

УДК 574.587(26): 574.64  
КП 72.19.16-00.00  
№ держреєстрації 0117U007153  
Інв.№

**МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**  
**НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ”(УкрНЦЕМ)**  
65009, м.Одеса, Французький бульвар, 89; тел. (0482) 63 66 22; факс (0482) 63 66 73;  
e-mail: [aceem@te.net.ua](mailto:aceem@te.net.ua), [www.sea.gov.ua](http://www.sea.gov.ua)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор УкрНЦЕМ  
канд.геогр.наук, старш.наук.співроб.  
\_\_\_\_\_ В. М.Коморін  
\_\_\_\_\_ 2018 р.

**ЗВІТ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ**  
**ТА БІОІНДИКАЦІЇ У 2017 РОЦІ**

Керівники НДР:  
Завідувач сектору біологічних методів  
оцінки якості морських вод

Л. Л.Красота

Науковий співробітник сектору біологічних  
методів оцінки якості морських вод

О. В.Рачинська

2017

Рукопис закінчено 28 грудня 2017 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол  
від 15 січня 2018 р. № 1

## СПИСОК АВТОРІВ

Керівники НДР:

Завідувач сектору

біологічних методів

оцінки якості морських вод

Л. Л. Красота

(вступ;

розділи 1, 2, 3, 4;

висновки)

Наук. співроб.

сектору біологічних методів

оцінки якості морських вод

О. В. Рачинська

(розділи 1, 2, 5;

висновки;

додаток А)

Виконавці:

Наук. співроб. відділу

аналітичних досліджень

та організації моніторингу

Т. В. Сібілева

(нормоконтроль)

Технічні виконавці: І. П. Трет'як, Г. Г. Золотарьов, Ю. М. Диханов, Є. А. Мельник

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 130 стор., 29 табл., 23 рис., 1 додаток, 74 джерела.

ЧОРНЕ МОРЕ, БІОТЕСТУВАННЯ, БІОІНДИКАЦІЯ, МІДІЇ,  
МІКРОФІТОБЕНТОС, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН.

Об'єкт дослідження – прибережні та відкриті райони північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ), різні за рівнем та характером антропогенного навантаження.

Метою науково-дослідної роботи була оцінка стану морського середовища прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ методами біотестування та біоіндикації якості довкілля з використанням гідробіонтів різних систематичних рівнів.

Головними завданнями роботи були:

– проведення досліджень якості середовища прибережних та відкритих акваторій ПЗЧМ за показниками розвитку різних за чутливістю тест-об'єктів та організмів-моніторів;

– здійснення порівняльної оцінки змін екологічного стану довкілля антропогенізованих районів ПЗЧМ у 2017 році та у ретроспективному аспекті.

У звіті представлені матеріали досліджень з оцінки якості довкілля умовно чистих і антропогенно навантажених районів ПЗЧМ протягом 2017 року за методами біотестування та біоіндикації по фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіологічних показниках розвитку бентосних гідробіонтів. Надано порівняльну оцінку ступеню впливу середовища на тест-об'єкти та організми-монітори впродовж року та відносно показників, отриманих у попередні роки при дослідженні екологічного стану довкілля ПЗЧМ під час біомоніторингу. Здійснена інтегральна оцінка екологічного стану різних районів ПЗЧМ є інформаційною для використання при прийнятті управлінських рішень, екологічній освіті населення, тощо.

## ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки.....	5
Вступ.....	6
1 Оцінка якості морського довкілля методами біотестування та біоіндикації..	7
2 Матеріал і методи досліджень якості морського середовища.....	9
3 Біотестування якості довкілля північно-західної частини Чорного моря за показниками стану дорослих чорноморських мідій.....	14
3.1 Оцінка якості морського середовища за показником стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій.....	15
3.2 Оцінка якості морських вод за показником інтенсивності фільтрації води мідіями.....	21
3.3 Оцінка якості морського довкілля за показником інтенсивності дихання мідій.....	27
4 Біотестування якості вод північно-західної частини Чорного моря за показниками розвитку личинок мідій.....	33
5 Біоіндикація якості довкілля північно-західної частини Чорного моря за показниками стану водоростей мікрофітобентосу.....	58
5.1 Оцінка якості морського прибережного середовища за показниками розвитку мікрофітобентосу.....	59
5.2 Оцінка якості довкілля відкритих акваторій моря за станом бентосних мікрофітів.....	92
Висновки.....	100
Перелік джерел посилання.....	102
Додаток А Таксономічний склад мікрофітобентосу Одеського морського регіону.....	112

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ПЗЧМ – північно-західна частини Чорного моря

ФПЗ – Філофорне поле Зернова

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря

MFSD – Рамкова Директива про морську стратегію (Marine Strategy Framework Directive)

WFD – Водна Рамкова Директива (Water Framework Directive)

## ВСТУП

Підставами для виконання даної науково-дослідної роботи є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1], Загальнодержавна програма охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів [2], Стратегічний план дій щодо відтворення та захисту Чорного моря [3], Водна Рамкова Директива (WFD) [4], Рамкова Директива про морську стратегію (MFSD) [5], План науково-дослідних робіт Українського наукового центру екології моря (УкрНЦЕМ) на 2017 рік. Використання біологічних показників у системі морського моніторингу є однією з вимог у вищезазначених документах.

Відповідно до сучасних підходів оцінка ступеню та характеру забруднення водного середовища проводиться за допомогою тріади методів – біотестування, методів аналітичної хімії та біоіндикації [6]. Оцінка якості морського довкілля за методами біотестування та біоіндикації здійснюється більш інтегральними та дешевшими, ніж хімічні, методами досліджень стану морського середовища.

Наукові дослідження з біотестування та біоіндикації якості довкілля північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) здійснювались по показниках стану морських бентосних організмів (мідій і водоростей-мікрофітів).

Під час біомоніторингу використовували декілька методів біотестування та біоіндикації одночасно для оцінки впливу довкілля антропогенізованих і чистих ділянок моря на гідробіонтів різних систематичних рівнів, в тому числі і на відмінних за чутливістю вікових стадіях їхнього розвитку.

Характеристики динаміки змін екологічного стану середовища ПЗЧМ, отримані за інтегральними методами оцінки якості довкілля її відкритих та прибережних акваторій (тобто за методами біотестування та біоіндикації) можуть бути використані: для подальшого оперативного прийняття управлінських рішень при регулюванні природокористування морським прибережжям, для охорони у відкритій частині моря ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» (ФПЗ), для екологічної освіти населення, тощо.

## 1 ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ

Проведення оцінки відгуку живого організму на дію морського довкілля, у якому містяться біодоступні забруднюючі речовини, дає інформацію, яку, в принципі, неможливо отримати під час аналізу вмісту токсиканта в середовищі або в організмі. Прямі і непрямі взаємодії токсичних речовин та їхніх метаболітів в середовищі і організмі, синергічні та антагоністичні дії токсикантів знаходять відображення у реакціях гідробіонтів (тест-організмів та організмів-індикаторів). Тобто, стан «здоров'я» цих водних організмів є своєрідним віддзеркаленням екологічного стану досліджуваного середовища [6]-[7].

Біотестування і біоіндикація – сучасні інтегральні способи з оцінки якості водного середовища, які дозволяють досліджувати ряд істотних чинників: наявність у воді токсичних речовин, які неможливо виявити без проведення дорогих хімічних аналізів, а також всілякі варіанти взаємодії хімічних речовин з біологічними об'єктами.

Гідробіонти, що не можуть залишити місце свого мешкання, тобто прикріплені бентосні водорості, двостулкові молюски і інші донні істоти дуже зручні, як організми-монітори. Вони в повній мірі відчують вплив навколишнього середовища (як чистого, так і забрудненого) і за певними показниками (фізіолого-морфологічними, систематичними, кількісними, галобіонтними, сапробіологічними, тощо) інформують дослідників про якість оточуючого довкілля.

Чорноморська мідія (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck), як організм-біофільтратор, що веде осілий спосіб життя, дуже підходить, як до ролі організма-індикатора, так і тест-об'єкта якості морського середовища [7]-[9].

На клітинному рівні інформативним показником стану «здоров'я» мідій є стабільність мембран лізосом клітин гемолімфи молюсків, а руйнування лізосомальної мембрани – це практично універсальний маркер стресу.

На організмовому рівні реакції мідій на зміни якості навколишнього середовища відображають показники інтенсивності дихання і фільтрації моллюсків – основні характеристики їхнього обміну речовин.

Дуже чутливим показником з оцінки стану морського довкілля є морфогенез личинок мідій (на ранніх стадіях розвитку) у чистій і забрудненій (у різному ступені) воді.

Використання чорноморських мідій на різних стадіях їхнього розвитку дозволяє встановити наявність як незначних, так і суттєвих змін екологічних характеристик стану оточуючого середовища.

На популяційному (біоценотичному) рівні для біоіндикації якості морського середовища досліджують видове розмаїття, показники кількісного розвитку організмів-індикаторів та їх угруповань, екологічну різноманітність гідробіонтів-моніторів (за життєвими формами, галобіонтним та сапробіонтним складом, наявністю та кількістю морфологічних аномалій особин) [10]-[14].

Важливе місце серед спільнот організмів-моніторів посідають широко розповсюджені та чутливі до змін факторів довкілля водорості мікрофітобентосу, які інтенсивно розвиваються на природних і штучних субстратах, а тому чітко відображують екологічний стан морського середовища під час його біоіндикації [15]-[16].



## 2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Протягом 2017 року об'єктами досліджень якості морського довкілля були прибережні та відкриті акваторії ПЗЧМ, різні за характером і ступенем антропогенного навантаження. Наукові дослідження з оцінки якості морського середовища проводилися за методами біотестування та біоіндикації.

Проби води і бентосних гідробіонтів (мідій та мікрофітобентосу різних субстратів) для біотестування та біоіндикації відбирали у наступних прибережних районах:

- мису Малий Фонтан (умовно-чистий район Одеської затоки [9], [17]), координати  $46^{\circ}26,311'$  пн. ш. та  $30^{\circ}46,330'$  сх. д.;
- пляжу «Аркадія» (значне рекреаційне навантаження), координати  $46^{\circ}25,776'$  пн. ш. та  $30^{\circ}46,074'$  сх. д.;
- Дачі Ковалевського (скид господарсько-побутових стоків), координати  $46^{\circ}22,056'$  пн. ш. та  $30^{\circ}43,812'$  сх. д.;
- санаторію ім. Чкалова (скид санаторних стоків), координати  $46^{\circ}26,602'$  пн. ш. та  $30^{\circ}46,318'$  сх. д.;
- пляжу «Дельфін» (скид дренажних вод), координати  $46^{\circ}27,103'$  пн. ш. та  $30^{\circ}46,149'$  сх. д.;
- Одеського порту (проведення портових операцій), координати  $46^{\circ}29,647'$  пн. ш. та  $30^{\circ}44,955'$  сх. д.;
- Нафтогавані (проведення портових операцій), координати  $46^{\circ}30,867'$  пн. ш. та  $30^{\circ}44,127'$  сх. д.;
- Лузанівки I (значне рекреаційне навантаження), координати  $46^{\circ}32,929'$  пн. ш. та  $30^{\circ}45,503'$  сх. д.;
- Лузанівки II (значне рекреаційне навантаження), координати  $46^{\circ}33,207'$  пн. ш. та  $30^{\circ}46,154'$  сх. д.;

– Григоріївського лиману (портові операції з великотоннажними судами), координати  $46^{\circ}38,782'$  пн. ш. та  $31^{\circ}00,427'$  сх. д.;

– Затоки: на пляжі бази відпочинку «Альбатрос» (рекреаційне навантаження), координати  $46^{\circ}04,140'$  пн. ш. та  $30^{\circ}27,831'$  сх. д.;

– Коблевого: на пляжі бази відпочинку «Кипарис» (рекреаційне навантаження), координати  $46^{\circ}37,675'$  пн. ш. та  $31^{\circ}10,283'$  сх. д.

Під час експедицій науково-дослідних суден були відібрані проби води і мікрофітобентосу для досліджень якості довкілля таких відкритих акваторій ПЗЧМ:

– Дністровського району, координати  $46^{\circ}05,041'$  пн. ш. та  $30^{\circ}30,272'$  сх. д.;

– району Дунайсько-Дністровського межиріччя, координати  $45^{\circ}49,941'$  пн. ш. та  $30^{\circ}17,920'$  сх. д.;

– Дунайського району I, координати  $45^{\circ}36,008'$  пн. ш. та  $29^{\circ}47,071'$  сх. д.;

– Дунайського району II, координати  $45^{\circ}18,934'$  пн. ш. та  $29^{\circ}47,009'$  сх. д.;

– ФПЗ I, координати  $45^{\circ}30,419'$  пн. ш. та  $30^{\circ}30,226'$  сх. д.;

– ФПЗ II, координати  $45^{\circ}40,010'$  пн. ш. та  $31^{\circ}14,986'$  сх. д.;

– ФПЗ III, координати  $45^{\circ}49,976'$  пн. ш. та  $31^{\circ}00,618'$  сх. д.;

– ФПЗ IV, координати  $46^{\circ}00,025'$  пн. ш. та  $31^{\circ}15,041'$  сх. д.;

– Дніпро-Бузького району I, координати  $46^{\circ}13,594'$  пн. ш. та  $31^{\circ}36,390'$  сх. д.;

– Дніпро-Бузького району II, координати  $46^{\circ}35,756'$  пн. ш. та  $31^{\circ}5,179'$  сх. д.;

– Дніпро-Бузького району III, координати  $46^{\circ}32,181'$  пн. ш. та  $30^{\circ}46,775'$  сх. д.;

– району дампінгу ґрунтів, координати  $46^{\circ}38,333'$  пн. ш. та  $31^{\circ}01,667'$  сх. д.;

– ПЗЧМ I, координати  $45^{\circ}21,667'$  пн. ш. та  $31^{\circ}23,333'$  сх. д.;

– ПЗЧМ II, координати  $44^{\circ}85,000'$  пн. ш. та  $31^{\circ}33,333'$  сх. д.

Біотестування та біоіндикація якості морського довкілля ПЗЧМ були проведені з використанням фізіолого-морфологічних показників стану дорослих чорноморських мідій (розміром від 45 мм до 50 мм) та їхніх личинок на ранніх

стадіях розвитку і систематичних, кількісних, морфологічних, галобіонтних та сапробіологічних характеристик стану водоростей мікрофітобентосу.

Оцінка якості морського середовища за показником стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій була проведена за «Методикою оцінки якості морської води з використанням показника часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» [9]. Ця методика застосовується у біологічному моніторингу для біотестування та біоіндикації морського середовища з використанням гемолімфи дорослих чорноморських мідій.

Метод базується на оцінці стану «здоров'я» мідій за показником часу утримання токсичного барвника (нейтрального червоного) лізосомами (внутрішньоклітинними органелами) клітин гемолімфи двостулкових молюсків. У здорових мідій лізосоми утримують барвник довше, ніж в ослаблених молюсків, руйнування лізосомальних мембран яких настає через дуже короткий проміжок часу після проникнення токсиканту у ці органели [18]-[21].

Критерії оцінки якості морського довкілля за реєстрованим показником стабільності лізосомальних мембран чорноморських мідій наступні [9]:

- якщо час утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи у досліджуваних молюсків перевищує 120 хв – якість морського середовища оцінюється як «гарна»;
- складає від 60 хв до 120 хв – як «задовільна»;
- менше 60 хв – як «погана».

Показники інтенсивності фільтрації мідіями прибережних вод також були використані для проведення оцінки якості досліджуваного морського середовища. Біотестування якості довкілля здійснювалося за «Методикою оцінки якості морської води з використанням показника характеру фільтрації води чорноморськими мідіями (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» [9].

В основу методу покладена оцінка фізіологічного стану мідій за показником характеру фільтрації ними морської води в динаміці.

Фільтраційний процес у здорових мідій протікає активно. В ослаблених і пригноблених (під впливом забрудненого середовища) молюсків цей процес загасає, аж до повного припинення [22]-[25].

За «Методикою оцінки якості води з використанням показника інтенсивності дихання водних організмів» [9], протягом року проводили моніторинг стану водного середовища по показниках дихання дорослих чорноморських мідій. Використана методика пристосована для біотестування і біоіндикації водного довкілля з використанням різних живих гідробіонтів. В основу методики покладено оцінку якості морського середовища за динамікою змін інтенсивності дихання гідробіонтів (одного з основних показників обміну речовин в організмі) під час перебування у досліджуваному водному середовищі [26]-[28].

Для дослідження екологічного стану морського середовища за показниками морфогенезу личинок мідій була застосована «Методика оцінки якості морської води з використанням ранніх стадій розвитку ембріонів чорноморських мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)», яка придатна для біотестування і біоіндикації якості морського довкілля [9].

Метод оцінки якості води характеризується як високоілюстративний і чутливий, але має визначені сезонні обмеження в застосуванні через те, що цілком залежить від періодів розмноження використаних молюсків. Тому він застосовується у весняно-літній і в літньо-осінній періоди року та базується на вивченні аномалій у розвитку личинок мідій у їхній планктонній фазі на стадіях трохофор і продіссоконхів у морських водах різного ступеню забруднення [29]-[31].

Оцінку токсичності морського середовища для личинок двостулкових молюсків проводять за критеріями, запропонованими у 1965 році Woelke [32]:

- < 5 % аномальних личинок: не токсичне;
- від 5 % до 15 % аномальних личинок: малотоксичне;
- > 15 % аномальних личинок: токсичне;
- > 50 % аномальних личинок: середовище має розтягнутий летальний поріг;

> 90 % аномальних личинок: летальне.

Проби мікрофітобентосу для біоіндикації якості морського довкілля досліджуваних районів відбирали та обробляли за загальноприйнятими методиками [11], [33]. Крім того, дослідження мікроводоростей обростань ступок мідій здійснювали за методиками, наведеними у роботах Л.І. Рябушко та В.І. Рябушко [34]-[35]. У кожному досліджуваному районі мікрофіти відбирали з поверхні всіх наявних видів субстратів. Мікроскопічну обробку проб виконували в умовах берегової лабораторії згідно з вимогами відповідних методик [36]-[37]. Назви систематичних груп мікроводоростей вказували за загальноприйнятою у світовій практиці системою класифікації [38]-[41]. При обробці проб враховували не тільки суто бентосні водорості, а й наявність у складі мікрофітобентосу планктонних та бенто-планктонних форм.

Під час відбору проб води і гідробіонтів систематично вимірювались показники температури та солоності води удосліджуваних районах.

Отримані результати були статистично оброблені [42].

### **З БІОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАНУ ДОРОСЛИХ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ**

Двостулкові молюски родини мітілід (*Mytilidae Rafinesque*) – провідний компонент донних фільтраторів Чорного моря, здійснюючих колосальну за масштабами функцію біологічного фільтру, що осаджує різні зависі із водного середовища від урізу води до меж сірководневої зони [22]-[23]. Мітіліди-домінанти відіграють у спільнотах безсумнівну значну едифікаторну роль. В багатьох біотопах вони є домінуючими за розмірами і біомасою представниками зообентосу, які визначають структурні та функціональні особливості відповідних донних спільнот.

Серед мітілід дуже виділяються чорноморські мідії – біофільтратори, які пропускають крізь себе щодобово величезну кількість морської води, що забезпечує їх життєдіяльність за рахунок відфільтровування компонентів оточуючого середовища. Саме тому мідії здатні накопичувати у своєму організмі забруднюючі речовини з водного довкілля. Можна сказати, що стан мідій – це інтегральний показник екологічного стану району мешкання даних гідробіонтів.

Стан молюсків-фільтраторів об'єктивно відображує якість морського довкілля, як середовища їхнього мешкання. Біотестування (біологічна оцінка) якості вод, як природних, так і антропогенно трансформованих, з використанням чорноморських мідій (на різних за чутливістю вікових стадіях їхнього розвитку), дозволяє отримати достовірну інформацію щодо екологічних характеристик морських акваторій [9].

Для проведення робіт з біотестування якості морського середовища антропогенізованих і чистих прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ за фізіолого-морфологічними показниками стану дорослих мідій проби води і молюсків улітку відбирали у червні з настанням біологічного літа, а осінні проби – на початку жовтня.

### 3.1 Оцінка якості морського середовища за показником стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій

Протягом 2017 року проведено біотестування якості морських вод прибережних акваторій Одеського регіону (як умовно-чистих, так і антропогенно навантажених) з використанням показника стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи дорослих чорноморських мідій. Дослідження проводилися за «Методикою оцінки якості морської води з використанням показника часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» (див. 2).

Під час біотестування якості морського довкілля за досліджуваними характеристиками стану лізосом клітин гемолімфи дорослих мідій було встановлено, що протягом всього року найбільш екологічно сприятливими для мешкання цих мітілід були умови у прибережжі мису Малий Фонтан.

При проведенні біотестування якості морського середовища за фізіолого-морфологічними показниками гідробіонтів для коректної інтерпретації отриманих даних необхідно враховувати вплив на стан тест-об'єктів ряду екологічних факторів, таких, як солоність, температура, період року, тощо [26]. Улітку 2017 року температурні показники водного середовища досліджуваних прибережних районів становили від 11,0 °С до 19,0 °С. Солоність прибережної води знаходилась у діапазоні від 16,3 ‰ до 17,4 ‰. Тобто, показники солоності води влітку відповідали екологічній нормі для розвитку чорноморських мідій. Восени температура та солоність поверхневих вод були від 15,5 °С до 17,0 °С та від 16,0 ‰ до 17,0 ‰, відповідно. Тобто, і восени реєстровані гідрологічні показники повсюдно були екологічно нормальними для життєдіяльності чорноморських двостулкових молюсків.

Стійкість мембран лізосом клітин гемолімфи мідій до впливу модельного токсиканту (нейтрального червоного) улітку була найвищою у особин, які

перебували у водному середовищі з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, і становила 171 хв (табл. 1).

Таблиця 1 – Час утримання нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону в 2017 році (у хв)

Місце відбору	Кількість повторів (n)	Максимальні показники	Мінімальні показники	$\bar{x} \pm \sigma$	с. v. (%)
Літній період року					
Мис Малий Фонтан	10	180	150	171,0 ± 3,25	1,90
Одеський порт	10	180	120	165,0 ± 6,49	3,93
Григоріївський лиман	10	180	120	156,0 ± 6,49	4,16
Осінній період року					
Мис Малий Фонтан	10	180	150	174,0 ± 3,25	1,87
Одеський порт	10	180	150	165,0 ± 3,25	1,97
Григоріївський лиман	10	180	120	159,0 ± 6,49	4,08

Лізосомальна стабільність клітин гемолімфи тест-об'єктів у воді з Григоріївського лиману у літній сезон досліджень була найнижчою – 156 хв, що було на 15 хв менше, ніж в молюсків, які перебували в умовах лабораторії у воді з умовно-чистого району біля мису Малий Фонтан.

В осінній сезон спостережень стабільність лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій також була найкращою у двостулкових під час досліджень якості води з району мису Малий Фонтан і сягнула 174 хв. Показники часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи використаних тест-об'єктів, що перебували восени в умовах лабораторії у лиманській воді та у воді з району Одеського порту, були дуже подібні до тих, які були отримані влітку поточного року.



Цього року за часом утримання модельного токсиканту мембранами лізосом гемолімфи мідій стан «здоров'я» двостулкових та водного середовища всіх досліджених акваторій відповідав лише категорії «гарний», тому що реєстрований показник гемолімфи молюсків повсюдно перевищував 120-хвилинний поріг (в 1,3-1,5 рази).

Критерії оцінки якості морського середовища за реєстрованим показником стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій дозволили простежити за змінами екологічного стану досліджуваних акваторій у порівнянні з минулими роками, зокрема за період семи останніх років (рис. 1).

Літом 2011 року час утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій при біотестуванні якості води з різних прибережних районів перебував у діапазоні від 49,5 хв до 102,0 хв, тому якість морського середовища більшості акваторій була оцінена як «задовільна». Лише якість прибережного довкілля Григоріївського лиману відповідала категорії «погана» (мембрани лізосом мідій утримували токсичний барвник менше 60 хв). Осінню 2011 року час утримання нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи мідій при тестуванні якості морської води Одеського прибережжя зріс у 1,5-1,8 рази і Григоріївського лиману – у 2,3 рази порівняно з літом цього ж року. Екологічний стан досліджуваних акваторій (за критеріями оцінки якості морського довкілля по реєстрованому показнику стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій (див. 2)) у порівнянні з літом змінився в Одеському прибережжі у районі мису Малий Фонтан з «задовільного» на «гарний», а у лимані з «поганого» - на «задовільний».

Наступного 2012 року сталося покращення екологічних характеристик морського середовища Одеського регіону. Під час біотестування якості вод цих акваторій літом було встановлено, що час утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій зріс у 1,6-2,5 рази порівняно з літнім сезоном попереднього року і повсюдно перевищував 120 хв. Тому якість прибережних вод досліджених морських ділянок була оцінена як «гарна». Біотестування якості прибережних вод м. Одеси та Григоріївського лиману восени 2012 року

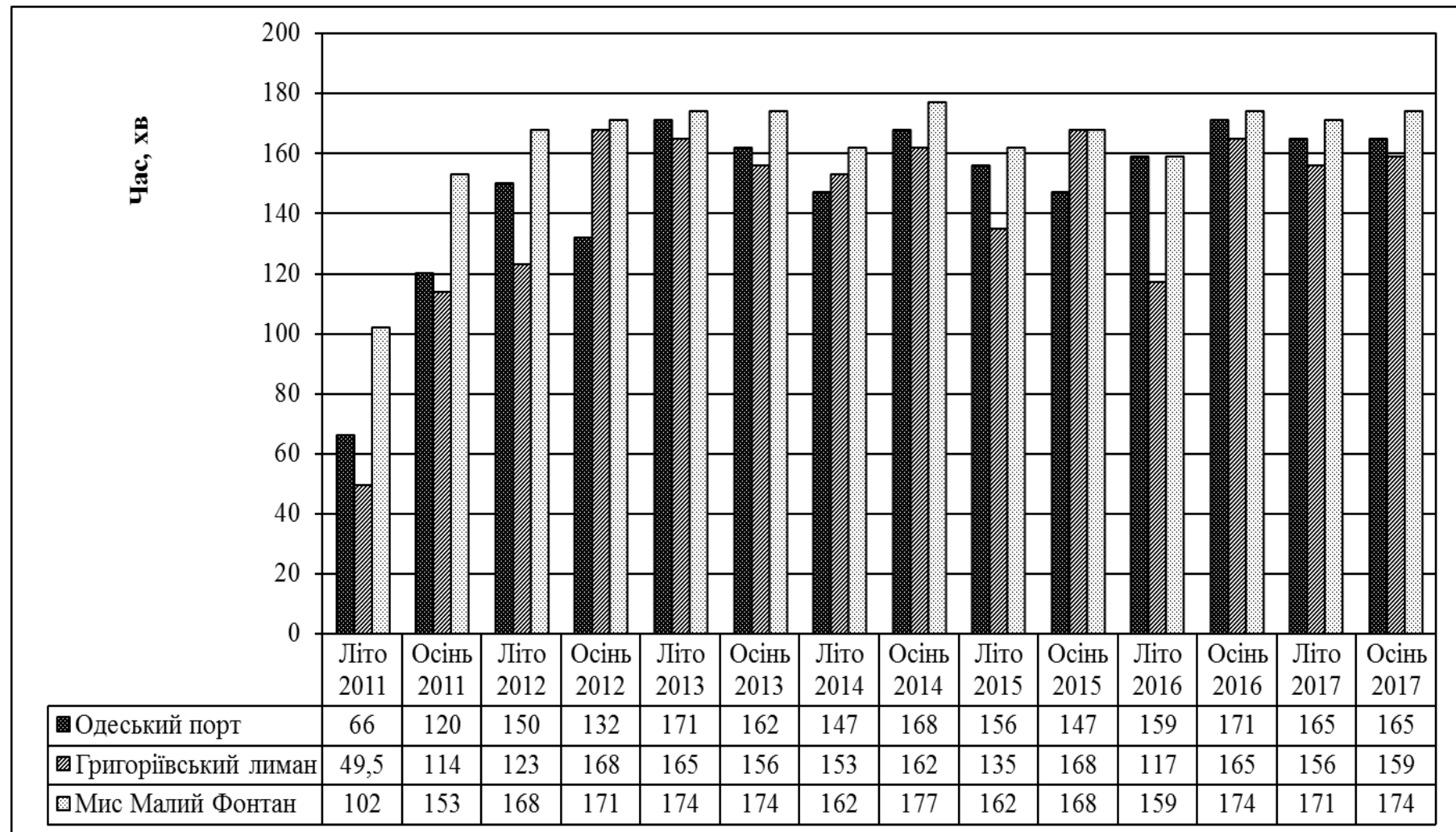


Рисунок 1 – Час утримання нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону в 2011-2017 роках (у хв)

показало, що в цілому якість морського довкілля досліджених акваторій покращилась. Якість морського середовища була повсюдно також оцінена як «гарна».

Протягом 2013 року, в цілому, сталося подальше покращення екологічного стану досліджених прибережних морських районів для існування гідробіонтів.

Лише екологічні характеристики прибережних вод Григоріївського лиману погіршилися, що відбилося на зниженні часу утримання нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи мідій при тестуванні якості лиманської води в осінній сезон 2013 року на 12 хв. Але якість води всіх досліджених морських районів Одеського регіону в 2013 році відповідала категорії «гарна».

Стійкість мембран лізосом клітин гемолімфи мідій до впливу нейтрального червоного при біотестуванні якості морської води Одеської затоки та Григоріївського лиману улітку 2014 року була дещо нижчою, ніж попереднього року, що може бути обумовлено зростанням токсичних властивостей довкілля досліджених акваторій, різних за характером та рівнем антропогенного навантаження. Осінню стабільність лізосомальних мембран клітин гемолімфи дорослих мідій зросла і перевищила аналогічні показники, отримані в осінні періоди 2011-2013 років досліджень екологічного стану морського середовища під час біотестування якості прибережного довкілля Одеського морського регіону (мінімально на 3 хв і максимально на 24 хв). Протягом всього 2014 року стан «здоров'я» дорослих мідій та оточуючого середовища досліджених акваторій, оцінений за часом утримання модельного токсиканту мембранами лізосом гемолімфи моллюсків, відповідали категорії «гарний», тому що цей реєстрований показник стану моллюсків впродовж року повсюдно перевищував 120-хвилинний поріг (в 1,2-1,5 рази).

Впродовж 2015 року дещо погіршилась якість дослідженого морського середовища і зазнали покращення екологічні характеристики лиманської води відносно показників попереднього року, що чітко відобразилося на стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи дорослих чорноморських мідій, використаних у якості тест-об'єктів. Так, восени зменшився час утримання нейтрального

червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи молюсків під час тестування якості вод прибережжя м. Одеси відносно показників минулої осені (від 9 хв до 21 хв), а при дослідженні водного середовища Григоріївського лиману – зростання на 6 хв.

У літній сезон 2016 року сталося погіршення якості водного середовища Григоріївського лиману (вихід барвника нейтрального червоного з лізосом гемолімфи мідій прискорився на 18 хв порівняно з літнім періодом досліджень 2015 року), а якість лиманської води понизилася до категорії «задовільна», що востаннє було відмічено восени 2011 року. Але осінню цього року сталося повсюдне покращення екологічних характеристик водного довкілля Одеського регіону для розвитку гідробіонтів родини Mytilidae до рівня літа 2013 року, що відобразилося на кількісних показниках часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій, які підвищилися порівняно з показниками попереднього сезону досліджень у 1,1-1,4 рази і дозволили оцінити всі лиманські та чорноморські досліджені води як «гарні».

Влітку 2017 року стійкість мембран лізосом клітин гемолімфи мідій до впливу нейтрального червоного (модельного токсиканту) мала показники, вищі за минулорічні (мінімально на 6 хв і максимально на 39 хв), в усіх протестованих середовищах, тобто становила від 156 хв до 171 хв. Восени цей показник у молюсків, що перебували у воді з прибережжя мису Малий Фонтан, був найвищим і співпав з минулорічним, склавши 174 хв. В інших середовищах стабільність лізосомальних мембран клітин гемолімфи протестованих гідробіонтів незначно знизилася (на 6 хв) відносно показників 2016 року і перебувала у діапазоні від 159 хв до 165 хв. Якість дослідженого прибережного довкілля м. Одеси та Григоріївського лиману повсюдно оцінена як «гарна».

Протягом 2017 року акваторія, прилегла до мису Малий Фонтан, яка була неодноразово оцінена нами у попередніх багаторічних дослідженнях як умовно-чиста ділянка прибережжя м. Одеси [9], знову мала найкращі екологічні властивості для розвитку дорослих мідій в Одеському регіоні, що чітко

відображують показники стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи цих тест-об'єктів, отримані під час біотестування якості її водного середовища.

Отже, екологічний стан прибережних акваторій Одеського регіону суттєво покращився для розвитку гідробіонтів в останні роки, що показано при біотестуванні якості морського довкілля досліджених прибережних районів за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій у період спостережень з 2011 по 2017 рік, коли якість водного середовища повсюдно стала стабільно відповідати категорії «гарна».

### 3.2 Оцінка якості морських вод за показником інтенсивності фільтрації води мідіями

Фільтраційна активність мітілід – одна з основних характеристик процесу метаболізму їхніх організмів, яка є важливою характеристикою реакції цих двостулкових на зміни якості морського довкілля під впливом природних та антропогенних факторів.

Чорноморська мідія відноситься до найбільш зручних об'єктів для дослідження екологічного стану прибережного морського середовища, як активний фільтратор морських вод та численний компонент різноманітних зооценозів Чорного моря [9], [23], [25], [43]-[44]. Стан «здоров'я» цих двостулкових бентосних організмів, які ведуть осілий спосіб життя і тому не можуть залишити своє місцеперебування під час змін екологічних умов у оточуючому їх середовищі, дзеркально відображає якість морського довкілля району їхнього мешкання.

Серед продукційних характеристик виду особливе місце займають фізіолого-морфологічні показники організму, які використовуються для оцінки екологічних умов існування виду.

У 2017 році було проведено біотестування якості морських вод з прибережних районів Одеського регіону (як із умовно-чистої акваторії, так і з антропогенно навантажених районів) за показником інтенсивності фільтрації води дорослими мідіями (розміром від 45 мм до 50 мм) відповідно до «Методики оцінки якості морської води з використанням показника характеру фільтрації води чорноморськими мідіями (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» [9] (див. 2).

Влітку найбільш сприятливими для мешкання мітілід були умови в прибережжі мису Малий Фонтан, у водному середовищі якого показник фільтраційної активності мідій перевищив результати, отримані при дослідженні вод з інших морських акваторій, на 9,3 % та 22,8 % (до можливого) на четверту годину спостережень (табл. 2).

Екологічні умови для існування мідій в Григоріївському лимані були найгіршими: інтенсивність фільтрації води молюсками виявилася в 1,4-1,6 рази нижчою порівняно з показниками, отриманими під час біотестування якості водного середовища з районів Одеського порту та мису Малий Фонтан.

Осіною активність фільтраційного процесу у мідій під час біотестування якості водного прибережного середовища досліджуваних районів дещо змінилася. Найкращим, як і влітку, був показник інтенсивності фільтрації чорноморськими мідіями води, відібраної з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан. Але він став на 5,5 % меншим, ніж влітку. Найсуттєвіше протягом року знизилася інтенсивність фільтрації чорноморськими мідіями води з Одеського порту. Біологічне освітлення тест-об'єктами водного середовища з району Одеського порту знизилося порівняно з зареєстрованим улітку показником фільтраційної активності моллюсків на 8,4 % (до можливого). Лише у особин, які перебували у водному середовищі з Григоріївського лиману, майже не сталося сезонного коливання інтенсивності фільтраційного процесу і вона становила восени 35,9 % (до можливого), тобто процес фільтрації мідіями лиманської води незначно покращився, тому що його активність (відносно літньої) зросла на 0,5 % (до можливого).

Таблиця 2 – Інтенсивність фільтрації води чорноморськими мідіями при біотестуванні якості довкілля Одеського морського регіону у 2017 році (у % до можливого)

Термін експозиції (години)	Мис Малий Фонтан			Григоріївський лиман			Одеський порт		
	n	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	n	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	n	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Літній період року									
0,5	10	29,7 ± 6,01	20,24	10	16,5 ± 6,62	40,12	10	16,6 ± 4,28	25,78
1,0	10	40,2 ± 6,93	17,24	10	24,7 ± 8,47	34,29	10	24,3 ± 6,26	25,76
1,5	10	47,5 ± 6,49	13,66	10	28,6 ± 8,72	30,49	10	40,2 ± 6,19	15,40
2,0	10	51,7 ± 5,75	11,12	10	31,5 ± 8,59	27,27	10	43,8 ± 5,50	12,56
2,5	10	54,2 ± 5,20	9,59	10	34,4 ± 8,10	23,54	10	47,0 ± 4,76	10,13
3,0	10	55,0 ± 4,82	8,67	10	35,4 ± 7,66	21,64	10	48,7 ± 4,26	8,74
3,5	10	56,5 ± 4,26	7,54	10	36,1 ± 7,23	20,03	10	49,4 ± 3,46	7,00
4,0	10	58,2 ± 3,78	6,49	10	35,4 ± 6,80	19,21	10	48,9 ± 3,16	6,46
Осінній період року									
0,5	10	29,9 ± 6,58	22,01	10	19,7 ± 6,70	34,01	10	18,4 ± 5,29	28,75
1,0	10	45,9 ± 6,88	14,99	10	26,4 ± 7,68	29,09	10	32,6 ± 7,52	23,07
1,5	10	50,6 ± 6,76	13,36	10	35,1 ± 8,18	23,30	10	38,5 ± 7,58	19,69
2,0	10	52,8 ± 6,21	11,76	10	37,2 ± 8,37	22,50	10	41,4 ± 7,46	18,02
2,5	10	54,0 ± 5,54	10,26	10	37,3 ± 8,21	22,01	10	42,6 ± 7,27	17,07
3,0	10	54,5 ± 5,11	9,38	10	37,1 ± 7,75	20,56	10	42,3 ± 6,98	16,50
3,5	10	55,0 ± 4,52	8,22	10	37,4 ± 7,32	19,57	10	41,5 ± 6,85	16,51
4,0	10	52,7 ± 4,12	7,82	10	35,9 ± 6,94	19,33	10	40,5 ± 6,61	16,32

Порівняння результатів досліджень процесу фільтрації мідями морської води з різних прибережних акваторій Одеського регіону за період з 2011 по 2017 рік виявило, що восени фільтраційна активність за отриманими показниками, в цілому, перевищувала результати досліджень, проведених у літні періоди (рис. 2 та рис. 3). Виняток становили лише показники інтенсивності фільтрації чорноморських мідій протягом 2011 року. Тоді восени зменшився реєстрований показник дослідження фільтраційного процесу молюсків в 1,1-1,4 рази порівняно з літніми результатами оцінки інтенсивності фільтрації досліджуваних водних мас. Надалі склалася тенденція щорічного зростання фільтраційної активності мідій від літа до осені, а найсуттєвішим воно було у 2016 році – до 3,8 разів.

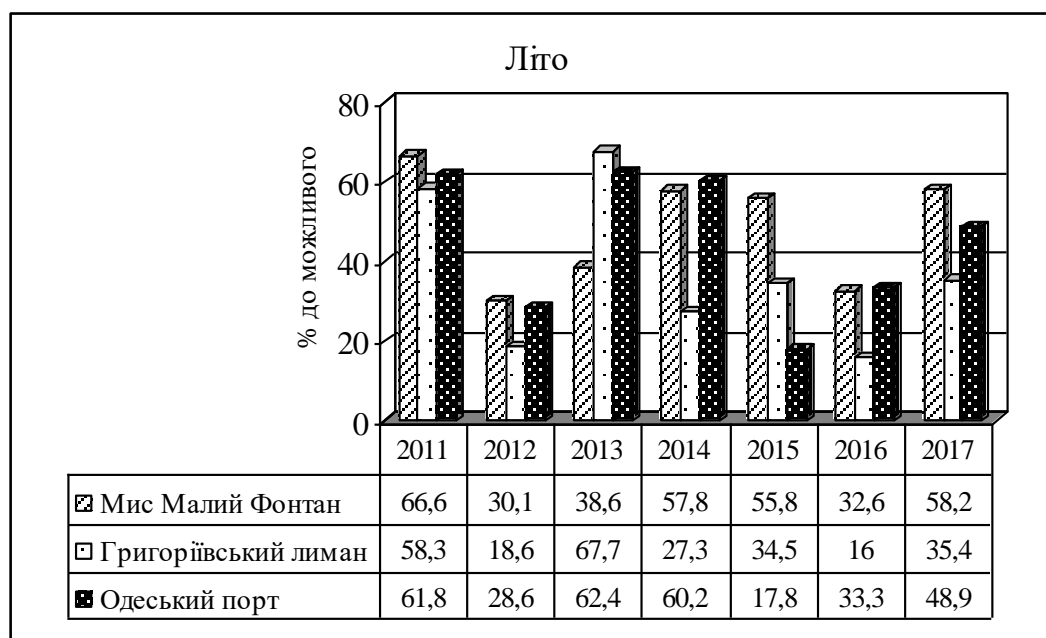


Рисунок 2 – Фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості морських вод Одеського регіону у літні періоди 2011-2017 років (на четверту годину спостережень)

Влітку 2017 року за сприятливих природних умов та наявності помірного антропогенного впливу на досліджувані прибережні акваторії сталося посилення фільтраційного процесу у мідій порівняно з результатами аналогічних досліджень у літні сезони попередніх років (див. рис. 2). Відносно показників 2016 року



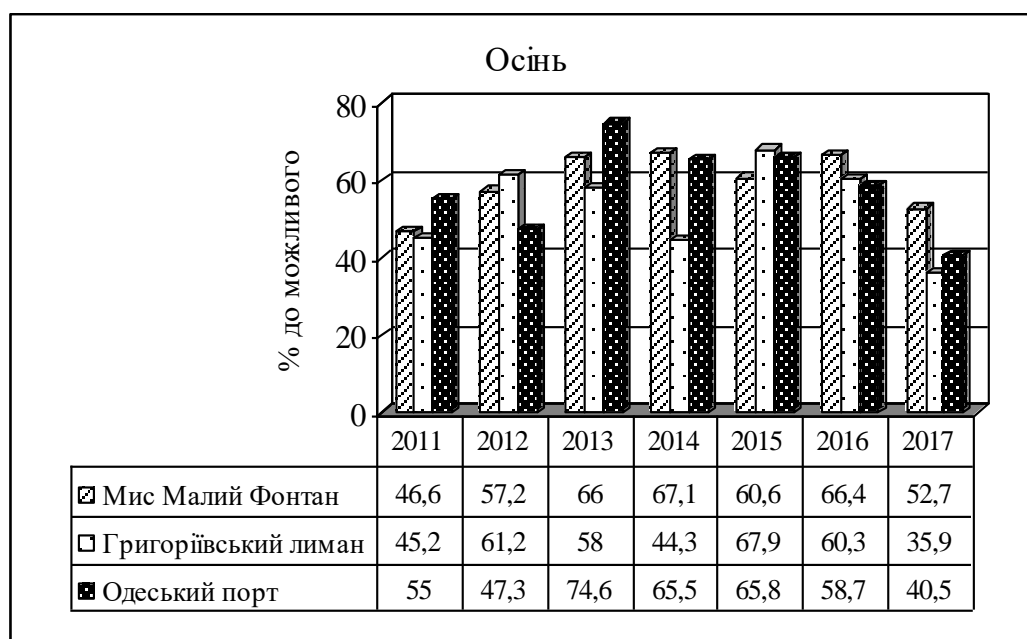


Рисунок 3 – Фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості морських вод Одеського регіону в осінні періоди 2011-2017 років (на четверту годину спостережень)

активність фільтрації мідіями всіх досліджуваних вод літом зросла від 15,6 % до 25,6 % (до можливого). Слід відмітити, що у воді з району мису Малий Фонтан, який відчуває незначний антропогенний тиск за рахунок лише рекреаційного використання, улітку показники інтенсивності фільтраційної діяльності тест-об'єктів були вищими, ніж у період 2012-2016 років.

Восени 2017 року суттєво понизилася активність фільтраційного процесу піддослідних мідій (у 1,2-1,9 рази) порівняно з осінніми показниками досліджень 2012-2016 років. Відносно всіх осінніх показників попередніх п'яти років фільтраційний процес суттєво зменшився у молюсків, що перебували у воді з прибережжя Григоріївського лиману (до 32,0 % до можливого) та дещо більш значуще – у тих мідій, що знаходилися у воді з Одеського порту (до 34,1 % до можливого), хоча гідрологічні показники досліджуваних водних мас (солоність, температура, тощо) перебували у межах екологічної норми для дорослих чорноморських мітілід (див. 3.1). Зростання фільтраційної активності мідій при

біотестуванні якості морської води з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, у осінні періоди 2010-2017 років (відносно літніх періодів досліджень) чітко простежується на рисунку 4. Виключення становлять лише показники 2011 та 2017 років, коли впродовж року сталося зниження інтенсивності процесу фільтрації у моллюсків (в 1,4 та 1,1 рази, відповідно). Осінню 2010 року інтенсивність фільтрації води моллюсками, яка становила на четверту годину спостережень 73,8 % до можливого, була вищою за результати досліджень цього показника у прибережних водних середовищах впродовж 2011-2017 років. Восени 2017 року фільтраційна активність мідій у воді з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, знизилася (майже в 1,3 рази) відносно попереднього року, але стосовно інших досліджених прибережних районів Одеського морського регіону (див. табл. 2, рис. 2 та рис. 3) може бути об'єктивно охарактеризована як така, що протягом року мала найсприятливіші для життєдіяльності мітілід, як

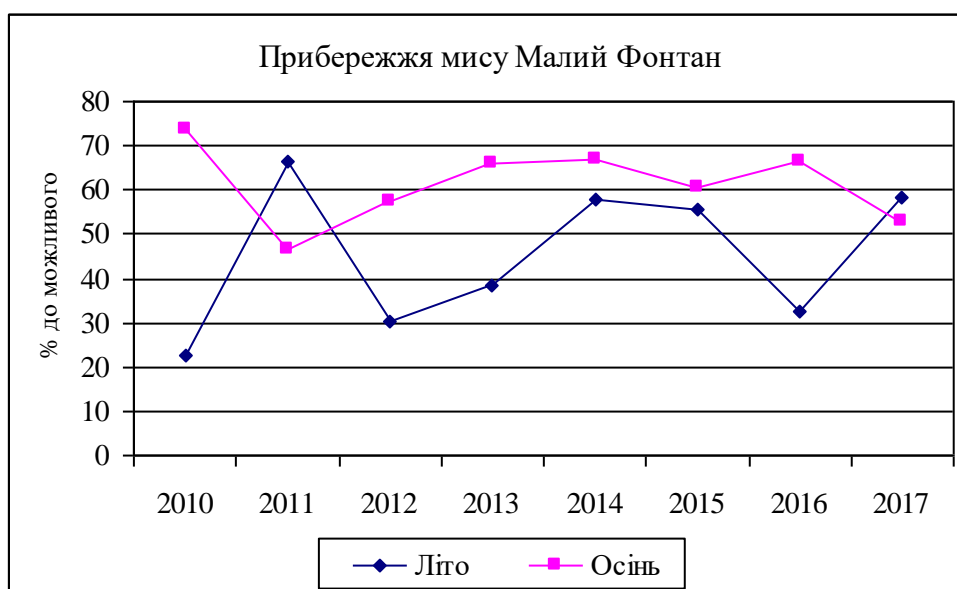


Рисунок 4 – Фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості морської води з району мису Малий Фонтан в 2010-2017 роках (на четверту годину спостережень)

організмів-фільтраторів, екологічні властивості доквілля, тобто залишилася умовно-чистою ділянкою моря Одеського прибережжя.

### 3.3 Оцінка якості морського довкілля за показником інтенсивності дихання мідій

Найважливіша характеристика стану організму двостулкових молюсків – рівень споживання ними розчиненого у воді кисню [45]-[46]. За оцінкою інтенсивності дихання молюсків (як показника швидкості обміну речовин цих гідробіонтів) можна зробити висновок щодо фізіологічного стану організму в цілому [26].

Процес дихання *Bivalvia* перебуває під впливом різних факторів: температури і солоності води, присутності забруднюючих речовин, інтенсивності харчування, наявності короткочасної або тривалої гіпоксії, пори року, тощо [47]-[54]. Температура водного середовища – один з основних кліматичних факторів, що впливають на процес дихання у мідій [55]-[56]. Також на активність цього процесу впливає такий фактор, як стадія розвитку статевих продуктів, та ряд інших чинників [53], [57]-[58]. Дослідниками встановлено, що інтенсивність дихання чорноморської скельової мідії мінімальна взимку, збільшується в березні-квітні на фоні підвищення температури води та визрівання гонад і досягає максимуму при її значеннях від 14 °С до 16 °С [59]-[61]. Після нересту фізіологічна активність мідій змінюється, тобто знижується обмін речовин у молюсків, хоча температура води продовжує зростати [23]. Мідія може проявляти постійну інтенсивність обміну речовин у достатньо широкому діапазоні концентрацій кисню у воді.

Наші власні багаторічні дослідження сезонних змін показників обміну речовин у дорослих чорноморських мідій за показником інтенсивності споживання ними розчиненого у воді кисню співпали з висновками інших дослідників [9], [23], [59]-[61].

Літом 2017 року в Одеському морському регіоні солоність та температура водного середовища (дуже важливі для розвитку водних організмів фактори)

знаходилися в межах екологічної норми для життєдіяльності чорноморських мідій (див. 3.1).

Біотестування якості морського довкілля прибережних акваторій Одеського регіону за показником інтенсивності дихання дорослих чорноморських мідій (розміром від 45 мм до 50 мм) було проведено за «Методикою оцінки якості води з використанням показника інтенсивності дихання водних організмів» [9] (див. 2).

Улітку споживання розчиненого у воді кисню дорослими чорноморськими мідіями, використаними у якості тест-об'єктів, характеризувалося в усіх досліджених водних середовищах показниками, що коливалися від 0,19 мл O<sub>2</sub>/особину в годину до 0,47 мл O<sub>2</sub>/особину в годину, а восени вони перебували у діапазоні від 0,23 мл O<sub>2</sub>/особину в годину до 0,37 мл O<sub>2</sub>/особину в годину (табл. 3).

Таблиця 3 – Інтенсивність дихання чорноморських мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону у 2017 році  
(в мл O<sub>2</sub>/особину в годину)

Місце відбору проб	Кількість повторів (n)	$\bar{x} \pm \sigma$	с. v. (%)
Літній період року			
Мис Малий Фонтан	10	0,47 ± 0,108	22,98
Григоріївський лиман	10	0,43 ± 0,049	11,40
Одеський порт	10	0,19 ± 0,033	17,37
Осінній період року			
Мис Малий Фонтан	10	0,32 ± 0,052	16,25
Григоріївський лиман	10	0,37 ± 0,026	7,03
Одеський порт	10	0,23 ± 0,056	24,35

Порівняно з дослідженнями попереднього року інтенсивність дихання тест-об'єктів повсюдно суттєво зменшилася лише влітку – в 1,2-4,1 рази, а восени зросла тільки у воді з Григоріївського лиману – у 1,5 рази (рис. 5 та 6).

В літній період 2017 року у воді з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, дорослі мідії почувалися фізіологічно активніше, ніж у інших досліджуваних середовищах, що і відобразилося на більш високих реєстрованих показниках споживання розчиненого у воді кисню під час дихання молюсків.

При біотестуванні якості води прибережних районів Одеського регіону результати досліджень інтенсивності дихання мідій в літні періоди 2011-2017 років показали, що у 2013-2015 роках реєстрований показник був повсюдно нижчим, ніж у два попередні та два наступні роки. У 2012-2014 роках щоліта знижувалося біологічне споживання кисню молюсками, що мешкали в умовах лабораторії у воді з Одеського порту (майже вдвічі). Зменшилася й інтенсивність дихання мідій у воді з ділянки моря, прилеглої до мису Малий Фонтан, у літні сезони 2013-2015 років (порівняно з попередніми двома роками).

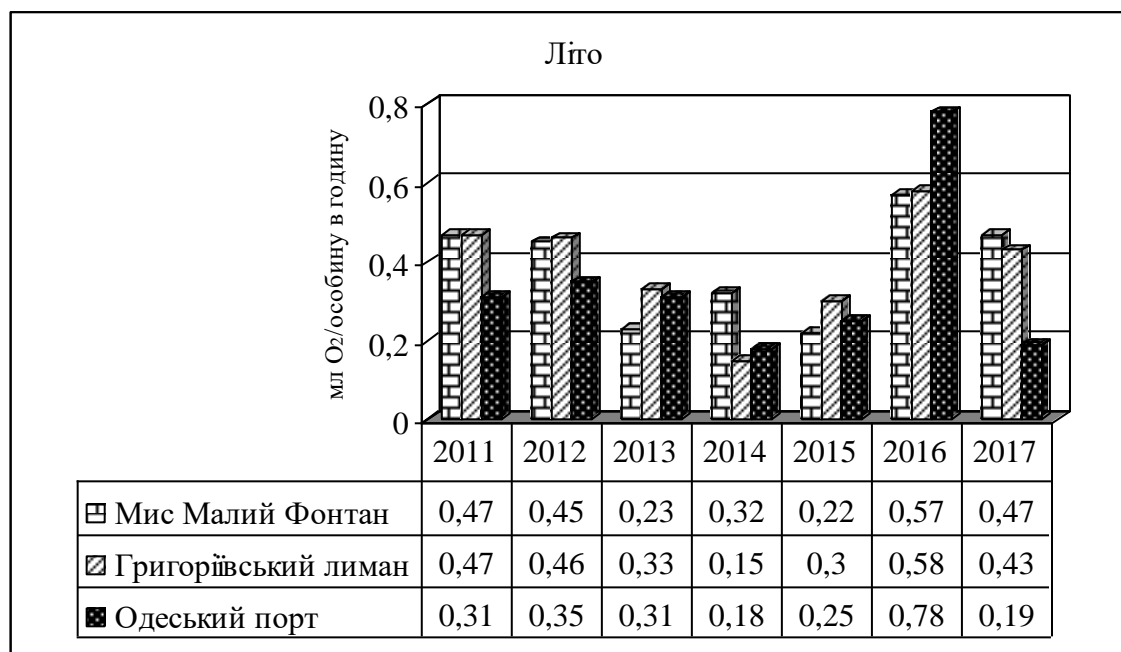


Рисунок 5 – Дихання мідій при біотестуванні якості морського середовища Одеського регіону у літні періоди 2011-2017 років (в мл  $O_2$ /особину в годину)

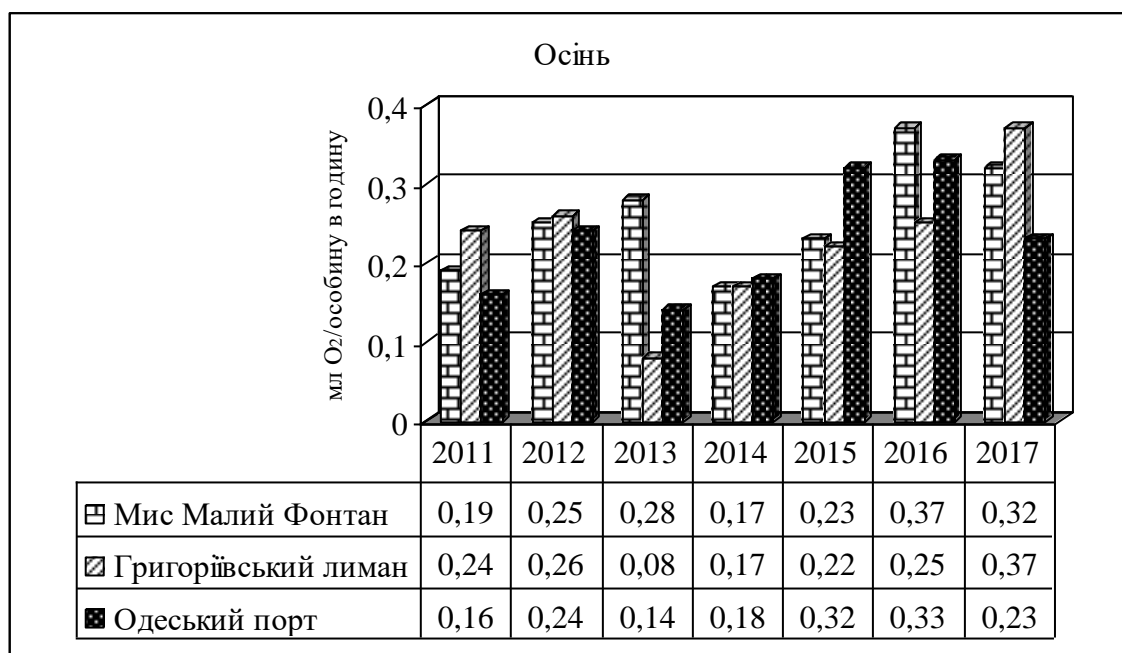


Рисунок 6 – Дихання мідій при біотестуванні якості морського середовища Одеського регіону у осінні періоди 2011-2017 років (в мл  $O_2$ /особину в годину)

Порівнюючи показники інтенсивності дихання чорноморських мідій в літні (від 0,15 мл  $O_2$ /особину в годину до 0,78 мл  $O_2$ /особину в годину) та осінні (від 0,08 мл  $O_2$ /особину в годину до 0,37 мл  $O_2$ /особину в годину) сезони спостережень у 2011-2017 роках у досліджених водних середовищах Одеського морського регіону, можна відмітити, що в осінні періоди отримані показники стану обмінних процесів в організмі двостулкових залишалися більш стабільнішими.

Ретроспективний аналіз стану морського довкілля Одеського регіону за показником інтенсивності дихання мідій показує поступову тенденцію до зменшення споживання ними розчиненого у воді кисню до 2016-2017 років. Окремо слід відмітити низький показник інтенсивності дихання чорноморських мідій під час біотестування якості водного середовища Григоріївського лиману восени 2013 року, що сягнув лише 0,08 мл  $O_2$ /особину в годину і був до 4,5 разів

меншим, ніж у два попередні роки спостережень та ніж у наступних 2014-2017 роках.

Споживання розчиненого у воді кисню (в 2010-2017 роках) у молюсків, що перебували в умовах лабораторії під час біотестування якості водного середовища з прибережної смуги умовно-чистого району Одеського прибережжя (мису Малий Фонтан), було найвищим протягом 2016-2017 років (рис. 7).

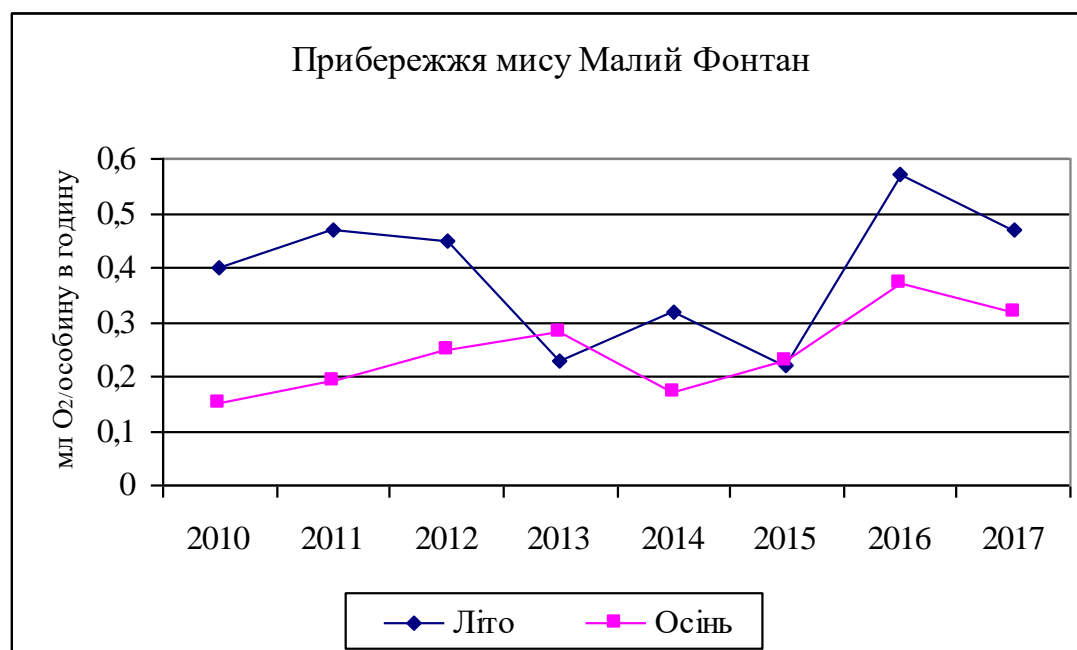


Рисунок 7 – Дихання мідій при біотестуванні якості морської води з району мису Малий Фонтан в 2010-2017 роках (в мл O<sub>2</sub>/особину в годину)

Слід зазначити, що восени 2017 року стійкість мембран лізосом клітин гемолімфи мідій до впливу модельного токсиканту (нейтрального червоного) та фільтраційна активність цих молюсків (один з основних показників обмінних процесів в організмі двостулкових) під час біотестування якості води з району мису Малий Фонтан теж були найвищими (див. 3.1 та 3.2), що пояснює і більш високий рівень інтенсивності дихання мідій сприятливішими умовами для життєдіяльності цих гідробіонтів у середовищі умовно-чистого району Одеського регіону під час досліджень.

Ретроспективна порівняльна оцінка змін екологічного стану морського середовища, як антропогенізованих, так і чистих акваторій, з одночасним використанням декількох фізіологічних показників стану метаболічних процесів в організмах чорноморських мідій (стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій, фільтраційної активності моллюсків та інтенсивності споживання ними розчиненого у воді кисню) під час біотестування якості водних середовищ різного ступеню і характеру забруднення показала доцільність подальших досліджень «здоров'я» морського довкілля з використанням у якості тест-об'єктів дорослих *M. galloprovincialis*.



#### 4 БІОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ ВОД ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ РОЗВИТКУ ЛИЧИНОК МІДІЙ

Ранній ембріогенез морських безхребетних із зовнішнім заплідненням характеризується як найбільш чутливий етап розвитку цих організмів [62]. У 2017 році було проведено біотестування якості вод антропогенізованих і умовно чистих прибережних та відкритих районів ПЗЧМ по показниках розвитку личинок мідій за «Методикою оцінки якості морської води з використанням ранніх стадій розвитку ембріонів чорноморських мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» [9] (див. 2).

Літом у 2017 році температура водних мас досліджуваних морських районів становила: у прибережжі від 10,5 °С до 19,0 °С, у відкритій частині ПЗЧМ – від 22,4°С до 25,8 °С (у поверхні) та від 8,2 °С до 25,2 °С (у дна). Солоність прибережної води знаходилась у діапазоні від 15,9 ‰ до 17,8 ‰, поверхневої води відкритих акваторій – від 11,5 ‰ до 16,4 ‰, а придонної – від 15,5 ‰ до 18,2 ‰. Осінню температура та солоність поверхневої води всюди були від 15,0 °С до 21,5 °С та від 9,0 ‰ до 17,5 ‰, відповідно. Тобто, ці реєстровані гідрологічні показники цілорічно, за дуже незначним виключенням, відповідали екологічній нормі для розвитку чорноморських гідробіонтів.

У прибережжі мису Малий Фонтан (як умовно-чистому в Одеській затоці) були відібрані дорослі *M. galloprovincialis* для отримання статевих продуктів, а з них – і личинок мідій для біотестування. Отримані личинки мідій були внесені у склянки з пробами досліджуваних вод, що були відібрані: в умовно-чистому районі Одеського регіону – біля мису Малий Фонтан; у місцях значного рекреаційного навантаження (Лузанівка, пляж «Аркадія», пляж бази відпочинку «Альбатрос» (Затока), пляж бази відпочинку «Кипарис» (Коблеве); впливу господарсько-побутових (Дача Ковалевського) та санаторних стоків (район санаторію ім. Чкалова); дренажних вод (пляж «Дельфін»); портових операцій

(Одеський порт, Нафтогавань); у Григоріївському лимані в зоні портових робіт поблизу с. Біляри; у відкритих районах ПЗЧМ.

Результати біотестування якості прибережних вод Одеського регіону у літній сезон 2017 року представлені у таблиці 4. Під час досліджень сталося 100 % перетворення трохофор у стадію протісоконх, що є показником достатньо успішного морфогенезу личинок мідій у протестованих водах Одеського прибережжя та Григоріївського лиману. Серед сформованих протісоконхів відсоток мертвих личинок, здебільшого, був помірним (становив від 4,1 % до 8,4 % загальної кількості личинок). Найбільша кількість загиблих личинок (17,0 %) виявлена у воді з пляжної акваторії Лузанівки, що зазнає влітку особливо сильного рекреаційного навантаження. У водному середовищі з районів Нафтогавані та Одеського порту за період експозиції в умовах лабораторії загинуло 11,5 % та 10,3 %, відповідно.

Аномально розвинутих протісоконхів у воді з пляжу «Дельфін» утворилося у 1,1-1,5 рази більше, ніж у всіх інших досліджуваних водних середовищах. Кількість личинок мідій нормальної морфології, що розвинулися при біотестуванні якості різних морських вод Одеського регіону, була у багатьох випадках значною і перевищувала навіть 30-відсотковий показник. А найкращими, в екологічному розумінні, серед протестованих морських вод були відібрані в районах Дачі Ковалевського, Нафтогавані та в районі мису Малий Фонтан. У поверхневій воді прибережної смуги району Дачі Ковалевського розвинулось 30,8 % нормально сформованих личинок. Морфогенез личинок мідій на ранніх стадіях їхнього розвитку у воді з акваторії, прилеглої до Нафтогавані, проходив успішніше (утворився 31 % протісоконхів нормальної конфігурації). А найбільша кількість нормально сформованих протісоконхів розвинулася у прибережній воді з умовно-чистого району біля мису Малий Фонтан – 34,6 %. Мінімальним виявився показник розвитку нормальних протісоконхів у воді з пляжу «Дельфін» (10,1 %), на акваторію якого систематично потрапляють дренажно-штольні води.

Таблиця 4 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону у червні 2017 року (у %)

Личинки мідій		Літній період року					
		Григоріївський лиман		Район Лузанівки I		Нафтогавань	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	20,5 ± 0,42	2,05	12,9 ± 0,25	1,94	31,0 ± 0,42	1,35
	аномальні	72,4 ± 0,21	0,29	70,1 ± 0,42	0,60	57,5 ± 0,29	0,50
	мертві	7,1 ± 0,59	8,31	17,0 ± 0,17	1,00	11,5 ± 0,71	6,17
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 4

Личинки мідій		Літній період року					
		Одеський порт		Пляж «Дельфін» (зона змішування)		Дача Ковалевського	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	12,8 ± 0,59	4,61	10,1 ± 0,76	7,52	30,8 ± 1,01	3,28
	аномальні	76,9 ± 0,59	0,77	84,9 ± 1,22	1,44	65,1 ± 1,43	2,20
	мертві	10,3 ± 0,17	1,65	5,0 ± 0,46	9,20	4,1 ± 0,42	10,24
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 4

Личинки мідій		Літній період року			
		Мис Малий Фонтан		Пляж «Аркадія»	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	34,6 ± 0,29	0,84	23,6 ± 0,67	2,84
	аномальні	60,6 ± 0,50	0,83	70,9 ± 0,34	0,48
	мертві	4,8 ± 0,21	4,38	5,5 ± 0,34	6,18
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Кінець таблиці 4

Личинки мідій		Літній період року			
		Район санаторію ім. Чкалова (7 м від труби скиду)		Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	14,9 ± 0,67	4,50
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	76,7 ± 1,01	1,32
	мертві	0,0 ± 0,00	0,00	8,4 ± 0,34	4,05
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

З метою оцінки якості водного середовища району ботанічного заказника «Філофорне поле Зернова» (що є відкритою акваторією ПЗЧМ) у липні 2017 року було проведено біотестування поверхневих та придонних проб води на личинках чорноморських мідій на ранніх стадіях їхнього розвитку, тобто з використанням дуже чутливого до стану морського довкілля личинкового тесту (див. 2).

У воді всіх досліджуваних районів Поля за 48 годин експозиції абсолютна більшість личинок мідій пройшла перетворення до стадії продіссоконх (табл. 5). Кількість личинок, що лишилися на попередній стадії розвитку (трохофора) становила лише по 2,0 % у середовищі двох станцій – ФПЗ II (у воді, відібраній у придонному шарі) та ФПЗ IV (у поверхневій воді). За своїми морфологічними характеристиками всі трохофори були аномальними.

Було виявлено, що якість придонного водного шару ФПЗ була значно кращою для життєдіяльності личинок мідій, ніж водне середовище з його поверхні. Тобто, у придонних водах розвинулося в 2,3-22,1 рази більше личинок нормальної морфології, ніж у пробах поверхневих водних мас. Найбільшим негативним впливом на морфогенез личинок мідій під час біотестування характеризувалося поверхнєве водне довкілля станції ФПЗ III, в якому розвинулися лише 1,1 % нормальних тест-об'єктів і загинуло 81,9 % продіссоконхів.

Проведене біотестування якості довкілля району ФПЗ показало, що на цю акваторію ПЗЧМ здійснюється постійний антропогенізований вплив поверхневих вод річкового та лиманного походження, особливо в районі станції ФПЗ III.

Окремо слід відмітити, що влітку 2017 року якість більшості вод у відкритих районах ФПЗ, оцінена нами за личинковим тестом, як така, що була, в 1,4 рази гіршої якості, порівняно з кращим показником стану прибережного довкілля Одеського регіону (див. табл. 4 та 5).

Результати проведеного восени 2017 року біотестування якості морської води акваторій Одеського регіону дозволили встановити, що перетворення личинок мідій зі стадії трохофори до стадії продіссоконх у більшості досліджуваних середовищ проходило успішніше, ніж літом. У нормальних

Таблиця 5 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості вод Філофорного поля Зернова у липні 2017 року (у %)

Личинки мідій		Весняно-літній період року			
		ФПЗ I (поверхня)		ФПЗ I (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	5,0 ± 0,29	5,80	14,9 ± 0,13	0,87
	аномальні	89,5 ± 0,29	0,32	68,4 ± 0,08	0,12
	мертві	5,5 ± 0,29	5,27	16,7 ± 0,21	1,26
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00



Продовження таблиці 5

Личинки мідій		Весняно-літній період року			
		ФПЗ II (поверхня)		ФПЗ II (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,2 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,2 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	1,5 ± 0,17	11,33	17,3 ± 0,25	1,45
	аномальні	96,6 ± 0,08	0,08	50,4 ± 0,67	1,33
	мертві	1,9 ± 0,21	11,05	32,1 ± 0,42	1,31
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	99,8 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 5

Личинки мідій		Весняно-літній період року			
		ФПЗ III (поверхня)		ФПЗ III (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	1,1 ± 0,08	7,27	24,3 ± 0,29	1,19
	аномальні	17,0 ± 0,46	2,71	63,8 ± 0,04	0,06
	мертві	81,9 ± 0,38	0,46	11,9 ± 0,25	2,10
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Кінець таблиці 5

Личинки мідій		Весняно-літній період року			
		ФПЗ IV (поверхня)		ФПЗ IV (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,2 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,2 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	9,3 ± 0,50	5,38	18,8 ± 0,34	1,81
	аномальні	82,3 ± 0,29	0,35	67,6 ± 0,59	0,87
	мертві	8,2 ± 0,21	2,56	13,6 ± 0,34	2,50
	Всього	99,8 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

продісоконхів перетворилося від 13,9 % до 37,5 % личинок (табл. 6). Лише у воді з ділянки моря у районі Дачі Ковалевського під час біотестування не розвинулось жодного нормально сформованого тест-об'єкта. Це сталося вперше за всі роки досліджень якості водних мас цієї прибережної ділянки моря.

Кращими екологічними умовами для розвитку личинок мідій характеризувалося водне середовище з району мису Малий Фонтан, тому що в ньому під час біотестування його якості утворилося найбільше продісоконхів нормальної морфології – 37,5 %. Найменше аномальних продісоконхів було також у воді прибережжя мису Малий Фонтан, а найбільше – у прибережній смузі моря біля Дачі Ковалевського – 95,8 %. Тут аномально розвинених личинок цієї стадії розвитку утворилося у 1,6 рази більше, ніж у воді з умовно-чистого району Одеського регіону. А кількість мертвих продісоконхів була найбільшою цієї осені у досліджуваному середовищі з Одеського порту. Цей показник був більшим за всі інші отримані результати з кількості загиблих личинок мінімально на 2,1 % і максимально – на 5,2 %. Оцінка стану прибережного морського середовища з району пляжу «Аркадія» з використанням показників розвитку личинок мідій показала, що кількість морфологічно нормальних продісоконхів, що розвинулися у воді з цієї акваторії, була також значною і поступалася лише результатам з біотестування якості вод з прибережжя мису Малий Фонтан на 13,2 %.

Біотестування якості водного довкілля відкритих районів ПЗЧМ у літньо-осінній період 2017 року було проведено теж на личинках мідій. За результатами біотестування цих чорноморських вод було встановлено, що у жодному районі моря водне середовище не сприяло розвитку 95 % личинок мідій нормальної морфології, тобто за критеріями Woelke (див. 2) не було не токсичним. На українському шельфі моря стан довкілля характеризувався такими показниками морфогенезу ембріонів мідій: отримано від 18,1 % до 32,2 % нормально сформованих тест-об'єктів (табл. 7). Кращий з цих показників поступався кількості нормально сформованих продісоконхів у прибережній воді з району мису Малий Фонтан восени 2017 року майже у 1,2 рази.

Таблиця 6 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону у жовтні 2017 року (у %)

Личинки мідій		Осінній період року					
		Григоріївський лиман		Район Лузанівки I		Одеський порт	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,4 ± 0,04	10,00	0,4 ± 0,04	10,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,4 ± 0,04	10,00	0,4 ± 0,04	10,00
Продісоконхи	нормальні	14,0 ± 0,34	2,43	13,2 ± 0,25	1,89	18,2 ± 0,25	1,37
	аномальні	83,2 ± 0,88	1,06	81,5 ± 0,21	0,26	74,2 ± 0,29	0,39
	мертві	2,8 ± 0,55	19,64	4,9 ± 0,17	3,47	7,2 ± 0,29	4,03
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	99,6 ± 0,04	0,04	99,6 ± 0,04	0,04

Продовження таблиці 6

Личинки мідій		Осінній період року					
		Пляж «Дельфін» (зона змішування)		Мис Малий Фонтан		Пляж «Аркадія»	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,2 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,2 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	12,0 ± 0,63	5,25	37,5 ± 0,38	1,01	24,3 ± 0,63	2,59
	аномальні	83,1 ± 1,47	1,77	60,5 ± 0,25	0,41	70,6 ± 0,67	0,95
	мертві	4,7 ± 0,84	17,84	2,0 ± 0,13	6,50	5,1 ± 0,34	6,67
	Всього	99,8 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Кінець таблиці 6

Личинки мідій		Осінній період року					
		Район санаторію ім. Чкалова (7 м від труби скиду)		Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування)		Дача Ковалевського	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	15,2 ± 0,50	3,29	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	96,0 ± 0,29	0,30	81,4 ± 0,63	0,77	95,8 ± 0,42	0,44
	мертві	4,0 ± 0,29	7,25	3,4 ± 0,21	6,18	4,2 ± 0,42	10,00
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Таблиця 7 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості води відкритих районів ПЗЧМ у вересні 2017 року (у %)

Личинки мідій		Літньо-осінній період року			
		Район дампінгу ґрунтів (поверхня)		Район дампінгу ґрунтів (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	25,6 ± 0,55	2,15	26,6 ± 0,46	1,73
	аномальні	61,3 ± 0,80	1,31	70,4 ± 0,67	0,95
	мертві	13,1 ± 0,34	2,60	3,0 ± 0,25	8,33
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00



Продовження таблиці 7

Личинки мідій		Літньо-осінній період року			
		ПЗЧМ I (поверхня)		ПЗЧМ I (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	29,8 ± 0,46	1,54	18,1 ± 0,50	2,76
	аномальні	67,1 ± 0,21	0,31	80,2 ± 0,63	0,79
	мертві	3,1 ± 0,25	8,06	1,7 ± 0,17	10,00
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Кінець таблиці 7

Личинки мідій		Літньо-осінній період року			
		ПЗЧМ II (поверхня)		ПЗЧМ II (дно)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	27,4 ± 0,55	2,01	32,2 ± 0,25	0,78
	аномальні	65,0 ± 1,01	1,55	66,2 ± 0,25	0,38
	мертві	7,6 ± 0,46	6,05	1,6 ± 0,08	5,00
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Ретроспективне порівняння результатів розвитку личинок мідій до стадії продісоконх при біотестуванні якості морських вод Одеського регіону за осінні періоди 2013-2016 років показує, що восени 2017 року спостерігалось утворення дещо більшої (відносно рівня осінніх показників всіх проаналізованих років) кількості отриманих під час досліджень продісоконхів (рис. 8).

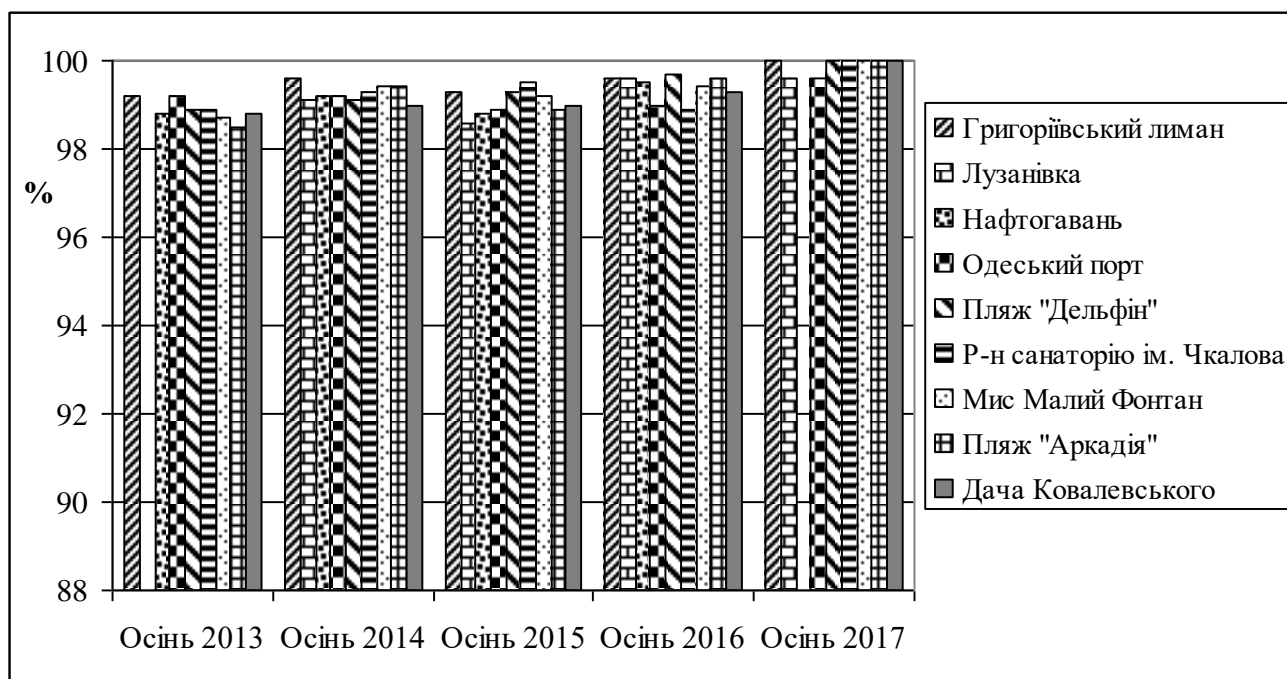


Рисунок 8 – Розвиток продісоконхів мідій при біотестуванні якості морських вод Одеського регіону в осінні сезони 2013-2017 років (у %)

Перетворення личинок зі стадії трохофори до стадії продісоконх у воді зі всіх досліджуваних акваторій у 2017 році пройшло достатньо рівно і становило осінню від 99,8 % до 100,0 %. Частка морфологічно нормальних продісоконхів мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону в осінні сезони п'яти останніх років представлена на рисунку 9.

У 2014 році на більшості акваторій були менш сприятливі, ніж попереднього року, екологічні умови для існування гідробіонтів, що виразилося у зниженні кількості нормальних личинок мідій при біотестуванні якості вод восени – в 1,2-2,4 рази. Виняток становило тільки збільшення у 8 разів відсотку

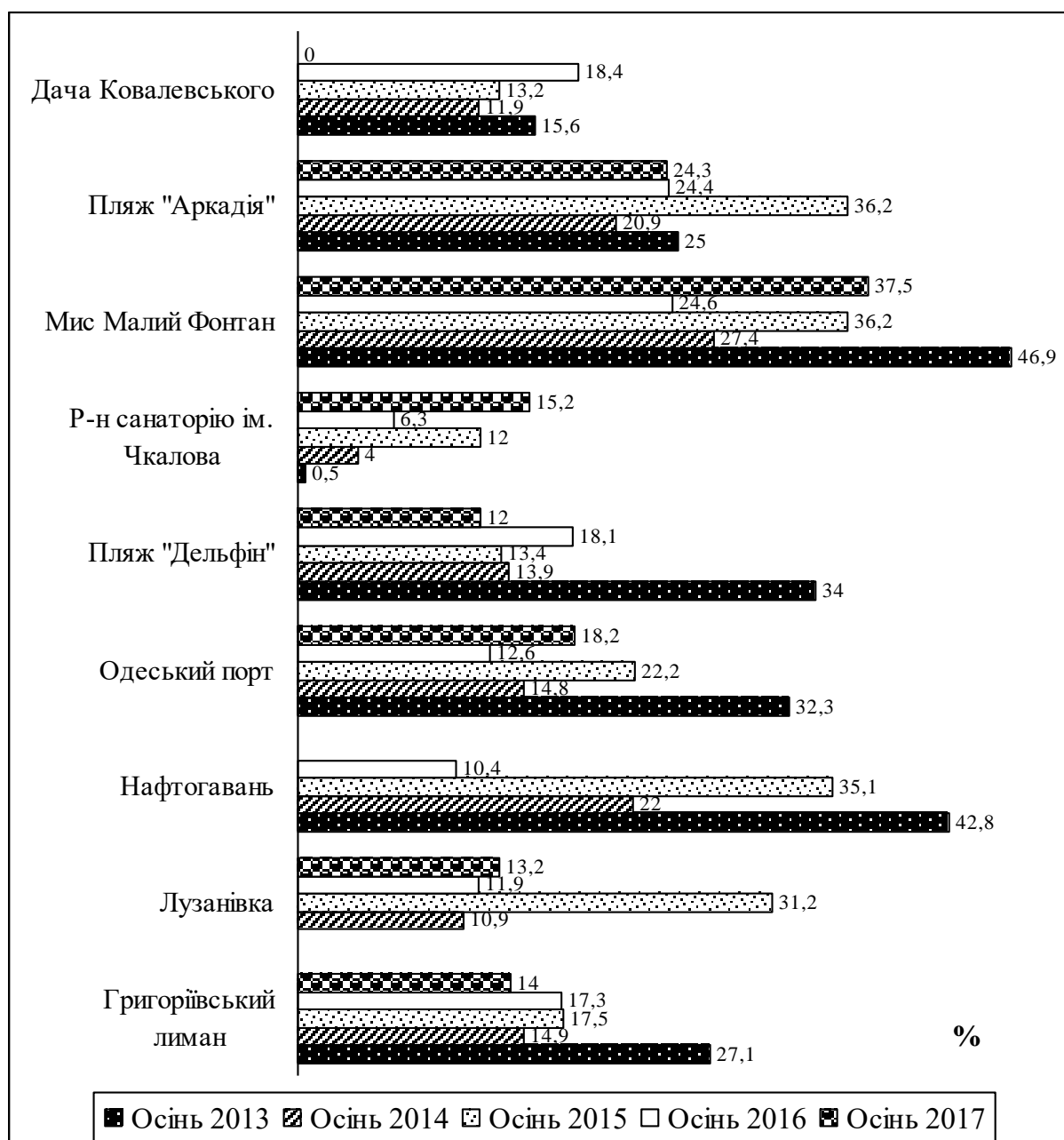


Рисунок 9 – Розвиток нормальних продісоконхів мідій при біотестуванні якості морських прибережних вод Одеського регіону в осінні сезони 2013-2017 років (у %)

нормально сформованих личинок мідій другої стадії розвитку восени у воді з зони змішування стічних вод санаторію ім. Чкалова з морськими.

Восени 2015 року на більшості досліджених акваторій склалися більш сприятливі, ніж торік, екологічні умови для розвитку морських водних організмів,

тому кількість нормальних протиссоконхів у протестованих водах перевищувала показники 2014 року мінімально на 1,3 % та максимальньо на 20,3 %.

Найбільша кількість нормальних протиссоконхів восени щорічно утворювалася у воді з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, яка у 2016 році була майже у 1,5 рази менше минулорічного показника. Але у 2017 році підчас біотестування якості водного середовища умовно-чистого району прибережжя м. Одеси кількість протиссоконхів нормальної морфології зросла на 12,9 % відносно показника попереднього року.

Розвиток аномальних протиссоконхів мідій при біотестуванні якості морської води Одеського регіону у 2013-2017 роках показано на рисунку 10.

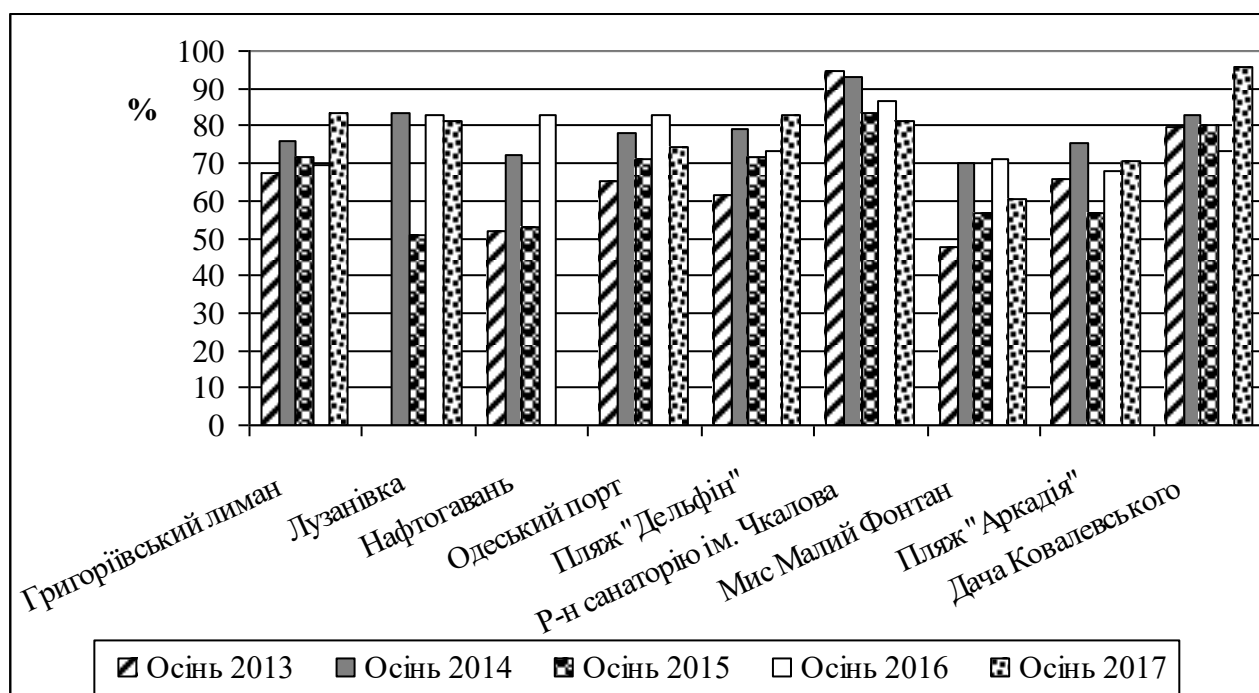


Рисунок 10 – Розвиток аномальних протиссоконхів мідій при біотестуванні якості морських прибережних вод Одеського регіону в осінні сезони 2013-2017 років (у %)

Порівняння кількісних характеристик утворення тест-об'єктів ненормальної морфології під час проведення оцінки якості вод із різних за антропогенним

навантаженням акваторій чітко показує, що восени 2016 року сталося збільшення відсотку аномальних личинок порівняно з результатами аналогічних досліджень, проведених попереднього року. Кількість аномальних протиссоконхів осінню у воді більшості морських прибережних ділянок зросла у діапазоні від 1,9 % до 32,1 % відносно показників спостережень 2015 року.

У 2017 році найбільша (за всі роки досліджень) кількість аномальних тест-об'єктів утворилася при біотестуванні якості води з прибережної смуги в районі Дачі Ковалевського – 95,8 %.

Восени 2017 року у воді з більшості досліджуваних районів Одеського регіону під час біотестування якості їхнього середовища відмічено зниження кількості мертвих протиссоконхів (мінімально до 2,0 % та максимально – до 7,2 %) відносно результатів попередніх 2015-2016 років (рис. 11), що говорить про зниження токсичності води антропогенізованих прибережних районів.

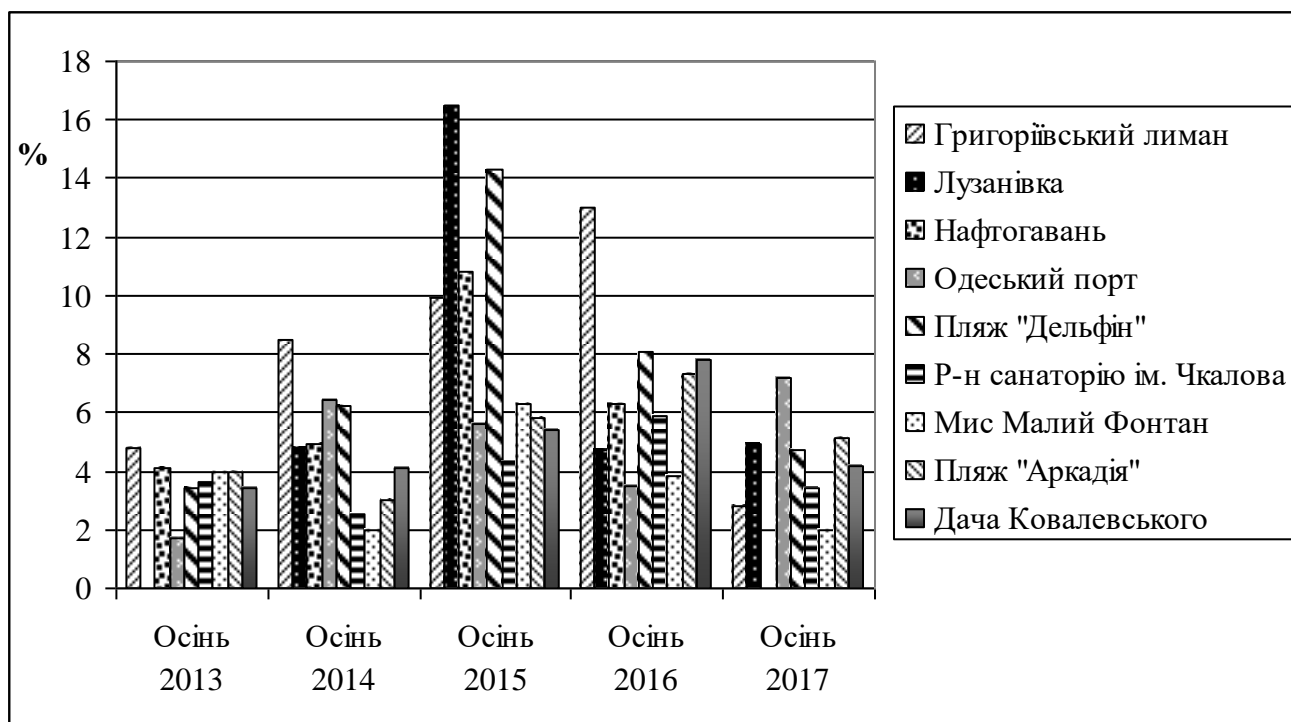


Рисунок 11 – Кількість мертвих протиссоконхів мідій при біотестуванні якості морських прибережних вод Одеського регіону в осінні сезони 2013-2017 років. (у %)

Але слід зазначити, що цієї осені сталося значне зростання кількості мертвих протозоонхів під час біотестування якості води з акваторії Одеського порту відносно показників минулорічної осені – на 3,7 %, тобто це свідчить про деяке збільшення токсичності портової води для дуже чутливих тест-об'єктів – личинок *M. galloprovincialis* на ранніх стадіях їхнього розвитку.

На рисунку 12, де представлено сумарний відсоток аномальних та мертвих личинок мідій при біотестуванні якості довкілля прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ, чітко простежується динаміка змін екологічного стану водного довкілля досліджених морських районів в осінні сезони 2008-2017 років.

У 2008 році якість морської води з відкритого району ПЗЧМ була у 1,5-1,8 рази кращою для розвитку ембріонів мідій, ніж у прибережній антропогенно навантаженій смузі цієї частини моря [63].

У 2009 році сталося зростання температури води до 27°C на фоні низької її солоності (від 10,51 ‰ до 12,42 ‰), що протягом року призвело до погіршення екологічних властивостей морської води всіх прибережних акваторій (для розвитку личинок).

Літом 2010 року під час тривалої аномальної спеки, коли температура води у прибережжі м. Одеси піднялася до меж від 28 °С до 31 °С на фоні нижчої, ніж попереднього року, солоності (від 8,99 ‰ до 9,85 ‰), загинула значна кількість морських організмів. Сумарна кількість аномальних та мертвих личинок мідій при біотестуванні прибережних вод зросла особливо восени 2010 року, досягнувши від 94,7 % до 99,0 %.

Впродовж 2011-2012 років гідрологічні умови в прибережжі Одеського регіону відповідали нормам для розвитку гідробіонтів і екологічні властивості його вод покращилися. Сумарний відсоток аномальних і мертвих тест-об'єктів знизився у всіх досліджених середовищах, навіть відносно показників 2008 року.

Біотестування якості води прибережних районів Одеської затоки у 2013 році виявило більш значуще зменшення сумарної кількості аномальних і мертвих личинок у досліджених середовищах – до 53,1 %. У районі скиду стоків санаторію

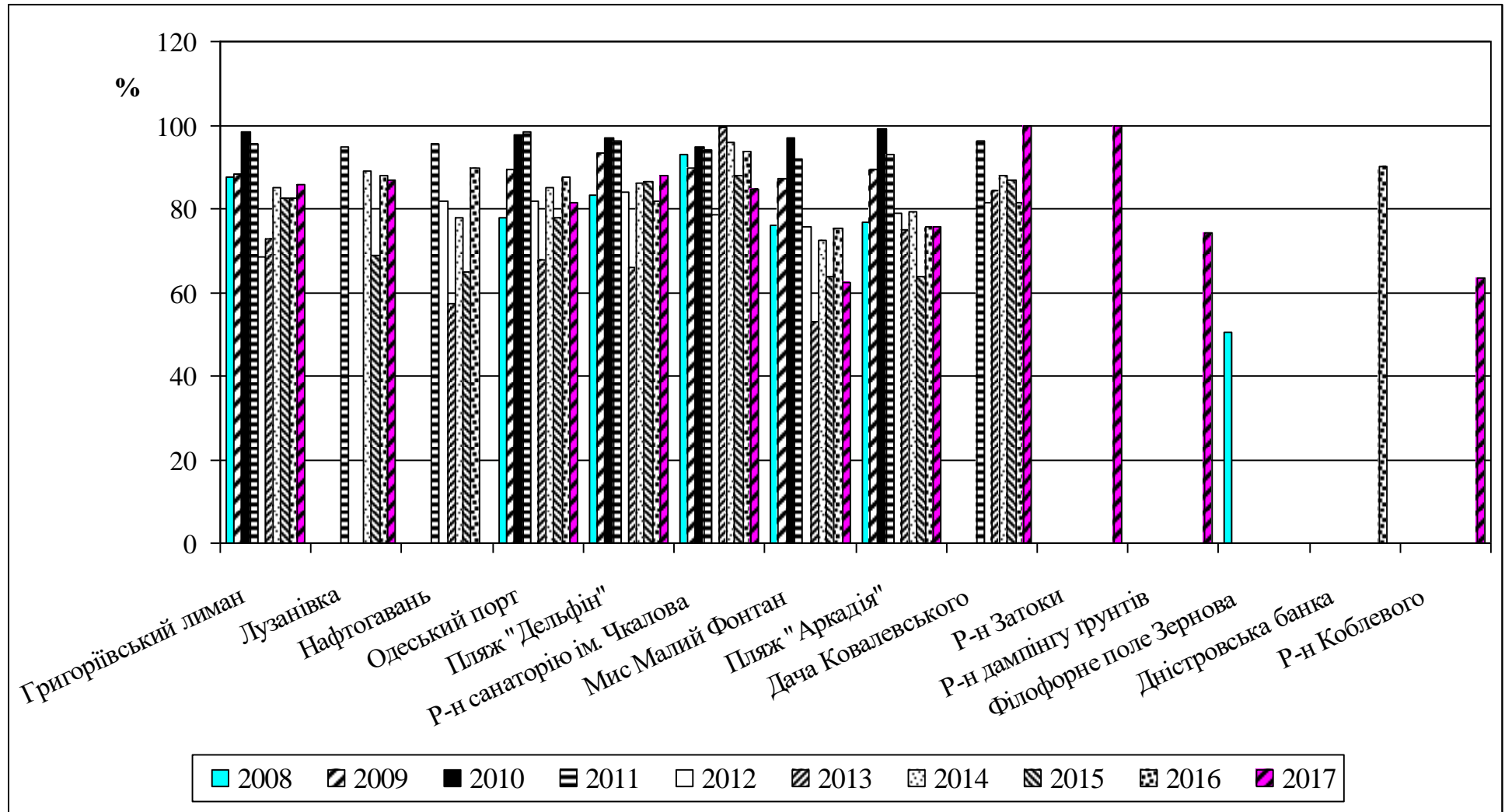


Рисунок 12 – Сумарний відсоток аномальних та мертвих личинок мідій при біотестуванні якості довкілля прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ в осінні сезони 2008-2017 років



ім. Чкалова цей показник, навпаки, зріс до 99,5 %. У воді з акваторії мису Малий Фонтан морфогенез личинок проходив, як завжди, найуспішніше.

У 2014 році гідрологічні характеристики досліджених середовищ четвертий рік поспіль відповідали екологічним нормам для розвитку морських організмів. Але властивості довкілля більшості антропогенізованих акваторій Одеського регіону зазнали деякого погіршення, що відображає зареєстроване зростання сумарної кількості аномальних та мертвих личинок мідій при біотестуванні восени якості досліджених середовищ від 3,7 % до 20,8 % відносно показників 2013 року.

У 2015 році сталося покращення якості водного середовища для морфогенезу ембріонів мідій восени на абсолютній більшості прибережних акваторій, що відобразилося на зменшенні сумарного відсотку аномальних та мертвих личинок мідій при біотестуванні якості морського довкілля Одеського регіону мінімум на 1,3 % та максимум на 20,3 % відносно попереднього року.

У 2008-2016 роках сумарна кількість аномально розвинених і мертвих личинок мідій перевищувала 50 % майже у всіх протестованих середовищах. Токсичність морських вод для личинок моллюсків за критеріями Woelke (згідно за розділом 2) характеризує досліджені акваторії як такі, що, здебільшого, мали розтягнутий летальний поріг (за наявності під час біотестування якості їхнього довкілля від 50 % до 90 % аномальних і мертвих тест-об'єктів).

Біотестування якості морських вод з різних за антропогенним навантаженням районів прибережжя ПЗЧМ на личинках мідій виявило, що восени 2017 року екологічні властивості дослідженого середовища погіршувалися в ряду: мис Малий Фонтан → район Коблевого → пляж «Аркадія» → Одеський порт → район санаторію ім. Чкалова → Григоріївський лиман → Лузанівка → пляж «Дельфін» → Затока → Дача Ковалевського. Порівняно з минулим роком, якість водного довкілля для розвитку ембріонів мідій покращилася на значній кількості досліджених прибережних акваторій цієї частини моря. Зокрема, у воді з умовно-чистого району моря біля мису Малий Фонтан утворилося у 1,5 рази більше протестованих нормальної морфології, ніж восени попереднього року.

## 5 БІОІНДИКАЦІЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАНУ ВОДОРОСТЕЙ МІКРОФІТОБЕНТОСУ

Природні та антропогенні морські субстрати (камені, пісок, бетонні споруди, тощо) являють собою контурні біотопи, на яких мешкають організми обростань. Ці водні екосистеми відрізняються багатим та різноманітним видовим складом, високими показниками чисельності та біомаси гідробіонтів. Такі спільноти зазнають інтенсивного зовнішнього, в тому числі й антропогенного, впливу і є важливим об'єктом моніторингу морського середовища [64].

Контурні біотопи та їх біоценози відіграють ключову роль в екології морського довкілля [65]. При його забрудненні стічними водами різного походження на субстратах розвиваються певні види або комплекси видів мікроводоростей [66]. Провідне місце серед них посідають діатомеї, які широко представлені в Чорному морі впродовж року, і ціанопрокаріоти, що розвиваються влітку при високій температурі води [67]. В імпактних частинах моря, які зазнають інтенсивного органічного забруднення, чисельність мікроводоростей в 2,0-2,5 рази вища, ніж в його умовно чистих ділянках [68].

Дослідження стану біологічної різноманітності обростань мікроводоростей на твердих донних субстратах у контактній зоні берег-море є важливим при комплексній оцінці наслідків антропогенного впливу на екосистеми субліторалі [69]. Діатомові водорості, які ведуть прикріплений спосіб життя в перифітоні чи бентосі, за систематичним складом значно багатші за планктонні пелагічні форми. Це обумовлено різними екологічними умовами у субліторалі та пелагіалі. У біотопах з помірним забрудненням спостерігається більш інтенсивний кількісний розвиток діатомей, порівняно з чистими водами, але зменшується кількість видів і відмічається домінування полі- і мезосапробних форм, стійких до антропогенного впливу. При інтенсивнішому забрудненні місцеперебування бентосних мікрофітів відмічається зниження їхніх кількісних показників і збідніння видового складу.

## 5.1 Оцінка якості морського прибережного середовища за показниками розвитку мікрофітобентосу

Впродовж 2017 року була виконана біоіндикація якості морських вод Одеського прибережжя та Григоріївського лиману за систематичними, кількісними, морфологічними, галобіонтними та сапробіологічними показниками розвитку мікрофітобентосу.

Проби водоростей були відібрані на бетонних та гранітних субстратах в різних за рівнем антропогенного навантаження частинах Одеського прибережжя: біля мису Малий Фонтан, в районах Дачі Ковалевського, пляжів «Аркадія» та «Дельфін», санаторію ім. Чкалова, Нафтогавані та у Григоріївському лимані в зоні портових робіт поблизу с. Біляри. Також досліджувалися мікрофіти на поверхнях: стулок мідій в районах мису Малий Фонтан (перед і після хвилерізу), Одеського порту та Григоріївського лиману; мулистого ґрунту в акваторіях Одеського порту і Григоріївського лиману; піщаного субстрату в зоні заплеску в районах мису Малий Фонтан і Лузанівки I. Біля мису Малий Фонтан, в Одеському порту та Григоріївському лимані на різних субстратах (бетоні, гумі, залізі) були відібрані якісні проби мікрководоростей. Восени досліджувалися і проби мікрофітобентосу на піщаних субстратах у районах Затоки, Коблевого та Лузанівки II, на поверхнях бетонних споруд в районах Затоки і Лузанівки II, металевої конструкції – в районі Коблевого та гранітних каменів – в районі Затоки.

Протягом 2017 року в досліджених акваторіях Одеського регіону на всіх обстежених субстратах було знайдено 206 видів мікрководоростей (додаток А). Серед них переважали діатомові – 144 види, або 70,0 % від загального видового складу (рис. 13). Знайдений один невизначений до виду представник джгутикових водоростей, відмічений як «Інші».

У спільноті мікрофітобентосу найширше були представлені діатомеї родів *Nitzschia* та *Navicula* – відповідно 19 та 10 видів. Часто зустрічалися також діатомові водорості родів *Amphora* та *Licmophora* – по 7 видів, *Halamphora* і

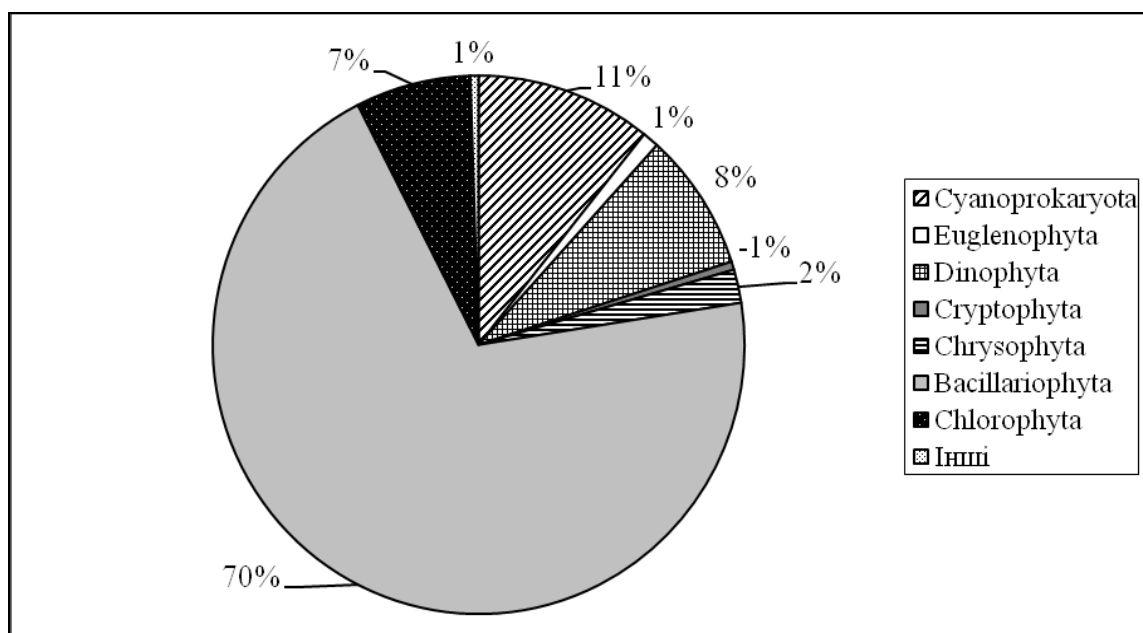


Рисунок 13 – Таксономічний склад мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ в 2017 році (у % від кількості знайдених видів)

*Tryblionella* – по 5, *Cocconeis*, *Melosira* і *Pleurosigma* – по 4, синьо-зелені водорості роду *Merismopedia* та дінофітові роду *Gymnodinium* – по 4 види. Рідше траплялися ціанопрокаріоти родів *Calothrix* і *Lyngbya* та діатомеї родів *Achnanthes*, *Diatoma*, *Diploneis*, *Gyrosigma* та *Pseudo-nitzschia* – по 3 види.

Порівняно з минулим роком загальна кількість знайдених видів мікрофітів дещо зростає: діатомей – в 1,2, зелених – в 1,3, а дінофітових – в 1,5 рази. Водночас, кількість видів ціанопрокаріот скоротилася в 1,5 рази. Такі зміни у видовому складі мікрофітів зазвичай пов'язані зі зміною гідрологічних умов, зокрема показників солоності води.

На відміну від минулого року, найрізноманітніший видовий склад мікрофітобентосу був притаманний акваторії Одеського порту – 75 видів улітку та 92 – восени (рис. 14). Багато їх було в Григоріївському лимані (68 і 80 видів) і в районі мису Малий Фонтан (69 і 60 видів) літом та осінню, відповідно.

Влітку найменше видів бентосних мікроводоростей зареєстровано в районі пляжу «Дельфін» – 16, а восени – в районі Лузанівки I – 22 види. На більшості досліджених акваторій кількість знайдених видів мікрофітобентосу зростає

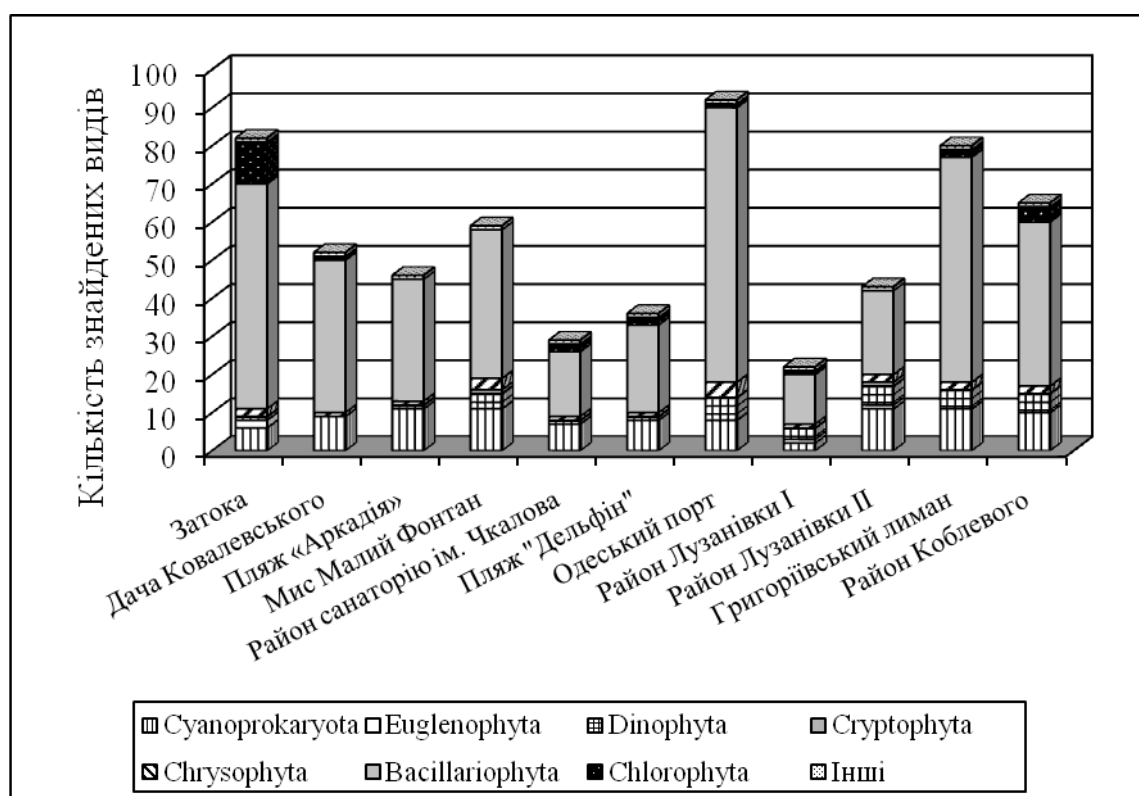
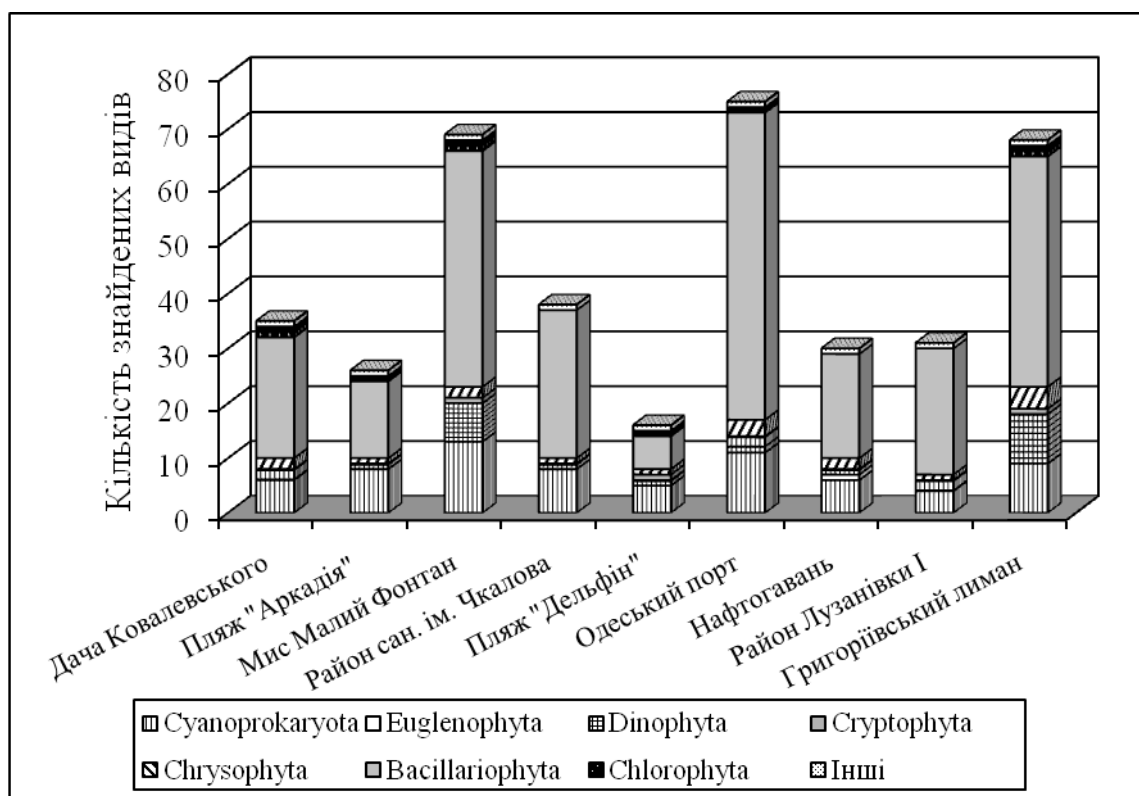


Рисунок 14 – Таксономічний склад мікрофітобентосу різних акваторій прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

впродовж року в 1,2-2,3 рази, а в районах мису Малий Фонтан і Лузанівки I, навпаки, скоротилася в 1,2-1,4 рази.

Влітку 2017 року на поверхні твердих субстратів в досліджених акваторіях Одеського прибережжя та Григоріївського лиману було знайдено 69 видів мікроводоростей, більшість яких становили діатомові – 44. Синьо-зелених було 12 видів, дінофітових та золотистих – по 4, евгленових, криптофітових та джгутикових – по 1 виду. Діатомеї переважали (рис. 15 (а)).

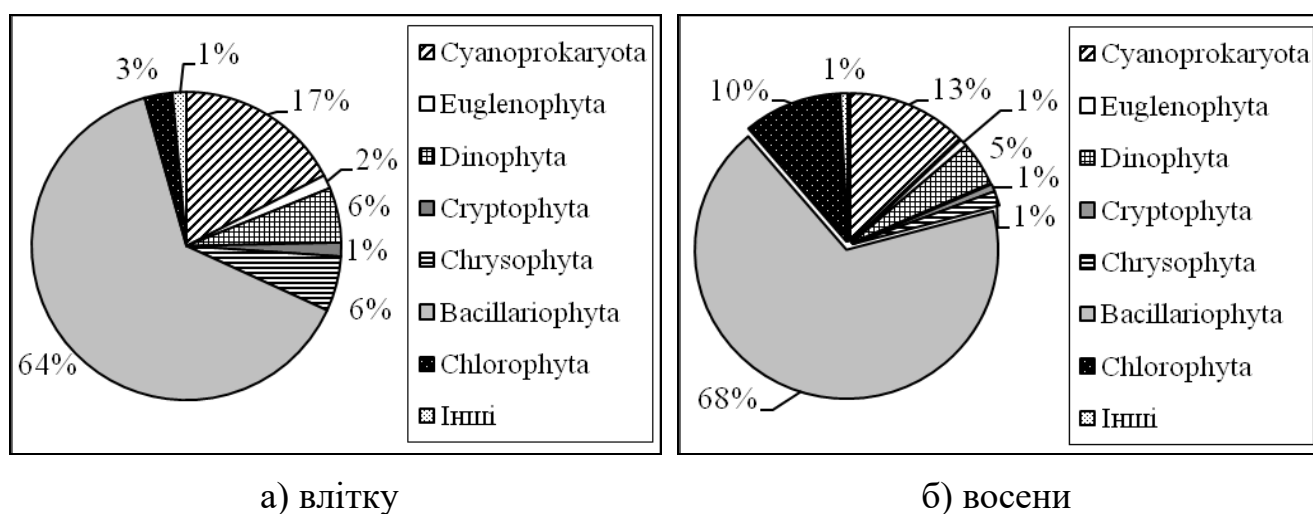


Рисунок 15 – Таксономічний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

Стовідсотково зустрічались ціанопрокаріоти *Gloeocapsopsis crepidium*, *Leptolyngbya fragilis*, *Lyngbya confervoides*, *Microcystis sp.*, золотиста *Emiliana huxleyi*, діатомові *Ceratoneis closterium*, *Navicula ramosissima* і *Pseudonitzschia delicatissima*, джгутикові *Flagellata sp.* Часто траплялися ціанопрокаріоти *Calothrix scopulorum* (зустрічальність – майже 89,0 %), діатомеї *Achnanthes brevipes*, *Cocconeis scutellum var. parva* та *Navicula pennata* (близько 78,0 %) і зелені водорості *Monoraphidium arcuatum* (зустрічальність – 67,0 %). У спільноті мікрофітобентосу переважали представники роду *Navicula* – 5 видів.

Порівняно з попереднім роком кількість видів ціанопрокаріот скоротилася в 1,6 рази, дінофітових – вдвічі, а зелених – втричі (табл. 8).

Таблиця 8 – Показники стану мікрофітобентосу твердих субстратів  
прибережжя ПЗЧМ в 2016-2017 роках

Показники	Літо		Осінь	
	2016	2017	2016	2017
Кількість знайдених видів				
Суанoprokaryota	19	12	14	16
Euglenophyta	1	1	-	1
Dinophyta	8	4	3	6
Cryptophyta	1	1	1	1
Chrysophyta	4	4	5	2
Bacillariophyta	43	44	41	85
Chlorophyta	6	2	3	13
Інші	1	1	1	1
Всього	83	69	68	125
Життєві форми				
Планктонні	35	28	23	47
Обростання	38	29	32	44
Донні	9	12	13	31
Всього	82	69	68	122
Галобність				
Полігалоби	17	23	15	34
Мезогалоби	20	18	24	31
Галофіли	8	8	7	13
Індиференти	17	8	9	24
Всього	62	57	55	102
Сапробність				
$\alpha$ -мезосапроби	10	8	13	13
$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	1	2	1	4
$\beta$ -мезосапроби	33	19	22	44
$\beta$ - $\sigma$ -мезосапроби	1	1	1	1
$\sigma$ - $\beta$ -мезосапроби	1	-	1	1
олігосапроби	3	3	3	2
Всього	49	33	41	65
Кількісні показники				
Чисельність, млн.кл./м <sup>2</sup>	3 199,84- 20 739,30	1 220,57- 4 015,99	1 027,76- 26 861,72	994,06- 11 357,75
Біомаса, мг/м <sup>2</sup>	202,63- 20 232,89	86,64- 15 553,94	91,61- 2 659,90	131,22- 2 566,38

Це може бути пов'язане з гідрологічними умовами, зокрема з вищою солоністю води відносно минулорічних показників у літній період.

У мікрофітобентосі досліджених прибережних акваторій Одеського регіону влітку переважали представники обростань (42,0 %) і планктону, які досягали 41,0 % від загальної кількості знайдених видів (рис. 16 (а)). До обростань

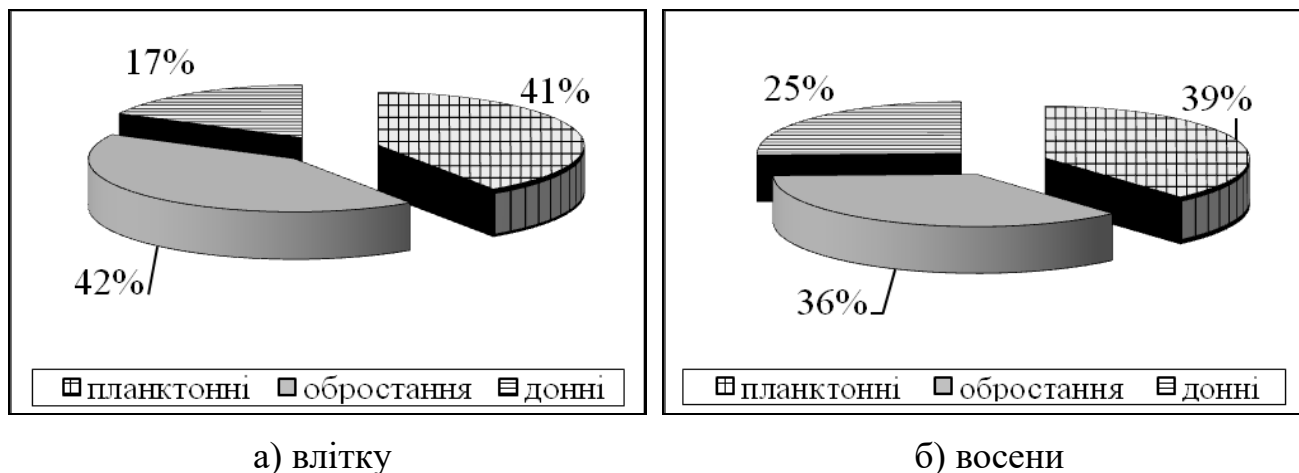


Рисунок 16 – Життєві форми мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

належали, здебільшого, синьо-зелені водорості родів *Calothrix*, *Gloeocapsopsis*, *Leptolyngbya*, *Lyngbya*, *Phormidium*, а також діатомеї родів *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Diatoma*, *Licmophora*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Tabularia*, тощо. Серед осілих на дно планктонних мікрофітів переважали ціанопрокаріоти родів *Chroococcus*, *Merismopedia* і *Microcystis* та діатомеї *Thalassiosira baltica*, *Skeletonema costatum* і види роду *Pseudo-nitzschia*. Поодинокі траплялися евгленові, дінофітові, золотисті та зелені водорості. Порівняно з 2016 роком вміст донних форм зріс в 1,3 рази (див. табл. 8) і становив 17,0 % за рахунок діатомей *Amphora*, *Halamphora* і *Navicula*.

Стосовно солоності води знайдені види мікрофітів, в основному, були полігалобами – 40,0 % та мезогалобами – 32,0 % (рис. 17 (а)). Полігалобні діатомеї були представлені, в першу чергу, *N. ramosissima* та видами родів *Achnanthes* і *Cocconeis*. Серед мезогалобів переважали нитчасті ціанопрокаріоти *L. fragilis* та *L. confervoides*, діатомеї *C. closterium* і види родів *Navicula* та



*Nitzschia*. Вміст олігогалобів (галофілів і індіферентів) становив по 14,0 %, головним чином, за рахунок синьо-зелених та зелених водоростей і представників роду *Diatoma*.

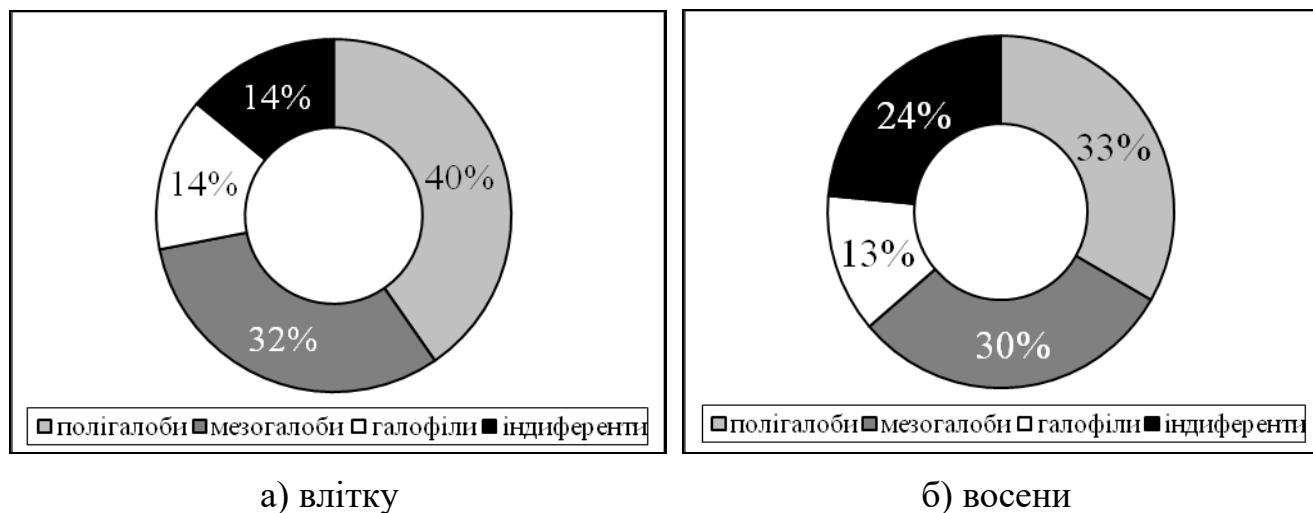


Рисунок 17 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

Порівняно з літом 2016 року вдвічі зменшилась кількість видів-індіферентів, тоді як кількість полігалобів зросла в 1,4 рази, а мезогалобів – істотно не змінилась (див. табл. 8).

Кількість сапробіонтів мікрофітобентосу досліджених акваторій зменшилася в 1,5 рази порівняно з 2016 роком, здебільшого, за рахунок  $\beta$ -мезосапробів (рис. 18 та 19 (а)). Це, переважно, діатомеї *A. brevipes*, *A. longipes*, *Diatoma tenue*, *C. closterium*, *N. pennata*). Кількість  $\alpha$ -мезосапробів значно не змінилась. Переважала *Tabularia fasciculata*. Відмічені  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробні ціанопрокаріоти *Merismopedia glauca* і *M. tenuissima*. Численною була  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробна *L. fragilis*. Як і торік, значним був відсоток видів-індикаторів слабого забруднення води – олігосапробів (9,0 %). Це ціанопрокаріоти *Chroococcus minutus* і *Ch. turgidus*, а також золотиста *Chrysamoeba radians*.

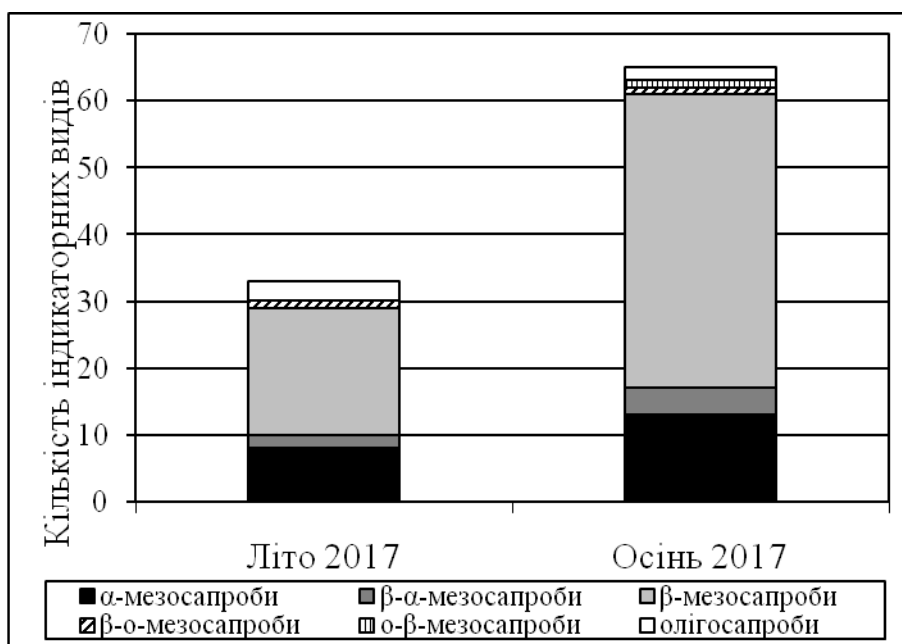


Рисунок 18 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

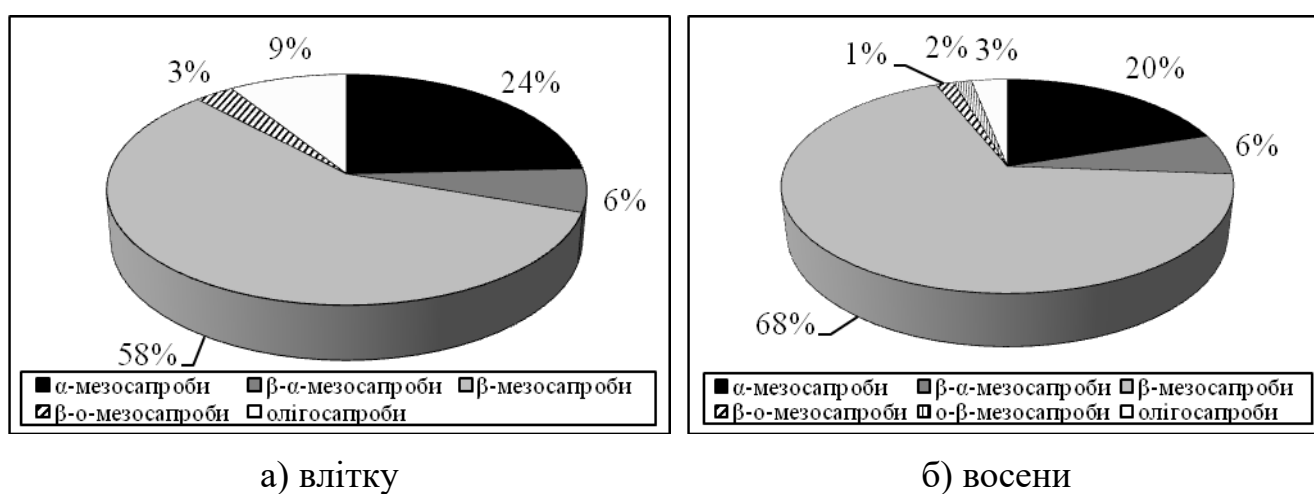


Рисунок 19 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році (у % від кількості індикаторних видів)

Загальна кількість знайдених видів водоростей на різних станціях коливалася від 16 до 38 видів (табл. 9). Найменшою вона була в північній частині мису Малий Фонтан та в районі пляжу «Дельфін», найбільшою – в районі

Таблиця 9 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2017 року

Відділи водоростей	Дача Ковалевського (бетон)	Дача Ковалевського (граніт)	Пляж «Аркадія» (бетон)	Мис Малий Фонтан (північ, бетон)	Мис Малий Фонтан (південь, бетон)	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	Нафтогавань, (бетон)	Григоріївський лиман (район с. Біляри, залізо)
Cyanoprokaryota	6	5	8	7	7	8	5	6	6
Euglenophyta	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Dinophyta	1	2	1	1	1	1	1	1	2
Cryptophyta	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Chrysophyta	2	1	1	1	1	1	1	2	2
Bacillariophyta	9	19	14	6	15	27	6	19	16
Chlorophyta	1	2	1	-	1	-	1	-	1
Інші	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всього	20	30	26	16	26	38	16	30	28

санаторію ім. Чкалова. Діатомей було 6-28 видів в тих же районах. Менше було ціанопрокаріот: від 5 видів у районах Дачі Ковалевського (на граніті) та пляжу «Дельфін», до 8 – в районі пляжу «Аркадія».

Тобто, як і в попередні роки, у видовому складі прибережного мікрофітобентосу на поверхнях твердих субстратів переважали діатомеї, також часто зустрічалися ціанопрокаріоти.

Розповсюдження та кількість виродливих клітин діатомей мікрофітобентосу дещо скоротилися протягом року. Влітку в акваторії, прилеглій до санаторію ім. Чкалова, знайдено виїмчасті стулки *Cocconeis scutellum* var. *parva* і зігнуті – *Tabularia fasciculata*.

Як і в минулі роки, стосовно солоності води у досліджених акваторіях Одеського прибережжя переважали полі- та мезогалобні види водоростей (рис. 20). Їхня кількість була максимальною в районі Нафтогавані. Дещо менше мезогалобів було в районі санаторію ім. Чкалова та в Григоріївському лимані. На відміну від минулого року, на всіх досліджених станціях часто зустрічалися види-галофіли, які, здебільшого, належали до родів *Chroococcus* та *Diatoma*. Галофіли були найширше представлені в районі санаторію ім. Чкалова, що може бути наслідком впливу опріснених стічних вод. Індиференти поодинокі траплялися в усіх досліджених акваторіях, за винятком Нафтогавані.

За сапробіонтним складом знайдені водорості здебільшого є  $\beta$ -мезосапробами (рис. 21). Найменше сапробіонтів було в північній частині мису Малий Фонтан – лише 4 види. Тут, а також у його південній частині влітку взагалі не було зареєстровано  $\alpha$ -мезосапробів. Найбільша кількість водоростей-індикаторів органічного забруднення (20 видів) відмічена в районі санаторію ім. Чкалова, дещо менша (від 12 до 14) – в районах Нафтогавані, Дачі Ковалевського (на граніті), пляжу «Аркадія» та в Григоріївському лимані. Слід зазначити, що в цих антропогенізованих акваторіях спостерігалася найвища кількість  $\alpha$ -мезосапробів (4-5 видів). Серед  $\beta$ -мезосапробів переважали *A. brevipes* в районі Дачі Ковалевського, *A. longipes* і *C. closterium* в районі санаторію ім. Чкалова. Численними були також види родів *Diatoma* і *Nitzschia*.

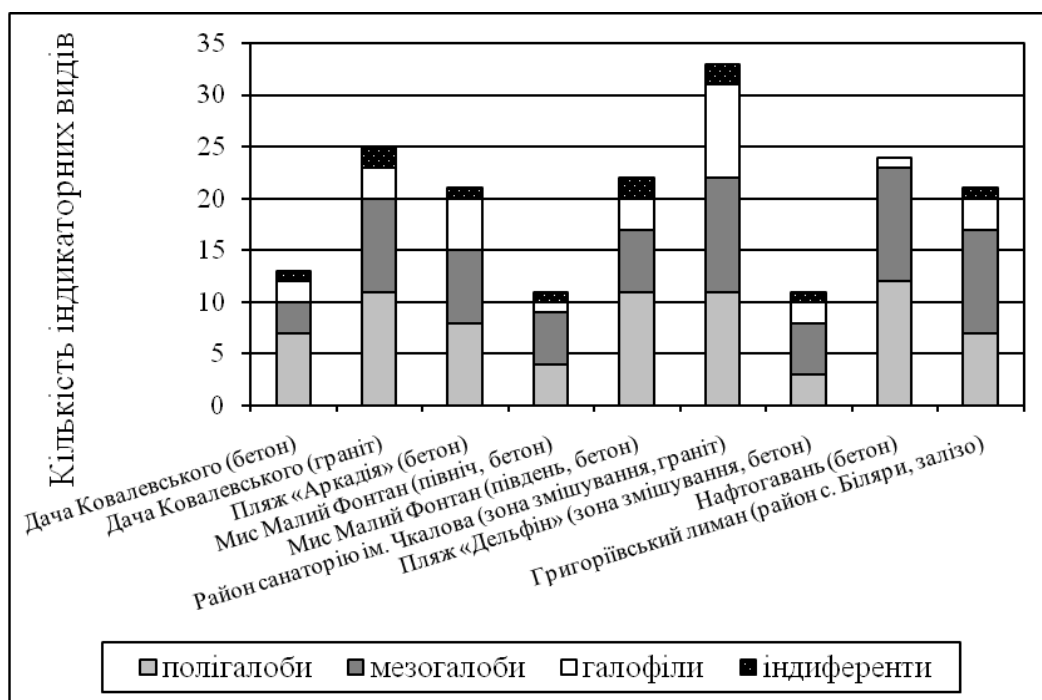


Рисунок 20 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2017 року

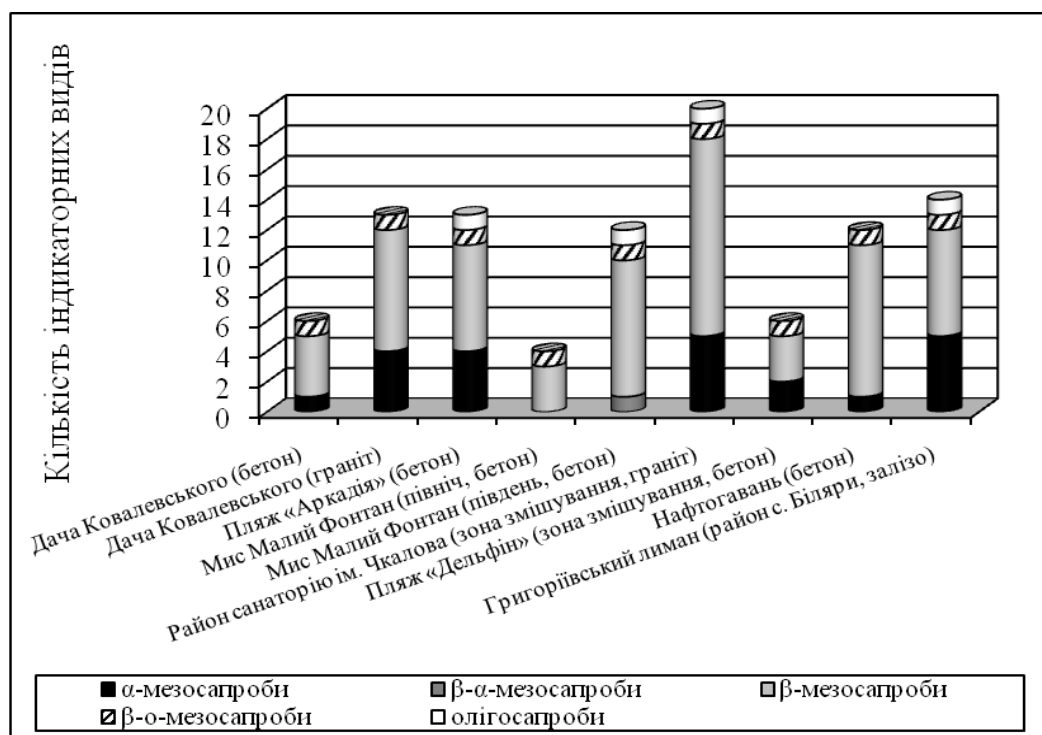


Рисунок 21 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ влітку 2017 року

Група  $\alpha$ -мезосапробів була представлена, в основному, *T. fasciculata* і видами роду *Melosira*. Як і торік, влітку цього року скрізь інтенсивно розвивалася  $\beta$ -о-мезосапробна ціанопротиста *L. fragilis*.

Чисельність мікрофітів (табл. 10) змінювалася від 1 220,57 млн. кл./м<sup>2</sup> (в районі Нафтогавані) до 4 015,99 млн. кл./м<sup>2</sup> (в районі пляжу «Аркадія»). Домінували синьо-зелені водорості *L. fragilis*, *L. confervoides*, *C. scopulorum* та діатомеї *A. brevipes*, *A. longipes*, *C. closterium* і *N. ramosissima*. В антропогенізованих районах санаторію ім. Чкалова і пляжу «Аркадія» інтенсивно розвивалися дрібноклітинні діатомеї *C. closterium* і *N. ramosissima*. Порівняно з минулорічними показниками чисельність мікрофітобентосу зменшилась в 2,6-5,2 рази, здебільшого за рахунок ціанопротист.

Біомаса мікрофітобентосу варіювала від 86,64 мг/м<sup>2</sup> (в північній частині мису Малий Фонтан) до 15 553,94 мг/м<sup>2</sup> (в районі санаторію ім. Чкалова) (табл. 11). Її створювали, переважно, крупноклітинні діатомеї, зокрема, види роду *Achnanthes*. Вона була в 1,3-2,3 рази меншою, ніж минулорічні показники.

Восени 2017 року на твердих субстратах в досліджених акваторіях прибережжя ПЗЧМ (з урахуванням Затоки, Коблевого та Лузанівки II) і Григоріївському лимані було знайдено 125 видів водоростей мікрофітобентосу. Переважали діатомеї – 85 видів. Широко представлені були також синьо-зелені, зелені та дінофітові водорості. Впродовж року загальна кількість видів мікрофітів зросла в 1,8 рази (здебільшого, за рахунок діатомей), дінофітових водоростей – втричі, а зелених – в 4,3 рази (див. табл. 8).

Важливу роль у формуванні кількісних показників розвитку мікрофітобентосу відігравали осілі на дно та на поверхні твердих субстратів зелені водорості родів *Acutodesmus*, *Desmodesmus*, *Monoraphidium* та інших, які потрапляють в акваторію Затоки разом з опрісненими водами Дністровського лиману. Їхня частка зросла втричі протягом року (див. рис. 15 (б)).

Як і торік, найпоширенішими були дрібноклітинні ціанопротисти *Gl. crepidium*, *L. fragilis*, *L. confervoides* та *Microcystis* sp. Повсюдно також спостерігалися золотисті *E. huxleyi* та діатомеї *C. closterium* і *N. ramosissima*.

Таблиця 10 – Чисельність (млн. кл/м<sup>2</sup>) водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ  
влітку 2017 року

Відділи водоростей	Дача Ковалевського (бетон)	Дача Ковалевського (граніт)	Пляж «Аркадія» (бетон)	Мис Малий Фонтан (північ, бетон)	Мис Малий Фонтан (південь, бетон)	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	Нафтогавань, (бетон)	Григоріївський лиман (район с. Біляри, залізо)
Cyanoprokaryota	2 440,93	1 240,12	3 869,47	2 065,74	1 066,27	849,90	3 112,41	1 124,67	1 394,43
Euglenophyta	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-
Dinophyta	0,27	0,26	0,27	0,13	0,13	1,73	0,13	10,68	0,26
Cryptophyta	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-
Chrysophyta	2,67	3,60	2,53	3,47	2,13	1,60	1,10	1,60	2,00
Bacillariophyta	23,46	183,97	138,39	25,21	499,62	1 832,59	23,50	80,82	37,14
Chlorophyta	0,27	1,47	0,13	-	0,13	-	0,27	-	0,27
Інші	2,93	3,33	5,20	3,20	2,93	2,80	1,73	2,67	1,73
Всього	2 470,53	1 432,75	4 015,99	2 097,75	1 571,21	2 688,62	3 139,54	1 220,57	1 435,83

Таблиця 11 – Біомаса (мг/м<sup>2</sup>) водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ  
влітку 2017 року

Відділи водоростей	Дача Ковалевського (бетон)	Дача Ковалевського (граніт)	Пляж «Аркадія» (бетон)	Мис Малий Фонтан (північ, бетон)	Мис Малий Фонтан (південь, бетон)	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	Нафтогавань, (бетон)	Григоріївський лиман (район с. Біляри, залізо)
Cyanoprokaryota	78,88	30,01	143,54	70,06	33,46	19,14	91,33	71,00	37,95
Euglenophyta	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-
Dinophyta	0,10	0,28	0,50	0,38	0,17	3,20	0,04	19,70	0,14
Cryptophyta	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
Chrysophyta	0,25	0,24	0,17	0,23	0,14	0,10	0,07	0,13	0,15
Bacillariophyta	67,49	282,31	132,55	15,76	366,99	15 531,32	4,61	1 168,29	384,63
Chlorophyta	0,06	0,15	0,03	-	0,03	-	0,06	-	0,06
Інші	0,19	0,22	0,34	0,21	0,20	0,18	0,11	0,17	0,28
Всього	146,97	313,21	277,13	86,64	400,99	15 553,94	96,26	1 259,37	423,21



Як і влітку, найширше представленими у видовому складі мікрофітобентосу були діатомеї родів *Nitzschia* (13 видів), *Licmophora* та *Navicula* (по 6 видів).

На відміну від минулого року, значне місце в спільноті мікрофітобентосу твердих субстратів посідали осілі на дно планктонні види та представники обростань – 39,0 % та 36,0 %, відповідно (див. рис. 16 (б)). Кількість видів донних форм впродовж року зросла в 2,6, а частка – в 1,5рази.

Як і влітку, знайдені види водоростей, здебільшого, були полі- та мезогалобами (33,0 % і 30,0 %) Полігалоби були представлені, здебільшого, діатомеями родів *Achnanthes* і *Licmophora*, мезогалоби – ціанопрокаріотами *L. fragilis* та *L. confervoides*. Кількість видів-індиферентів зросла майже втричі, а частка – в 1,7 рази, тоді як галофілів – істотно не змінилася (див. рис. 17 (б)).

По відношенню до органічного забруднення води знайдені водорості, здебільшого, були  $\beta$ -мезосапробами (68,0 %). Це, в основному, *A. brevipes*, *C. closterium*, *C. scutellum* var. *parva*, тощо. Численними були й  $\alpha$ -мезосапроби (ціанопрокаріота *Phormidium limosum*, діатомеї *Navicula cryptocephala*, *T. fasciculata* і види роду *Melosira*) – 24,0 % від загальної кількості індикаторних видів. В опрісненому районі Затоки спостерігалися  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробні діатомеї *Anomoeoneis sphaerophora* та *Caloneis amphisbaena* var. *aequata*. В районі пляжу «Дельфін» поодинокі траплялася  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробна *Synedra pulchella*.

Впродовж року загальна кількість видів-сапробіонтів зросла майже вдвічі, здебільшого, за рахунок  $\beta$ -мезосапробів (див. рис. 18). Вміст  $\alpha$ -мезосапробів збільшився в 1,6 рази (див. рис. 19 (б)).

Кількість знайдених видів водоростей на різних станціях варіювала від 22 до 56 (табл. 12). Мінімальною вона була в районі Лузанівки II, максимальною – в Григоріївському лимані. Її формували, переважно, діатомові (9-39 видів в тих же районах) та синьо-зелені водорості. Найвища кількість ціанопрокаріот спостерігалася в районі пляжу «Аркадія». На поверхнях бетонних та гранітних субстратів в районі Затоки були широко представлені осілі на дно планктонні зелені водорості (6 та 7 видів, відповідно).

Таблиця 12 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ  
восени 2017 року

Відділи водоростей	Затока (бетон)	Затока (граніт)	Дача Ковалевського (бетон)	Дача Ковалевського (граніт)	Пляж «Аркадія» (бетон)	Мис Малий Фонтан (північ, бетон)	Мис Малий Фонтан (південь, бетон)	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	Район Лузанівки II (бетон)	Григоріївський лиман (район с. Біляри, залізо)	Район Коблевого (залізо)
Cyanoprokaryota	5	6	9	6	11	8	10	7	8	10	9	7
Euglenophyta	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinophyta	1	-	-	-	-	2	1	1	1	1	5	3
Cryptophyta	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
Chrysophyta	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Bacillariophyta	28	27	20	34	32	19	10	17	23	9	39	32
Chlorophyta	6	7	-	1	-	-	-	2	2	-	1	1
Інші	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всього	43	43	31	43	45	33	24	29	36	22	56	45

На відміну від попереднього року, восени на твердих субстратах в досліджених акваторіях Одеського прибережжя були знайдені морфологічно аномальні (зігнуті) стулки діатомей *T. fasciculata* в районі пляжу «Аркадія».

Як і влітку, стосовно солоності води переважали полі- та мезогалобні види водоростей (рис. 22).

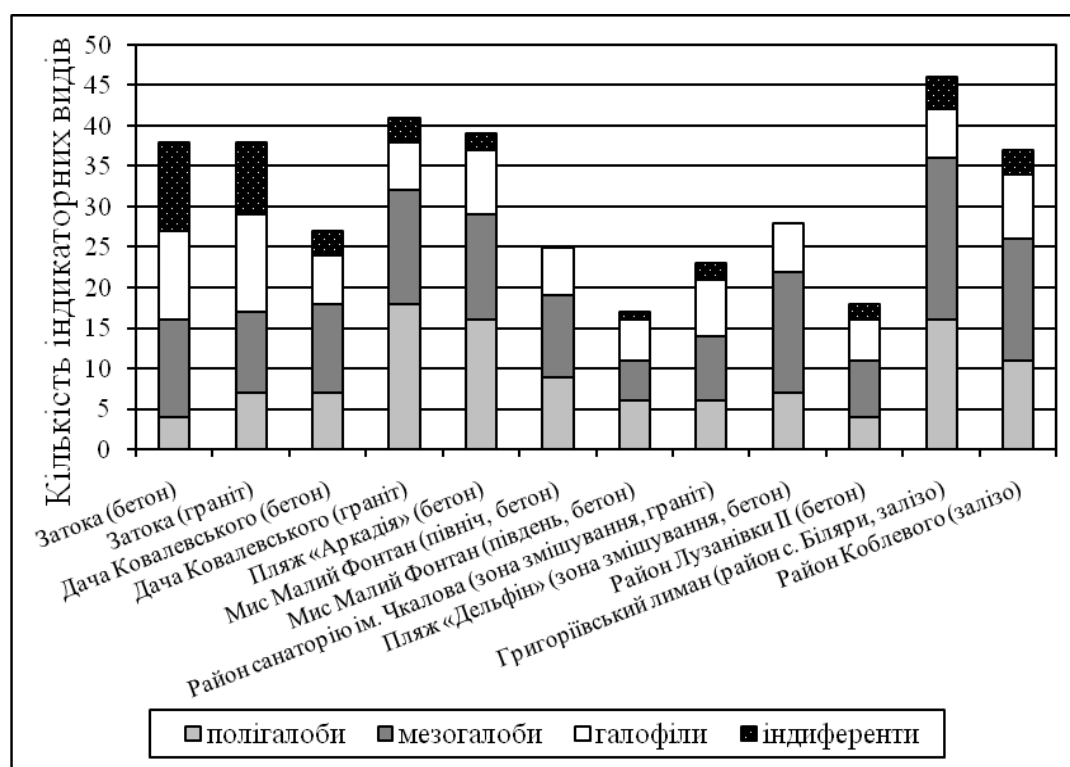


Рисунок 22 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2017 року

Полігалобні діатомеї були представлені, здебільшого, видами родів *Achnanthes*, *Amphora* та *Licmophora*, мезогалобні – *C. closterium* і видами родів *Navicula* та *Nitzschia*. Серед галофілів переважали види родів *Cyclotella* і *Diatoma*, серед індиферентів – деякі представники роду *Nitzschia*.

Кількість полігалобів була мінімальною на бетонних субстратах в районі Затоки і Лузанівки II – по 4 види, максимальною – на граніті в районі Дачі Ковалевського – 18. Мезогалоби переважали в районах Коблевого і пляжу «Дельфін», галофіли та індиференти – в районі Затоки.

Найменша кількість сапробіонтів була зареєстрована у південній частині мису Малий Фонтан – 10 видів, найбільша – в Григоріївському лимані та в районі Затоки (на бетоні) – по 30 (рис. 23). В цих же антропогенізованих акваторіях спостерігалася й максимальна кількість  $\alpha$ -мезосапробів. На відміну від минулого року, восени кількість сапробіонтних видів мікрофітобентосу зросла в 1,2-2,8 рази, здебільшого за рахунок  $\beta$ -мезосапробів: *L. gracilis*, *A. brevipes*, *Nitzschia lanceolata var.lanceolata*, *N. lanceolata var.minor*, тощо.

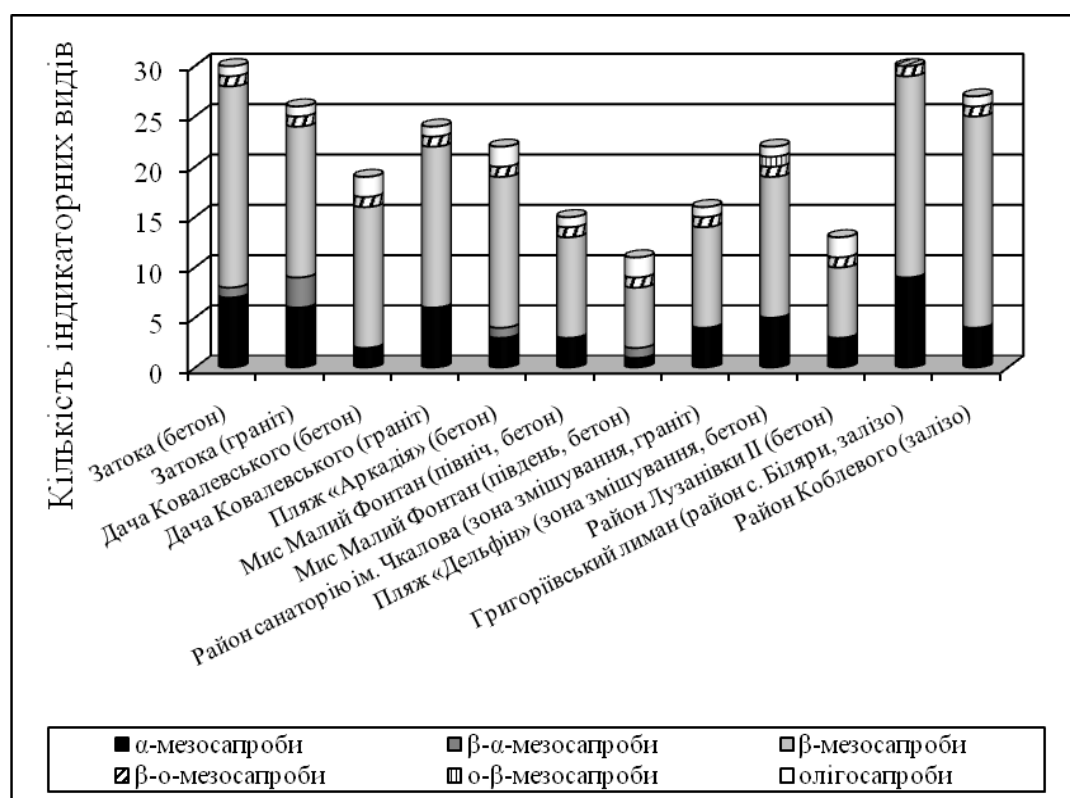


Рисунок 23 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ восени 2016 року

Чисельність мікрофітобентосу становила від 994,06 млн. кл/м<sup>2</sup> до 11 357,75 млн. кл/м<sup>2</sup> (табл. 13). Найменшою вона була в районі Дачі Ковалевського (на граніті), найбільшою – в районі санаторію ім. Чкалова.

Біомаса мікрофітобентосу варіювала від 131,22 мг/м<sup>2</sup> на бетонному субстраті в районі Затоки до 2 566,38 мг/м<sup>2</sup> в районі Лузанівки II (табл. 14).

Таблиця 13 – Чисельність (млн. кл/м<sup>2</sup>) водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ  
восени 2017 року

Відділи водоростей	Затока (бетон)	Затока (граніт)	Дача Ковалевського (бетон)	Дача Ковалевського (граніт)	Пляж «Аркадія» (бетон)	Мис Малий Фонтан (північ, бетон)	Мис Малий Фонтан (південь, бетон)	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	Район Лузанівки II (бетон)	Григоріівський лиман (район с. Біляри, залізо)	Район Коблевого (залізо)
Cyanoprokaryota	2 283,46	1 742,83	9 278,67	849,77	9 259,33	3 328,22	11 173,36	11 255,51	2 485,46	10 646,80	8 293,45	2 183,72
Euglenophyta	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinophyta	0,27	-	-	-	-	0,66	0,17	0,34	0,13	0,13	0,65	0,39
Cryptophyta	-	-	-	-	-	0,40	0,50	-	-	-	-	-
Chrysophyta	5,10	2,00	2,53	0,80	0,16	6,26	4,17	5,50	1,60	1,87	3,20	0,93
Bacillariophyta	68,83	26,71	283,85	140,99	200,11	71,38	29,03	86,06	392,29	29,51	282,59	450,12
Chlorophyta	4,29	4,80	-	0,53	-	-	-	2,17	2,53	-	0,53	0,13
Інші	4,27	3,10	1,71	2,27	4,40	4,27	4,00	8,17	2,27	3,60	4,53	2,40
Всього	2 366,35	1 779,44	9 566,78	994,06	9 464,00	3 411,19	11 211,23	11 357,75	2 884,28	10 681,91	8 584,95	2 637,69

Таблиця 14 – Біомаса (мг/м<sup>2</sup>) водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ  
восени 2017 року

Відділи водоростей	Затока (бетон)	Затока (граніт)	Дача Ковалевського (бетон)	Дача Ковалевського (граніт)	Пляж «Аркадія» (бетон)	Мис Малий Фонтан (північ, бетон)	Мис Малий Фонтан (південь, бетон)	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	Район Лузанівки II (бетон)	Григоріївський лиман (район с. Біляри, залізо)	Район Коблевого (залізо)
Cyanoprokaryota	64,29	156,09	921,79	32,58	1 190,73	440,17	1 310,64	509,06	113,91	2 537,10	1 328,62	64,03
Euglenophyta	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinophyta	2,28	-	-	-	-	2,41	0,31	0,63	0,02	0,75	6,36	4,50
Cryptophyta	-	-	-	-	-	0,04	0,05	-	-	-	-	-
Chrysophyta	0,33	0,46	0,17	0,05	0,01	0,52	0,27	0,36	0,10	0,12	0,21	0,06
Bacillariophyta	61,77	59,35	279,13	329,13	335,73	51,96	35,15	168,15	200,42	28,17	1 141,91	501,97
Chlorophyta	1,71	0,85	-	0,03	-	-	-	2,45	1,39	-	0,13	0,10
Інші	0,28	0,20	0,31	0,15	0,29	0,28	0,26	0,53	0,15	0,24	0,30	0,16
Всього	131,22	216,95	1 201,20	361,94	1 526,76	495,38	1 346,68	681,18	315,99	2 566,38	2 477,53	570,82

Значною вона була і в Григоріївському лимані – 2 477,53 мг/м<sup>2</sup>. На більшості досліджених станцій найчисленнішими і наймасовішими були ціанопрокаріоти *L. fragilis*, *L. confervoides*, *C. scopulorum*. Діатомеї становили основу біомаси тільки в районах Дачі Ковалевського (на граніті), пляжу «Дельфін» (на бетоні), Коблевого та Григоріївського лиману (на залізі) внаслідок розвитку *L. gracilis*, *A. brevipes*, *Melosira moniliformis* і видів роду *Diatoma*.

Як і у минулі роки, спостерігався інтенсивний розвиток мікрофітобентосу на поверхнях мідієвих стулок. Найменша кількість видів водоростей відмічена влітку в придонній частині акваторії Одеського порту. Найбільша – восени в районі мису Малий Фонтан (перед хвилерізом). Влітку тут траплялася потенційно небезпечна ціанопрокаріота *Aphanizomenon flos-aquae* [70]-[71], яка в 2014 році інтенсивно розвивалася і в планктоні Одеського прибережжя [72].

Кількість знайдених видів водоростей в районі мису Малий Фонтан і в Григоріївському лимані впродовж року суттєво не змінювалася. У поверхневій частині акваторії Одеського порту вона зростала в 1,7, в придонній – в 1,8 рази, в основному, за рахунок діатомей (табл. 15).

У галобіонтному складі мікрофітобентосу більшість становили полі- і мезогалобні види водоростей, кількість яких в районах мису Малий Фонтан і в Григоріївському лимані була стабільною, а в приурізовій зоні акваторії Одеського порту – подвоїлась протягом року. У придонній частині цієї ділянки моря кількість полігалобів зростала в 2,3, а галофілів – в 2,5 рази (табл. 16).

За сапробіонтним складом в усіх досліджених спільнотах мікрофітів переважали β-мезосапроби [73]. Найвища кількість їх відмічена влітку в районі мису Малий Фонтан (поза хвилерізом), найнижча – у придонній частині акваторії Одеського порту, де впродовж року зростала майже вдвічі. Найменше α-мезосапробів відмічено восени в районі мису Малий Фонтан (перед хвилерізом), найбільше – влітку в приурізовій зоні акваторії Одеського порту.

Спостерігалися морфологічно аномальні клітини діатомей. Влітку це були деформовані *T. fasciculata* в районах мису Малий Фонтан (перед хвилерізом) та в Григоріївському лимані, зігнуті *Licmophora ovulum* в лимані, деформовані *Ulnaria*

Таблиця 15 – Кількість видів мікрофітобентосу на поверхні ступок мідій з Одеського регіону в 2017 році

Відділи водоростей	Мис Малий Фонтан			Одеський порт				Григоріївський лиман	
	(поза хвилерізом)	(перед хвилерізом)							
	літо	літо	осінь	літо		осінь		літо	осінь
	мідії з вертикаль- них поверхонь	мідії з вертикаль- них поверхонь	мідії з вертикаль- них поверхонь	мідії з вертикаль- них поверхонь	донні мідії	мідії з вертикаль- них поверхонь	донні мідії	мідії з вертикаль- них поверхонь	мідії з вертикаль- них поверхонь
Суанoprokaryota	5	9	7	6	3	6	5	5	6
Dinophyta	3	5	4	1	1	5	-	4	1
Chrysophyta	1	2	3	2	1	2	3	2	2
Bacillariophyta	32	29	34	27	20	49	38	24	29
Chlorophyta	2	-	-	1	-	1	-	-	1
Інші	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всього	44	46	49	38	26	64	47	36	40



Таблиця 16 – Гало- та сапробіонтийний склад мікрофітобентосу на поверхні стулок мідій з Одеського регіону в 2017 році

Екологічні групи	Мис Малий Фонтан			Одеський порт				Григоріївський лиман	
	(поза хвилерізом)	(перед хвилерізом)							
	літо	літо	осінь	літо		осінь		літо	осінь
	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь	донні мідії	мідії з вертикальних поверхонь	донні мідії	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь
<b>Галобіонтийний склад:</b>									
Полігалоби	14	16	18	14	10	28	23	14	18
Мезогалоби	14	12	13	10	11	21	13	9	12
Галофіли	6	4	8	7	2	5	5	5	4
Індиференти	3	4	1	3	-	2	3	1	2
Всього	37	36	40	34	23	56	44	29	36
<b>Сапробіонтийний склад:</b>									
$\alpha$ -мезосапроби	5	4	2	5	6	11	9	5	7
$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	-	-	-	-	1	-	-	-	-
$\beta$ -мезосапроби	18	13	17	15	7	17	13	11	13
$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Олігосапроби	1	1	3	1	-	1	-	2	-
Всього	25	19	23	22	15	30	23	19	21

*ulna* в приурізовій зоні акваторії Одеського порту. Восени траплялися виїмчасті *S. crystallina* в Григоріївському лимані та в Одеському порту, де був знайдений деформований *C. scutellum* var. *parva*.

Влітку чисельність та біомаса мікрофітобентосу були найменшими на поверхнях стулок мідій, що мешкали на мулистих ґрунтах акваторії Одеського порту, найбільшими – на бетонних берегозахисних спорудах в Григоріївському лимані (табл. 17, 18).

Основу чисельності повсюдно формували ціанопрокаріоти родів *Leptolyngbya*, *Lyngbya*, тощо. Протягом року вона зростала в 1,3 рази в районі мису Малий Фонтан і в 5,8 рази – на мушлях донних мідій акваторії Одеського порту. На поверхні стулок моллюсків з берегозахисних портових споруд вона, навпаки, зменшилася в 1,8, а в Григоріївському лимані – в 2,6 рази (див. табл. 17).

Біомасу водоростей мікрофітобентосу на мідієвих стулках створювали, головним чином, крупноклітинні діатомеї *S. crystallina*, *T. fasciculata*, *L. gracilis*. В районі мису Малий Фонтан вона істотно не змінювалась впродовж року. На акваторії Одеського порту біомаса мікроводоростей зростала від 2,7 до 5,4 разів. В Григоріївському лимані вона, навпаки, скоротилась в 3,6 рази (див. табл. 18).

Порівняно з 2016 роком кількість знайдених видів мікрофітів, що оселилися на мушлях мідій, зменшилась на більшості досліджених станцій: в 1,6 рази – влітку на берегозахисних спорудах Одеського порту, в 1,8 – в цей же період в Григоріївському лимані (табл. 19).

Восени 2017 року в акваторії Одеського порту кількість видів водоростей зросла в 1,6, кількість галобіонтів – в 1,8, а сапробіонтів – в 1,4 рази порівняно з минулим роком. На решті станцій кількість сапробіонтів восени скоротилась в 1,2 (в районі мису Малий Фонтан і Григоріївському лимані).

Майже повсюдно в 1,4-2,5 рази зменшилась чисельність мікрофітів у порівнянні з минулорічними показниками. Лише влітку в акваторії Одеського порту вона незначно зросла за рахунок синьо-зелених водоростей.

Зменшилися і показники біомаси мікрофітобентосу на мушлях мідій: в районі мису Малий Фонтан – в 3,1 та 1,8 рази влітку і восени, відповідно.

Таблиця 17 – Чисельність (млн. кл./м<sup>2</sup>) мікрофітобентосу на поверхні стулок мідій з Одеського регіону в 2017 році

Відділи водоростей	Мис Малий Фонтан			Одеський порт				Григоріївський лиман	
	(поза хвилерізом)	(перед хвилерізом)							
	літо	літо	осінь	літо		осінь		літо	осінь
	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь	донні мідії	мідії з вертикальних поверхонь	донні мідії	мідії з вертикальних поверхонь	мідії з вертикальних поверхонь
Суанoprokaryota	439,79	445,49	565,61	1 223,14	254,74	667,40	1 510,19	1 489,34	747,55
Dinophyta	2,24	3,51	0,65	0,98	0,08	2,72	-	6,04	0,83
Chrysophyta	3,17	8,05	4,56	20,97	0,25	4,86	3,18	5,34	7,55
Bacillariophyta	35,61	39,05	57,68	159,37	6,45	128,26	26,33	552,45	43,88
Chlorophyta	3,30	-	-	0,19	-	0,08	-	-	0,07
Інші	3,17	2,10	2,74	9,22	0,50	1,53	2,10	2,73	3,70
Всього	487,28	498,20	631,24	1 413,87	262,02	804,85	1 541,80	2 055,90	803,58

Таблиця 18 – Біомаса (мг/м<sup>2</sup>) мікрофітобентосу на поверхні стулок мідій з Одеського регіону в 2017 році

Відділи водоростей	Мис Малий Фонтан			Одеський порт				Григоріївський лиман	
	(поза хвилерізом)	(перед хвилерізом)							
	літо	літо	осінь	літо		осінь		літо	осінь
	мідії з вертикаль-них поверхонь	мідії з вертикаль-них поверхонь	мідії з вертикаль-них поверхонь	мідії з вертикаль-них поверхонь	ДОННІ мідії	мідії з вертикаль-них поверхонь	ДОННІ мідії	мідії з вертикаль-них поверхонь	мідії з вертикаль-них поверхонь
Суанoprokaryota	5,51	7,53	14,90	20,71	7,55	15,48	52,26	31,72	30,07
Dinophyta	2,90	8,12	3,33	1,30	0,15	23,39	-	137,13	4,90
Chrysophyta	0,20	0,56	0,40	1,53	0,07	0,35	0,32	0,41	0,80
Bacillariophyta	58,67	62,55	58,93	484,13	21,25	1 335,18	104,06	832,81	239,89
Chlorophyta	0,07	-	-	0,05	-	0,02	-	-	0,01
Інші	0,20	0,14	0,18	0,60	0,03	0,10	0,14	0,18	0,24
Всього	67,55	78,90	77,74	508,32	29,05	1 374,52	156,78	1 002,25	275,91

Таблиця 19 – Показники стану мікрофітобентосу на поверхні стулок мідій з Одеського регіону в 2016-2017 роках

Рік	Мис Малий Фонтан (перед хвилерізом)		Одеський порт (вертикальні субстрати)		Григоріївський лиман	
	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь
Кількість знайдених видів						
2016	52	53	59	39	66	43
2017	46	49	38	64	36	40
Кількість галобіонтних видів						
2016	44	45	52	32	54	37
2017	36	40	34	56	29	36
Кількість видів-сапробіонтів						
2016	26	28	33	22	34	26
2017	19	23	22	30	19	21
Чисельність, млн. кл./м <sup>2</sup>						
2016	691,26	869,52	1 250,55	2 016,36	3 118,81	1 228,23
2017	498,20	631,24	1 413,87	804,85	2 055,90	803,58
Біомаса, мг/м <sup>2</sup>						
2016	242,65	142,48	810,34	106,10	4 269,71	202,95
2017	78,90	77,74	508,32	1 374,52	1 002,25	275,91

В акваторіях Одеського порту і Григоріївського лиману біомаса мікрофітів влітку зменшилась в 1,6 та 1,4 рази, а восени, навпаки, зросла в 13,0 та 1,4 рази внаслідок розвитку крупноклітинних діатомей *A. longipes*, *Caloneis liber* і *T. fasciculata*.

Був досліджений і мікрофітобентос пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ. На відміну від твердих ґрунтів, тут часто зустрічалися донні форми – діатомеї *C. liber* і види родів *Amphora*, *Diploneis*, *Gyrosigma*, *Halamphora*, *Pleurosigma*, тощо. Численні були і представники обростань – *Stauroneis simulans* і види родів *Cocconeis*, *Diatoma*, *Navicula*. Значний внесок у формування спільноти мікрофітів мулистих та піщаних ґрунтів роблять і осілі на дно планктонні водорості – зокрема, діатомеї родів *Cyclotella*, *Thalassiosira*, *Coscinodiscus*.

Впродовж року загальна кількість знайдених видів в районах мису Малий Фонтан і Одеського порту суттєво не змінилась, тоді як в районі Лузанівки I вона зменшилась в 1,4 рази, а в Григоріївському лимані – навпаки, зросла у стільки ж разів, зокрема, за рахунок діатомей (табл. 20).

Таблиця 20 – Кількість видів мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

Відділи водоростей	Затока, пісок	Мис Малий Фонтан, пісок		Одеський порт, мул		Лузанівка І, пісок		Григоріївський лиман, мул		Лузанівка ІІ, пісок	Коблеве, пісок
	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	осінь	осінь
Суанoprokaryota	3	2	3	4	3	4	2	5	3	4	5
Euglenophyta	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Dinophyta	-	1	1	1	-	2	3	-	-	5	4
Cryptophyta	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Chrysophyta	1	1	1	2	3	1	1	2	2	2	2
Bacillariophyta	36	13	14	23	22	23	13	12	24	19	23
Chlorophyta	3	-	-	-	1	-	1	2	-	-	3
Інші	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всього	45	19	20	31	30	31	22	22	30	33	38

Стосовно солоності води водорості, знайдені на пухких субстратах, були, в основному, полі- та мезогалобами (табл. 21). В районах Коблевого та Лузанівки II були широко представлені також олігогалобні види – галофіли та індіференти. Це, зокрема, діатомеї *Nitzschia acicularis*, *N. clausii*, *Surirella ovalis*, *S. minuta*.

По відношенню до органічного забруднення води знайдені види належали, головним чином, до групи  $\beta$ -мезосапробів (здебільшого, представники родів *Cocconeis* і *Nitzschia*). Найвища кількість сапробіонтів спостерігалася в районах Затоки і Коблевого, найменша – в районі мису Малий Фонтан. Восени в цьому умовно-чистому районі взагалі не було знайдено  $\alpha$ -мезосапробів, що свідчить про деяке покращення якості води. Антропогенізованими акваторіями з найбільшим вмістом  $\alpha$ -мезосапробів були район Затоки та Григоріївський лиман (восени) і акваторія Одеського порту (впродовж року).

Чисельність мікрофітобентосу формували, здебільшого, синьо-зелені водорості. Їх було найменше влітку на піску в районі мису Малий Фонтан, найбільше – в цей же сезон на мулі в Григоріївському лимані. В районі Одеського порту чисельність мікрофітів впродовж року зменшилась в 1,5, в районі Лузанівки I – в 1,3, а в Григоріївському лимані – в 1,4 рази (табл. 22).

Біомаса мікрофітобентосу була мінімальною восени на піску в районі мису Малий Фонтан, максимальною – в цей же час на мулі в Григоріївському лимані. Її формували діатомові водорості *C. closterium*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *N. ramosissima*, тощо. Впродовж року біомаса мікрофітів в районі мису Малий Фонтан зменшилась в 7,6, а Лузанівки I – в 1,4 рази. На мулистих ґрунтах в районі Одеського порту та в Григоріївському лимані вона зросла, відповідно, в 5,8 та 4,2 рази (табл. 23). Тобто, саме ці акваторії були найбільш евтрофікованими.

За даними якісних проб, в більшості досліджених акваторій впродовж року спостерігалася зростання кількості знайдених видів мікрофітів: в районі мису Малий Фонтан – в 1,2, в Григоріївському лимані на бетоні – в 1,6, а в районі Одеського порту на гумі – в 2,4 рази (табл. 24). Водночас, на залізному субстраті в районі Одеського порту кількість видів зменшилась в 2,6, а на гумі в Григоріївському лимані – скоротилася незначно.

Таблиця 21 – Гало- та сапробіонтний склад мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

Екологічні групи	Затока, пісок	Мис Малий Фонтан, пісок		Одеський порт, мул		Лузанівка I, пісок		Григоріївський лиман, мул		Луза- нівка II, пісок	Коб- леве, пісок
	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	осінь	осінь
Галобіонтний склад:											
Полігалоби	11	8	9	17	14	10	7	8	9	14	9
Мезогалоби	14	7	7	6	6	9	6	5	15	9	8
Галофіли	9	-	1	3	4	5	2	-	2	2	5
Індиференти	8	-	-	-	3	2	-	4	1	2	7
Всього	42	15	17	26	27	26	15	17	27	27	29
Сапробіонтний склад:											
$\alpha$ -мезосапроби	7	2	-	5	5	4	2	3	5	3	3
$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
$\beta$ -мезосапроби	15	5	9	9	8	10	6	6	10	10	14
$\beta$ -o-мезосапроби	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Олігосапроби	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Всього	24	8	10	15	13	15	9	11	16	16	19



Таблиця 22 – Чисельність (млн. кл./м<sup>2</sup>) мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

Відділи водоростей	Затока, пісок	Мис Малий Фонтан, пісок		Одеський порт, мул		Лузанівка I, пісок		Григоріївський лиман, мул		Лузанівка II, пісок	Коблеве, пісок
	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	осінь	осінь
Суанoprokaryota	3 834,74	1 005,36	1 378,40	4 535,23	2 031,88	2 641,01	2 138,36	10 253,53	7 034,77	1 380,23	1 489,82
Euglenophyta	2,50	-	-	-	-	-	1,26	-	-	1,88	-
Dinophyta	-	1,26	0,62	0,62	-	5,00	22,52	-	-	4,38	2,48
Cryptophyta	-	2,50	-	-	-	-	-	-	-	0,62	-
Chrysophyta	10,65	6,25	11,27	11,89	247,89	8,13	9,40	26,25	52,56	11,91	10,66
Bacillariophyta	173,28	264,79	35,11	55,72	702,13	135,28	51,33	108,78	270,13	53,82	79,55
Chlorophyta	7,52	-	-	-	5,63	-	0,62	41,31	-	-	3,14
Інші	4,38	9,40	4,38	5,63	58,20	7,51	6,90	13,13	28,17	8,77	1,88
Всього	4 033,07	1 289,56	1 429,78	4 609,09	3 045,73	2 796,93	2 230,39	10 443,00	7 385,63	1 461,61	1 587,53

Таблиця 23 – Біомаса (мг/м<sup>2</sup>) мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в 2017 році

Відділи водоростей	Затока, пісок	Мис Малий Фонтан, пісок		Одеський порт, мул		Лузанівка І, пісок		Григоріївський лиман, мул		Лузанівка ІІ, пісок	Коблеве, пісок
	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	осінь	осінь
Суанoprokaryota	105,10	6,79	17,83	127,52	54,61	28,87	14,03	264,88	135,39	22,48	21,91
Euglenophyta	4,36	-	-	-	-	-	1,94	-	-	1,67	-
Dinophyta	-	2,32	3,60	0,83	-	8,93	83,64	-	-	69,33	26,34
Cryptophyta	-	0,24	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-
Chrysophyta	0,70	0,40	0,74	1,92	31,34	0,53	0,62	2,10	5,00	1,04	3,32
Bacillariophyta	446,85	459,34	39,57	118,81	1 359,31	224,32	90,61	151,48	1 621,05	122,92	117,10
Chlorophyta	1,77	-	-	-	1,32	-	0,83	9,00	-	-	3,61
Інші	0,29	0,62	0,29	0,37	3,81	0,49	0,45	0,86	1,84	0,57	0,12
Всього	559,07	469,71	62,03	249,45	1 450,39	263,14	192,12	428,32	1 783,28	218,08	172,40

Таблиця 24 – Кількість видів мікрофітобентосу Одеського регіону за даними якісних проб в 2017 році

Відділи водоростей	Мис Малий Фонтан (бетон)		Район Одеського порту (залізо)		Район Одеського порту (гума)		Григоріївський лиман (бетон)		Григоріївський лиман (гума)	
	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь
Cyanoprokaryota	9	10	6	2	8	7	6	6	5	8
Euglenophyta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dinophyta	2	2	-	-	2	1	1	1	2	-
Cryptophyta	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Chrysophyta	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
Bacillariophyta	15	20	26	10	6	34	14	30	26	23
Chlorophyta	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-
Інші	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всього	29	36	36	14	18	44	25	39	37	33

На відміну від минулого року, часто спостерігалось також зростання загальної кількості сапробіонтних видів, зокрема за рахунок  $\beta$ -мезосапробів: в районі мису Малий Фонтан – в 1,5, в Григоріївському лимані на бетоні – в 1,8, а в районі Одеського порту на гумі – в 3,8 рази (табл. 25). В той же час, кількість сапробіонтів на залізі в районі Одеського порту зменшилася в 3,2, а на гумі в Григоріївському лимані – в 1,2 рази.

Восени на гумі в районі Одеського порту траплялися зігнуті стулки *S. crystallina*, а в Григоріївському лимані – зігнуті *N. lanceolata* var. *lanceolata*. В акваторії лиману на бетоні траплялися деформовані *N. lanceolata* var. *lanceolata* і *N. lanceolata* var. *minor*. За станом мікрофітобентосу на різних субстратах, саме лиман впродовж року зазнав найбільшого рівня антропогенного навантаження.

Таким чином, біоіндикація якості вод Одеського регіону за станом розвитку мікрофітобентосу показала, що впродовж 2017 року морське довкілля акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, було найменш евтрофікованим. Влітку на поверхнях бетонних споруд цієї ділянки моря  $\alpha$ -мезосапробні мікрофіти були відсутні. Влітку найбільш евтрофікованою була акваторія, прилегла до санаторію ім. Чкалова, а восени – Григоріївський лиман та прибережні морські райони Затоки і Дачі Ковалевського.

## 5.2 Оцінка якості довкілля відкритих акваторій моря за станом бентосних мікрофітів

Впродовж весняного, літнього та осіннього періодів 2017 року була проведена біоіндикація якості морського довкілля ФПЗ та інших відкритих акваторій шельфу та пригирлових районів ПЗЧМ за станом систематичних, кількісних, гало- і сапробіонтних показників розвитку мікрофітобентосу, тощо.

Як і торік, у видовому складі мікрофітів на поверхнях мулисто-піщаних ґрунтів повсюдно домінували діатомеї (27-52 види) (табл. 26).

Таблиця 25 – Гало- та сапробіонтийний склад мікрофітобентосу Одеського регіону за даними якісних проб в 2017 році

Екологічні групи	Мис Малий Фонтан (бетон)		Район Одеського порту (залізо)		Район Одеського порту (гума)		Григоріївський лиман (бетон)		Григоріївський лиман (гума)	
	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь	літо	осінь
Галобіонтийний склад:										
Полігалоби	10	10	13	7	4	19	6	15	12	13
Мезогалоби	7	10	11	4	4	12	12	16	13	11
Галофіли	2	4	5	1	4	7	2	3	3	4
Індиференти	3	2	2	-	-	2	1	1	3	1
Всього	22	26	31	12	12	40	21	35	31	29
Сапробіонтийний склад:										
$\alpha$ -мезосапроби	-	3	4	1	2	5	4	5	5	4
$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
$\beta$ -мезосапроби	9	11	13	4	1	15	7	17	15	12
$\beta$ - $\sigma$ -мезосапроби	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\sigma$ - $\beta$ -мезосапроби	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Олігосапроби	1	2	-	-	2	1	1	-	-	1
Всього	12	18	19	6	6	23	13	23	21	18

Таблиця 26 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу відкритих районів ПЗЧМ впродовж 2017 року

№ з/п	Райони	Відділи водоростей						Всього
		Cyanoprokaryota	Dinophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	
Весняний період								
1	ФПЗ I	2	1	1	33	1	1	39
2	ФПЗ IV	2	-	2	35	-	1	40
Літній період								
3	ФПЗ I	2	-	2	47	-	1	52
4	ФПЗ II	2	-	3	27	-	1	33
5	ФПЗ III	2	1	2	41	-	1	47
6	ФПЗ IV	2	-	2	29	1	1	35
Літній період								
7	Дністровський район	3	-	1	29	2	1	36
8	Район Дунайсько-Дністровського межиріччя	2	-	2	44	1	1	50
9	Дунайський район I	2	-	2	40	1	1	46
10	Дунайський район II	2	1	2	13	-	1	19
11	ФПЗ I	3	-	2	49	1	1	56
12	ФПЗ II	3	1	3	33	-	2	42
13	ФПЗ III	4	1	3	52	-	1	61
14	ФПЗ IV	2	-	3	40	-	1	46
15	Дніпро-Бузький район I	2	1	3	49	-	1	56
16	Дніпро-Бузький район II	3	-	1	58	3	1	66
17	Дніпро-Бузький район III	2	-	1	42	1	1	47
Літньо-осінний період								
18	Район дампінгу ґрунтів	2	-	2	54	-	1	59
19	ПЗЧМ I	2	-	3	22	-	1	28
20	ПЗЧМ II	1	-	1	8	-	1	11
Осінній період								
21	Дунайський район I	2	-	1	21	-	1	25

Стосовно солоності води знайдені види мікрводоростей були, здебільшого, полігалобами (16-28 видів). Це представники родів *Amphora*, *Halamphora*, *Cocconeis*, *Diploneis*, *Licmophora*, *Lyrella*, *Pleurosigma* та інших. Мезогалобів було від 9 до 17 видів. Вони, переважно, належали до родів *Gyrosigma*, *Navicula*, *Nitzschia* і *Tabularia*. Значно рідше траплялися олігогалобні види водоростей – галофіли та індиференти (табл. 27).

Максимальну їх кількість, як і біомасу бентосних мікрводоростей, було відмічено в літньо-осінній період на станціях ФПЗ I та ФПЗ III, евтрофіковане довкілля яких перебуває під безпосереднім впливом антропогенізованих річкових та лиманних вод. Галофіли та індиференти були найширше представлені на цих же ділянках моря. Це, здебільшого, діатомеї *D. tenue*, *Navicula cancellata*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Diploneis oblongella*, *U. ulna*, види роду *Cyclotella*, а також зелені водорості *Desmodesmus communis* і *M. arcuatum*.

Кількість знайдених сапробіонтних видів мікрофітів протягом року коливалася від 15 до 23, здебільшого за рахунок  $\beta$ -мезосапробів *D. oblongella*, *U. ulna*, *N. sigma*, а також видів родів *Navicula*, *Nitzschia* і *Cocconeis*. Широко представлені були й  $\alpha$ -мезосапроби (4-7 видів). Це, в основному, діатомеї *Paralia sulcata*, *T. fasciculata*, *H. coffeaeformis* та інші, а також ціанопрокаріоти *Ph. limosum* і *Ph. chalybeum*.

Загальна чисельність мікрофітобентосу становила від 2 812,97 млн. кл./м<sup>2</sup> до 9 543,47 млн. кл./м<sup>2</sup>. Її формували, головним чином, ціанопрокаріоти. Найчисленнішими були синьо-зелені водорості *L. fragilis* і *Microcystis sp.* та діатомові *P. sulcata*, *N. ramosissima*, *Grammatophora marina* (табл. 28).

Сумарна біомаса варіювала від 984,45 мг/м<sup>2</sup> до 5 636,27 мг/м<sup>2</sup>. Її створювали, в першу чергу, крупноклітинні діатомеї (табл. 29). Це представники родів *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Tryblionella*, тощо.

За отриманими показниками біомаси (відповідно до характеристики трофності водних об'єктів України [74]) довкілля більшості досліджених акваторій ПЗЧМ, переважно, належить до класу «евтрофне».

Таблиця 27 – Гало- та сапробіонтний склад (кількість індикаторних видів) водоростей мікрофітобентосу відкритих районів ПЗЧМ впродовж 2017 року

№ з/п	Райони	Галобіонтний склад					Сапробіонтний склад					
		Полігалоби	Мезогалоби	Галофіли	Індиференти	Всього:	$\alpha$ -мезосапроби	$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	$\beta$ -мезосапроби	$\beta$ - $\alpha$ -мезосапроби	Олігосапроби	Всього:
Весняний період												
1	ФПЗ I	18	10	5	3	36	4	-	12	1	-	17
2	ФПЗ IV	16	9	7	5	37	5	-	12	1	-	18
Літній період												
3	ФПЗ I	28	13	7	2	50	6	-	15	1	-	22
4	ФПЗ II	17	9	3	1	30	4	-	10	1	-	15
5	ФПЗ III	20	13	5	4	42	6	-	14	1	-	21
6	ФПЗ IV	16	10	4	2	32	5	-	10	1	-	16
Літній період												
7	Дністровський район	8	13	6	6	33	8	1	15	1	-	25
8	Район Дунайсько-Дністровського межиріччя	22	15	4	4	45	6	1	19	1	-	27
9	Дунайський район I	19	13	6	5	43	8	1	14	1	-	24
10	Дунайський район II	6	7	2	-	15	4	-	3	1	-	8
11	ФПЗ I	27	14	7	5	53	7	1	14	1	-	23
12	ФПЗ II	21	9	4	2	36	6	-	12	1	-	19
13	ФПЗ III	28	17	6	3	54	7	1	12	1	-	21
14	ФПЗ IV	25	11	4	1	41	4	-	12	1	-	17
15	Дніпро-Бузький район I	28	15	4	5	52	6	-	16	1	1	24
16	Дніпро-Бузький район II	30	17	6	10	63	8	1	26	1	-	36
17	Дніпро-Бузький район III	19	18	2	6	45	4	-	23	1	-	28
Літньо-осінній період												
18	Район дампінгу ґрунтів	30	15	6	4	55	7	-	17	1	1	26
19	ПЗЧМ I	13	6	3	2	24	4	-	8	1	-	13
20	ПЗЧМ II	5	3	-	1	9	-	-	4	-	-	4
Осінній період												
21	Дунайський район I	3	7	8	4	22	3	1	8	1	-	13



Таблиця 28 – Чисельність (млн. кл./м<sup>2</sup>) водоростей мікрофітобентосу  
відкритих районів ПЗЧМ впродовж 2017 року

№ з/п	Райони	Відділи водоростей						Всього
		Суанопрокарюта	Dinophyta	Chrysoophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	
Весняний період								
1	ФПЗ I	2 565,23	1,86	26,31	292,88	1,86	7,49	2 895,63
2	ФПЗ IV	3 847,87	-	48,76	1 126,75	-	1,86	5 025,24
Літній період								
3	ФПЗ I	6 446,98	-	48,84	1 335,90	-	9,41	7 861,13
4	ФПЗ II	2 332,37	-	39,43	426,13	-	15,04	2 812,97
5	ФПЗ III	3 744,63	1,86	58,13	1 012,11	-	9,41	4 826,14
6	ФПЗ IV	4 292,96	-	28,17	647,67	1,86	7,49	4 978,15
Літній період								
7	Дністровський район	6 097,63	-	37,58	349,26	31,88	24,39	6 540,74
8	Район Дунайсько-Дністровського межиріччя	8 875,15	-	28,16	647,73	1,86	22,54	9 575,44
9	Дунайський район I	6 764,28	-	16,90	247,33	5,63	16,90	7 051,04
10	Дунайський район II	6 249,74	1,86	41,30	155,86	-	22,54	6 471,30
11	ФПЗ I	8 619,69	-	60,14	818,57	20,68	24,39	9 543,47
12	ФПЗ II	3 476,06	1,86	110,82	384,66	-	18,76	3 992,16
13	ФПЗ III	2 738,04	3,77	35,66	1 021,39	-	18,76	3 817,62
14	ФПЗ IV	4 959,61	-	77,02	873,11	-	26,31	5 936,05
15	Дніпро-Бузький район I	3 337,07	1,86	54,48	1 143,66	-	24,39	4 561,46
16	Дніпро-Бузький район II	2 908,90	-	45,07	1 917,72	54,42	33,80	4 959,91
17	Дніпро-Бузький район III	4 240,41	-	26,31	818,86	5,63	11,27	5 102,48
Літньо-осінній період								
18	Район дампінгу ґрунтів	4 781,24	-	31,89	2 659,07	-	11,27	7 483,47
19	ПЗЧМ I	1 939,89	-	46,98	157,69	-	16,90	2 161,46
20	ПЗЧМ II	68,56	-	20,68	45,01	-	15,04	749,29
Осінній період								
21	Дунайський район I	3 915,49	-	22,54	250,74	-	31,00	4 219,77

Таблиця 29 – Біомаса (мг/м<sup>2</sup>) водоростей мікрофітобентосу відкритих районів ПЗЧМ впродовж 2017 року

№ з/п	Райони	Відділи водоростей						Всього
		Суанопрокарюта	Dinophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	
Весняний період								
1	ФПЗ I	32,39	50,50	1,72	2 686,95	0,44	0,49	2 772,49
2	ФПЗ IV	58,83	-	18,93	3 223,92	-	0,12	3 301,80
Літній період								
3	ФПЗ I	93,12	-	4,34	4 144,75	-	0,62	4 242,83
4	ФПЗ II	20,31	-	8,45	1 173,17	-	0,98	1 202,91
5	ФПЗ III	37,92	11,70	14,98	5 571,05	-	0,62	5 636,27
6	ФПЗ IV	33,20	-	3,35	1 523,38	0,28	0,49	1 560,70
Літній період								
7	Дністровський район	172,78	-	2,46	811,96	9,13	1,60	997,93
8	Район Дунайсько-Дністровського межиріччя	98,00	-	3,57	1 835,41	0,44	1,48	1 938,90
9	Дунайський район I	65,78	-	5,84	1 044,67	1,13	1,11	1 118,53
10	Дунайський район II	56,61	3,00	4,28	133,96	-	1,50	199,35
11	ФПЗ I	89,06	-	6,95	4 063,77	4,50	1,60	4 165,88
12	ФПЗ II	29,64	1,68	22,42	929,48	-	1,23	984,45
13	ФПЗ III	33,00	1,26	5,80	4 702,69	-	1,23	4 743,98
14	ФПЗ IV	52,95	-	15,60	2 147,13	-	1,72	2 217,40
15	Дніпро-Бузький район I	19,84	8,57	7,11	3 173,86	-	1,60	3 210,98
16	Дніпро-Бузький район II	45,31	-	2,95	18 981,56	41,78	2,21	19 073,81
17	Дніпро-Бузький район III	49,36	-	1,72	11 908,59	1,32	0,74	11 961,73
Літньо-осінній період								
18	Район дампінгу ґрунтів	32,32	-	4,75	11 223,92	-	0,74	11 261,73
19	ПЗЧМ I	8,66	-	7,38	336,91	-	11,10	364,05
20	ПЗЧМ II	2,80	-	1,35	61,49	-	1,00	66,64
Осінній період								
21	Дунайський район I	25,18	-	1,48	632,26	-	2,00	660,92

Найнижчі показники розвитку мікрофітобентосу відкритої частини моря спостерігалися в літньо-осінній період на станції ПЗЧМ II. Кількість знайдених видів водоростей тут була понад в п'ять разів, а галобіонтів та сапробіонтів – більш ніж вшестеро, чисельність – майже на порядок, а біомаса – до 170 разів нижчою порівняно з антропогенізованим районом дампінгу ґрунтів (див. табл. 26-29). Тут взагалі були відсутні  $\alpha$ -мезосапроби, що свідчить про низький рівень евтрофікації морського середовища. За показником біомаси мікрофітобентосу докільля на станції ПЗЧМ II належить до класу «оліготрофне» [74].

Найвища кількість видів мікрофітів, зокрема сапробіонтів, була відмічена влітку в районах, що зазнають найбільшого впливу річкового стоку: Дніпро-Бузькому, Дунайському, Дністровському та Дунайсько-Дністровського межиріччя. У галобіонтному складі водоростей даних акваторій спостерігався значний вміст галофілів та індіферентів, а у сапробіонтному –  $\alpha$ -мезосапробів (див. табл. 26, 27). Бентосні мікрофіти були найчисленнішими в районі Дунайсько-Дністровського межиріччя – 9 575,44 млн. кл./м<sup>2</sup>, здебільшого, за рахунок дрібноклітинних ціанопрокаріот (див. табл. 28), а наймасовішими – в Дніпро-Бузькому районі II (19 073,81 мг/м<sup>2</sup>) та Дніпро-Бузькому районі III (11 961,73 мг/м<sup>2</sup>), переважно, внаслідок розвитку крупноклітинних діатомей роду *Gyrosigma* (див. табл. 29). Важливу роль у формуванні кількісних показників розвитку мікрофітобентосу даних акваторій відігравали також зелені водорості, які найінтенсивніше розвивалися в Дніпро-Бузькому районі II.

Таким чином, у 2017 році оцінка стану чорноморського середовища методами біотестування та біоіндикації якості докільля з використанням гідробіонтів різних систематичних рівнів показала, що екологічний стан відкритих та прибережних акваторій ПЗЧМ, різних за антропогенним навантаженням, значно відрізнявся. Придонне середовище більшості цих морських ділянок було значно евтрофікованішим, ніж у прибережжі ПЗЧМ.

## ВИСНОВКИ

У 2017 році була проведена оцінка стану морського середовища прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ, різних за рівнем та характером антропогенного навантаження із застосуванням методів біотестування та біоіндикації якості довкілля з використанням бентосних гідробіонтів різних систематичних рівнів (чорноморських мідій та мікрофітобентосу).

Дослідження якості середовища прибережних та відкритих акваторій ПЗЧМ виконувались за показниками розвитку різних за чутливістю тест-об'єктів та організмів-моніторів по фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних та сапробіологічних показниках розвитку організмів.

Здійснено порівняльну оцінку змін екологічного стану довкілля антропогенізованих та умовно-чистих районів ПЗЧМ протягом 2017 року та у ретроспективному аспекті.

Встановлено, що впродовж року на екологічний стан прибережних та відкритих акваторій ПЗЧМ впливали, як антропогенні чинники (рекреаційне навантаження, скиди господарсько-побутових, дренажних та санаторних стоків, проведення портових операцій, тощо), так і природні (низька солоність водних мас, штормові явища та ряд інших), що позначилося на показниках розвитку тест-об'єктів (дорослих мідій та їхніх личинок) і організмів-моніторів (водоростей-мікрофітів) у досліджуваних середовищах.

Виявлено, що протягом року екологічний стан прибережного морського довкілля зазнав на значній кількості прибережних районів покращення порівняно з минулорічним, продовживши торішню позитивну динаміку змін у розвитку морських гідробіонтів. Але на деяких досліджуваних прибережних акваторіях сталося погіршення екологічних властивостей довкілля для розвитку водних організмів.

Біотестування якості морського водного середовища з різних за антропогенним навантаженням районів прибережжя Одеського регіону на

личинках мідій виявило, що восени 2017 року екологічні властивості досліджених вод погіршувалися в ряду: мис Малий Фонтан → район Коблевого → пляж «Аркадія» → Одеський порт → район санаторію ім. Чкалова → Григоріївський лиман → Лузанівка → пляж «Дельфін» → Затока → Дача Ковалевського.

Морське довкілля акваторії, прилеглої до Дачі Ковалевського, саме осінню характеризувалося найгіршими екологічними властивостями для життєдіяльності використаних тест-об'єктів та організмів-моніторів. Серед значно евтрофікованих акваторій Одеського регіону найбільше вирізняються за кількістю  $\alpha$ -мезосапробних мікроводоростей (індикаторів значного органічного забруднення вод) акваторії Затоки, Григоріївського лиману, і, звісно, Дачі Ковалевського.

В Одеському прибережжі район мису Малий Фонтан, попри все, залишився умовно-чистим для мешкання гідробіонтів, а в його воді при біотестуванні осінню утворилося у 1,5 рази більше личинок мідій нормальної морфології, ніж торік.

За результатами біотестування та біоіндикації (по показниках морфогенезу ембріонів мідій та відсотку  $\alpha$ -мезосапробів у складі мікрофітобентосу) вперше за всі роки спостережень відмічено, що стан довкілля на українському шельфі Чорного моря протягом 2017 року поступався осіннім характеристикам якості середовища прибережжя мису Малий Фонтан майже у 1,2 рази.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю використання в системі морського моніторингу сучасних інтегральних та економічно ефективних методів біотестування та біоіндикації з метою отримання наукової інформації щодо змін екологічного стану морського середовища для наступного використання при підготовці екологічного паспорту Одеської області і Національної доповіді про стан довкілля України, для охорони у відкритій частині моря ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова», для участі у науково-практичних конференціях і для екологічної освіти населення, тощо.

Дослідження змін екологічного стану прибережних та відкритих акваторій ПЗЧМ показали доцільність проведення подальших робіт з біологічного моніторингу для наступної систематичної комплексної оцінки та діагнозу якості чорноморського довкілля.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Україна. Закони. Про охорону навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] : закон України від 25.06.1991 р. зі змінами та доповненнями // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>. – 22.12.2017. – Назва з екрану

2 Україна. Закони. Про затвердження загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів [Електронний ресурс] : закон України від 22.03.2001 р. // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2333-14>. – 20.12.2017. – Назва з екрану

3 Strategic Action Plan for the Rehabilitation and Protection of the Black Sea (1996) [Electronic resource] / The Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution; Official Documents. – Режим доступу : [http://www.blacksea-commission.org/\\_bssap1996.asp](http://www.blacksea-commission.org/_bssap1996.asp). – 21.12.2017. – Title from the screen

4 The European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council [Text] // Official Journal of the European Union, of 24.12.2008. – 2008. – P. 84-97

5 The European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) [Text] // Official Journal of the European Union, 25.06.2008. – 2008. – P. 19-40

6 Северо-западная часть Черного моря: биология и экология [Текст] : сб. науч. тр. / под. отв. ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. – К. : Наукова думка, 2006. – 700 с.

7 Деньга Ю. М. Використання мідій у моніторингу якості вод рекреаційної зони моря [Текст] / Ю. М. Деньга, Л. Л. Красота, Е. Ф. Костильов // Устойчивое развитие экологического туризма на черноморском побережье : сб. материалов 3-го симпозиума : (10-13 июня 2003 г., Одесса) / Центр научно-технической, экономической и правовой информации. – Одесса : ЦНТЭПИ, 2003. – С. 62-72

8 Методические аспекты оценки качества морской среды на основе показателей состояния мидий и водорослей-микрочитов [Текст] / Э. Ф. Костылев, Л. Л. Красота, А. В. Рачинская, М. С. Дидорчук // Моніторинг навколишнього середовища. Науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення : матеріали наук.-практ. конф. (18-22 вересня 2006 р., АР Крим, м. Коктебель). – Коктебель : НІЦ «Екологія, наука, техніка», 2006. – С. 127-128

9 Красота Л. Л. Оценка состояния морской среды Одесского побережья по физиолого-морфологическим показателям черноморских мидий [Текст] / Л. Л. Красота // Причорноморський екологічний бюлетень. – Одеса, 2008. – № 4 (30). – С. 60-66

10 Ковальчук І. П. Гідроекологічний моніторинг [Текст]: навч. посібник / І. П. Ковальчук, Л. П. Курганевич. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 292 с. + 1,0 вкл.

11 Водоросли [Текст] : справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк [и др.]. – К. : Наук. думка, 1989. – 606 с.

12 Барінова С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды [Текст] / С. С. Барінова, Л. А. Медведева, О. Н. Анисимова. – Тель-Авив : Pilies Studio, 2006. – 498 с.

13 Рачинська О. В. Біоіндикація якості морського довкілля Одеського регіону за показниками розвитку мікрофітобентосу [Текст] / О. В. Рачинська // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2015. – № 3-4 (64). – С. 565-568

14 Бегун А. А. Биоиндикация качества морской среды по диатомовым водорослям в обрастании антропогенных субстратов [Текст] / А. А. Бегун, А. Ю. Звягинцев // Известия ТИНРО. – 2010. – Т. 161. – С. 177-198

15 Гусяков Н. Е. Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов [Текст] / Н. Е. Гусяков, О. А. Закордонец, В. П. Герасимюк. – К. : Наукова думка, 1992. – 112 с.

16 Оксийук О. П. Методологические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу [Текст] / О. П. Оксийук, О. А. Давыдов // Гидробиологический журнал. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 98-112

17 Рачинская А. В. Особенности структуры сообщества прибрежного микрофитобентоса в зоне влияния дренажных вод [Текст] / А. В. Рачинская // Екологічні проблеми Чорного моря : міжнародна науково-практична конференція (31 травня - 1 червня, 2007, Одеса) : зб. наук. ст. – Одеса : ІНВАЦ, 2007. – С. 276-280

18 Lowe D. M. Contaminant induced lysosomal membrane damage in blood cells of mussels *M. galloprovincialis* from the Venice Lagoon: an in vitro study [Text] / D. M. Lowe, V. U. Fossato and M. H. Depledge // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1995. – 129. – P. 189-196

19 Depledge M. H. The conceptual basis of the biomarker approach [Text] / M. H. Depledge, J. J. Amaral-Mendes, B. Daniel [et al.] // Biomarkers – Research and Application in the Assessment of Environmental Health. – Springer ; Berlin ; Heidelberg, 1993. – P. 15-29

20 Lowe D. M. Lysosomal membrane responses in mussels to experimental contaminant exposure [Text] / D. M. Lowe, C. Soverchia, M. N. Moore // Aquatic Toxicol. – 1995. – 3. – P. 105-112

21 Lysosomal and microsomal responses in *Littorina littorea*: further investigations of environmental effects in the vicinity of the Sullom Voe Oil Terminal and effects of experimental exposure to phenanthrene [Text] / M. N. Moore, R. K. Pipe, S. V. Farrar [et al.] // Oceanic Processes in Marine Pollution – Biological Processes and Waste in the Ocean. – Melbourne : Krieger Publishing, 1986. – Vol. 1. – P. 89-96



22 Воскресенский К. А. Пояс фильтраторов как биогидрологическая система моря [Текст] / К. А. Воскресенский // Труды ГОИН. – М. ; Л. : Гидрометеиздат, 1948. – Вып. 6 (18) – С. 55-120

23 Митилиды Черного моря [Текст] / В. Е. Заика, Н. А. Валовая, А.С. Повчун, Н. А. Ревков ; под отв. ред. В. Е. Заика ; АН УССР. Ин-т биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – К. : Наук. думка, 1990. – 208 с.

24 Костылев Э. Ф. О групповой вариабельности характера фильтрации у черноморских мидий [Текст] / Э. Ф. Костылев, Л. Л. Красота // Гидробиологический журнал АН УССР. – К., 1986. – 9 с. – Деп. в ВИНТИ 8.12.1986, № 8358-B86

25 Миронов Г. Н. Фильтрационная работа и питание мидий Черного моря. [Текст] / Г. Н. Миронов // Тр. Севастопольской биол. ст.- М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1948. – Т. 6. – С. 338-352

26 Бурдин К. С. Основы биологического мониторинга [Текст] / К. С. Бурдин. – М. : МГУ, 1985. – 158 с.

27 Лукьяненко В. И. Общая ихтиотоксикология [Текст] / В. И. Лукьяненко. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 320 с.

28 Руководство по методам химического анализа морских вод [Текст] : сборник / под ред. С. Г. Орадовского. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 208 с.

29 Thain J. E. Biological effects of contaminants: Oyster (*Crassostrea gigas*) embryo bioassay [Text] / J. E. Thain // Techniques in marine environmental sciences : International Council for the Exploration of the sea : (Copenhagen, February, 1991). – Copenhagen, 1991. – № 11. – P. 3-10

30 Courtright Robert C. Formulation of a synthetic seawater for bioassays with *Mytilus edulis* embryos [Text] / C. Robert Courtright, Wilbur P. Breese, Hugo Krueger. // Water Research. – 1971. – Vol. 5. – P. 877-888

31 Jha Awadhesh N. Detection of genotoxins in the marine environment: adoption and evaluation of an integrated approach using the embryo-larval stages of the marine mussel, *Mytilus galloprovincialis* [Text] / Awadhesh N. Jha, Victoria V. Cheung, Michael E. Foulkes [et al.] // Mutation Research. – 2000. – 464. – P. 213-228

32 His Edouard. Monitoring fresh and brackish water quality around shellfish farming areas with a bivalve embryo and larva simplified bioassay method [Text] / Edouard His, Ricardo Beiras // *Oceanologica Acta*. – 1995. – Vol. 18, № 5. – P. 591-595

33 Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов [Текст] : сборник / под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. – М. : Наука, 1975. – С. 81-117

34 Рябушко Л. И. Сообщества диатомовых водорослей на раковинах моллюсков рода *Mytilus* L. [Текст] / Л. И. Рябушко, В. И. Рябушко // *Альгология*. – 1998. – Т. 8, № 3. – С. 254-259

35 Рябушко Л. И. Микрофитобентос бухты Казачья Черного моря (Украина) [Текст] / Л. И. Рябушко, В. И. Рябушко // *Альгология*. – 2001. – Т. 11, № 1. – С. 70-83

36 Неврова Е. Л. Донные диатомовые водоросли на рыхлых грунтах в глубоководной части устья Севастопольской бухты (Черное море) [Текст] / Е. Л. Неврова // *Альгология*. – 1999. – Т. 9, № 1. – С. 43-53

37 Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений [Текст] / под ред. А. В. Цыбань. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – С. 166-177

38 Борисова Е. В. Разнообразие водорослей Украины [Текст] / Е. В. Борисова, Л. Н. Бухтиярова, С. П. Вассер [и др.] // *Альгология*. – 2000. – Т. 10, № 4. – С. 6-135

39 Рябушко Л. И. Микроводоросли бентоса Черного моря (Чек-лист, синонимика, комментарий) [Текст] / Л. И. Рябушко. – Севастополь : НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2006. – 143 с.

40 Information on algae that includes terrestrial, marine and freshwater organisms [Electronic resource] / Programming is by P. Kuipers, C. Guiry, M. Guiry, J. Guthrie; – *AlgaeBase*. – Режим доступа : [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org). – 28.12.2017. – Title from the screen

41 List of names of marine organisms, including information on synonymy [Electronic resource] / David Berlind Editor in Chief ProgrammableWeb.com WoRMS;

– World Register of Marine Species. – Режим доступа : <http://www.marinespecies.org>.  
– 20.12.2017. – Title from the screen

42 Стрелков Р. Б. Метод вычисления стандартной ошибки и доверительных интервалов средних арифметических величин с помощью таблицы [Текст] / Р. Б. Стрелков. – Сухуми : Алашара, 1966. – 41с.

43 Шурова Н. М. Продукционные свойства мидии *Mytilus galloprovincialis* северо-западного шельфа Черного моря [Текст] / Н. М. Шурова, С. В. Стадниченко // Экология моря. – 2001. – Вып. 56. – С. 91-95

44 Соловьева О. В. Роль митилид (Mollusca: Mytilidae) в процессах самоочищения морской воды от нефтяных углеводородов [Текст] / О. В. Соловьева // Экология моря. – 2007. – Вып. 73. – С. 91-100

45 Заика В. Е. Особенности фильтрации мидии в опытах с «Двуслойной водой» и влияние сезонного термоклина на мидийные поселения в Черном море [Текст] / В. Е. Заика // Мор. экол. журн. – 2007. – Т. VI, вып. № 2. – С. 39-43

46 Шульман Г. Е. Физиолого-биохимическая индикация и мониторинг состояния гидробионтов Черного моря [Текст] / Г. Е. Шульман // Гидробиологический журнал. – 1999. – Т. 35, № 1. – С. 42-52

47 Bayne В. L. Responses of *Mytilus edulis* L to Low Oxygen Tension. Acclimation of the Rate of Oxygen consumption [Text] / В. L Bayne., D. R. Livingstone // J. Comp. Physiol. – 1977. – 114. – P. 29-142

48 Столбов А. Я. Респираторный метаболизм черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* в условиях дефицита кислорода (экспериментальные исследования) [Текст] / А. Я. Столбов, О. Ю. Вялова // Экология моря. – 2001. – Вып. 56. – С. 59-62

49 Сытник Н. А. О влиянии массы тела, температуры и солености воды на интенсивность дыхания устрицы (*Ostrea edulis*) [Текст] / Н. А. Сытник // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах : мат. V Міжнародн. наук. конф. – Днепропетровск, 2009. – С. 88-89

50 Diaz J. R. Marine benthic hypoxia: a review its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna [Text] / J. R. Diaz, R. Rosenberg // *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. – 1995. – 33. – P. 245-303

51 Famme P. Effect of shell valve closure by the mussel *Mytilus edulis* L. on the rate of oxygen consumption in declining oxygen tension [Text] / P. Famme // *Comparative Biochemistry and Physiology*. – 1980. – 67. – P. 167-170

52 West T. G. Metabolic suppression in anoxic frog muscle [Text] / T. G. West, R. G. Boutilier // *Journal of Comparative Physiology*. – 1998. – 168. – P. 273-280

53 Zwaan A. de. Anaerobic metabolism in Bivalvia (Mollusca). Characteristics of anaerobic metabolism [Text] / A. Zwaan de, A. Wijsman // *Comparative Biochem. Physiology*. – 1976. – 54B. – P. 313-324

54 Wu R Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses [Text] / R. Wu // *Marine Pollution Bulletin*. – 2002. – 45. – P.35-45

55 Кулаковский Э. Е. Рост мидии обыкновенной в Белом море в естественных условиях и в условиях марикультуры [Текст] / Э. Е. Кулаковский, А. А. Сухотин // *Экология*. – 1986. – № 2. – С. 35-43

56 Кулаковский Э. Е. Биологические основы марикультуры мидий в Белом море [Текст] / Э. Е. Кулаковский // *Исследования фауны морей*. – СПб : Наука, 2000. – Вып. 50(58). – 168 с.

57 Горомосова С. А. Дыхание и экскреция метаболитов как показатели функционирования популяции мидий [Текст] / С. А. Горомосова, В. А. Таможня // *IV Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным : (апрель 1986 г., г. Севастополь) : тезисы докладов.* / Министерство рыбного хозяйства СССР, Академия наук УССР. – М., 1986. – Ч. 2. – С. 206-207

58 Widdows J. Physiological measurement. [Text] / J. Widdows // *The effect of stress and pollution on marine animals*. – New York: Praeger Scientific, 1985. – P. 3-45

59 Брайко В. Д. Сезонные изменения в дыхании мидий [Текст] / В. Д. Брайко, С. С. Дерешкевич // *Биология моря*. – 1978. – Вып. 44. – С. 31-36

60 Горомосова С. А. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий [Текст] / С. А. Горомосова, А. З. Шапиро. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 119 с.

61 Тимофеев В. В. Сезонные изменения скорости энергетического обмена черноморской мидии [Текст] / В. В. Тимофеев // IV Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным : (апрель 1986 г., г. Севастополь) : тезисы докладов. / Министерство рыбного хозяйства СССР, Академия наук УССР. – М., 1986. – Ч. 2. – С. 300-301

62 Ходаков И. В. Использование ранних стадий эмбрионального развития черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. для биотестирования природных и сточных вод [Текст] / И. В. Ходаков, С. Е. Дятлов, А. Г. Петросян // Гидробиологический журнал. – 1996. – Т. 32, № 5. – С. 67-77

63 Красота Л.Л. Оцінка якості довкілля північно-західної частини Чорного моря по результатах біотестування вод у 2008-2014 роках [Текст] / Л. Л. Красота // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія. Спеціальний випуск : Гідроекологія. – 2015. – № 3-4 (64). – С. 358-361

64 Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь [Текст] / И. И. Дедю. – Кишинев : Гл. ред. молд. сов. энцикл., 1990. – 406 с.

65 Зайцев Ю. П. Ключевая роль контурных биотопов и их биоценозов в экологии морской среды [Текст] / Ю. П. Зайцев // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія. Спеціальний випуск : Гідроекологія. – 2015. – № 3-4 (64). – С. 235-238

66 Кузьминова Н. С. Влияние сточных вод на морские водоросли [Текст] / Н. С. Кузьминова, И. И. Руднева // Альгология. – 2005. – Т. 15, № 1. – С. 128-141

67 Рябушко Л. И. Продукционные характеристики фитоперифитона экспериментальных стеклянных пластин и фитопланктона в Карантинной бухте

(Крымское побережье Черного моря) [Текст]/ Л. И. Рябушко, Д. С. Балычева, В. Н. Поповичев [и др.] // Альгология. – 2014. – Т. 24, № 4. – С. 504-517

68 Рябушко Л. И. Сравнение видового состава и количественных характеристик диатомовых водоростей микрофитобентоса Крымского побережья Черного и Азовского морей [Текст] / Л. И. Рябушко, Р. И. Ли, А. В. Бондаренко, Д. С. Лохова // Диатомовые водоросли: морфология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия : материалы XII междунар. науч. конф. диатомологов : (19-24 сентября 2011 г., Москва). – М. : Университетская книга, 2011. – С. 202-205

69 Ковальчук Ю. Л. Диатомовые обрастания твердых субстратов [Текст] / Ю. Л. Ковальчук, Е. Л. Неврова, Е. А. Шалаева – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 38

70 Рябушко Л. И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна [Текст] / Л. И. Рябушко. – Севастополь : ЭКОСИ–Гидрофизика, 2003а. – 288 с.

71 Рябушко Л. И. Атлас токсичных микроводорослей Черного и Азовского морей [Текст] / Л. И. Рябушко. – Севастополь : ЭКОСИ–Гидрофизика, 2003б. – 140 с.

72 Теренько Г. В. Цветение *Aphanizomenon flos-aquae* (Linne) Rales ex Bornet et Flahault (Суанопрокарыота) и *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet et Flahault (Суанопрокарыота) в северо-западной части Черного моря в мае 2015 года [Текст] / Г.В. Теренько // Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем : материалы Международной научной конференции молодых ученых : (26-29 октября 2015 г., Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону : изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. – С. 267-271

73 Рачинська О. В. Мікрофітобентос різних районів Одеського прибережжя як показник їх екологічного стану [Електронний ресурс] / О. В. Рачинська // Українське ботанічне товариство : матеріали XIV з'їзду : (25-26 квітня 2017 р., Київ). – К., 2017. – С. 109. – Режим доступу : [http://www.botany.kiev.ua/doc/14\\_congress\\_UBT.pdf](http://www.botany.kiev.ua/doc/14_congress_UBT.pdf). – 15.12.2017. – Назва з екрану

74 Оксиюк О. П. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон и зоофитос [Текст] / О. П. Оксиюк, Л. Н. Зимбалевская, А. А. Протасов [и др.] // Гидробиологический журнал. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 31-35

ДОДАТОК А

ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД МІКРОФІТОБЕНТОСУ ОДЕСЬКОГО МОРСЬКОГО РЕГІОНУ

Таблиця А.1 – Видовий склад водоростей мікрофітобентосу Одеського регіону в 2017 році (л – літом, о – осінню)

№ з/п	Види та різновиди	Затока	Дача Ковалевського	Пляж «Аркадія»	Мис Малий Фонтан	Район санаторію ім. Чкалова	Пляж «Дельфін»	Одеський порт	Нафтогавань	Район Лузанівки І	Район Лузанівки ІІ	Григоріївський лиман	Район Коблевого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Відділ Cyanoprokaryota												
1	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs ex Born. et Flah.				л								
2	<i>Calothrix scopulorum</i> (Web. et Mohr.) Ag.		л, о	л, о	л, о	л, о	о	л, о	л	л	о	л, о	
3	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	о	о	л, о	л, о	о	о	л, о			о	л, о	о
4	<i>Ch. turgidus</i> (Kützing) Nägeli		о	л, о	о	л		л			о		



Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	<i>Chrysosporum bergii</i> (Ostenfeld) E.Zapomelová, O.Skácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek							Л					
6	<i>Dolichospermum flos-aquae</i> (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek	о			Л			Л			о		
7	<i>Gloeocapsopsis crepidium</i> (Thur.) Geitl. ex Kom.	о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л		о	Л, о	о
8	<i>Kamptonema laetevirens</i> (H.M.Crouan & P.L.Crouan ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda, 2014							Л				Л	
9	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Men. ex Gom.) Anagn. & Komarek	о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л	Л, о	о	Л, о	о
10	<i>Lyngbya confervoides</i> C.Agardh ex Gomont	о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л, о	Л	Л	о	Л, о	о

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	<i>L. majuscula</i> Harvey ex Gomont											о	
12	<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing				л								о
13	<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg.			о	о	л					о		о
14	<i>M. punctata</i> Meyen												о
15	<i>M. tenuissima</i> Lemmermann				л								
16	<i>Microcystis</i> sp.	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	о	л, о	о
17	<i>Oscillatoria margaritifera</i> Kützing ex Gomont											о	
18	<i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek						о					о	
19	<i>Ph. limosum</i> (Dillwyn) Silva		о	о				о			о	л, о	
20	<i>Pleurocapsa entophysaloides</i> Setch. et Gardn.		о	о	л, о	о	о						о
21	<i>Schizothrix septentrionalis</i> Gom.		л	л, о	л, о	л	л	л	л		о	л	



Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10	<i>Peridinium sp.</i>											л	
11	<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ost.) Dodge		л	л	л, о	л, о		л, о	л	л, о	о	л, о	о
12	<i>P. micans</i> Ehr.				о			о			о	л, о	о
13	<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech				л								
14	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III				л		о	л		л		л	
15	<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez							о			о	о	о
16	<i>Woloszynskia reticulata</i> Thomps.				л							о	
17	<i>Dinophyta sp.</i>	о			л, о			о				л, о	
	Всього	1 о	2 л	1 л	7 л, 4 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	3 л, 6 о	1 л	2 л, 3 о	5 о	9 л, 5 о	5 о
	Відділ Cryptophyta												
1	<i>Hilea fusiforme</i> Schiller				л, о		л				о	л	
	Всього				1 л, 1 о		1 л				1 о	1 л	
	Відділ Chrysophyta												
1	<i>Chrysamoeba radians</i> Klebs				о			о				л	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	<i>Coccolithus sp.</i>	о	л		о			л, о				л, о	о
3	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay, Mohl.	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	о	л, о	о
4	<i>Syracolithus dalmaticus</i> (Kamptner) Leobl. Jr. & Tapp.				л			л, о	л		о	л	
	Всього	2 о	2 л, 1 о	1 л, 1 о	2 л, 3 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	3 л, 4 о	2 л	1 л, 1 о	2 о	4 л, 2 о	2 о
	Відділ Bacillariophyta												
1	<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.		л, о	л, о	л, о	л, о	о	л, о	л			л, о	о
2	<i>A. longipes</i> Ag.		о	л о	л, о	л	о	л, о	л			л, о	о
3	<i>A. lyrata</i> Proshkina- Lavrenko				л								
4	<i>Amphora graeffeana</i> Hendey					л							
5	<i>A. hyalina</i> Kützing				л			о	л			о	
6	<i>A. libyca</i> Ehrenberg	о											
7	<i>A. ostrearia</i> Brébisson							о					
8	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	о			л, о								
9	<i>A. proshkiniana</i> Gusliakov	о	л, о	о	л, о			л, о	л	о		л, о	о
10	<i>A. proteus</i> Greg.		о	о	л, о	о	о	л, о		о		л, о	о

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
11	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitzer	о											
12	<i>Auricula intermedia</i> (Lewis) Cleve							о					
13	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson				л							о	
14	<i>Berkeleya rutilans</i> (Trentep.) Grun.	о		о				л, о				л	
15	<i>Biremis ambigua</i> (Cleve) D.G.Mann							л					
16	<i>Caloneis amphisbaena</i> var. <i>aequata</i> Kolbe	о											
17	<i>C. liber</i> (W.Smith) Cleve		л,о		о			л, о				о	
18	<i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenberg							о					
19	<i>Carinasigma rectum</i> (Donkin) G.Reid		о		л, о			о				о	
20	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cl.) Hendey			л				о					

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	о	л, о	о
22	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve							о		л			
23	<i>Ch.muelleri</i> Lemmermann	о											
24	<i>Cocconeis distans</i> W.Gregory				о								
25	<i>C. placentula</i> var. <i>placentula</i> Ehrenberg												о
26	<i>C. scutellum</i> var. <i>scutellum</i> Ehrenberg		л, о		л	л		л, о	л	л, о	о	о	о
27	<i>C. scutellum</i> var. <i>parva</i> (Grunow) Cleve	о	л, о	л,о	л, о	л	о	л, о	л	л, о	о	л, о	о
28	<i>Coscinodiscopsis jonesiana</i> (Greville) E.A.Sar & I.Sunesen	о	о					л, о				о	
29	<i>Coscinodiscus granii</i> Gough							о					
30	<i>C. radiatus</i> Ehrenberg										о		о
31	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann									л		л	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
32	<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i> Prasad	о	о	л,о	л	л,о	о	л, о			о	л, о	
33	<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	о						л					
34	<i>C. ocellata</i> Pantocsek	о				о							о
35	<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh				о								
36	<i>Dactylosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle		л					л	л				
37	<i>Detonula confervacea</i> (Cleve) Gran	о						л					о
38	<i>Diatoma tenue</i> Ag.	о	л	о	л, о	л	л	л, о	л	л	о	л, о	о
39	<i>D. vulgare</i> Bory var. <i>vulgare</i>	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	л, о		л		л,о	о
40	<i>D. vulgare</i> var. <i>breve</i> Grun.	о	о	о	о	л, о	о	л, о		л		л, о	о
41	<i>Diploneis bombus</i> (Ehr.) Ehr.								л				
42	<i>D. oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler							о		л		о	
43	<i>D. smithii</i> var. <i>pumila</i> (Grunow) Hustedt				о			о					





Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
55	<i>G. prolongatum</i> (W.Sm.) J.W.Griffith & Henfrey	о	о		л			о				о	
56	<i>Halamphora</i> <i>acutiuscula</i> (Kützing) Levkov												о
57	<i>H. coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov	о	о		л, о		о	л, о		л, о	о	л, о	о
58	<i>H. cymbifera</i> (Gregory) Levkov			о	л, о			л, о			о	о	
59	<i>H. eunotia</i> (Cleve) Levkov				л			о				о	
60	<i>H. terroris</i> (Ehrenberg) Wang				л, о			л					
61	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange- Bertalot, Metzeltin & Witkowski	о											
62	<i>Hyalodiscus</i> <i>scoticus</i> (Kützing) Grunow				л			л					
63	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	о		л				о					
64	<i>Licmophora</i> <i>abbreviata</i> C. Agardh			о	о	л		о			о	л	о





Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
94	<i>N.hybrida</i> Grunow			о			о	о		о			
95	<i>N. intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	о											
96	<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Ehr. var. <i>lanceolata</i>	о	о	о			о	л, о	л			л, о	
97	<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Ehr. var. <i>minor</i>	о	о	о	о		о	л				л, о	
98	<i>N. longissima</i> (Brébisson) Ralfs							о				о	
99	<i>N. lorenziana</i> var. <i>lorenziana</i> Grunow	о				о						о	
100	<i>N. lorenziana</i> var. <i>subtilis</i> Grunow	о											
101	<i>N. parvula</i> W.Smith					л				о			
102	<i>N. pusilla</i> Grunow		о										
103	<i>N. rupestris</i> Proschkina-Lavrenko		о										
104	<i>N. sigma</i> (Kütz.) W.Smith	о	о		л, о			л, о		л	о	о	о
105	<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith							л, о					
106	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	о						о					о





Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
129	<i>S. minuta</i> Brébisson	о											
130	<i>Synedra crystallina</i> (C.Agardh) Kützing				л			о				о	
131	<i>S. pulchella</i> f. <i>pulchella</i> (Ralfs ex Kützing) Kützing						о	о					
132	<i>Tabularia gaillonii</i> (Bory de Saint- Vincent) Bukhtiyarova				л					л, о		л, о	
133	<i>T. fasciculata</i> (Ag.) Kütz.	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	о	л, о	о
134	<i>Thalassiosira baltica</i> (Grun.) Ost.	о	о	о	л, о	л	о	о	л	л, о	о	л, о	о
135	<i>Th. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	о										о	
136	<i>Th. parva</i> Pr.-Lavr.											л	
137	<i>Thalassionema</i> <i>nitzschoides</i> (Grunow) Mereschkowsky		л										
138	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve		л, о		л			о					
139	<i>Tryblionella</i> <i>acuminata</i> W.Smith							о				л	





Кінець таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald	о	л, о									о	
9	<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda	о											
10	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hind.	о	л	л	л	о	л	л, о				л, о	о
11	<i>M. convolutum</i> (Corda) Komárková-Legnerová	о											
12	<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	о											
13	<i>Oocystis sp.</i>											л	
14	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	о											
15	<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman	о											
	Всього	11 о	2 л, 1 о	1 л	2 л	2 о	1 л, 2 о	1 л, 1 о		1 о		2 л, 2 о	4 о
	Інші види												
1	<i>Flagellata sp.</i>	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	о	л, о	о
	Всього	1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л	1 л, 1 о	1 о	1 л, 1 о	1 о
	Разом	82 о	35 л, 52 о	26 л, 45 о	69 л, 60 о	38 л, 29 о	16 л, 36 о	75 л, 92 о	30 л	31 л, 22 о	43 о	68 л, 80 о	65 о