин, 42 з яких є новими для лиману та 1 – новим для українського узбережжя Чорного моря (*Vaucheria geminata*).

Вперше досліджено різноманіття водоростей мікрофитобентосу різних біотопів та просторово-часова динаміка їх видового складу. Вперше вивчено та охарактеризовано угруповання – фітомезопсамон. Виявлено зв'язок його видового складу з іншими екологічними зонами мешкання водоростей. На підставі сапробіологічного аналізу охарактеризовано екологічний стан лиману. Проаналізовано залежність видового складу різних екологічних груп від солоності води та рН середовища, дана їх біогеографічна характеристика. Проаналізовано вплив деяких чинників середовища на морфологічні характеристики водоростей. Встановлено особливості, що обумовлюють своєрідність флори Тилігульського лиману у порівнянні з іншими лиманами північно-західного Причорномор'я.

Ключові слова: Тилігульський лиман, фітобентос, водорості, видовий склад, чинники середовища, чисельність, біомаса, сапробіологічний аналіз.

АННОТАЦИЯ

Ковтун О. А. Эколого-биологическая, морфологическая и таксономическая характеристика фитобентоса Тилигульского лимана. – Рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 – экология. – Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Одеса, 2009.

За период исследований выявлено 167 видов (181 видовых и внутривидовых таксонов) диатомовых водорослей, из которых впервые приведены для водоема - 66, впервые для лиманов северо-западного Причерноморья - 25. Описаны как новые для науки 1 вид - *Fallacia gusliakovi* Kovtun и 1 разновидность - *Cocconeis scutellum* var. *tiligulicus* Kovtun. Кроме того, обнаружено 67 видов (69 видовых и внутривидовых таксонов) водорослей-макрофитов и 10 видов высших водных растений, 42 из которых являются новыми для Тилигульского лимана и 1 – новым для украинского побережья Черного моря (*Vaucheria geminata*).

Впервые в Тилигульском лимане изучено разнообразие водорослей различных биотопов и пространственно-временная динамика его видового состава. Приведены данные по распределению макро- и микроводорослей по глубинам в разные сезоны года, их численность и биомасса. Анализируется соотношение живых и мертвых клеток диатомовых водорослей на разных глубинах.

Определена роль диатомовых водорослей в общем балансе количественных показателей фитобентоса. Показано, что в лимане наибольшее влияние на величины биомассы оказывает глубина и характер грунта. В псаммоне выявлена четкая закономерность распределения водорослей по горизонтам. Наилучшего развития они достигают на расстоянии примерно 1-5 метров от уреза воды, где выделяется комплекс доминирующих видов и где наибольшая биомасса и численность. Впервые в Тилигульском лимане изучена и охарактеризована водорослевая группировка – фитомезопсаммон. Выявлена связь видового состава этой зоны с другими экологическими зонами обитания водорослей.

На основе сапробиологического анализа охарактеризовано экологическое состояние лимана. Величина индекса сапробности воды равна 2,3, что характеризует его как β -мезосапробный водоем. Проанализирована зависимость видового состава различных экологических групп от солености воды и pH среды, дана их биогеографическая характеристика.

Впервые с помощью сканирующего электронного микроскопа исследована морфология большинства массовых, редких и новых таксонов диатомовых водорослей лимана, составлен каталог их микрофотографий. Проанализировано влияние некоторых биотических факторов и солености воды на морфологические особенности диатомовых водорослей.

Выявлены особенности, характеризующие гидроэкологическое своеобразие лимана и обуславливающие оригинальность флоры его

фитобентоса в сравнении с другими лиманами северо-западного Причерноморья.

Ключевые слова: Тилигульский лиман, фитобентос, видовой состав, факторы среды, численность, биомасса, распределение, сапробиологический анализ.

SUMMARY

Kovtun O. A. Ecological, biological, morphological and taxonomic features of phytobenthos of the Tiligul Estuary. – Manuscript. Theses for the degree of Candidate of Biological Sciences by speciality 03.00.16 – Ecology. – Odessa National Mechnikov University, Odessa, 2009.

During the period of researches 167 species of diatom algae (181 specific and intraspecific taxons) were revealed from which 66 species were registered for the first time for the reservoir, 25 for the first time for estuaries of northwestern part of the Black Sea coast. 1 species and 1 variety were described as new for science: *Fallacia gusliakovi* Kovtun and *Cocconeis scutellum* var. *tiligulicus* Kovtun. Besides, 69 specific and intraspecific taxons of macrophytes and 10 species of aquatic plants were revealed, from which 42 are new for the Tiligul Estuary, 11 are new for northwest part of the Black Sea and 1 is new for Ukrainian coast of the Black Sea (*Vaucheria geminata*).

For the first time biodiversity of algae of microphytobenthos of different biotopes and spatial and seasonal dynamics of their species composition were investigated. For the first time an algal community – mesophytopsammon – was investigated and described. Connection of specific structure with other ecological areas of algal dwelling was revealed. Ecological state of the estuary was characterized on the basis of saprobiological analysis. Dependence of specific structure of various ecological groups from water salinity and pH was analyzed, their biogeographical characteristics were given. Influence of some biotic and abiotic factors on morphological features of diatoms was analyzed. The features that determine peculiarity of flora of the Tiligul Estuary in comparison with other limans of the north-western part of the Black Sea region were revealed.

Key words: the Tiligul Estuary, phytobenthos, algae, species composition, environmental factors, number, biomass, saprobiological analysis

Підписано до друку 09.09.2008. Формат 60x90/16. Папір офісний.
Друк трафаретний. Ум.-друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № 0901-1а.

Видано з готового оригінал-макету

Віддруковано у ПП «Фенікс»
(Свідоцтво ДК № 1044 від 17.09.02).
м. Одеса, 65009, вул. Зоопаркова, 25. Тел. 8(048) 7777-591.