

УДК 504.45.058; 504.4.054; 504.064; 574.587(26): 574.64

КП 87.19.03

№ держреєстрації 0119U103483

Інв.№

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ
НДУ “УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ”(УкрНЦЕМ)
65009, м.Одеса-9, Французький бульвар, 89; тел. (0482) 63 66 22; факс (0482) 63 66 73;
e-mail: aceem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор УкрНЦЕМ
канд.геогр.наук, старш.наук.співроб.
_____ В. М.Коморін
_____ 2020 р.

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної
морської економічної зони України у 2019 році

ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ
ТА БІОІНДИКАЦІЇ

Том 6

Науковий керівник:
заступник директора – начальник морського
інформаційно-аналітичного центру,
канд. геогр. наук

В. В. Український

2019

Рукопис закінчено 28 грудня 2019 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол
від _____ 2020 р. № _____

СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальні виконавці:

Завідувач сектору

біологічних методів

оцінки якості морських вод

Л. Л. Красота

(вступ;

розділи 1, 2, 3, 4;

висновки;

рекомендації)

Наук. співроб.

сектору біологічних методів

оцінки якості морських вод

О. В. Рачинська

(розділи 1, 2, 5;

висновки;

додатки А, Б)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 114 стор., 22 табл., 20 рис., 2 додатки, 78 джерел.

ЧОРНЕ МОРЕ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, ОЦІНКА ТА ДІАГНОЗ, БІОТЕСТУВАННЯ, БІОІНДИКАЦІЯ, ГІДРОБІОТИ РІЗНИХ СИСТЕМАТИЧНИХ РІВНІВ.

Об'єкт дослідження – прибережні та відкриті райони Чорного моря, різні за рівнем та характером антропогенного навантаження.

Мета роботи – оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України за методами біотестування та біоіндикації з використанням гідробіонтів різних систематичних рівнів.

Головні завдання науково-дослідної роботи впродовж 2019 року:

– провести дослідження якості довкілля прибережних та відкритих акваторій Чорного моря (відповідно до Дескрипторів 6 і 8 Додатку 1 Рамкової Директиви про морську стратегію 2008/56/ЄС та Додатку V Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС) за фізіолого-морфологічними, систематичними, кількісними, галобіонтними і сапробіонтними показниками розвитку тест-об'єктів та організмів-індикаторів різної чутливості;

– здійснити порівняльну оцінку змін екологічного стану середовища різних антропогенізованих районів моря та комплексний ретроспективний аналіз результатів біотестування та біоіндикації якості чорноморського довкілля.

Звіт з інтегральною оцінкою та діагнозом екологічного стану чорноморського довкілля за методами біотестування та біоіндикації містить:

– порівняльну оцінку якості морського довкілля різних акваторій моря по результатах досліджень, проведених впродовж 2019 року на тест-об'єктах та організамах-індикаторах різних систематичних рівнів;

– ретроспективну порівняльну оцінку змін екологічного стану морського довкілля (по матеріалах з біологічного моніторингу), що є інформаційною для прийняття управлінських рішень, екологічної освіти населення, тощо.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки.....	6
Вступ.....	7
1 Оцінка якості морського довкілля методами біотестування та біоіндикації..	8
2 Матеріал і методи досліджень якості морського середовища.....	10
3 Біотестування якості вод Чорного моря за показниками розвитку личинок мідій.....	15
4 Біотестування якості довкілля Чорного моря за показниками стану дорослих мідій.....	33
4.1 Оцінка якості морського середовища за показником стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій.....	34
4.2 Оцінка якості морських вод за показником інтенсивності фільтрації води мідіями.....	38
4.3 Оцінка якості морського довкілля за показником інтенсивності дихання мідій.....	41
5 Біоіндикація якості довкілля Чорного моря за показниками стану водоростей мікрофітобентосу.....	46
5.1 Оцінка якості морського середовища за показниками розвитку бентосних мікрофітів	47
5.2 Оцінка якості морського середовища Філофорного поля Зернова за показниками розвитку мікрофітобентосу	70
Висновки.....	75
Рекомендації.....	77
Перелік джерел посилання.....	78
Додаток А Таксономічний склад мікрофітобентосу водних масивів Чорного моря та Григоріївського лиману.....	88
Додаток Б Таксономічний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова.....	111

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ДЕС – Добрий екологічний стан

НДР – науково-дослідна робота

ПЗЧМ – північно-західна частини Чорного моря

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря

ФПЗ – Філофорне поле Зернова

ЧМ – Чорне море

CW – прибережні води (coastal waters)

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

TW – транзитні (перехідні) води (transitional waters)

WFD – Водна Рамкова Директива (Water Framework Directive)

ВСТУП

Підставами для виконання цієї науково-дослідної роботи були:

- Статут УкрНЦЕМ;
- Бюджетний запит УкрНЦЕМ на 2019 рік;
- План науково-дослідних робіт УкрНЦЕМ на 2019 рік;
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1];
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» [2];
- Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» [3];
- Постанова Кабінету Міністрів України «Концепція охорони та відтворення навколишнього природного середовища Азовського і Чорного морів» [4];
- Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [5];
- Постанова Верховної Ради України «Водний Кодекс України» [6];
- Стратегічний план дій щодо відтворення та захисту Чорного моря (1996) [7];
- Закон України «Про ратифікацію Угоди про партнерство і співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами» [8];
- Водна Рамкова Директива (WFD) [9];
- Морська стратегічна рамкова директива (MSFD)[10].

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 здійснюється за допомогою тріади методів – біотестування, методів аналітичної хімії та біоіндикації [11]. Оцінка якості морського середовища за цими біологічними методами здійснюється більш інтегральними та дешевшими, ніж хімічні, методами досліджень. Біотестування та біоіндикація якості морського довкілля виконувались по показниках стану бентосних організмів (мідій і мікрофітів).

1 ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ

Стан «здоров'я» гідробіонтів є своєрідним віддзеркаленням екологічного стану середовища, в якому вони мешкають [11]-[13]. Саме тому оцінка 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).

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.

Визначення токсичності морського довкілля проводиться за допомогою тест-об'єктів – живих «датчиків», що сигналізують про небезпеку. Тест-об'єктами можуть бути водорості, інфузорії, ракоподібні, молюски, риби та інші організми, які культивуються в стандартних лабораторних умовах [11], [13]-[14].

Гідробіонти, які 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 відчувають вплив довкілля і за певними показниками (фізіолого-морфологічними, систематичними, кількісними, галобіонтними, сапробіологічними, тощо) інформують дослідників про якість оточуючого середовища.

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 [12], [15]-[16].

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 молюсків, які є основними характеристиками їхнього обміну речовин.

Морфогенез личинок мідій (на ранніх стадіях розвитку) у чистій чи забрудненій (у різному ступені) воді – це значно чутливіший показник з оцінки стану морського довкілля, ніж фізіолого-морфологічні показники цих дорослих мітілід.

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) [15]-[21].

Широко розповсюджені та чутливі до змін факторів довкілля водорості мікрофітобентосу, які інтенсивно розвиваються на природних і штучних субстратах і чітко відображують екологічний стан морського середовища під час його біоіндикації, посідають важливе місце серед спільнот організмів-моніторів [22]-[23].

2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Протягом літнього та осіннього періодів 2019 року об'єктами досліджень якості морського довкілля були відкриті та прибережні акваторії північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) і Григоріївського лиману, різні за характером і ступенем антропогенного навантаження (рис. 1). Оцінку якості морського середовища проводили за методами біотестування та біоіндикації.

Проби прибережних мезогалінних вод та мікрофітобентосу були відібрані, здебільшого, в Дністровському районі ПЗЧМ у водних масивах:

– CW5 – на умовно-чистій в минулі роки акваторії (біля мису Малий Фонтан [16], [24]), координати $46^{\circ}26,311'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,330'$ сх. д.), у місці значного рекреаційного навантаження (пляж «Аркадія», координати $46^{\circ}25,648'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,102'$ сх. д.), впливу господарсько-побутових (Дача Ковалевського, координати $46^{\circ}22,046'$ пн. ш. та $30^{\circ}43,819'$ сх. д.) та санаторних стоків (район санаторію ім. Чкалова, координати $46^{\circ}26,624'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,322'$ сх. д.), дренажних вод (пляж «Дельфін», координати $46^{\circ}27,104'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,156'$ сх. д.);

– CW4 – на пляжі бази відпочинку «Альбатрос» (сміт Затока, координати $46^{\circ}04,130'$ пн. ш. та $30^{\circ}27,831'$ сх. д.).

У Дунайському районі також були відібрані проби з водних масивів:

– CW1 – з прибережжя о. Зміїний (координати $45^{\circ}15,202'$ пн. ш. та $30^{\circ}12,629'$ сх. д.);

– CW2 – з прибережжя материкової частини району (оз. Сасик, координати $45^{\circ}36,178'$ пн. ш. та $29^{\circ}47,029'$ сх. д.).

У Дніпро-Бузькому районі ПЗЧМ відбір цих проб здійснили у прибережних водних масивах:

– CW6 – у місцях суттєвого рекреаційного навантаження (Лузанівка I, координати $46^{\circ}33,187'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,164'$ сх. д., і Лузанівка II, координати

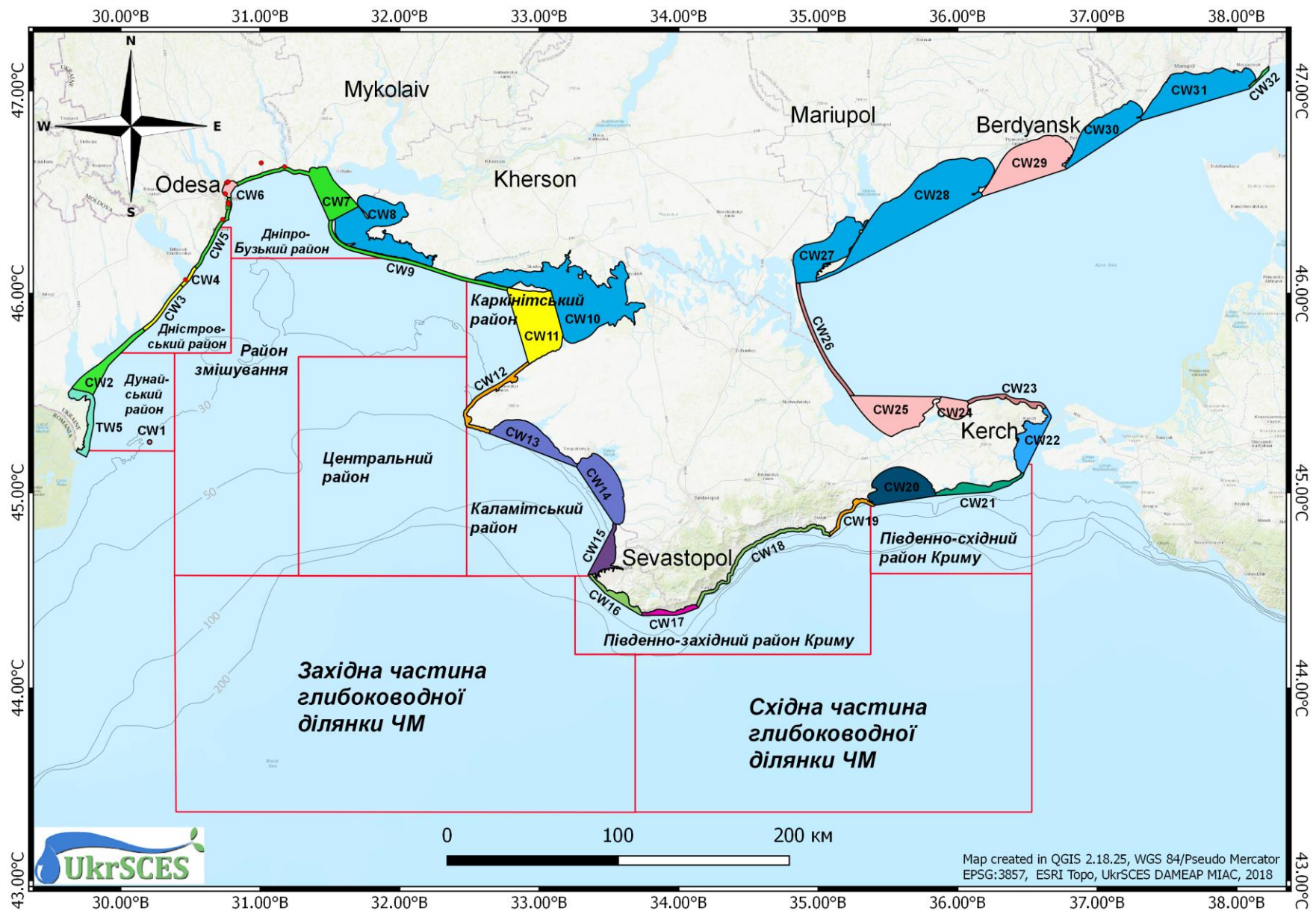


Рисунок 1 – Схема розташування водних масивів та районів досліджень української частини Чорного моря

46°32,925' пн. ш. та 30°45,508' сх. д.) та з акваторії із значною кількістю портових операцій (Одеський порт, координати 46°29,650' пн. ш. та 30°44,956' сх. д.);

– CW7 – на пляжі бази відпочинку «Кипарис» (с. Коблеве, координати 46°37,646' пн. ш. та 31°10,425' сх. д.), біля порту «Южний» (координати 46°36,072' пн. ш. та 31°01,891' сх. д.), та м. Очаків (координати 46°36,684' пн. ш. та 31°27,682' сх. д.) і у Дніпро-Бузькому лимані (координати 46°38,728' пн. ш. та 31°27,552' сх. д.).

Були відібрані проби транзитних вод та бентосних мікрофітів у Григоріївському лимані (водний масив TW21) в зоні портових робіт поблизу с. Біляри, координати 46°37,782' пн. ш. та 31°00,427' сх. д.

У ПЗЧМ в районі змішування проби води та мікрофітобентосу були відібрані з акваторії Філофорного поля Зернова (ФПЗ) на станціях 16 (координати 45°49,955' пн. ш. та 30°59,992' сх. д.) та 17 (координати 45°40,000' пн. ш. та 31°15,031' сх. д.).

Біотестування якості морського довкілля ПЗЧМ було проведено з використанням личинок чорноморських мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) на ранніх стадіях їхнього розвитку та дорослих мідій (розміром від 45 мм до 50 мм).

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 [16].

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 протосококонхів у морських водах різного ступеню забруднення [25]-[27].

На базі критеріїв Woelke з оцінки токсичності морського середовища для личинок двостулкових молюсків [28], запропонованих у 1965 році, та власних багаторічних досліджень нами були розроблені класи екологічного стану вод з метою оцінки якості морського довкілля [29].

Таблиця 1 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів та відкритих акваторій моря за показником утворення нормальних личинок мідій при біотестуванні якості вод (у %)

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви та відкриті акваторії	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Нормальні личинки, %	90,0-100,0	50,0-90,0	15,0-50,0	5,0-15,0	0,0-5,0

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)» [16]. 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 [30]-[33].

Враховуючи розроблені нами раніше критерії оцінки якості морського довкілля за показником стабільності лізосомальних мембран чорноморських мідій

[16] та результати власних досліджень за десять останніх років для оцінки екологічного стану морського довкілля за показником лізосомальної стабільності нами теж були розроблені певні класи екологічного стану вод [29].

Таблиця 2 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів та відкритих акваторій моря за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій (у хв)

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви та відкриті акваторії	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Лізосомальна стабільність, хв	150,0-180,0	120,0-150,0	60,0-120,0	30,0-60,0	0,0-30,0

Показник інтенсивності фільтрації мідіями прибережних вод також був використаний 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)» [16].

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 [34]-[37].

За «Методикою оцінки якості води з використанням показника інтенсивності дихання водних організмів» [16], 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 [38]-[40].

Біоіндикація якості морського середовища здійснювалась з використанням водоростей мікрофітобентосу.

Проби мікрофітобентосу для біоіндикації якості морського довкілля досліджуваних районів відбирали та обробляли за загальноприйнятими методиками [18], [41]. Крім того, дослідження мікроводоростей обростань стулок мідій здійснювали за методиками, наведеними у роботах Л. І. Рябушко та В. І. Рябушко [42]-[43]. 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 [44]-[45]. Назви систематичних груп мікроводоростей вказували за загальноприйнятою у світовій практиці системою класифікації [46]-[49]. 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 у досліджуваних районах.

Отримані результати з біотестування та біоіндикації якості морських вод також були статистично оброблені [50].

3 БІОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ ВОД ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ РОЗВИТКУ ЛИЧИНОК МІДІЙ

Ранній ембріогенез морських безхребетних із зовнішнім заплідненням характеризується як найбільш чутливий етап розвитку цих організмів [51]. У 2019 році було проведено біотестування якості вод антропогенізованих і умовно чистих прибережних і 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)» [16] (див. 2).

У літній сезон 2019 року температура прибережних поверхневих водних мас досліджуваних масивів становила 24,0-26,0°C, а осінню – 15,0-18,1°C. Солоність прибережних вод влітку знаходилась у діапазоні 13,3-14,4 ‰, а в осінній сезон спостережень – 16,2-16,6 ‰. На акваторії Філофорного поля Зернова на поверхні показники температури сягали 24,2-24,7°C, а солоності – 17,2-17,7 ‰, а у придонному шарі – 8,5-10,0°C та 18,7 ‰, відповідно. Тобто, ці важливі гідрологічні показники морського довкілля перебували в межах екологічної норми для розвитку чорноморських гідробіонтів.

З Одеського прибережжя (біля мису Малий Фонтан) 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 Дністровському районі ПЗЧМ: у водному масиві CW5 на умовно-чистій в минулі роки акваторії біля мису Малий Фонтан, на пляжі «Аркадія» зі значним рекреаційним навантаженням, у прибережжях Дачі Ковалевського, що перебуває під впливом господарсько-побутових стоків, і санаторію ім. Чкалова, куди потрапляють санаторні стоки, та на пляжі «Дельфін», де здійснюється скид

дренажних вод; у водному масиві CW4 – на пляжі бази відпочинку «Альбатрос» (с.мт Затока);

– в Дніпро-Бузькому районі ПЗЧМ: у водному масиві CW6 на пляжах з суттєвим рекреаційним навантаженням (Лузанівка I та II) та з акваторії із значною кількістю портових операцій (Одеський порт); у водному масиві CW7 на пляжі бази відпочинку «Кипарис» (с. Коблеве), біля порту «Южний» та м. Очаків, а також і у Дніпро-Бузькому лимані;

– у ПЗЧМ в районі змішування з акваторії Філофорного поля Зернова на станціях 16 та 17.

Також були досліджені проби транзитних вод з водного масиву TW21 у Григоріївському лимані, відібрані з зони портових робіт поблизу с. Біляри.

Результати біотестування якості прибережних вод ПЗЧМ та Григоріївського лиману у літній сезон 2019 року представлені у таблиці 3. Під час досліджень 100 % трохофор перетворилися у продісоконхів у протестованих водах лише Одеського прибережжя (CW5). Найбільша кількість загиблих личинок (100 %) виявлена при тестуванні розпріснених поверхневих вод з пляжної акваторії бази відпочинку «Альбатрос» у Затоці (CW4) та з Дніпро-Бузького лиману (CW7). У водах з акваторій водного масиву CW5 за період експозиції в умовах лабораторії загинуло личинок від 1,9 % до 9,4 %. Кількість личинок мідій нормальної морфології, що розвинулися при біотестуванні якості різних морських вод з масиву CW5, була незначною і становила від 6,1 % до 8,1 % (за рахунок достатньо високих температур води – 24,0-26,0°C).

Кращими, в екологічному розумінні, серед протестованих морських вод були ті, що були відібрані в районі мису Малий Фонтан (CW5) та на пляжі «Аркадія» (CW5). В цих водах в умовах лабораторії розвинулося 8,1 % та 8,0 % продісоконхів нормальної морфології, відповідно. У поверхневій воді з прибережної смуги моря, прилеглої до санаторію ім. Чкалова (теж CW5), куди систематично потрапляють санаторні стоки, під час біотестування якості цього водного довкілля розвинулась найменша кількість нормально сформованих продісоконхів – 6,1 %.

Таблиця 3 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману влітку 2019 року (у %)

Личинки мідій		Літній період року			
		Район смт Затока (CW4)		Пляж «Аркадія» (CW5)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	0,0 ± 0,00	0,00	8,0 ± 0,08	1,00
	аномальні	0,0 ± 0,00	0,00	82,6 ± 0,25	0,30
	мертві	0,0 ± 0,00	0,00	9,4 ± 0,29	3,09
	Всього	0,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 3

Личинки мідій		Літній період року					
		Мис Малий Фонтан (CW5)		Район санаторію ім. Чкалова (7 м від труби скиду) (CW5)		Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування) (CW5)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	8,1 ± 0,17	2,10	0,0 ± 0,00	0,00	6,1 ± 0,21	3,44
	аномальні	90,0 ± 0,17	0,19	0,0 ± 0,00	0,00	87,7 ± 0,67	0,76
	мертві	1,9 ± 0,08	4,21	0,0 ± 0,00	0,00	6,2 ± 0,50	8,06
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Кінець таблиці 3

Личинки мідій		Літній період року			
		Пляж «Дельфін» (зона змішування) (CW5)		Дніпро-Бузький лиман (CW7)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	7,3 ± 0,17	2,33	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	82,6 ± 0,25	0,30	0,0 ± 0,00	0,00
	мертві	10,1 ± 0,17	1,68	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00

Біотестування якості довкілля прибережних водних масивів ПЗЧМ з використанням личинок мідій ранніх стадій розвитку показало, що влітку у водному масиві CW5 довкілля всіх акваторій відповідало екологічному класу вод «посередній» після утворення в ньому незначного відсотку личинок нормальної морфології (табл. 4).

У літньо-осінній період 2019 року проведене біотестування якості водного середовища ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» виявило, що екологічні властивості поверхневих вод цього заповідного об'єкту значно ліпші, ніж придонних (у 1,5-1,9 рази), і відповідають екологічному класу вод «задовільний» (табл. 5 та див. табл. 4).

Проведене восени 2019 року біотестування якості морських вод різних районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману показало, що перетворення личинок мідій зі стадії трохофори до стадії протісоконх у всіх досліджуваних прибережних середовищах проходило успішніше, ніж улітку. У нормальних протісоконхів перетворилося більше 40 % личинок при біотестуванні майже половини досліджуваних проб води (табл. 6). Але у воді з ділянки моря, прилеглої до Затоки (CW4) розвинулася найменша кількість нормально сформованих тест-об'єктів стадії протісоконх – 3,8 %.

Осіннє біотестування якості довкілля з різних за антропогенним навантаженням прибережних водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману на личинках мідій виявило, що екологічні властивості досліджених вод погіршувалися в ряду: TW21 > CW5 > CW7 > CW6 > CW4. Як і минулого року, найкращим екологічним станом характеризувалося довкілля Григоріївського лиману, у воді якого розвинулося 41,8 % личинок нормальної морфології. Екологічному класу вод «задовільний» відповідали екологічні властивості середовищ всіх вищезазначених водних масивів, крім CW4, що відносився до екологічному класу вод «поганий» (див. табл. 4).

Найкращими екологічними умовами для розвитку личинок мідій характеризувалися водні середовища прибережжя мису Малий Фонтан (CW5) та пляжу Лузанівка II (CW6), тому що саме в них під час біотестування їхньої якості

Таблиця 4 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів та відкритих акваторій ПЗЧМ по показниках морфогенезу личинок мідій при біотестуванні якості вод у 2019 році (%)

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви та відкриті акваторії	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Нормальні Личинки, %	90,0-100,0	50,0-90,0	15,0-50,0	5,0-15,0	0,0-5,0
Філофорне поле Зернова (район змішування)	Літні сезони					
	Осінні сезони			38,8		
сmt Затока (CW4)	Літні сезони					0,0
	Осінні сезони					3,8
Дача Ковалевського (CW5)	Літні сезони					
	Осінні сезони			31,3		
Пляж «Аркадія» (CW5)	Літні сезони				8,0	
	Осінні сезони			43,6		
Мис Малий Фонтан (CW5)	Літні сезони				8,1	
	Осінні сезони			45,5		
Район санаторію ім. Чкалова (CW5)	Літні сезони				6,1	
	Осінні сезони			32,8		
Пляж «Дельфін» (CW5)	Літні сезони				7,3	
	Осінні сезони			41,1		
Одеський порт (CW6)	Літні сезони					
	Осінні сезони			22,5		
Лузанівка II (CW6)	Літні сезони					
	Осінні сезони			45,0		
Лузанівка I (CW6)	Літні сезони					
	Осінні сезони			18,4		
Григоріївський лиман (TW21)	Літні сезони					
	Осінні сезони			41,8		
с. Коблеве (CW7)	Літні сезони					
	Осінні сезони			33,5		
Порт «Южний» (CW7)	Літні сезони					
	Осінні сезони			44,7		

Таблиця 5 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості довкілля акваторії Філофорного поля у серпні-вересні 2019 року (у %)

Личинки мідій		Станція 16			
		Поверхнева вода		Придонна вода	
		$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.	$\bar{x} \pm \sigma$	с.в.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	6,7 ± 0,34	5,07	11,9 ± 0,17	1,43
	Всього	6,7 ± 0,34	5,07	11,9 ± 0,17	1,43
Продісоконхи	нормальні	38,8 ± 0,67	1,73	25,6 ± 0,84	3,28
	аномальні	46,8 ± 0,25	0,53	58,9 ± 0,80	1,36
	мертві	7,7 ± 0,17	2,21	3,6 ± 0,21	5,83
	Всього	93,3 ± 0,34	0,36	88,1 ± 0,17	0,19

Кінець таблиці 5

Личинки мідій		Станція 17			
		Поверхнева вода		Придонна вода	
		$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
Трохофори	нормальні	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	аномальні	9,4 ± 0,54	5,74	15,8 ± 0,21	1,33
	Всього	9,4 ± 0,54	5,74	15,8 ± 0,21	1,33
Продісоконхи	нормальні	22,8 ± 0,13	0,57	12,1 ± 0,21	1,74
	аномальні	67,0 ± 0,17	0,25	69,1 ± 0,13	1,88
	мертві	0,8 ± 0,29	36,25	3,0 ± 0,34	11,33
	Всього	90,6 ± 0,54	0,60	84,2 ± 0,21	0,25

Таблиця 6 – Розвиток личинок чорноморських мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року (у %)

Личинки мідій		Осінній період року					
		Район смт Затока (CW4)		Дача Ковалевського (CW5)		Пляж «Аркадія» (CW5)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	2,2 ± 0,13	5,91	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
	Всього	2,2 ± 0,13	5,91	0,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00
Продісоконхи	нормальні	3,8 ± 0,08	2,11	31,3 ± 0,42	1,34	43,6 ± 0,25	0,57
	аномальні	83,4 ± 0,38	0,46	66,3 ± 0,25	0,38	54,0 ± 0,13	0,24
	мертві	10,6 ± 0,17	1,60	2,4 ± 0,17	7,08	2,4 ± 0,13	5,42
	Всього	97,8 ± 0,13	0,13	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 6

Личинки мідій		Осінній період року					
		Мис Малий Фонтан (CW5)		Район санаторію ім. Чкалова (7 м від труби скиду) (CW5)		Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування) (CW5)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	45,5 ± 0,42	0,92	0,0 ± 0,00	0,00	32,8 ± 1,18	3,60
	аномальні	47,1 ± 0,17	0,36	0,0 ± 0,00	0,00	64,2 ± 1,43	2,27
	мертві	7,6 ± 0,25	3,38	0,0 ± 0,00	0,00	3,0 ± 0,25	8,33
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	0,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 6

Личинки мідій		Осінній період року					
		Пляж «Дельфін» (зона змішування) (CW5)		Одеський порт (CW6)		Район Лузанівки I (CW6)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	41,1 ± 0,25	0,61	22,5 ± 0,25	1,11	18,4 ± 0,34	1,85
	аномальні	56,1 ± 0,13	0,23	73,6 ± 0,00	0,00	66,5 ± 0,50	0,75
	мертві	2,8 ± 0,13	4,64	3,9 ± 0,25	6,41	15,1 ± 0,17	1,13
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Продовження таблиці 6

Личинки мідій		Осінній період року			
		Район Лузанівки II (CW6)		Григоріївський лиман (TW21)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	45,0 ± 0,25	0,56	41,8 ± 0,50	1,20
	аномальні	51,9 ± 0,67	1,29	44,7 ± 0,25	0,56
	мертві	3,1 ± 0,21	6,77	13,5 ± 0,29	2,15
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

Кінець таблиці 6

Личинки мідій		Осінній період року			
		Пляж бази відпочинку «Кипарис» (с. Коблеве) (CW7)		Район порту «Южний» (CW7)	
		$\bar{x} \pm \sigma$	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	33,5 ± 0,42	1,25	44,7 ± 0,25	0,56
	аномальні	57,4 ± 1,93	3,36	50,5 ± 0,08	0,16
	мертві	9,1 ± 1,51	16,59	4,8 ± 0,17	3,54
	Всього	100,0 ± 0,00	0,00	100,0 ± 0,00	0,00

утворилося найбільше продісоконхів нормальної морфології – 45,5 % і 45,0 %, відповідно. Найбільше аномальних продісоконхів було також у воді прибережжя Затоки (CW4) – 83,4 %. А кількість мертвих продісоконхів була найбільшою цієї осені у досліджуваному середовищі з Лузанівки I (CW6) і становила 15,1 %. Цей показник був дещо більшим за всі інші отримані результати з кількості загиблих личинок: мінімально на 1,6 % і максимально – на 12,3 %.

Динаміка змін екологічного стану водного середовища досліджених морських акваторій в осінні періоди 2010-2019 років чітко простежується на рисунку 2, де представлено відсоток нормальних личинок мідій при біотестуванні якості вод прибережних і відкритих районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману.

Під час тривалої аномальної спеки влітку 2010 року, 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. Кількість нормально сформованих личинок мідій, отриманих при біотестуванні прибережних вод, знизилася восени 2010 року і коливалася від 1,0 % до 5,3 %.

Впродовж двох наступних років гідрологічні умови в прибережжі ПЗЧМ відповідали нормам для розвитку гідробіонтів і екологічні властивості його вод покращилися. Відсоток нормально розвинутих тест-об'єктів суттєво зріс у всіх досліджених середовищах відносно показників 2010 року.

У 2013 році біотестування якості води прибережних районів м. Одеси виявило значуще збільшення кількості личинок нормальної морфології у досліджуваних середовищах – до 46,9 %. У воді з акваторії мису Малий Фонтан морфогенез личинок проходив, як завжди, найуспішніше.

Впродовж 2014 року властивості довкілля більшості антропогенізованих акваторій прибережжя ПЗЧМ зазнали деякого погіршення, що відображає зареєстроване зменшення кількості нормально розвинутих личинок мідій при біотестуванні осінню якості досліджених середовищ на 3,5-20,8 % відносно показників попереднього року.

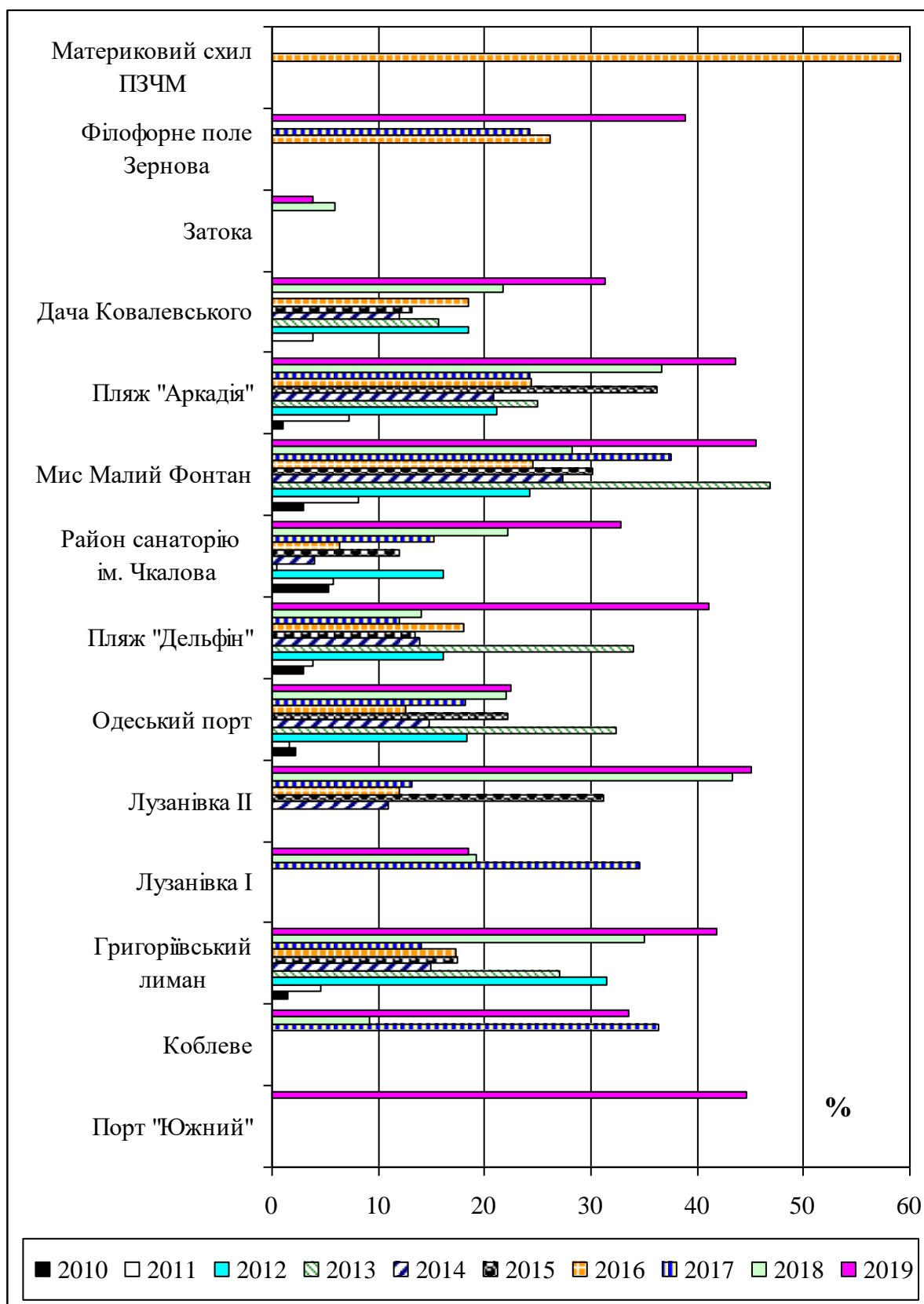


Рисунок 2 – Відсоток личинок мідій нормальної морфології при біотестуванні якості довкілля прибережних та відкритих районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в осінні сезони 2010-2019 років

У 2015 році зріс відсоток нормально розвинених личинок мідій при біотестуванні якості довкілля Одеського прибережжя мінімум на 1,3 % та максимум на 20,3 % відносно попереднього року, тобто екологічний стан прибережних вод ПЗЧМ зазнав покращення.

У два наступні роки, якість водного довкілля для розвитку ембріонів мідій покращилася на значній кількості досліджених прибережних акваторій ПЗЧМ. Зокрема, у воді з умовно-чистого району моря біля мису Малий Фонтан у 2017 році утворилося у 1,5 рази більше продісоконхів нормальної морфології, ніж восени попереднього року.

У 2018 році, порівняно з минулим роком, якість водного довкілля для розвитку ембріонів мідій при біотестуванні вод з різних водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману покращилася на значній кількості досліджених прибережних акваторій. Але у водному довкіллі умовно-чистої (в минулому) ділянки моря біля мису Малий Фонтан і пляжів Лузанівка I та бази відпочинку «Кипарис» (с. Коблеве) утворилося на 9,2 %, 15,4 % і 27,2 % менше продісоконхів нормальної морфології (відповідно), порівняно з осінню попереднього року (див. рис. 2). Найвірогіднішим поясненням суттєвого погіршення якості саме пляжних вод Лузанівки I у літньо-осінній період може бути «гіперцвітіння», яке змінилося тривалим (впродовж декількох місяців) «цвітінням», потенційно токсичної дінофітової водорості *Prorocentrum micans*. У тому ж водному масиві (CW6) у водному довкіллі пляжу Лузанівки II під час біотестування якості води з даної акваторії були отримані найкращі показники морфогенезу личинок мідій ранніх стадій розвитку осінню 2018 року, а саме – 43,3 % нормально розвинутих продісоконхів.

У осінній сезон 2019 року майже на всіх акваторіях, як морських, так і лиманських, покращився екологічний стан водного довкілля, тому і зріс відсоток продісоконхів нормальної конституції, отриманих під час біотестування якості вод досліджуваних об'єктів. Виключення становили тільки ділянки моря в смт Затока (CW4) та на пляжі Лузанівки I (CW6), у воді яких при біотестуванні нормальні личинки мідій утворилися в меншій кількості, ніж торік.

Ретроспективне порівняння цих результатів з такими за минуле десятиріччя, показало, що найкращим за 10 років екологічним станом характеризувався довкілля материкового схилу ПЗЧМ у 2016 році, у воді якого при біотестуванні розвинулося 59,1 % личинок нормальної морфології (див. рис. 2). Коли кількість нормальних личинок мідій при проведенні біотестування якості вод прородного об'єкту сягає від 50,0 % до 90,0 %, це дозволяє віднести його до екологічного класу вод «добрий» (див. 2). Тобто, Добрий екологічний стан (ДЕС) для розвитку личинок мідій був притаманий поверхневій воді, відібраній у зоні материкового схилу ПЗЧМ.

4 БІОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАНУ ДОРОСЛИХ МІДІЙ

Двостулкові молюски родини мітілід (*Mytilidae Rafinesque*) – провідний компонент донних фільтраторів Чорного моря, які здійснюють колосальну за масштабами функцію біологічного фільтру, що осаджує різні зависі із водного середовища від урізу води до меж сірководневої зони [34], [35]. У спільнотах мітіліди-домінанти відіграють значну едифікаторну роль. В багатьох біотопах вони є домінуючими за розмірами і біомасою представниками зообентосу, що визначають структурні та функціональні особливості донних спільнот.

Чорноморські мідії дуже виділяються серед мітілід, як 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, тобто 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 [16].

Впродовж 2019 року було проведено біотестування якості середовища водних масивів та відкритих акваторій ПЗЧМ та Григоріївського лиману за фізіолого-морфологічними показниками дорослих мідій (стабільністю мембран лізосом клітин гемолімфи до впливу нейтрального червоного (модельного токсиканту), інтенсивностей процесів фільтрації та дихання цих молюсків). Проби води і молюсків улітку відбирали у червні з настанням біологічного літа, а осінні проби – на початку жовтня.

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

Протягом року біотестування якості морських вод прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ та Григоріївського лиману (як умовно-чистих, так і антропогенно навантажених) проводилися за «Методикою оцінки якості морської води з використанням показника часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» (див. 2).

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

Для коректної інтерпретації даних, отриманих при біотестуванні якості морського середовища за фізіолого-морфологічними показниками гідробіонтів необхідно враховувати вплив на стан тест-об'єктів ряду екологічних факторів, таких, як солоність, температура, період року, тощо [38].

Влітку температурні показники водного середовища досліджуваних прибережних районів становили 24,0-26,0°C, а осінню – 15,0-18,1°C. Солоність прибережної води знаходилась у діапазоні 13,3-14,4 ‰, а в осінній сезон спостережень – 16,2-16,6 ‰. Тобто, показники температури і солоності води впродовж року перебували в межах екологічної норми для розвитку чорноморських мідій.

Улітку стійкість мембран лізосом клітин гемолімфи мідій до впливу модельного токсиканту (нейтрального червоного) у особин, які перебували у водному середовищі з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан (CW5), становила 159 хв, тобто, стала на 12 хв нижче, ніж була літом попереднього року. Достатньо високі червневі показники температури води, що наблизилися до критичної межі норми для життєдіяльності двостулкових молюсків, могли

викликати певне зниження стійкості лізосомальних мембран клітин гемолімфи дорослих мідій.

Таблиця 7 – Час утримання нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману у 2019 році (хв)

Місце відбору проб води (водні масиви)	Кількість повторів (n)	Максимальні показники	Мінімальні показники	$\bar{x} \pm \sigma$	с. v. (%)
Осінній період року					
Мис Малий Фонтан (CW5)	10	180	150	174,0 ± 3,25	1,87
Одеський порт (CW6)	10	180	120	165,0 ± 6,49	3,93
Григоріївський лиман (TW21)	10	180	120	162,0 ± 6,49	4,01

Восени стабільність лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій була найкращою у двостулкових під час досліджень якості води з умовно-чистої ділянки моря, прилеглої до мису Малий Фонтан, і становила, як і торік, 174 хв (табл. 7). Показники часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи використаних тест-об'єктів, що перебували восени в умовах лабораторії у лиманській воді (TW21) та у воді з Одеського порту (CW6), були на 9 хв та 33 хв більшими від тих, які були отримані осінню 2018 року (відповідно).

За часом утримання нейтрального червоного мембранами лізосом гемолімфи мідій стан «здоров'я» дорослих двостулкових та водного середовища акваторій з масивів CW5, CW6 та TW21 весь рік відповідав категорії «відмінний», тому що реєстрований показник гемолімфи моллюсків повсюдно перевищував 150-хвилинний поріг (на 9-24 хв) (табл. 8).

Ретроспективний аналіз результатів біотестування якості вод цих акваторій за 2010-2019 роки показав (рис. 3), що найнижчих показників стабільність

мембран лізосом клітин гемолімфи мідій сягала у 2010 році у воді з масиву TW21 – лише 60 хв літом, а ще менше влітку 2011 року – 49,5 хв при тестуванні водного середовища того ж масиву TW21.

Таблиця 8 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів та відкритих акваторій моря за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій у 2019 році (хв)

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви та відкриті акваторії	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Лізосомальна стабільність, хв	150,0-180,0	120,0-150,0	60,0-120,0	30,0-60,0	0,0-30,0
Мис Малий Фонтан (CW5)	Літо	159				
	Осінь	174				
Одеський порт (CW6)	Літо					
	Осінь	165				
Григоріївський лиман (TW21)	Літо					
	Осінь	162				

Тоді екологічний стан водних мас цих акваторій був оцінений, як «посередній» (стійкість лізосомальних мембран тривала 60 хв і менше). Починаючи з 2012 року, досліджений за цим показником гемолімфи екологічний стан водних масивів ПЗЧМ завжди відповідав категоріям «добрий» (за умови перебування реєстрованого лізосомального показника у діапазоні від 120 хв до 150 хв) та «відмінний», коли стабільність мембран лізосом перевищувала 150 хв,

Отже, екологічний стан довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману суттєво покращився для розвитку гідробіонтів в останні вісім років, що виявлено при біотестуванні якості морського довкілля досліджених прибережних морських районів за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій у період спостережень з 2010 по 2019 рік, коли якість водного середовища для життєдіяльності дорослих *M. galloprovincialis* стала поступово повсюдно стабільно відповідати категорії «відмінний».

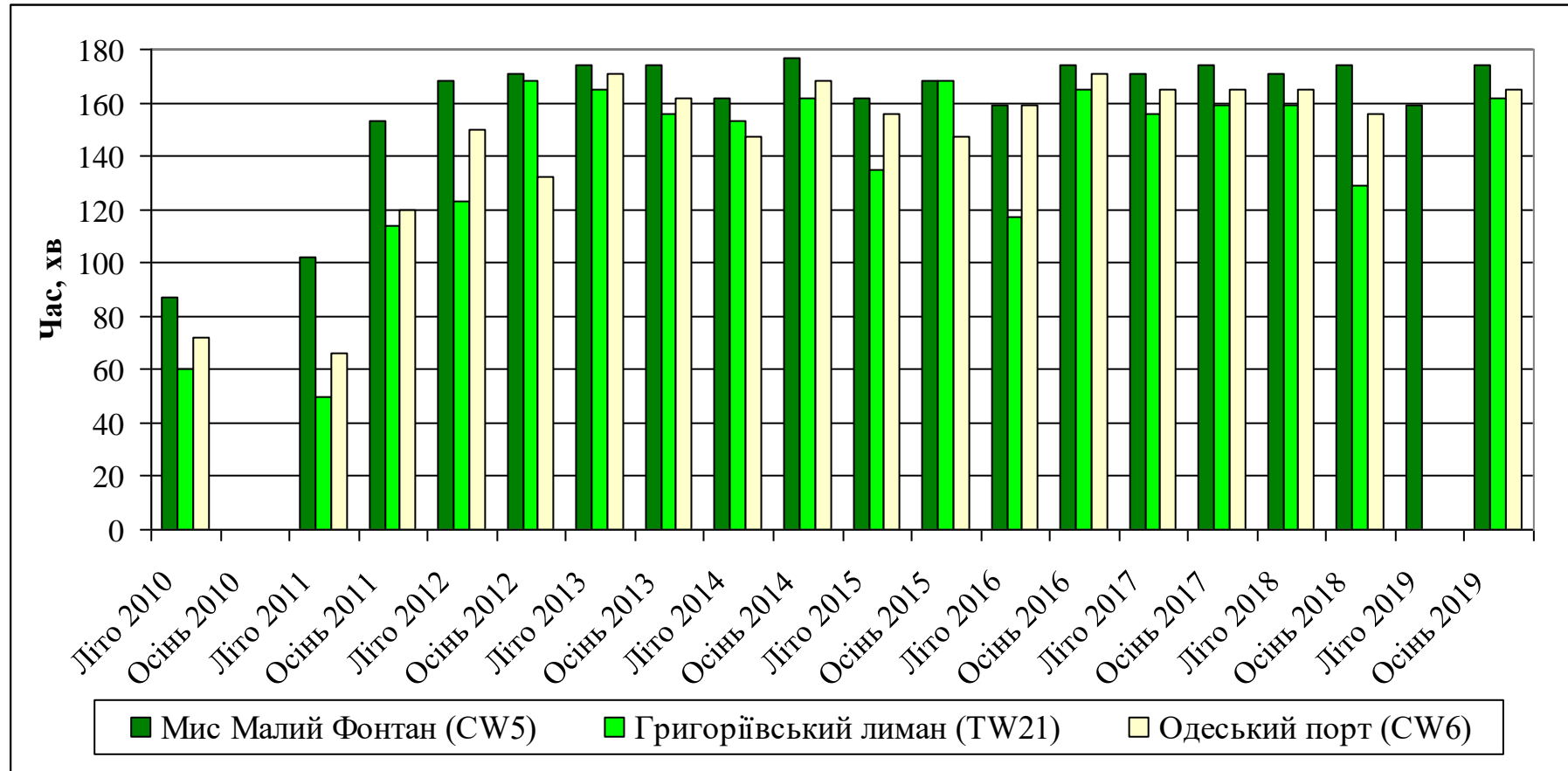


Рисунок 3 – Час утримання нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолімфи мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2010-2019 роках (хв)

4.2 Оцінка якості морських вод за показником інтенсивності фільтрації води мідіями

Фільтраційна активність, як одна з основних характеристик процесу метаболізму організмів мітілід, 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 [16], [35], [37], [52]-[53].

Стан «здоров'я» цих двостулкових бентосних організмів, що 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 2019 році було проведено біотестування якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману (як із умовно-чистої акваторії, так і з антропогенно навантажених ділянок моря) 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)» [16] (див. 2).

Влітку фільтраційна активність молюсків при тестуванні води з прибережжя мису Малий Фонтан становила лише 18,6 % (до можливого), тобто вона, як і лізосомальна стабільність клітин гемолімфи мідій, зазнала зниження, до того ж значущого (у 2,5 рази) порівняно з показником літа попереднього року.

Восени інтенсивність процесу фільтрації води двостулковими значно зросла до 54,9-62,7 (% до можливого) (табл. 9). Відносно показників попереднього року

Таблиця 9 – Інтенсивність фільтрації води чорноморськими мідіями при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2019 році (у % до можливого)

Термін експозиції (години)	CW5			CW6			TW21		
	n	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	n	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.	n	$\bar{x} \pm \sigma$	c.v.
	Осінній період року								
0,5	10	43,4 ± 7,00	16,13	10	33,2 ± 5,99	18,04	10	33,0 ± 4,79	14,52
1,0	10	63,8 ± 6,08	9,53	10	55,2 ± 6,75	12,23	10	54,9 ± 5,41	9,85
1,5	10	67,8 ± 4,49	6,62	10	60,0 ± 6,28	10,47	10	65,5 ± 4,56	6,96
2,0	10	72,4 ± 2,85	3,94	10	62,9 ± 6,09	9,68	10	67,5 ± 4,00	5,93
2,5	10	70,7 ± 2,52	3,56	10	62,5 ± 5,51	8,82	10	67,8 ± 3,34	4,93
3,0	10	68,0 ± 2,15	3,16	10	61,3 ± 5,02	8,19	10	66,9 ± 1,83	2,74
3,5	10	64,7 ± 1,72	2,66	10	58,6 ± 4,48	7,65	10	64,1 ± 1,58	2,46
4,0	10	61,4 ± 1,42	2,31	10	54,9 ± 4,00	7,29	10	62,7 ± 1,46	2,33

активність фільтрації мідіями досліджуваних вод в осінній період зросла тільки у лиманській воді (в 1,7 рази).

Восени активність фільтраційного процесу у мідій під час біотестування якості водного прибережного середовища досліджуваних районів зросла. Найкращим був показник інтенсивності фільтрації чорноморськими мідіями води, відібраної з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, який був у 3,3 рази більшим, ніж влітку.

Ретроспективне порівняння результатів досліджень процесу фільтрації мідіями морської води з різних прибережних районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману за десятирічний період (з 2010 по 2019 рік) показало, що в осінній сезон 2019 року фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості водного довкілля за отриманими показниками, в цілому, перевищувала результати досліджень, проведених в осінні періоди двох попередніх років (рис.4).

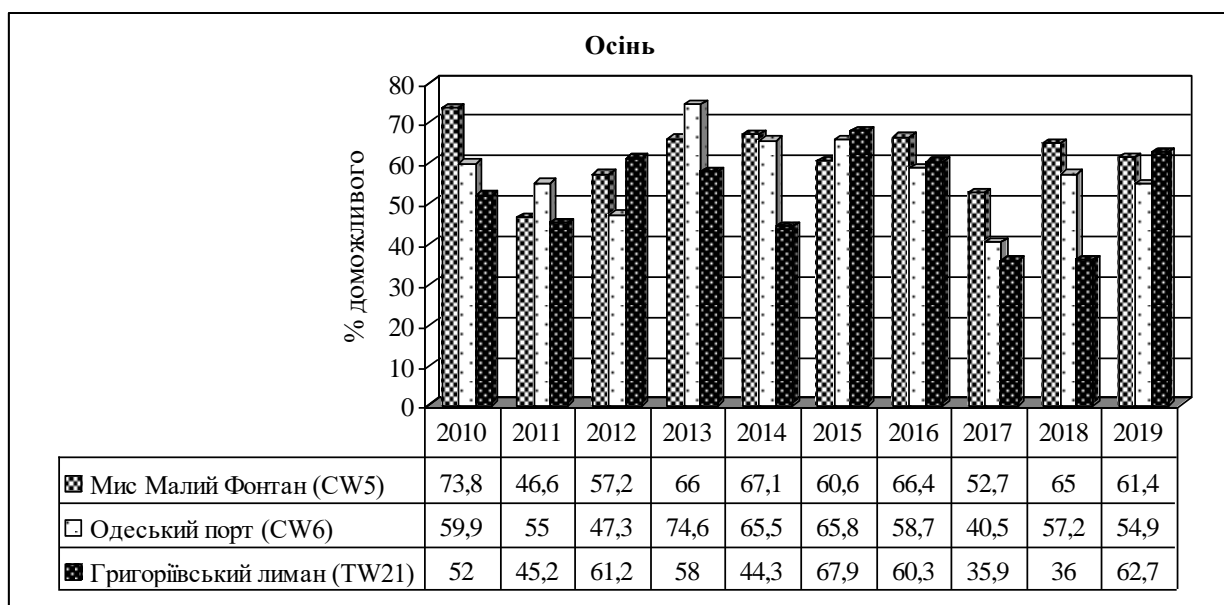


Рисунок 4 – Фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в осінні періоди 2010-2019 років (на четверту годину спостережень)

Починаючи з 2011 року по 2016 рік спостерігалася, в цілому, тенденція зростання фільтраційної активності мідій у протестованих водах, а після 2017

року знову спостерігається поступове зростання інтенсивності фільтраційного процесу, тобто умови для життєдіяльності дорослих мітілід у досліджуваних водних середовищах зазнають покращення.

Особливо слід відмітити, що у воді з району мису Малий Фонтан, який відчуває незначний антропогенний тиск за рахунок лише рекреаційного використання, осінні показники інтенсивності фільтраційної діяльності тест-об'єктів підвищилися до рівня 2013-2016 років, тобто ця акваторія продовжує залишатися умовно-чистою ділянкою моря в Одеській затоці.

Дорослим *M. galloprovincialis* досліджувані води (з водних масивів CW5, CW6 та TW21) були за екологічними властивостями більш прийнятними для існування тест-об'єктів в осінній період 2019 року, ніж у два попередні роки, що відобразилося на зростанні у них інтенсивності процесу фільтрації в 1,2-1,7 рази.

4.3 Оцінка якості морського довкілля за показником інтенсивності дихання мідій

Рівень споживання двостулковими молюсками розчиненого у воді кисню – одна з найважливіших характеристик стану організму цих гідробіонтів [54]-[55]. Оцінюючи інтенсивність дихання молюсків (показника швидкості обміну речовин цих гідробіонтів) можна зробити висновок щодо фізіологічного стану організму в цілому [38].

На процес дихання *Bivalvia* впливають різні фактори: температура і солоність води, присутність забруднюючих речовин, інтенсивність харчування, наявність короткочасної або тривалої гіпоксії, пора року, тощо [56]-[63]. Один з основних кліматичних факторів, що впливають на процес дихання у мідій – температура водного середовища [64]-[65]. На активність цього процесу впливає такий фактор, як стадія розвитку статевих продуктів, та ряд інших чинників [62], [66]-[67]. 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 [68]-[70]. Після нересту фізіологічна активність мідій змінюється, тобто знижується обмін речовин у молюсків, хоча температура води продовжує зростати [35]. Мідія здатна проявляти постійну інтенсивність обміну речовин у достатньо широкому діапазоні концентрацій кисню у воді.

Проведені нами 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 [16], [35], [68]-[70].

Влітку 2019 року в прибережжях м. Одеси та Григоріївського лиману солоність та температура водного середовища (дуже важливі для розвитку водних організмів фактори) перебували в межах екологічної норми для життєдіяльності чорноморських мідій (див. 5.1).

Біотестування якості морського довкілля прибережних акваторій 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» [16] (див. 2).

Влітку споживання розчиненого у воді кисню при тестування якості водного довкілля ділянки моря біля до мису Малий Фонтан (CW5) дорослими чорноморськими мідіями, використаними у якості тест-об'єктів, становило 0,35 мл O₂/особину в годину, що перевищувало показник попереднього літа у 1,5 рази.

Восени, порівняно з минулим роком, зросла інтенсивність дихання мідій у воді всіх досліджених середовищ (у 1,3-4,0 рази), сягнувши 0,24-0,27 мл O₂/особину в годину (табл. 10). Тобто, показники споживання тест-об'єктами розчиненого у воді кисню у різних водах цієї осені несуттєво відрізнялися.

Ретроспективний аналіз стану морського довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману за показником інтенсивності дихання мідій під час біотестування якості довкілля досліджуваних районів показує поступову

Таблиця 10 – Інтенсивність дихання чорноморських мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2019 році (в мл O_2 /особину в годину)

Місце відбору проб води (водні масиви)	Кількість повторів (n)	$\bar{x} \pm \sigma$	с. v. (%)
Осінній період року			
Мис Малий Фонтан (CW5)	10	0,26 ± 0,042	16,15
Одеський порт (CW6)	10	0,27 ± 0,032	11,85
Григоріївський лиман (TW21)	10	0,24 ± 0,042	17,50

тенденцію до зменшення споживання ними розчиненого у воді кисню з 2011 року до 2016-2017 років (рис. 5). Окремо слід відмітити низький показник інтенсивності дихання чорноморських мідій під час біотестування якості водного середовища Григоріївського лиману восени 2013 та 2018 років, що сягнув лише 0,08 мл O_2 /особину в годину та 0,06 мл O_2 /особину, відповідно.

Споживання розчиненого у воді кисню (в 2010-2019 роках) у молюсків, що перебували в умовах лабораторії під час біотестування якості водного середовища з прибережної умовно-чистої смуги моря Одеського прибережжя (біля мису Малий Фонтан), було найвищим в осінні сезони 2016 і 2017 років. Але водночас слід відмітити, що в осінні періоди 2010-2019 років тільки при тестуванні якості водного довкілля умовночистої ділянки моря, прилеглої до мису Малий Фонтан, були отримані показники стану обмінних процесів в організмі двостулкових тест-об'єктів, що залишалися більш стабільнішими (див. рис. 5).

Слід зазначити, що восени 2019 року стійкість мембран лізосом клітин гемолімфи мідій до впливу модельного токсиканту (нейтрального червоного), фільтраційна активність та інтенсивність дихання цих молюсків (основні показники обмінних процесів в організмі двостулкових) під час біотестування

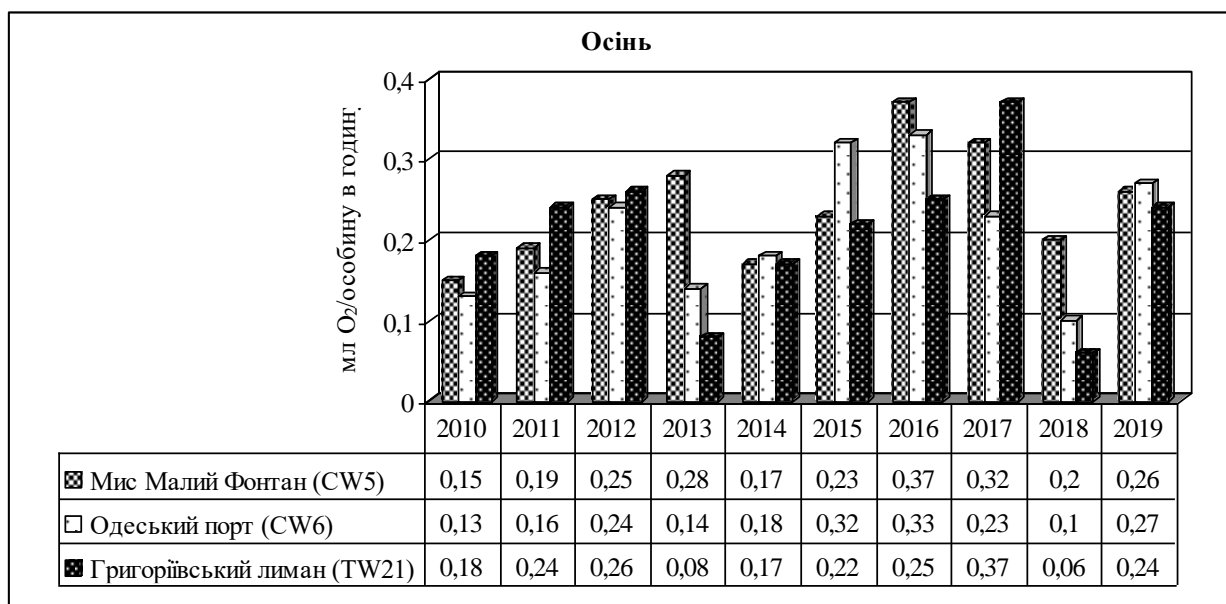


Рисунок 5 – Дихання мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в осінні періоди 2010-2019 років (в мл O_2 /особину в годину)

якості морських та лиманських вод були найвищими у тест-об'єктів, що мешкали в умовах лабораторії у воді з прибережжя мису Малий Фонтан (див 4.1, 4.2 та див. рис. 5). Це може бути пояснено сприятливішими умовами для життєдіяльності дорослих мідій у середовищі умовно-чистої акваторії Одеського прибережжя під час моніторингових досліджень.

Проведена ретроспективна порівняльна оцінка змін екологічного стану довкілля водних масивів та відкритих районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману, отриманих за результатами біотестування якості водних середовищ з різним ступенем і характером забруднення при одночасному використанні декількох фізіологічних показників стану метаболічних процесів в організмах чорноморських мідій (стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи двостулкових, фільтраційної активності молюсків та інтенсивності споживання ними розчиненого у воді кисню) показала доцільність використання у якості тест-об'єктів дорослих *M. galloprovincialis* для проведення подальших досліджень екологічного стану морського довкілля.

5 БІОІНДИКАЦІЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАНУ ВОДОРОСТЕЙ МІКРОФІТОБЕНТОСУ

Контурні біотопи, населені організмами обростань, – це морські субстрати природного та антропогенного походження (камені, пісок, бетонні та металеві споруди, тощо). Ці водні оселища відрізняються різноманітним видовим складом, високими чисельністю та біомасою гідробіонтів. Оскільки дані угруповання зазнають інтенсивного природного й антропогенного впливу, вони є важливим об'єктом морського моніторингу [71].

Контурні біотопи та їх біоценози відіграють ключову роль в дослідженнях екологічного стану морського довкілля [72]. При його забрудненні стічними водами різного походження на субстратах мешкають певні види або групи видів мікроводоростей [73]. Провідне місце серед них належить діатомеям, широко представленим в Чорному морі впродовж року, і ціанопрокаріотам, що особливо інтенсивно розвиваються влітку за наявності високих температур води [74]. В імпактних частинах моря, які зазнають значного органічного забруднення, чисельність мікрофітів в 2,0-2,5 рази вища порівняно з його умовно чистими акваторіями [75].

Дослідження стану біологічної різноманітності обростань мікроводоростей на твердих субстратах у контактній зоні берег-море є важливою складовою комплексної оцінки наслідків антропогенного впливу на екосистеми субліторалі [76]. Прикріплені діатомеї перифітону та бентосу за систематичним складом значно багатші за планктонні пелагічні угруповання. Це обумовлено різними екологічними умовами у субліторалі та пелагіалі водойм. У біотопах з помірним забрудненням спостерігається інтенсивніший кількісний розвиток діатомей, порівняно з чистими водами, але зменшується кількість видів і домінують полі- і мезосапроби, стійкі до антропогенного впливу. При сильнішому забрудненні місцеперебування бентосних мікрофітів поступово знижуються їхні кількісні показники і збіднюється видовий склад.

5.1 Оцінка якості морського середовища за показниками розвитку бентосних мікрофітів

Впродовж 2019 року була виконана біоіндикація якості морських вод прибережжя ПЗЧМ 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 ділянках прибережжя ПЗЧМ: біля мису Малий Фонтан і Дачі Ковалевського (CW5), на пляжах «Аркадія» та «Дельфін» (CW5), поблизу санаторію ім. Чкалова (CW5), в Лузанівці I (CW6); з поверхні металевих конструкцій у Григоріївському лимані (TW21) та неподалік с. Коблевого (CW7); на черепашнику в районі порту «Южний» (CW7). Також досліджувалися мікрофіти на поверхнях: ступок мідій з ділянок моря поблизу мису Малий Фонтан, Одеського порту (CW6) та Григоріївського лиману; мулистого ґрунту в акваторії Одеського порту; піщаних субстратів у районах смт Затока (CW4), мису Малий Фонтан (CW5), Лузанівки I і II (CW6), порту «Южний» та с. Коблевого (CW7). Біля мису Малий Фонтан, в Одеському порту та Григоріївському лимані на різних субстратах (бетоні, гумі, залізі) були відібрані якісні проби мікрводоростей.

Впродовж 2019 року угруповання мікрофітобентосу досліджених прибережних акваторій ПЗЧМ на усіх обстежених субстратах формували 164 види водоростей, що належали до 7 відділів (додаток В). Як і торік, переважали діатомеї, що становили 120 видів, або 73,0 % від загального видового складу (рис. 6). Вони були представлені, здебільшого, видами родів *Nitzschia* та *Navicula* – відповідно 15 та 9 видів. Також часто зустрічалися ціанопрокаріоти (13,0 %) – переважно, види родів *Lyngbya* та *Phormidium* (по 3). Були широко представлені дінофітові (5,0 %) та зелені (4,0 %) водорості. Останні були більш притаманними

опрісненим акваторіям, які знаходяться під впливом лиманних вод. Переважали *Monoraphidium arcuatum* і *Desmodesmus communis*.

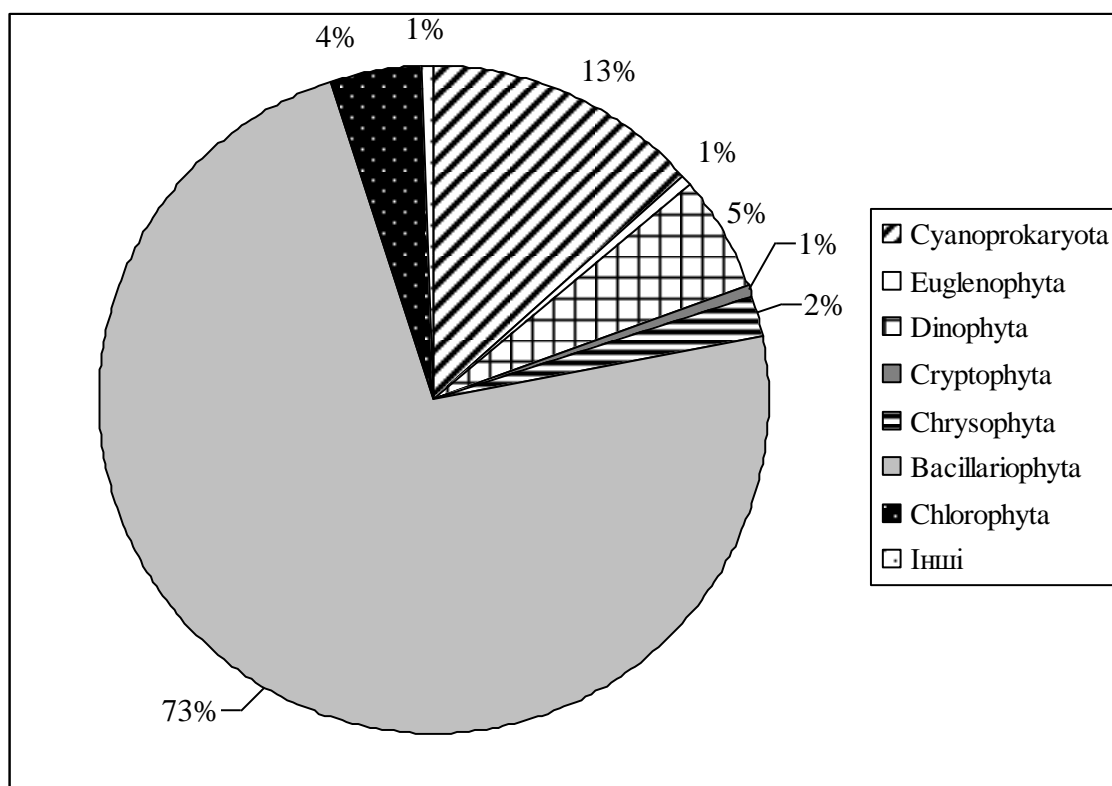


Рисунок 6 – Таксономічний склад мікрофітобентосу водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2019 році (у % від кількості знайдених видів)

Влітку на поверхнях бетонних та гранітних субстратів водного масиву CW5 було знайдено 49 видів мікрофітів, серед яких превалювали діатомеї та цианопрокаріоти – 27 та 11 видів, відповідно.

На різних станціях кількість знайдених видів становила 23-29, чисельність – від 3 387,00 до 7 434,70 млн. кл./м², біомаса 194,13-6 259,44 мг/м² (табл. 11). Найвищі систематичні та кількісні показники спостерігалися в антропогенізованих районах пляжу «Дельфін» і санаторію ім. Чкалова.

Найчисленнішими повсюдно були синьо-зелені водорості *Gloeocapsopsis crepidium*, *Leptolyngbya fragilis*, *Lyngbya confervoides*, *Calothrix scopulorum* та діатомеї *Achnanthes brevipes*, *Navicula ramosissima*.

Таблиця 11 – Систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2019 року

Відділи водоростей	Водні масиви			
	CW5			
	Пляж «Аркадія», бетон	Мис Малий Фонтан, бетон	Район санаторію ім. Чкалова, граніт	Пляж «Дельфін», бетон
Кількість видів				
Суанопрокaryota	9	5	6	10
Euglenophyta	1	-	-	-
Dinophyta	1	1	1	-
Cryptophyta	1	1	-	1
Chrysophyta	1	1	1	1
Bacillariophyta	7	15	19	13
Chlorophyta	2	1	1	3
Інші	1	1	1	1
Всього	23	25	29	29
Чисельність (млн. кл/м ²)				
Суанопрокaryota	3 377,74	3 504,27	5 426,39	6 350,13
Euglenophyta	0,27	-	-	-
Dinophyta	0,13	0,13	0,13	-
Cryptophyta	0,40	0,13	-	2,00
Chrysophyta	1,20	2,00	3,73	1,20
Bacillariophyta	2,83	9,45	73,48	1 068,17
Chlorophyta	1,50	0,13	0,53	8,13
Інші	2,93	6,67	8,27	5,07
Всього	3 387,00	3 522,78	5 512,53	7 434,70
Біомаса (мг/м ²)				
Суанопрокaryota	361,96	154,30	219,78	403,33
Euglenophyta	0,29	-	-	-
Dinophyta	0,04	0,75	0,24	-
Cryptophyta	0,04	0,01	-	0,19
Chrysophyta	0,08	0,13	0,24	0,08
Bacillariophyta	4,29	38,47	267,50	5 853,59
Chlorophyta	0,38	0,03	0,04	1,92
Інші	0,19	0,44	0,54	0,33
Всього	367,27	194,13	487,74	6 259,44

Біомасу мікрофітобентосу формували, головним чином, крупноклітинні діатомеї *Achnanthes longipes*, *Melosira moniliformis* і види родів *Amphora*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*.

Як і торік, стосовно солоності води переважали мезо- та полігалоби (рис. 7). Це, здебільшого, представники родів *Nitzschia* та *Navicula*. Найвища кількість полігалобів спостерігалася в акваторії біля мису Малий Фонтан, мезогалобів – в районі санаторію ім. Чкалова. Олігогалоби (галофіли та індіференти) були більш притаманними опрісненим акваторіям пляжу «Дельфін» та району санаторію ім. Чкалова. Найбільш інтенсивно розвивалися види родів *Cyclotella* і *Diatoma*.

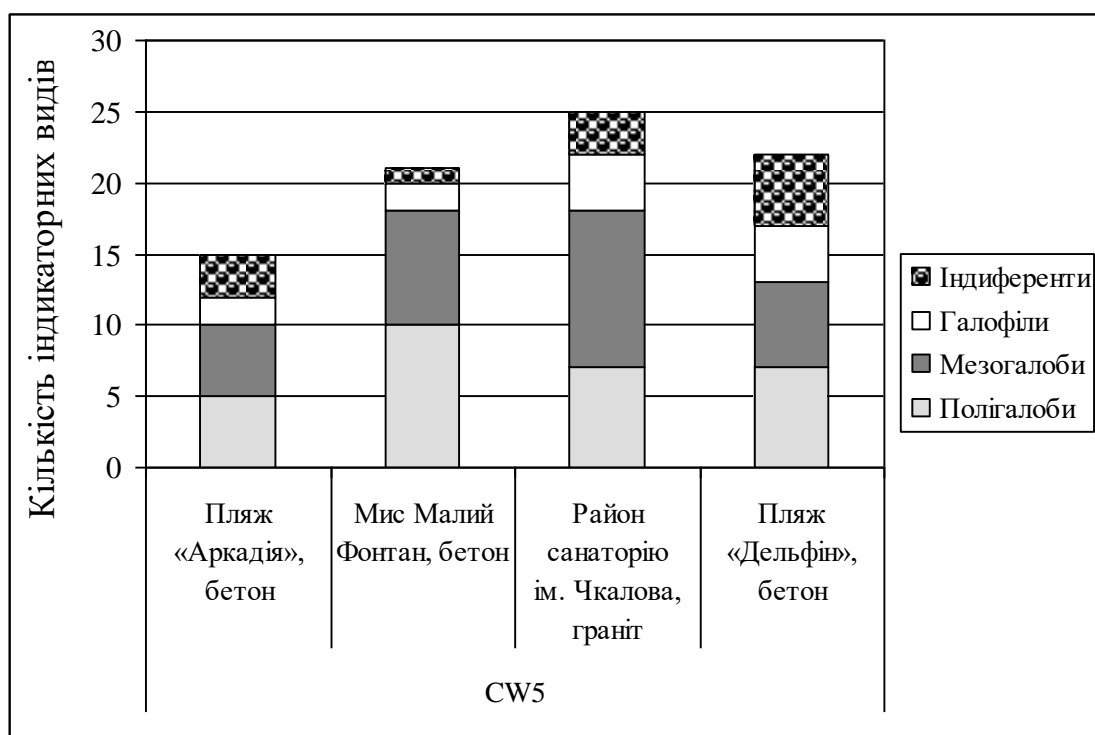


Рисунок 7 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2019 року

По відношенню до органічного забруднення води домінували β -мезосапроби (рис. 8). Серед них слід відмітити, як численний та масовий вид, діатомею *Achnanthes brevipes*. В районі пляжу «Дельфін» була знайдена β - α -мезосапробна ціанопрокаріота *Merismopedia glauca*. Найвища кількість

сапробіонтів, зокрема α -мезосапробів, спостерігалася в антропогенізованих акваторіях пляжу «Дельфін» та району санаторію ім. Чкалова, які зазнають впливу дренажних та санаторних стоків. Серед α -мезосапробів переважали *Melosira moniliformis* і *Tabularia fasciculata*.

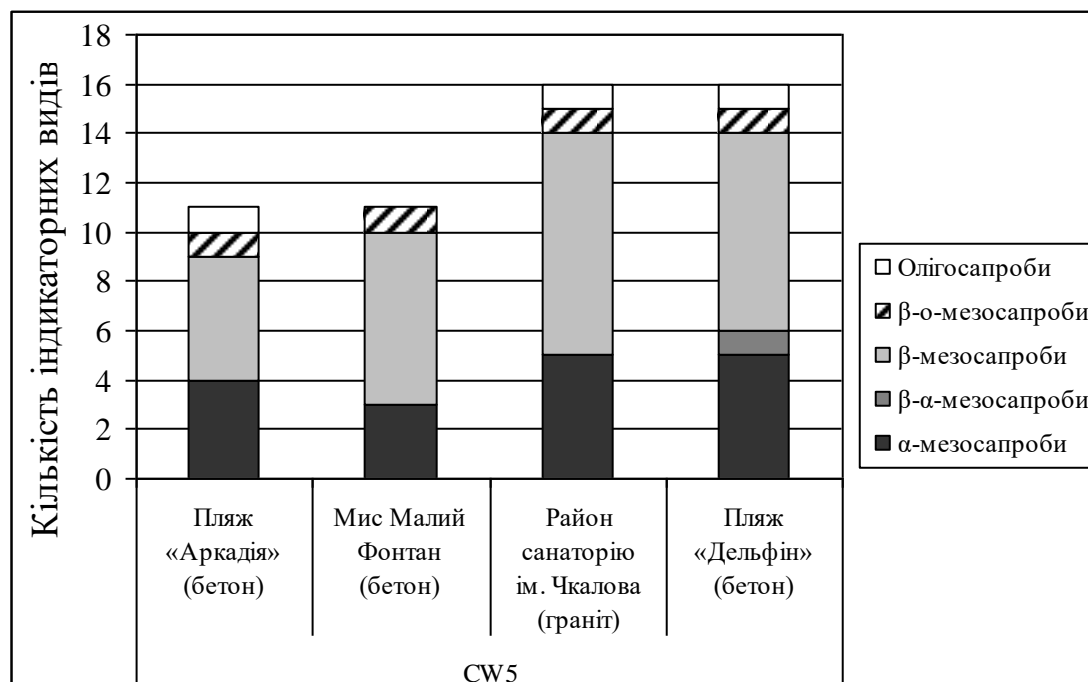


Рисунок 8 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ влітку 2019 року

Восени 2019 року на поверхнях твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ та Григоріївського лиману кількість знайдених видів мікрофітів зростає до 79, здебільшого, за рахунок діатомей та ціанопрокаріот (51 та 16 видів, відповідно).

У водному масиві CW5 кількість знайдених мікрофітів восени нараховувала від 17 видів в акваторії біля мису Малий Фонтан до 36 видів в районі санаторію ім. Чкалова (табл. 12). На решті досліджених водних масивів найменше видів мікроводоростей було зареєстровано в районах Лузанівки I (CW6) та с. Коблевого (CW7), найбільше – в Григоріївському лимані (TW21). Осінню в лимані було знайдено 43 види мікроводоростей, їх чисельність становила 4 638,80 млн. кл./м², а біомаса – 551,54 мг/м² (табл. 13), що порівняно з показниками 2018 року

Таблиця 12 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року

Водні масиви	Райони	Відділи водоростей							
		Суанопрокарюта	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
CW5	Дача Ковалевського, бетон	8	-	1	1	13	-	1	24
	Дача Ковалевського, граніт	5	-	1	1	21	-	1	29
	Пляж «Аркадія», бетон	10	-	1	2	6	-	1	20
	Мис Малий Фонтан, бетон	8	-	1	2	5	-	1	17
	Район санаторію ім. Чкалова (зона змішування, граніт)	6	-	-	1	28	-	1	36
	Пляж «Дельфін» (зона змішування, бетон)	10	1	1	1	10	1	1	25
CW6	Район Лузанівки I бетон	6	-	-	1	6	1	1	15
TW21	Григоріївський лиман (район с. Біляри, залізо)	9	1	1	2	29	-	1	43
CW7	Район порту «Южний», черепашник	7	2	-	1	19	-	1	30
	Район с. Коблевого, залізо	7	-	1	1	8	-	1	18

характеризує довкілля лиману як таке, що стало менш евтрофікованим. У водному масиві CW5 чисельність та біомаса мікрофітобентосу були найвищими в антропогенізованих акваторіях Дачі Ковалевського та району санаторію ім. Чкалова, а найнижчими – в умовно чистому районі мису Малий Фонтан.

Таблиця 13 – Кількісні показники розвитку мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ
восени 2019 року

Відділи водоростей	Водні масиви									
	CW5						CW6	TW21	CW7	
	Дача Ковалевського, бетон	Дача Ковалевського, граніт	Пляж «Аркадія», бетон	Мис Малий Фонтан, бетон	Район санаторію ім. Чкалова, граніт	Пляж «Дельфін», бетон	Район Лузанівки I, бетон	Григоріїв-ський лиман, залізо	Район порту «Южний», черепашник	Район с. Коблевого, залізо
Чисельність (млн. кл/м ²)										
Суанoprokaryota	10 702,40	5 683,20	5 049,46	3 601,00	3 537,32	5 134,80	5 611,20	4 029,74	3 946,80	8 175,60
Dinophyta	-	-	-	-	-	0,13	-	0,13	0,40	-
Cryptophyta	0,53	0,40	1,07	1,00	-	0,93	-	0,93	-	1,20
Chrysophyta	1,33	1,20	1,33	3020	0,27	1,20	0,80	2,53	3,00	1,20
Bacillariophyta	71,19	295,00	127,06	10,00	623,75	61,06	13,00	602,80	59,60	9,00
Chlorophyta	-	-	-	-	-	0,27	0,40	-	-	-
Інші	7,06	3,20	8,13	5,00	2,53	0,45	1,80	2,67	5,20	1,20
Всього	10 782,51	5 983,00	5 187,05	3 620,20	4 163,87	5 198,87	5 627,20	4 638,80	4 015,00	8 188,20
Біомаса (мг/м ²)										
Суанoprokaryota	1 099,34	490,00	643,95	169,27	206,65	281,11	822,32	404,58	283,25	726,34
Dinophyta	-	-	-	-	-	0,05	-	0,75	-	-
Cryptophyta	0,05	0,04	0,10	0,09	-	0,10	-	0,10	1,40	0,11
Chrysophyta	0,09	0,08	0,20	0,25	0,02	0,08	0,05	0,49	0,20	0,08
Bacillariophyta	186,72	402,77	552,17	14,67	1 338,26	74,04	5,79	145,45	304,35	6,12
Chlorophyta	-	-	-	-	-	0,66	0,09	-	-	-
Інші	0,46	0,21	0,53	0,03	0,17	0,03	0,12	0,17	0,34	0,08
Всього	1 286,66	893,10	1 196,95	184,61	1 545,10	356,07	828,37	551,54	589,54	732,73

Як і влітку, найчисленнішими та наймасовішими були ціанопрокаріоти *L. fragilis*, *L. confervoides*, *C. scopulorum* та діатомеї *A. brevipes*, *N. ramosissima*. Восени численними були також діатомові водорості *Licmophora gracilis* і *Navicula pennata var. pontica*.

Впродовж року загальна чисельність мікрофітобентосу у водному масиві CW5 зростає у 1,1-1,5 рази, тоді як біомаса, навпаки, зменшилася в 1,1-4,1 рази.

На поверхнях бетонних та гранітних субстратів в антропогенно навантажених акваторіях спостерігалися морфологічно аномальні клітини діатомей. Влітку це була деформована *Nitzschia lanceolata var. minor* поблизу пляжу «Дельфін», а восени – *N. lanceolata var. lanceolata* в акваторії, прилеглій до санаторію ім. Чкалова.

Стосовно солоності води знайдені види мікродоростей, здебільшого, були полі- та мезогалобами (рис. 9). Кількість цих галобіонтів була найвищою в районі

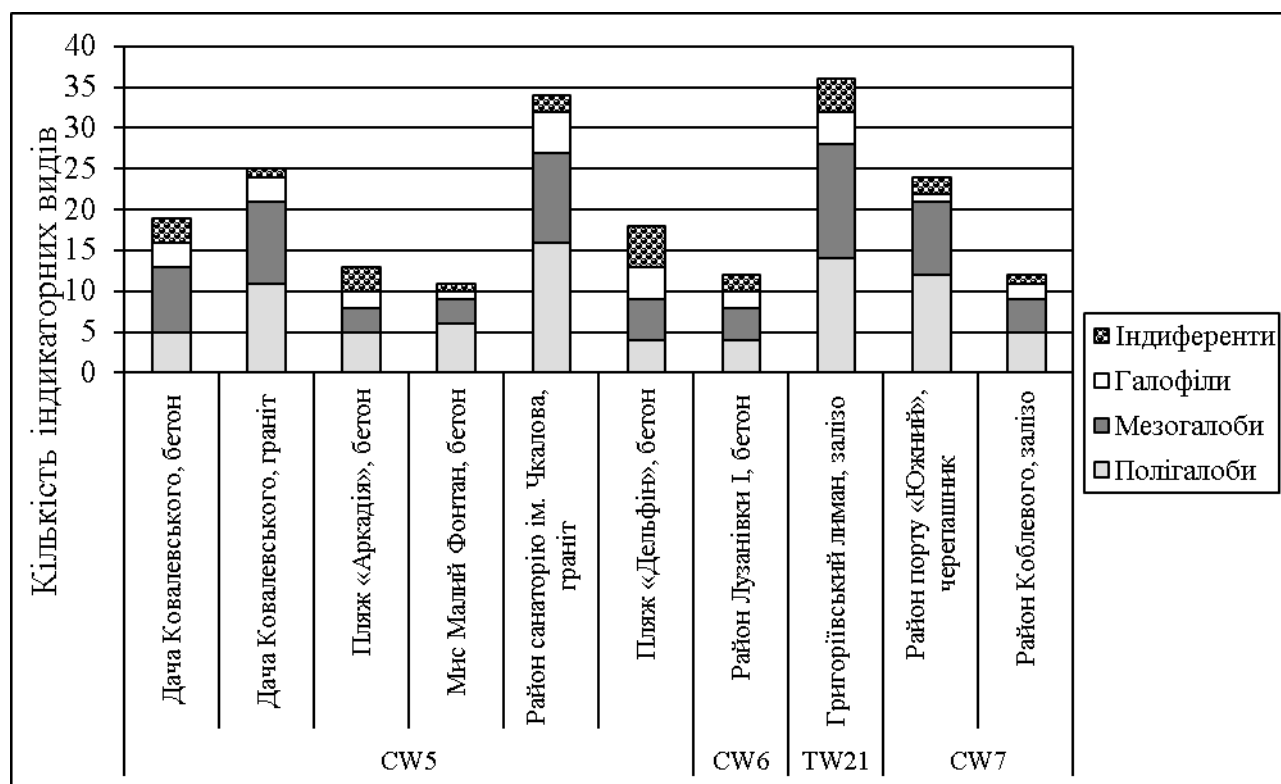


Рисунок 9 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року

санаторію ім. Чкалова та в Григоріївському лимані. Як і влітку, олігогалобів було найбільше в опріснених акваторіях, які зазнають впливу дренажних та стічних вод: районах пляжу «Дельфін» та санаторію ім. Чкалова. Значна кількість видів-індиферентів спостерігалася також у Григоріївському лимані.

Стосовно органічного забруднення води знайдені види водоростей, здебільшого, були β -мезосапроби (рис. 10). Найменша кількість сапробіонтів та

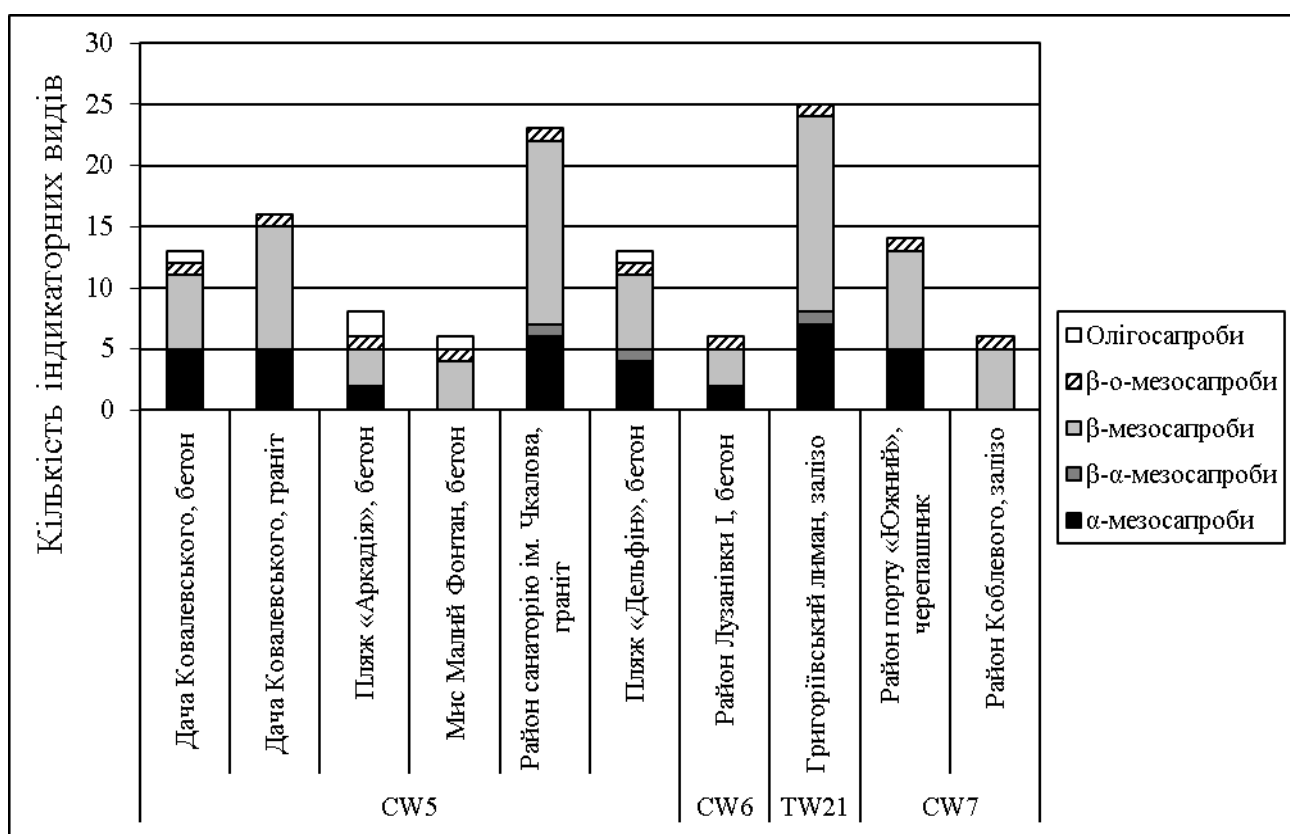


Рисунок 10 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року

відсутність α -мезосапробів були притаманні ділянкам моря з мінімальним рекреаційним навантаженням: біля мису Малий Фонтан і в районі с. Коблевого. Водночас, найбільше сапробіонтів, в тому числі α -мезосапробів, спостерігалася в акваторіях, що зазнають значного антропогенного пресу – в Григоріївському лимані та районі санаторію ім. Чкалова.

Інтенсивно розвивалися водорості мікрофітобентосу на поверхнях стулок мідій, що мешкали на вертикальних поверхнях берегозахисних споруд. Влітку в районі мису Малий Фонтан їх було 44 види. Переважали діатомеї – 33 види. Найчисленнішою та наймасовішою була *Synedra crystallina*. Поодинокі траплялися деформовані клітини водоростей цього виду, а також – *T. fasciculata*. Сумарна чисельність мікрowodоростей тут дорівнювала 279,85 млн. кл./м², а біомаса – 619,90 мг/м². Основу чисельності тут формували синьо-зелені водорості, біомаси – діатомові.

Восени загальна кількість видів мікрофітів тут істотно не змінилася, тоді як їхня загальна чисельність зросла втричі внаслідок розвитку дрібноклітинних синьо-зелених водоростей (табл. 14). Біомаса мікрowodоростей, навпаки, зменшилась в 3,2 рази.

Найнижчі систематичні та кількісні показники розвитку мікрowodоростей на стулках мідій, що прикріплювалися до вертикальних поверхонь, спостерігалися в акваторії Одеського порту, найвищі - в Григоріївському лимані.

Поодинокі траплялися деформовані клітини діатомеї *S. crystallina* в районі мису Малий Фонтан і в Григоріївському лимані.

Стосовно солоності води знайдені види мікрофітів були, здебільшого, полі- та мезогалобами (рис. 11). Серед полігалобів переважали діатомеї *S. crystallina* та *A. longipes*, серед мезогалобів – ціанопрокаріоти *L. fragilis* і *L. confervoides*. Найвища кількість видів-індиферентів спостерігалася в Григоріївському лимані, галофілів – в районі мису Малий Фонтан.

По відношенню до органічного забруднення води знайдені види були, переважно, β-мезосапробами (рис. 12). Серед них домінували види роду *Achnanthes*. Загальна кількість сапробіонтів, зокрема α-мезосапробів, була найбільшою в Григоріївському лимані. Тут спостерігалася і β-α-мезосапробна ціанопрокаріота *M. glauca*. Найменша кількість представників цієї екологічної групи спостерігалася в районі мису Малий Фонтан. Протягом року в акваторії мису Малий Фонтан частка полігалобів дещо зросла, тоді як мезогалобів та індиферентів – навпаки, зменшилась в 1,2 та 1,3 рази (рис. 13).

Таблиця 14 – Систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу на стулках мідій з вертикальних поверхонь у водних масивах ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року

Відділи водоростей	Водні масиви		
	CW5	CW6	TW21
	Мис Малий Фонтан	Одеський порт	Григоріївський лиман
Кількість видів			
Суанопрокаріота	9	6	9
Dinophyta	2	2	2
Cryptophyta	1	1	1
Chrysophyta	2	1	1
Bacillariophyta	29	27	31
Інші	1	1	1
Всього	44	38	45
Чисельність (млн. кл./м ²)			
Суанопрокаріота	816,86	692,32	1 897,08
Dinophyta	0,70	0,16	0,19
Cryptophyta	0,60	0,60	0,63
Chrysophyta	0,88	2,10	1,00
Bacillariophyta	38,72	18,23	34,48
Інші	1,76	2,10	3,18
Всього	859,53	715,51	1 936,56
Біомаса (мг/м ²)			
Суанопрокаріота	37,36	38,52	89,54
Dinophyta	4,28	0,10	1,55
Cryptophyta	0,06	0,06	0,06
Chrysophyta	0,10	0,14	0,07
Bacillariophyta	154,14	64,34	145,94
Інші	0,12	0,14	0,21
Всього	196,46	103,30	237,37

Впродовж року відсоток α -мезосапробів в районі мису Малий Фонтан зменшився в 1,6 рази (рис. 14). Водночас, з'явилася олігосапробна ціанопрокаріота *Chroococcus minutus*. Все це свідчить про покращення стану

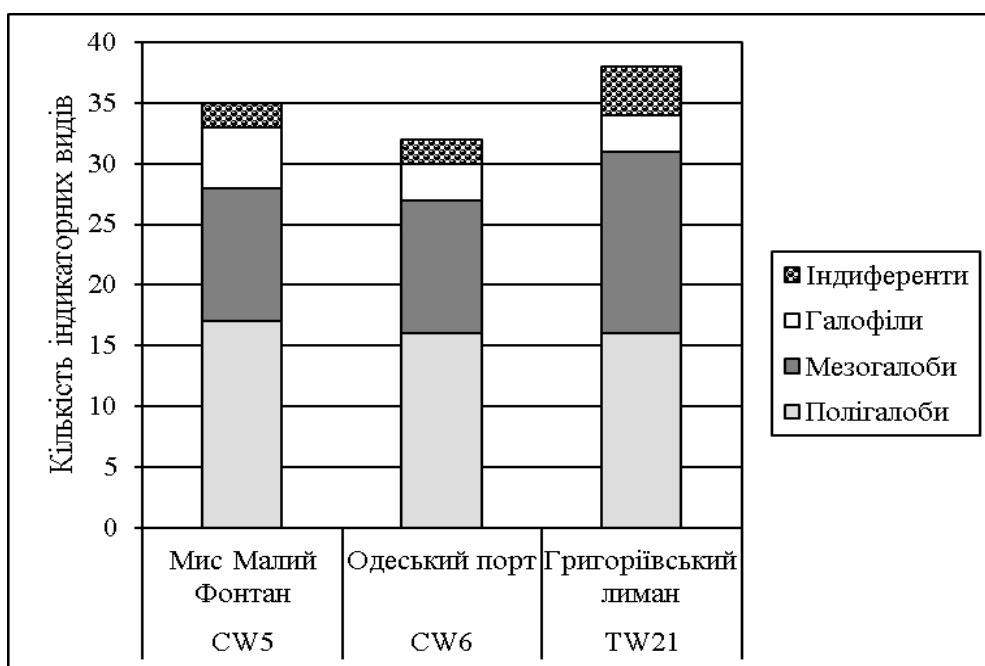


Рисунок 11 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу на стулках мідій з вертикальних поверхонь у водних масивах ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2019 році

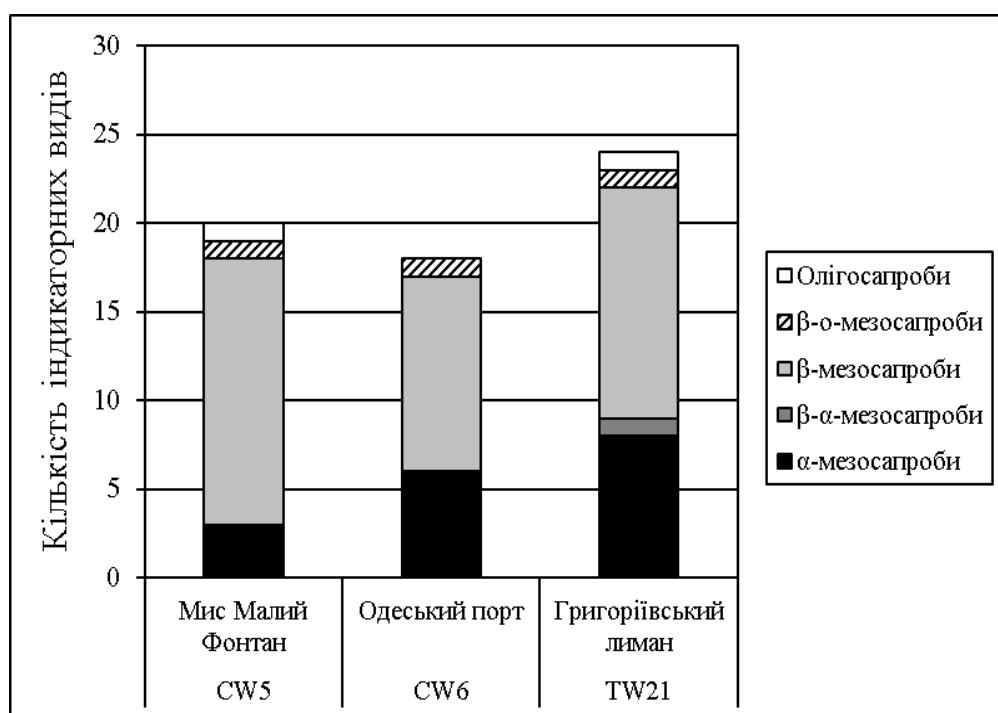
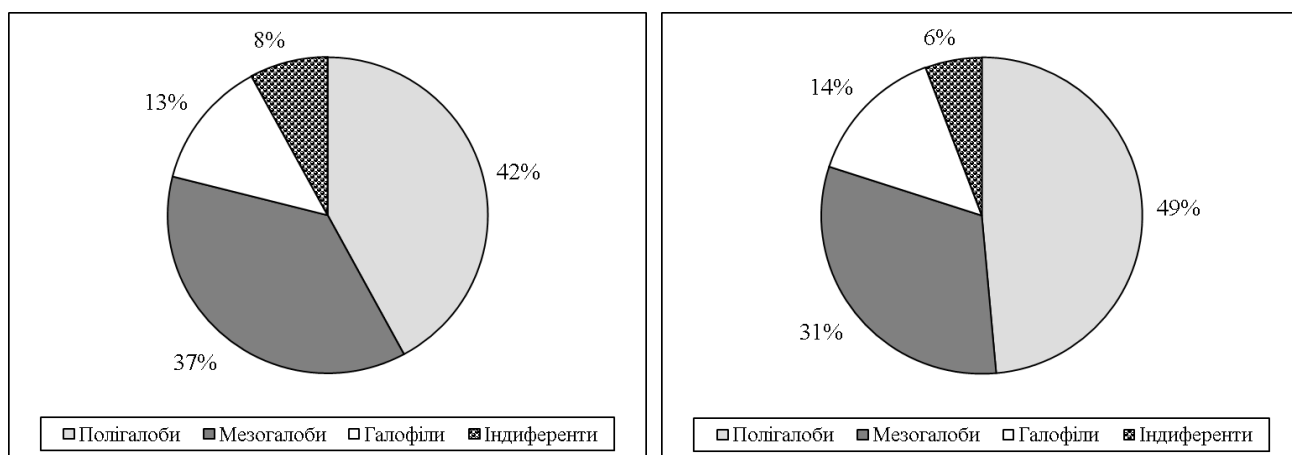


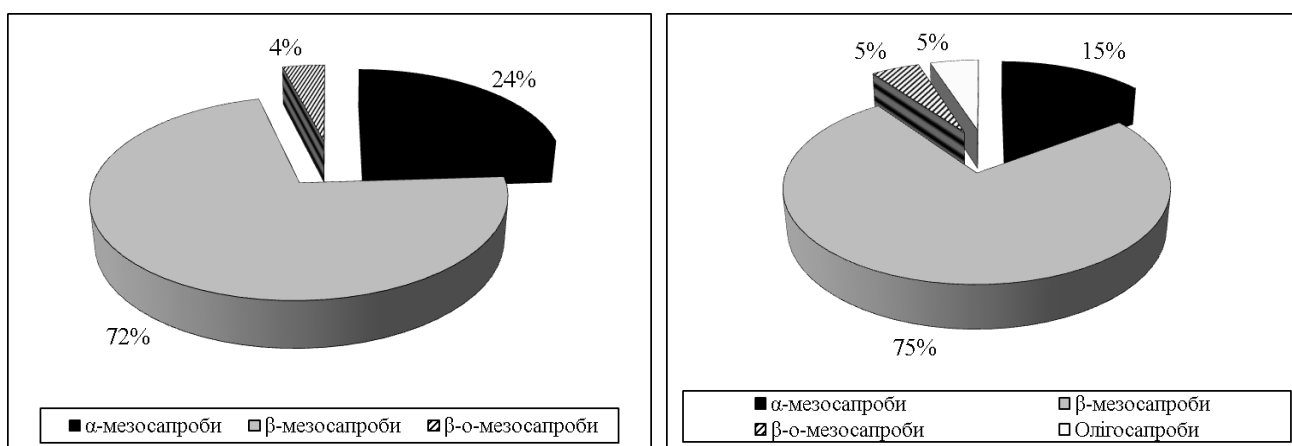
Рисунок 12 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу на стулках мідій з вертикальних поверхонь у водних масивах ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2019 році



а) влітку

б) восени

Рисунок 13 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу на стулках мідій з вертикальних поверхонь в районі мису Малий Фонтан в 2019 році (% індикаторних видів)



а) влітку

б) восени

Рисунок 14 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу на стулках мідій з вертикальних поверхонь в районі мису Малий Фонтан в 2019 році (% індикаторних видів)

морського довкілля даної акваторії в осінній період. Також восени досліджувалися мікродорості зі стулок донних мідій в акваторіях Одеського порту і Григоріївського лиману. Було встановлено, що в Григоріївському лимані кількість видів мікрофітів на поверхнях стулок донних мідій була в 1,1,

чисельність – в 6,4, а біомаса – в 14,7 рази вищою, ніж в акваторії Одеського порту за рахунок синьо-зелених та діатомових водоростей (табл. 15).

Таблиця 15 – Систематичні та кількісні показники розвитку мікрофітобентосу на стулках донних мідій у водних масивах ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року

Відділи водоростей	Водні масиви	
	CW6	TW21
	Одеський порт	Григоріївський лиман
Кількість видів		
Суанопрокарыота	3	7
Dinophyta	1	-
Cryptophyta	-	1
Chrysophyta	2	1
Bacillariophyta	20	21
Інші	1	1
Всього	27	31
Чисельність (млн. кл./м ²)		
Суанопрокарыота	123,401	799,86
Dinophyta	0,03	-
Cryptophyta	-	0,76
Chrysophyta	0,45	1,53
Bacillariophyta	3,55	15,44
Інші	0,76	4,60
Всього	128,19	822,19
Біомаса (мг/м ²)		
Суанопрокарыота	3,55	50,60
Dinophyta	0,01	-
Cryptophyta	-	0,07
Chrysophyta	0,08	0,10
Bacillariophyta	6,79	103,44
Інші	0,05	0,30
Всього	10,48	154,51

В акваторії Одеського порту кількість видів мікроводоростей на стулках донних мідій була в 1,4, чисельність – в 5,6, а біомаса – в 9,9 рази нижче у порівнянні з такими на молюсках з вертикальних поверхонь (див. табл. 14). На мушлях донних мідій у Григоріївському лимані кількість видів мікрофітів була в 1,5, чисельність – в 2,4, а біомаса – в 1,5 рази меншими, ніж на стулках цих гідробіонтів, що мешкають на вертикальних поверхнях берегозахисних споруд.

На стулках донних мідій в Григоріївському лимані поодинокі траплялися деформовані клітини діатомеї *S. crystallina*.

Стосовно солоності води знайдені мікрофіти були, здебільшого, полі- та мезогалобами (табл. 16). Кількість видів-мезогалобів на стулках донних мідій була в 1,4-1,9 рази нижчою порівняно з цим показником на мідіях з вертикальних поверхонь, значно менше було тут і олігогалобних водоростей (див. рис. 11).

У сапробіонтному складі цих організмів переважали β -мезосапроби. Їхня кількість на донних мідіях в акваторії Одеського порту була в 2,2, а в Григоріївському лимані – в 1,6 рази нижчою порівняно з показниками, отриманими для мідій, що мешкали на вертикальних поверхнях (див. рис. 12).

Таблиця 16 – Гало- та сапробіонтний склад мікрофітобентосу на стулках донних мідій у водних масивах ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року

Екологічні групи	Водні масиви	
	CW6	TW21
	Одеський порт	Григоріївський лиман
Галобіонтний склад:		
Полігалоби	14	13
Мезогалоби	8	8
Галофіли	1	3
Індиференти	-	1
Всього	23	25
Сапробіонтний склад:		
α -мезосапроби	5	5
β -мезосапроби	5	8
β -о-мезосапроби	1	1
Всього	11	14

Був досліджений і мікрофітобентос пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ та Григоріївського лиману. Влітку в акваторії масиву CW4 (район смт Затока) кількість знайдених видів мікрофітів становила 51, чисельність – 2 696,05 млн. кл./м², а біомаса – 1 205,74 мг/м². У водному масиві CW5 (район мису Малий Фонтан) в цей час кількість видів водоростей дорівнювала 20, чисельність – 2 938,90 млн. кл./м², біомаса 791,74 мг/м².

Восени у CW4 кількість знайдених видів мікрофітів зросла до 64, здебільшого за рахунок діатомей (табл. 17).

Таблиця 17 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2019 року

Водні масиви	Райони	Відділи водоростей								
		Cyanoprokaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
CW4	смт Затока, пісок	3	-	-	-	-	57	4	-	64
CW5	Мис Малий Фонтан, пісок	2	-	-	1	2	11	1	1	18
CW6	Одеський порт, мул	2	-	1	1	3	16	-	1	24
	Район Лузанівки I, пісок	2	1	-	1	1	15	-	1	21
	Район Лузанівки II, пісок	5	-	2	-	1	8	-	1	17
CW7	Район порту «Южний», пісок	3		-	1	2	5	-	1	12
	Район с. Коблевого, пісок	2		2	1	1	7	1	1	15

Водночас, у CW5 кількість видів, знайдених на поверхнях пухких субстратів, становила 18, на CW6 – від 17 до 24, на CW7 – від 12 до 15. У видовому складі мікрофітобентосу всіх досліджених водних масивів повсюдно переважали діатомові водорості (5-57 видів).

На більшості досліджених станцій чисельність мікрофітобентосу формували синьо-зелені водорості, біомасу – діатомові. Ці показники його розвитку були мінімальними в районі Лузанівки II, максимальними – в районі смт Затока (табл. 18).

Впродовж року чисельність мікрофітобентосу водного масиву CW4 зроста в 4,0, а біомаса – в 18,8 рази. Водночас, в районі мису Малий Фонтан спостерігалось зниження цих показників в 2,6 та 16,0 разів, відповідно. Найчисленнішими були ціанопрокаріоти *L. fragilis* і *Microcystis sp.* і діатомея *Detonula confervacea*. За біомасою домінували крупноклітинні діатомеї родів *Gyrosigma* та *Pleurosigma*.

За отриманими показниками біомаси мікрофітобентосу на твердих субстратах і стулках мідій (відповідно до характеристики трофності водних об'єктів України [77]) докілья більшості досліджених акваторій ПЗЧМ належить, переважно, до класу «евтрофне», а на мулистих та піщаних ґрунтах – до класу «мезотрофне». Виняток становила акваторія біля смт Затока, яка за біомасою мікрофітобентосу на піщаному субстраті відносилася до класу «евтрофна».

Знайдені види водоростей, здебільшого, були мезо- та полігалобами. Найбільша кількість мезогалобів та індиферентів спостерігалася в CW4, полігалобів – в районі мису Малий Фонтан (рис. 15).

У сапробіонтному складі мікрофітобентосу пухких субстратів переважали β -мезосапробні види водоростей – здебільшого, представники родів *Gyrosigma* та *Navicula*. Слід підкреслити, що у 2019 році дуже поодинокі траплявся *Aphanizomenon flos-aquae*. Серед α -мезосапробів домінувала *Paralia sulcata*.

Впродовж року спостерігалось зниження кількості α -мезосапробів на більшості досліджених станцій. Слід також зазначити їх відсутність восени в ділянках моря поблизу мису Малий Фонтан і Лузанівки II (рис. 16).

Таблиця 18 – Кількісні показники розвитку мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ
восени 2019 року

Відділи водоростей	Водні масиви						
	CW4	CW5	CW6			CW7	
	с.мт Загока, пісок	Мис Малий Фонтан, пісок	Одеський порт, мул	Луза- нівка I, пісок	Луза- нівка II, пісок	Район порту «Южний», пісок	с.Коблеве, пісок
Чисельність (млн. кл./м ²)							
Суанoprokaryota	5 509,81	1 052,26	6 416,91	696,09	253,08	1 129,90	297,99
Euglenophyta	-	-	-	2,50	-	-	-
Dinophyta	-	-	1,86	-	16,26	-	1,88
Cryptophyta	-	5,00	9,41	1,88	-	1,88	2,50
Chrysophyta	-	18,14	46,93	6,90	3,14	6,87	8,13
Bacillariophyta	5 156,61	26,91	153,85	72,62	34,94	24,40	25,66
Chlorophyta	56,56	0,62	-	-	-	-	0,62
Інші	-	22,53	67,61	16,90	6,89	15,00	10,00
Всього	10 722,68	1 125,46	6 696,57	796,89	314,31	1 178,05	346,78
Біомаса (мг/м ²)							
Суанoprokaryota	76,94	15,17	163,77	11,49	3,58	17,90	2,77
Euglenophyta	-	-	-	2,64	-	-	-
Dinophyta	-	-	4,00	-	60,70	-	8,98
Cryptophyta	-	0,47	0,90	0,17	-	0,18	0,24
Chrysophyta	-	1,32	11,34	0,45	0,21	1,74	0,53
Bacillariophyta	22 611,50	30,87	402,56	56,87	42,24	25,84	19,03
Chlorophyta	5,81	0,15	-	-	-	-	0,15
Інші	-	1,47	4,43	1,11	0,45	1,00	0,65
Всього	22 694,25	49,45	587,00	72,73	107,18	46,66	32,35

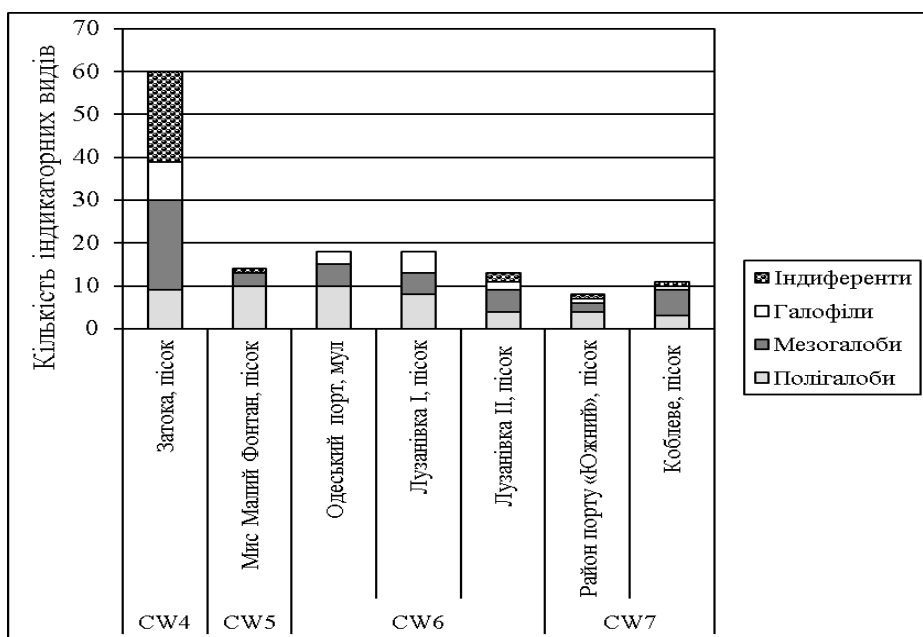


Рисунок 15 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2019 року

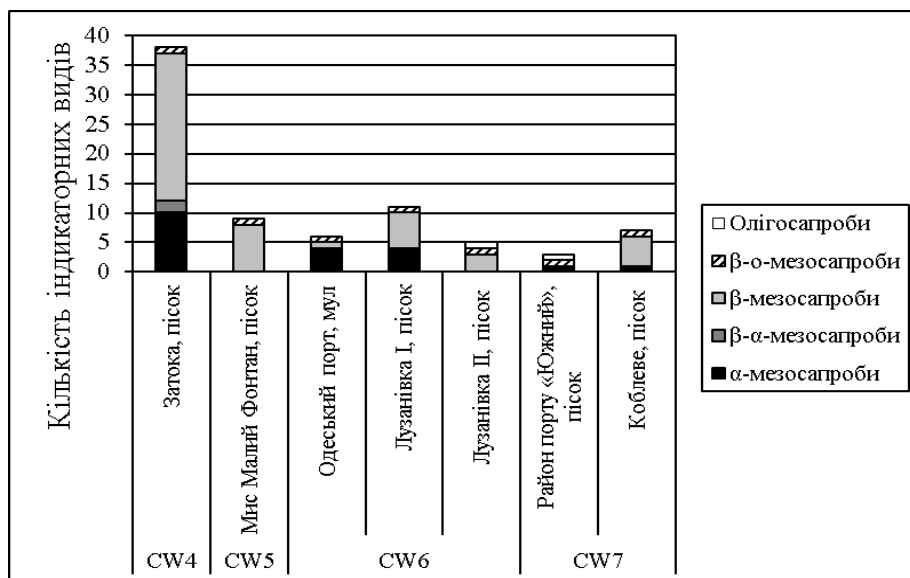


Рисунок 16 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу пухких субстратів водних масивів ПЗЧМ восени 2019 року

За даними якісних проб, кількість знайдених видів водоростей варіювала від 15 до 24 (табл. 19). Найменшою вона була в Григоріївському лимані на гумі,

Таблиця 19 – Показники розвитку мікрофітобентосу водних масивів
ПЗЧМ та Григоріївського лиману восени 2019 року
за даними якісних проб

Відділи та екологічні групи водоростей	Водні масиви			
	CW5	CW6	TW21	
	Мис Малий Фонтан (бетон)	Район Одеського порту (залізо)	Григоріївський лиман (бетон)	Григоріївський лиман (гума)
Таксономічний склад				
Суанoprokaryota	8	8	7	7
Dinophyta	-	-		1
Cryptophyta	1	1	1	1
Chrysophyta	2	2	1	1
Bacillariophyta	5	11	9	4
Chlorophyta	-	-	-	-
Інші	1	1	1	1
Всього	17	23	19	15
Галобіонтний склад:				
Полігалоби	6	4	5	3
Мезогалоби	3	8	7	4
Галофіли	1	3	1	1
Індиференти	1	1	1	2
Всього	11	16	14	10
Сапробіонтний склад:				
α -мезосапроби	-	3	1	2
β -мезосапроби	4	7	7	3
β -о-мезосапроби	1	1	1	1
Олігосапроби	1	-	-	1
Всього	6	11	9	7

найбільшою – в районі Одеського порту на залізі. Видовий склад мікрофітобентосу в акваторії Одеського порту і Григоріївському лимані формували діатомові, а в районі мису Малий Фонтан – синьо-зелені водорості.

Полігалоби становили більшість серед знайдених видів водоростей тільки в районі мису Малий Фонтан, тоді як в інших досліджених водних масивах переважали мезогалоби, здебільшого представники ціанопрокаріот.

Знайдені на всіх станціях мікрководорості, здебільшого, були β -мезосапробами. Найбільше їх було в Григоріївському лимані на бетоні та в акваторії Одеського порту (по 7 видів), найменше – в Григоріївському лимані на гумі. В районі мису Малий Фонтан α -мезосапроби були відсутні, а найбільше їх було в районі Одеського порту.

Таким чином, видовий склад мікрофітобентосу різних субстратів досліджених акваторій формували, переважно, полі- та мезогалобні, β -мезосапробні діатомеї. Рідше зустрічалися ціанопрокаріоти і дінофітові водорості. Олігогалоби (галофіли та індиференти) були більш характерними для опріснених акваторій. Види α -мезосапроби були більш притаманними антропогенізованим ділянкам моря – прибережжю смт Затока, Григоріївському лиману, акваторії біля санаторію ім. Чкалова, пляжу «Дельфін» та Одеському порту.

Також нами була проведена оцінка екологічного стану довкілля водних масивів CW5, CW6, CW7 та TW21 за шкалою та класами трофності [77] по показниках загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів, як індикаторних характеристик відгуків цих чутливих організмів-моніторів на умови мешкання у різних ділянках ПЗЧМ (табл. 20).

Встановлено, що по показниках загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів усі досліджені водні масиви належали до мезотрофного класу, що цілком відповідає доброму екологічному стану вод.

Згідно з WFD, важливими параметрами для досліджень водної флори як біологічного якісного компонента можуть бути присутність або відсутність індикаторних видів. Є доцільним використання для оцінки екологічної якості довкілля ще одного індикатора – кількості α -мезосапробних видів у спільноті мікрофітобентосу. Вона відображає зв'язок між сапробністю і трофністю та чітко показує ступінь евтрофікації досліджених водних масивів ПЗЧМ. За вмістом цих індикаторних видів мікрководоростей переважна більшість акваторій, обстежених

впродовж 2019 року, належали до α -мезосапробних (табл. 21), тобто мали задовільний екологічний стан. Водночас, восени 2 акваторії, де були відсутні α -мезосапроби (що входили до складу CW5 та CW7), належали до олігосапробних, тобто їхній екологічний стан був відмінним. На більшості досліджених станцій кількість α -мезосапробів зменшилася впродовж року, що свідчить про покращення екологічного стану морського довкілля.

Таблиця 20 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів CW5, CW6, CW7 та TW21 за шкалою та класами трофності [77] по показниках загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів у 2019 році (млн. кл/м²)

Клас екологічного стану вод			1	2	3	4	5
			Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви	Місце відбору проб	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
		Шкала трофності	$0,1 \cdot 10^3$ - $0,5 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$ - $15,0 \cdot 10^3$	$15,0 \cdot 10^3$ - $50,0 \cdot 10^3$	$50,0 \cdot 10^3$ - $200,0 \cdot 10^3$	$200,0 \cdot 10^3$ - $500,0 \cdot 10^3$
		Класи трофності	Оліготрофний	Мезотрофний	Евтрофний	Політрофний	Гіпертрофний
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	Літо					
		Осінь		$10,8 \cdot 10^3$			
	Дача Ковалевського (граніт)	Літо					
		Осінь		$6,0 \cdot 10^3$			
	Пляж «Аркадія» (бетон)	Літо		$3,4 \cdot 10^3$			
		Осінь		$5,2 \cdot 10^3$			
	Мис Малий Фонтан (бетон)	Літо		$3,5 \cdot 10^3$			
		Осінь		$3,6 \cdot 10^3$			
	Район сан. ім. Чкалова (граніт)	Літо		$5,5 \cdot 10^3$			
		Осінь		$4,2 \cdot 10^3$			
	Пляж «Дельфін» (бетон)	Літо		$7,4 \cdot 10^3$			
		Осінь		$5,2 \cdot 10^3$			
	CW6	Лузанівка I (бетон)	Літо				
			Осінь		$5,6 \cdot 10^3$		
TW21	Григоріївський лиман (залізо)	Літо					
		Осінь		$4,6 \cdot 10^3$			
CW7	Район порту «Южний» (черепашиник)	Літо					
		Осінь		$4,0 \cdot 10^3$			
	Район с.Коблевого (залізо)	Літо					
		Осінь		$8,2 \cdot 10^3$			

Таблиця 21 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів
CW5, CW6, TW21 та CW7 за шкалою та рівнем сапробності
[21] по показниках кількості видів α -мезосапробів у
мікрофітобентосі твердих субстратів у 2019 році

Клас екологічного стану вод			1	2	3	4	5	
			Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)	
Водні масиви	Місце відбору проб	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний	
		Шкала α -сапробності	0,0-0,5	0,5-3,5	3,5-7,0	7,0-9,5	9,5-12,0	
		Рівень сапробності	Оліго-сапробний	β -Мезо-сапробний	α -Мезо-сапробний	Полі-сапробний	Гіпер-сапробний	
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	Літо						
		Осінь			5,0			
	Дача Ковалевського (граніт)	Літо						
		Осінь			5,0			
	Пляж «Аркадія» (бетон)	Літо			4,0			
		Осінь		2,0				
	Мис Малий Фонтан (бетон)	Літо		3,0				
		Осінь	0,0					
	Район сан. ім. Чкалова (граніт)	Літо			5,0			
		Осінь			6,0			
	Пляж «Дельфін» (бетон)	Літо			5,0			
		Осінь			4,0			
	CW6	Лузанівка I (бетон)	Літо					
			Осінь		2,0			
TW21	Григоріївський лиман (залізо)	Літо						
		Осінь			7,0			
CW7	Район порту «Южний» (черепашник)	Літо						
		Осінь			5,0			
	Район с.Коблевого (залізо)	Літо						
		Осінь	0,0					

5.2 Оцінка якості морського середовища Філофорного поля Зернова за показниками розвитку мікрофітобентосу

Влітку 2019 року були продовжені моніторингові дослідження в акваторії ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова». Проведена оцінка якості морського довкілля методом біоіндикації з використанням систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку мікрофітобентосу. Проби відбиралися у північно-західній (станція 16, в зоні впливу річкових та лиманних вод) та центральній (станція 17, в районі жолобу зносу) частинах заповідного об'єкту.

Всього в досліджених акваторіях заказника було знайдено 87 видів мікроводоростей (Додаток Б). Переважали діатомові (87,0 % від загальної кількості знайдених видів), значно менше було синьо-зелених та золотистих – 5,0 % та 4,0 % (рис. 17). Серед діатомей мікрофітобентосу Поля найширше були представлені роди: *Nitzschia* – 10 видів, *Amphora* та *Halamphora* – по 5.

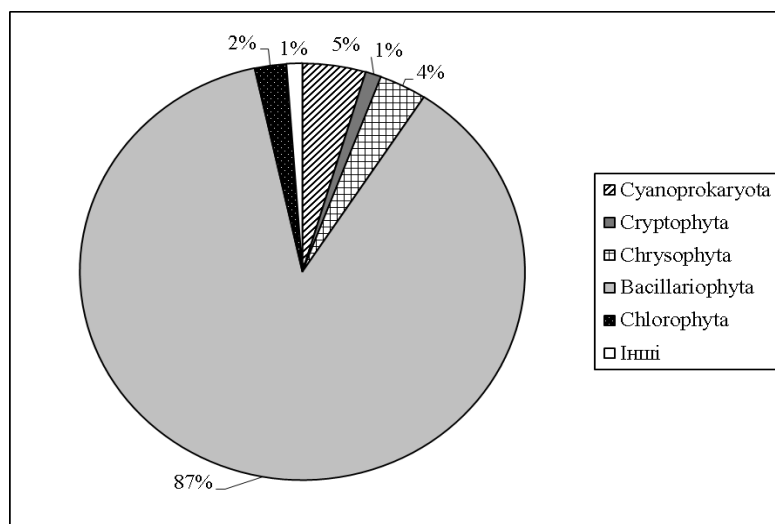


Рисунок 17 – Таксономічний склад мікрофітобентосу району Філофорного поля Зернова в 2019 році (у % від кількості знайдених видів)

Найчастіше зустрічалися діатомеї *Grammatophora marina*, *Paralia sulcata*, спочиваючі спори *Chaetoceros curvisetus*, види родів *Nitzschia* та *Navicula* золотиста водорість *Emiliana huxleyi*, ціанопрокаріоти *L. fragilis* і *Microcystis sp.* З'явилися відсутні у 2017 році діатомеї *Auricula insecta*, *Berkeleya rutilans* var. *rutilans*, *Diatoma vulgare*, *Halamphora hyalina*, а також представники родів *Melosira* та *Nitzschia*.

У таксономічному складі мікрофітобентосу обох досліджених ділянок Поля більшість становили діатомові водорості (рис. 18). Їхня частка на станції 16 була в 1,2 рази вищою, що свідчить про сприятливіші умови для вегетації цих мікрофітів у ділянці моря, яка зазнає впливу річкових вод [78]. Тільки тут була знайдена криптофітова водорість *Hilea fusiforme*, а на станції 17 – зелені *Desmodesmus communis* та *Monoraphidium arcuatum*.

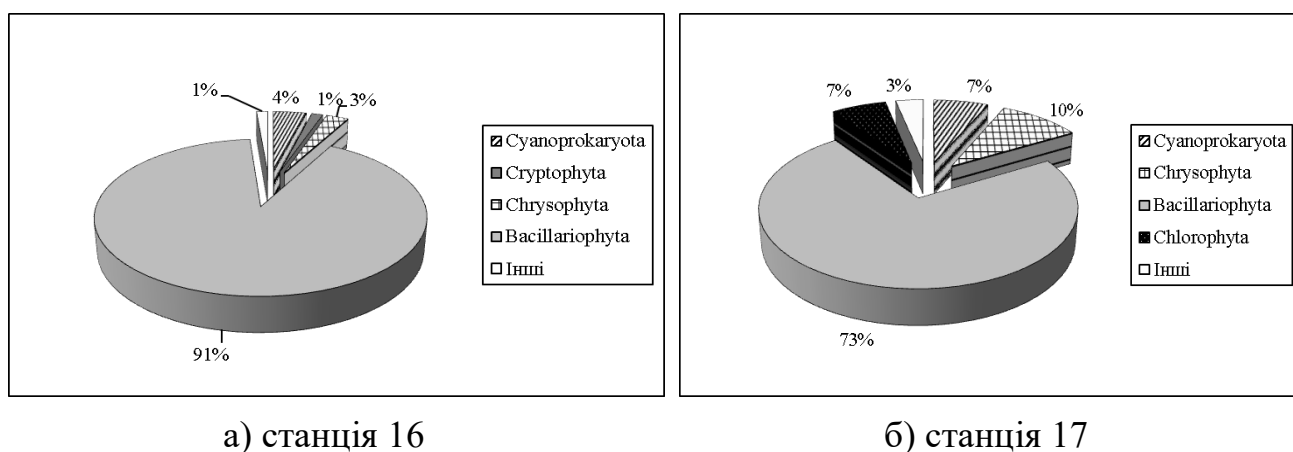


Рисунок 18 – Таксономічний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року (у % від кількості знайдених видів)

Чисельність мікрофітобентосу обох досліджених акваторій Поля формували, в основному, дрібноклітинні синьо-зелені водорості, біомасу – крупноклітинні діатомові (табл. 22). На станції 16 загальна чисельність мікрофітів була в 2,5, а біомаса – в 85,8 рази вищою внаслідок розвитку тут діатомей *Toxarium undulatum*, *Thalassionema nitzschioides*, видів роду *Pleurosigma*. Суттєвий внесок у формування кількісних показників мікрофітобентосу даної морської

ділянки належить також осілим на дно планктонним діатомеям *Pseudosolenia calcar-avis* і видам роду *Coscinodiscus*.

Таблиця 22 – Кількісні показники розвитку мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року

Райони	Відділи водоростей						Всього
	Суанопрокaryota	Струтоphyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	
Чисельність (млн. кл/м ²)							
Ст. 16	8 328,61	13,13	86,37	3 823,44	-	24,39	12 275,94
Ст. 17	4 484,06	-	26,30	276,09	13,12	61,97	4 961,54
Біомаса (мг/м ²)							
Ст. 16	174,35	1,24	10,82	51 803,66		1,60	51 991,67
Ст. 17	101,11	-	5,64	493,35	2,07	4,10	606,27

Стосовно солоності води знайдені водорості були, здебільшого, полігалобами (рис. 19). Це, в першу чергу, діатомеї *G. marina*, *Rhabdonema adriaticum*, *Synedra crystallina*, тощо. Мезогалоби були представлені діатомеями родів *Navicula* і *Nitzschia*, галофіли – родами *Cyclotella* і *Diatoma*, індиференти – *Diploneis oblongella*.

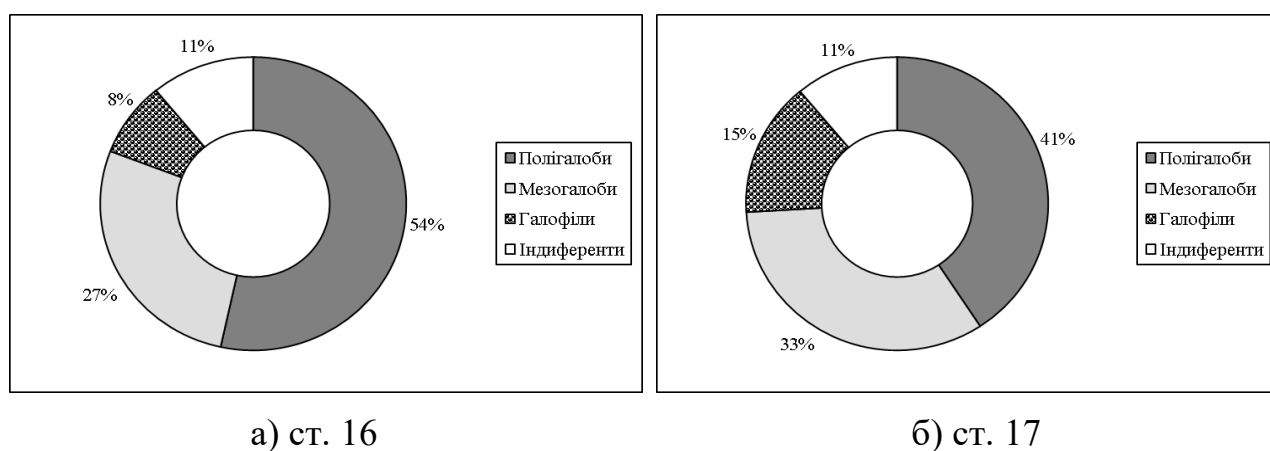


Рисунок 19 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року (у % від кількості індикаторних видів)

У сапробіонтному складі мікрофітобентосу повсюдно переважали β -мезосапроби, значно менше було α -мезосапробів (рис. 20).

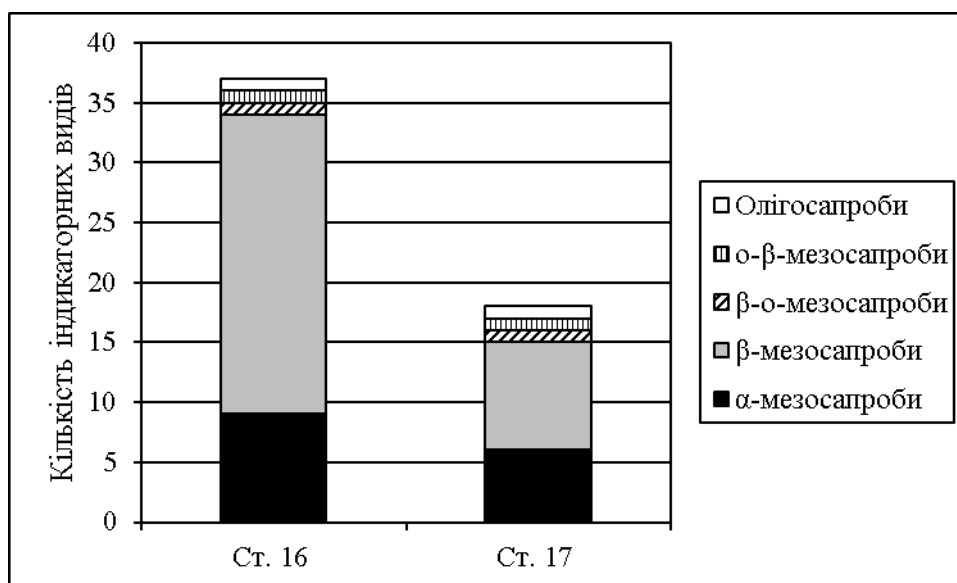


Рисунок 20 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року

Загальна кількість сапробіонтів на станції 16 була в 2,3, α -мезосапробів – в 1,5, а β -мезосапробів – в 2,8 рази вищою, ніж на більш мористій станції 17.

Біоіндикація якості морського довкілля охоронюваної акваторії Поля показала, що як і показники кількості знайдених видів бентосних мікрофітів, їх чисельності (особливо наявності значної частки дрібноклітинних ціанопрокаріот) та біомаси, так і показник вмісту α -мезосапробів характеризує станцію 16, як більш евтрофіковану.

У порівнянні з показниками 2017 року [78], на станції 16, яка зазнає впливу річкових та лиманних вод, відбулося суттєве зростання систематичних та кількісних показників розвитку мікрофітобентосу: кількості знайдених видів – в 1,3, чисельності – в 3,2, а біомаси – в 11,0 разів. Кількість галобіонтів тут зростає в 1,4 рази, за рахунок полі- та мезогалобів. Водночас, на станції 17, в його центральній частині, загальна кількість видів зменшилася в 1,4 рази. Чисельність

мікрофітобентосу тут зросла в 1,2 рази, а біомаса, навпаки, скоротилася в 1,6 рази. Кількість галобіонтів тут зменшилась в 1,3, а сапробіонтів – в 1,2 рази.

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря та Григоріївського лиману за методами біотестування та біоіндикації з використанням фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку різних за чутливістю тест-об'єктів та організмів-індикаторів (гідробіонтів різних систематичних рівнів) показали, що у водному масиві CW5 та на акваторії ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» водне довкілля восени відповідало, здебільшого, екологічному класу вод «задовільний».

Якість значної кількості мезогалінних прибережних вод Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ зазнала протягом 2019 року покращення, а найліпшими, 2 роки поспіль, серед досліджених водних мас за екологічними характеристиками для життєдіяльності досліджених гідробіонтів були транзитні води масиву TW21.

ВИСНОВКИ

Впродовж 2019 року були проведені оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря та Григоріївського лиману за методами біотестування та біоіндикації з використанням фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку неоднакових за чутливістю тест-об'єктів та організмів-індикаторів різних систематичних рівнів.

Було встановлено, що якість значної кількості мезогалінних прибережних вод Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ зазнала протягом 2019 року покращення, а найліпшими, 2 роки поспіль, серед досліджених водних об'єктів за екологічними характеристиками для життєдіяльності досліджених гідробіонтів були транзитні води масиву TW21.

Восени біотестування якості морського довкілля різних за антропогенним навантаженням водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману на личинках мідій (як дуже чутливих до змін якості водного середовища) виявило, що екологічні властивості досліджених вод погіршувалися в ряду: TW21 > CW5 > CW7 > CW6 > CW4.

Майже всі досліджені водні масиви та акваторія ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» за якістю довкілля восени відповідали екологічному класу вод «задовільний».

Впродовж останнього десятиріччя на екологічний стан досліджуваних акваторій впливали, як антропогенні чинники (рекреаційне навантаження, скиди господарсько-побутових, дренажних та санаторних стоків, проведення портових операцій, тощо), так і природні (аномально висока температура та низька солоність водних мас, штормові явища та ряд інших). Цей вплив позначився на показниках розвитку застосованих тест-об'єктів (дорослих мідій та їхніх личинок) і організмів-моніторів (водоростей мікрофітобентосу), чутливість яких до якості морських вод зростала в ряду: дорослі мідії → водорості мікрофітобентосу → личинки мідій ранніх стадій розвитку.

Акваторія моря, прилегла до мису Малий Фонтан (CW5), була і є умовно-чистою в прибережжі м. Одеси (за результатами біотестування та біоіндикації якості українських чорноморських вод протягом поточного року).

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 довкілля для наступного використання при розробці ДЕС та заходів щодо можливого покращення стану прибережних вод Чорноморського регіону, підготовці 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 екологічних характеристик чорноморських і лиманських акваторій та визначення ДЕС для водних масивів показали доцільність проведення подальших робіт з біологічного моніторингу для наступної систематичної комплексної оцінки, діагнозу якості довкілля Чорного моря і адаптивного управління сучасним екологічним станом на базі екосистемного підходу.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

(повторні)

Рамкова Директива про морську стратегію (у статті 5) передбачає після базової оцінки наявного екологічного стану досліджених водних об'єктів та визначення ДЕС цих вод (за сукупністю отриманих характеристик) встановлення низки екологічних завдань для розробки в наступному програми заходів, призначених для досягнення або підтримки ДЕС.

Для Одеського прибережжя, а саме в тій його частині, в якій наявні вертикальні бетонні берегозахисні споруди (від Ланжерону до середини пляжу «Аркадія»), цілком можливе проведення заходів з підвищення біогідрологічного потенціалу мідієвого поясу, як санітарів-біофільтраторів курортної зони моря.

Наші власні багаторічні дослідження показали, що серед представників прикріплених гідробіонтів на хвилеломах та хвилерізах частка мідій в останні роки стала дуже незначною порівняно з показниками чисельності та біомаси цих мітілід, зареєстрованими там до 2010 року.

Співробітники УкрНЦЕМ володіють методикою отримання здорових личинок мідій, яких вони заселяли у каменистому прибережжі мису Малий Фонтан у 2003-2007 роках і отримали значну долю їх прикріплення на твердих субстратах, а потім і дорослих молюсків.

Тому можна рекомендувати використовувати науково-практичний потенціал УкрНЦЕМ для відновлення поселень мідій на берегозахисних спорудах у водному масиві CW5.

Крім придонного заселення личинок мідій вздовж берегозахисних споруд, а це, здебільшого, водолазні роботи, слід проводити роз'яснювально-освітню екологічну роботу з населенням, доводячи до їхнього відома інформацію про внесок фільтраційної роботи чорноморських мідій у забезпечення безпечного відпочинку мешканців та відпочиваючих у курортному місті-перлині Чорноморського узбережжя і неприпустимість та небезпеку використання цих санітарів моря в харчових цілях.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Україна. Закони. Про охорону навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] : закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ зі змінами та доповненнями // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>. – 26.12.2019. – Назва з екрану

2 Україна. Закони. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391 зі змінами та доповненнями // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п>. – 26.12.2019. – Назва з екрану

3 Україна. Закони. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс] : закон України від 21.10. 2010 р. № 2818-VI // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> – 26.12.2019. – Назва з екрану

4 Україна. Закони. Про затвердження Концепції охорони та відтворення навколишнього природного середовища Азовського і Чорного морів [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 10.06.1998 р. N 1057 // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1057-98-п>. – 25.12.2019. – Назва з екрану

5. Україна. Закони. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [Електронний ресурс] : закон України від від 28.02.19 р. № 2697-VIII // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>. – 24.12.2019. – Назва з екрану

6. Україна. Закони. Водний Кодекс України [Електронний ресурс] : Постанова Верховної Ради України від 06.06.95 р. № 214/95-ВР зі змінами та

доповненнями // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>. – 20.12.2019. – Назва з екрану

7 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. – 21.12.2019. – Title from the screen

8 Україна. Закони. Про ратифікацію Угоди про партнерство і співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами [Електронний ресурс] : закон України від 10.11.1994 р. № 237/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/237/94-вр> – 21.12.2019. – Назва з екрану

9 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

10 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

11 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.

12 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

13 Коломейченко Г. Ю. Ранняя диагностика состояния водоемов [Текст] / Г. Ю. Коломейченко, С. А. Петров, О. А. Семенова. – Одесса: ВМВ. – 2012. – 132 с.

14 Коломейченко Г. Ю. Влияние антропогенного фактора на экосистемы Азово – Черноморского бассейна [Текст] / Г. Ю. Коломейченко, О. А. Семенова, Ю. И. Касилов [и др.] // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона: междунар. конф. 6 окт. 2010 г.: тезисы докл. – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – С. 33–34

15 Методические аспекты оценки качества морской среды на основе показателей состояния мидий и водорослей-микрофитов [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 : НПП «Екологія, наука, техніка», 2006. – С. 127-128

16 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

17 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.

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

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

20 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

21 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

22 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.

23 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

24 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

25 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

26 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

27 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

28 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

29 Красота Л. Л. Біотестування якості водного довкілля Малого Аджалицького лиману по показниках стану чорноморських мідій різних стадій розвитку // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку XXI сторіччя»; ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2019. – С. 91-93

30 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

31 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

32 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

33 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

34 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

35 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.

36 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

37 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

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

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

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

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

42 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

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

44 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

45 Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений [Текст] / под ред. А. В. Цыбань. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – С. 100-105, 166-177

46 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

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

48 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. – 26.12.2019. – Title from the screen

49 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>. – 24.12.2019. – Title from the screen

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

51 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

52 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

53 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

54 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

55 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

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

57 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

58 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

59 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

60 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

61 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

62 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

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

64 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

65 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.

66 Горомосова С. А. Дыхание и экскреция метаболитов как показатели функционирования популяции мидий [Текст] / С. А. Горомосова, В. А. Таможняя // 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

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

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

69 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.

70 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

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

72 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

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

74 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

75 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

76 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

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

78 Красота Л. Л. Оцінка екологічного стану довкілля ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» за методами біоіндикації та біотестування [Текст] / Л. Л. Красота, О. В. Рачинська // Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів : збірник матеріалів VIII з'їзду Гідроекологічного товариства України, присвяченого 110-річчю заснування Дніпровської біологічної станції. – Київ, 2019. – С. 331-334

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	<i>J. kisselevii</i> (Anissimova) Anagnostidis & Komárek, 1988				o						o		o
10	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988	л, o	o	л, o	л, o	л, o	л, o	o	o	o	o	o	o
11	<i>Lyngbya confervoides</i> C.Agardh ex Gomont, 1892	o	o	л, o	л, o	л, o	л, o	o	o	o	o	o	o
12	<i>L. majuscula</i> Harvey ex Gomont, 1892										o		
13	<i>Lyngbya sp.</i>				o								
14	<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing, 1849									o			
15	<i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Kützing, 1845					o	л, o				o		
16	<i>Microcystis sp.</i>	л, o	o	л, o	л, o	л, o	л, o	o	o	o	o	o	o

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17	<i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988			л	о			о			о	о	
18	<i>Ph. limosum</i> (Dillwyn) P.C.Silva 1996		о	л, о	л	о	л, о	о	о		о	о	
19	<i>Ph. nigroviride</i> (Thwaites ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988							о					
20	<i>Pleurocapsa entophysaloides</i> Setchell & N.L.Gardner, 1918			о	о		л, о						о
21	<i>Schizothrix septentrionalis</i> Gomont, 1899		о	л,			л, о						
22	<i>Spirulina tenuissima</i> Kützing, 1836				л			о			о		
	Всього ціанопрокаріот	4 л, 3 о	8 о	9 л, 10 о	8 л, 10 о	6 л, 6 о	10 л, 10 о	9 о	6 о	5 о	12 о	8 о	7 о

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Відділ Euglenophyta													
1	<i>Eutreptia lanovii</i> Steuer, 1904			л					о				
	Всього евгленових			1 л					1 о				
Відділ Dinophyta													
1	<i>Dinophysis sacculus</i> F.Stein, 1883				л								
2	<i>Dinophyta sp.</i>				о						о		
3	<i>Gymnodinium kowalevskii</i> Pitzik, 1967			л			о	о					
4	<i>G. lacustre</i> J.Schiller, 1933									о		о	
5	<i>Kryptoperidinium triquetrum</i> (Ehrenberg) U.Tillmann, M.Gottschling, M.Elbrächter, W.H.Kusber & M.Hoppenrath, 2019								о				

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ost.) Dodge, 1976				л	л		о					
7	<i>P. micans</i> Ehrenberg, 1834				л, о						о	о	о
8	<i>Scrippsiella acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling, 2015	л								о			о
9	<i>Woloszynskia reticulata</i> Thompson, 1951	л											
	Всього дінофітових	2 л		1 л	3 л, 2 о	1 л	1 о	3 о		2 о	2 о	2 о	2 о
Відділ Cryptophyta													
1	<i>Hillea fusiformis</i> (J.Schiller) J.Schiller, 1925		о	л, о	л, о		л, о	о	о		о	о	о
	Всього криптофітових		1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о		1 л, 1 о	1 о	1 о		1 о	1 о	1 о

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	<i>A.ostrearia</i> Brébisson, 1849										o		
6	<i>A. proschkiniana</i> Gusliakov, 1987				л, o			o	o		o		
7	<i>A. proteus</i> Gregory, 1857		o		л, o	o		o	o		o	o	o
8	<i>Amphora sp.</i>	o											
9	<i>Aulacoseira</i> <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1879	л, o											
10	<i>Berkeleya rutilans</i> var. <i>rutilans</i> (Trentepohl ex Roth) Grunow, 1880		o								o		
11	<i>Caloneis</i> <i>amphisbaena</i> (Bory de Saint Vincent) Cleve, 1894	л											
12	<i>C. liber</i> (W.Smith) Cleve, 1894				o			o			o		

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
13	<i>C. westii</i> (W.Smith) Hendey, 1964	л, о											
14	<i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenberg, 1845							о					
15	<i>Carinasigma rectum</i> (Donkin) G.Reid, 2012				л, о	о		о			о	о	
16	<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg, 1839	л	о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о	о	о
17	<i>Chaetoceros muelleri</i> Lemmermann, 1898	о											
18	<i>Cocconeis costata</i> W.Gregory, 1855			л	л, о	л, о	л, о	о	о		о	о	о
19	<i>C. placentula</i> Ehrenberg, 1838	л								о	о		
20	<i>C. scutellum</i> var. <i>scutellum</i> Ehrenberg, 1838		о	о	л, о		л	о	о	о	о		о

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	<i>Diatoma tenue</i> C.Agardh, 1812				л				о	о	о		
31	<i>D. vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent, 1824		о		о	о		о					о
32	<i>D. vulgaris</i> var. <i>breve</i> Grunow, 1862				о	о	л, о		о				о
33	<i>Diploneis bombus</i> Cleve-Euler in Backman & Cleve- Euler Backman, 1922										о		
34	<i>D. chersonensis</i> (Grunow) Cleve, 1894										о		
35	<i>D. elliptica</i> (Kützing) Cleve, 1894	л											
36	<i>D. oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler, 1922	л			л						о		
37	<i>D. smithii</i> (Brébisson) Cleve, 1894	о						о					

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
75	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith, 1853	л											
76	<i>N. amphibia</i> Grunow, 1862	л											о
77	<i>N. communis</i> Rabenhorst, 1860	л, о										о	
78	<i>N. commutata</i> Grunow, 1880	о											
79	<i>N. holsatica</i> Hustedt, 1930	л						о					
80	<i>N. lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i> W.Smith, 1853		о			л, о		о			о	о	
81	<i>N. lanceolata</i> var. <i>minor</i> Grunow in Van Heurck 1881	о	о		л, о	л, о	л	о			о		
82	<i>N. lorenziana</i> var. <i>lorenziana</i> Grunow in Cleve & Möller, 1879	о			о						о		

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
83	<i>N. pusilla</i> Grunow, 1862		о										
84	<i>N. sigma</i> (Kützing) W.Smith, 1853	л, о			л, о								
85	<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith, 1853	о											
86	<i>N. spectabilis</i> var. <i>spectabilis</i> (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard, 1861	о											
87	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch, 1860	л, о											
88	<i>N. vitrea</i> G.Norman, 1861						о				о		
89	<i>Nitzschia</i> sp.	о											
90	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve, 1873	л, о						о					
91	<i>Parlibellus delognei</i> (Van Heurck) E.J.Cox, 1988		о		л	л							

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
92	<i>Pinnularia quadratarea</i> (A.Schmidt) Cleve, 1895							o					
93	<i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkovsky, 1903	o											
94	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queckett) W.Smith, 1852							o			o	o	
95	<i>P. elongatum</i> W.Smith, 1852							o			o	o	
96	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère, 1982	л											
97	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden, 1928	л, o	o	o	л, o	л, o		o	o	o	o	o	o
98	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström, 1986	o						o					

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
107	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1832				л	о		о					
108	<i>Surirella minuta</i> Brébisson, 1849	о											
109	<i>S. ovalis</i> Brébisson, 1838	о											
110	<i>Surirella striatula</i> Turpin, 1828	о											
111	<i>Synedra crystallina</i> (C.Agardh) Kützing 1844				л, о		л	о			о		
112	<i>S. baculus</i> Gregory, 1857							о					
113	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round, 1986	о	о		л, о	л, о	л, о	о	о		о	о	
114	<i>T. gaillonii</i> (Bory de Saint-Vincent) Bukhtiyarova, 1995				о	о		о			о		

Кінець таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	<i>Chlorella sp.</i>			л			л						
3	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A.Braun, 1855						л						
4	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald, 2000	л, о				л							
5	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hindak, 1970	о		л	л, о		л, о		о				о
6	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen, 1829	л, о											
7	<i>Tetraëdron lobulatum</i> (Nägeli) Hansgirg, 1888	о											
	Всього зелених	3 л, 4 о		2 л	1 л, 1 о	1 л, 1 о	3 л 1 о		1 о				1 о
	Інші види												
1	<i>Flagellata sp.</i>	л	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о	о
	Всього флагеллят	1 л	1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 о	1 о	1 о	1 о	1 о	1 о
	Разом видів мікрофітобентосу	51 л, 64 о	36 о	23 л, 20 о	51 л, 49 о	29 л, 36 о	29 л, 25 о	64 о	28 о	17 о	68 о	34 о	27 о

ДОДАТОК Б
ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД МІКРОФІТОБЕНТОСУ В РАЙОНІ
ФІЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА

Таблиця Б.1 – Видовий склад та екологічні групи водоростей
мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова
влітку 2019 року (на жовтому тлі наведені назви
потенційно токсичних водоростей)

№ з/п	Види та різновиди водоростей	Станція 16	Станція 17	Життєві форми	Галобність	Сапробність
1	2	3	4	5	6	7
Відділ Cyanoprokaryota						
1	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988	+	+	об	mg	β-о
2	<i>Lyngbya confervoides</i> C.Agardh ex Gomont, 1892			об	mg	
3	<i>Microcystis</i> sp.	+	+	пл		
4	<i>Spirulina tenuissima</i> Kützing, 1836	+		об		
	Всього ціанопрокаріот	3	2			
Відділ Cryptophyta						
1	<i>Hillea fusiformis</i> (J.Schiller) J.Schiller, 1925	+		пл		
	Всього криптофітових	1				
Відділ Chrysophyta						
1	<i>Coccolithus</i> sp.		+	пл		
2	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler, 1967	+	+	пл	pg	
3	<i>Syracolithus dalmaticus</i> (Kamptner) Leoblich Jr. & Tarran, 1966	+	+	пл	pg	
	Всього:	2	3			

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
Відділ Bacillariophyta						
1	<i>Achnanthes longipes</i> C.Agardh, 1824	+		об	pg	β
2	<i>Amphora crassa</i> Gregory, 1857	+		д	pg	
3	<i>A. graeffeana</i> Hendey, 1973		+	д	mg	
4	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing, 1844	+		д	ind	β
5	<i>A. proshkiniana</i> Gusliakov, 1987	+	+	д	pg	
6	<i>A. proteus</i> Gregory, 1857	+	+	д	pg	β
7	<i>Auricula insecta</i> (Grunow) A.Schmidt, 1894	+		д	pg	
8	<i>Bacillaria paxillifer</i> (O.F.Müller) T.Marsson, 1901	+		д	mg	β
9	<i>Berkeleya rutilans</i> var. <i>rutilans</i> (Trentepohl ex Roth) Grunow, 1880	+		об	pg	
10	<i>Caloneis liber</i> (W.Smith) Cleve, 1894	+		д	pg	
11	<i>Campylodiscus fastuosus</i> Ehrenberg, 1845	+		д	pg	
12	<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg, 1839	+	+	об	mg	β
13	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1889	+	+	пл	pg	
14	<i>Cocconeis costata</i> W.Gregory, 1855	+	+	об	pg	
15	<i>C. placentula</i> Ehrenberg, 1838	+		об	ind	о
16	<i>C. scutellum</i> var. <i>scutellum</i> Ehrenberg, 1838	+	+	об	pg	β
17	<i>C. scutellum</i> var. <i>parva</i> (Grunow) Cleve, 1895	+		об	pg	β
18	<i>Coscinodiscus granii</i> Gough, 1905	+		пл	mg	α
19	<i>C. radiatus</i> Ehrenberg, 1840	+		пл	pg	β
20	<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i> Prasad, 1990	+	+	пл	gl	α
21	<i>C. ocellata</i> Pantocsek, 1901	+		пл	gl	β
22	<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh, 1812	+	+	об	gl	β
23	<i>D. vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent, 1824	+		об	gl	β
24	<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler, 1922	+		д	ind	β

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
25	<i>D. smithii</i> (Brébisson) Cleve, 1894	+		д	pg	
26	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow, 1862		+	об	ind	β
27	<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844	+	+	об	pg	β
28	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst, 1853	+		д	mg	β
29	<i>G. balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst, 1853	+		д	mg	
30	<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov, 2009	+	+	об	mg	α
31	<i>H. cymbifera</i> (Gregory) Levkov, 2009	+		д	pg	β
32	<i>H. eunotia</i> (Cleve) Levkov, 2009	+		д	pg	
33	<i>H. hyalina</i> (Kützing) Rimet & R. Jahn in Rimet et al., 2018	+		д	pg	
34	<i>H. terroris</i> (Ehrenberg) P.Wang, 2014	+		д	pg	
35	<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kützing) Grunow, 1879	+		об	mg	β
36	<i>Licmophora flabellate</i> (Grev.)C.Agardh, 1831	+		об	pg	
37	<i>L. gracilis</i> (Ehrenberg) Grunow, 1867	+		об	pg	β
38	<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva, 1978	+		об	pg	
39	<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) C.Agardh, 1824					
40	<i>M. moniliformis</i> (O.F.Müller) C.Agardh, 1824	+	+	об	mg	α
41	<i>M. moniliformis</i> var. <i>subglobosa</i> (Grunow) Hustedt, 1927	+		об	mg	α
42	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing, 1844	+	+	д	gl	α
43	<i>N. pennata</i> A.Schmidt, 1876	+		д	mg	β
44	<i>N. peregrina</i> var. <i>peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing, 1844		+	д	mg	
45	<i>N. ramosissima</i> (C.Agardh) Cleve, 1895	+	+	д	pg	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
46	<i>Nitzschia commutata</i> Grunow, 1880	+		д	gl	
47	<i>N. intermedia f. intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow, 1880	+		д	ind	
48	<i>N. lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i> W.Smith, 1853	+		об	mg	β
49	<i>N. lorenziana</i> var. <i>lorenziana</i> Grunow in Cleve & Möller, 1879	+		д	ind	
50	<i>N. lorenziana</i> var <i>subtilis</i> Grunow, 1880	+		д	ind	
51	<i>N. longissima</i> (Brébisson) Ralfs, 1861	+		пл	mg	
52	<i>N. ovalis</i> H.J.Arnott, 1880					
53	<i>N. sigma</i> (Kützing) W.Smith, 1853	+		д	mg	β
54	<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith 1853	+		д	mg	β
55	<i>N. spectabilis</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1861	+		д	gl	β
56	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve, 1873	+	+	д	mg	α
57	<i>Pleurosigma elongatum</i> W.Smith, 1852	+		д	pg	
58	<i>P. formosum</i> W.Smith, 1852	+		д	pg	
59	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden, 1928	+	+	пл	pg	
60	<i>P. pungens</i> (Grunow ex Cleve) G.R.Hasle, 1993	+		пл	pg	
61	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström, 1986	+		пл	pg	
62	<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing, 1844	+		об	pg	
63	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot, 1980		+	об	gl	β
64	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1832	+		об	pg	
65	<i>Synedra crystallina</i> (C.Agardh) Kützing, 1844	+	+	д	pg	

Кінець таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
66	<i>S. pulchella</i> Kützing, 1844	+		об	mg	о-β
67	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round, 1986	+	+	об	mg	α
68	<i>T. gaillonii</i> (Bory de Saint- Vincent) Bukhtiyarova, 1995	+		об	pg	β
69	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902	+		д	pg	
70	<i>Thalassiosira baltica</i> (Grunow) Ostenfeld, 1901	+	+	пл	mg	
71	<i>Th. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve, 1904	+		пл	pg	
72	<i>Toxarium undulatum</i> Bailey, 1854	+		д	pg	
73	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894	+		д	pg	
74	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory, 1857	+		д	mg	α
75	<i>T. punctata</i> var. <i>punctata</i> W.Smith, 1853	+		д	pg	β
76	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère in Jahn <i>et al.</i>	+		об	ind	β
	Всього діатомових	70	22			
Відділ Chlorophyta						
1	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald, 2000		+	пл	ind	β
2	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hindak, 1970		+	пл	ind	β
	Всього зелених		2			
Інші види						
1	<i>Flagellata</i> sp.	+	+			
	Всього флагеллят	1	1			
	Разом видів мікрофітобентосу	77	31			