

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

КП 87.19.03

№ держреєстрації 0119U103483

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ 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 03 лютого 2022 р.

ЗВІТ ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

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

ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКОГО ДОВКІЛЛЯ МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ ТА БІОІНДИКАЦІЇ

Том 4

Наукові керівники НДР:

Директор УкрНЦЕМ,

канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.

В. М. Коморін

Начальник відділу аналізу морських
екосистем та антропогенного
навантаження – начальник морського
інформаційно-аналітичного центру,
канд. геогр. наук

В. В. Український

2021

Рукопис закінчено 28 грудня 2021 р.

Результати роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол
від 03 02 2022 р. № 1

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР,

начальник відділу аналізу морських
екосистем та антропогенного
навантаження – начальник морського
інформаційно-аналітичного центру,
канд. геогр. наук


28 грудня 2021

В. В. Український
(реферат, розділ 2,
висновки)

Відповідальні виконавці:

Завідувачка сектору
біологічних методів
оцінки якості морських вод


28 грудня 2021

Л. Л. Красота
(вступ;
розділи 1, 2, 3, 4;
висновки;
рекомендації;
додаток Д)

Наук. співроб.

сектору біологічних методів
оцінки якості морських вод


28 грудня 2021

О. В. Рачинська
(розділи 1, 2, 5;
висновки;
додатки А, Б, В, Г)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 187 стор., 24 табл., 23 рис., 5 дод., 79 джерел.

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

Об'єкт дослідження – прибережні та відкриті акваторії Чорного моря (ЧМ), різні за рівнем та характером антропогенного навантаження.

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

Головні завдання науково-дослідної роботи впродовж 2019-2021 років:

- провести дослідження якості середовища північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) (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) та визначення доброго екологічного стану за показниками розвитку різних за чутливістю тест-об'єктів та організмів-моніторів;

- визначити тенденції змін екологічного стану морського середовища в 2019-2021 роках за показниками розвитку гідробіонтів (об'єктів біотестування і біоіндикації) та провести порівняльний аналіз з Базовою оцінкою якості вод;

- здійснити уточнення Базової оцінки якості чорноморського довкілля за методами біотестування та біоіндикації.

Звіт з оцінкою та діагнозом екологічного стану довкілля ПЗЧМ за методами біотестування та біоіндикації містить порівняльні оцінки якості морського середовища прибережних і відкритих акваторій по результатах досліджень за період 2019-2021 років та у ретроспективному огляді (відносно Базової оцінки якості середовища за показниками чорноморських тест-об'єктів та організмів-моніторів різних систематичних рівнів), що є інформаційними 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.....	17
4 Біотестування якості довкілля Чорного моря за показниками стану дорослих мідій.....	29
4.1 Оцінка якості морського середовища за показником стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій.....	30
4.2 Оцінка якості морських вод за показником інтенсивності фільтрації води мідіями.....	34
4.3 Оцінка якості морського довкілля за показником інтенсивності дихання мідій.....	37
5 Біоіндикація якості довкілля Чорного моря за показниками стану мікрофітобентосу.....	41
5.1 Оцінка якості морського середовища за показниками розвитку бентосних мікрофітів	42
5.2 Оцінка стану середовища чорноморських водних масивів за трофічністю та сапробністю донних мікроводоростей.....	78
5.3 Оцінка якості довкілля Філофорного поля Зернова за показниками розвитку мікрофітобентосу	86
Висновки.....	91
Рекомендації.....	94
Перелік джерел посилання.....	95
Додаток А Таксономічний склад мікрофітобентосу водних масивів Чорного моря та Григоріївського лиману в 2019 році.....	105

Додаток Б Таксономічний склад мікрофітобентосу водних масивів	
Чорного моря в 2020 році	128
Додаток В Таксономічний склад мікрофітобентосу водних масивів	
Чорного моря в 2021 році	151
Додаток Г Таксономічний склад мікрофітобентосу в районі	
Філофорного поля Зернова в 2019 році.....	180
Додаток Д Список публікацій по темі даної науково-дослідної роботи.....	186

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ДЕС – Добрий екологічний статус

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)

OWW – відкриті води західної частини ЧМ (open western waters)

ShW – шельфові води (shelf waters)

TW – транзитні (перехідні) води (transitional waters)

WFD – Водна Рамкова Директива (Water Framework Directive)

ВСТУП

Підставами для виконання даної науково-дослідної роботи (НДР) були:

- Статут УкрНЦЕМ;
- Бюджетні запити УкрНЦЕМ на 2019, 2020 та 2021 роки;
- План науково-дослідних робіт УкрНЦЕМ на 2019-2021 роки;
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [1];
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» [2];
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [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 у системі морського моніторингу біологічних показників – одна з вимог у вищезазначених документах. Оцінка ступеню та характеру забруднення водного середовища здійснюється за допомогою тріади методів – біотестування, методів аналітичної хімії та біоіндикації [11]. Оцінка якості морського середовища за біологічними методами здійснюється більш інтегральними та дешевшими, ніж хімічні, методами досліджень. Біотестування та біоіндикація якості морського довкілля в цій роботі проводилися за показниками стану бентосних організмів (мідій різних стадій розвитку 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]. Оцінка відгуку гідробіонтів на дію морського довкілля, в якому містяться біодоступні полютанти, дає інформацію, яку неможливо отримати під час аналізів вмісту токсикантів в середовищі або в організмі. Прямі і непрямі взаємодії забруднюючих речовин та їхніх метаболітів в довкіллі і організмі, синергічні та антагоністичні дії токсикантів знаходять відображення у реакціях гідробіонтів – тест-об'єктів та організмів-індикаторів [11]-[15].

Біотестування і біоіндикація – сучасні інтегральні способи з оцінки якості водного довкілля. Вони 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 досліджуваними біологічними об'єктами.

Токсичність морського довкілля визначається за допомогою тест-об'єктів – живих «датчиків», що сигналізують про небезпеку. Тест-організмами можуть бути водорості, ракоподібні, молюски, риби та інші організми [11]-[13].

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 відчують 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 – 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 навколишнього середовища.

Біоіндикацію якості морського середовища на популяційному (біоценотичному) рівні досліджують за видовим розмаїттям, показниками кількісного розвитку індикаторних гідробіонтів та їх угруповань, екологічною різноманітністю організмів-моніторів (з урахуванням життєвих форм, галобіонтного та сапробіонтного складів, наявності та кількості морфологічних аномалій особин) [15], [17]-[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]-[24].

2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

В літній та осінній періоди 2019-2021 років об'єктами досліджень якості довкілля були водні масиви (CW) північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ), 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 відбирались у Дунайському районі ПЗЧМ в таких місцях:

- 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.).

В Дністровському районі ПЗЧМ були також відібрані проби води та донних мікрофітів у наступних прибережних ділянках моря:

- CW4 – на пляжі бази відпочинку «Альбатрос» (сmt Затока, координати $46^{\circ}04,127'$ пн. ш. та $30^{\circ}27,853'$ сх. д.);
- CW5 – на умовно-чистій в минулі роки акваторії (біля мису Малий Фонтан [16], [24]), координати $46^{\circ}26,311'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,327'$ сх. д.), у місці значного рекреаційного навантаження (пляж «Аркадія», координати $46^{\circ}25,684'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,070'$ сх. д.), впливу господарсько-побутових (Дача Ковалевського, координати $46^{\circ}22,059'$ пн. ш. та $30^{\circ}43,809'$ сх. д.) та санаторних стоків (район санаторію ім. Чкалова, координати $46^{\circ}26,639'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,320'$ сх. д.), дренажних вод (пляж «Дельфін», координати $46^{\circ}27,104'$ пн. ш. та $30^{\circ}46,152'$ сх. д.).

У Дніпро-Бузькому районі ПЗЧМ відбір цих проб здійснили у прибережжях масивів:

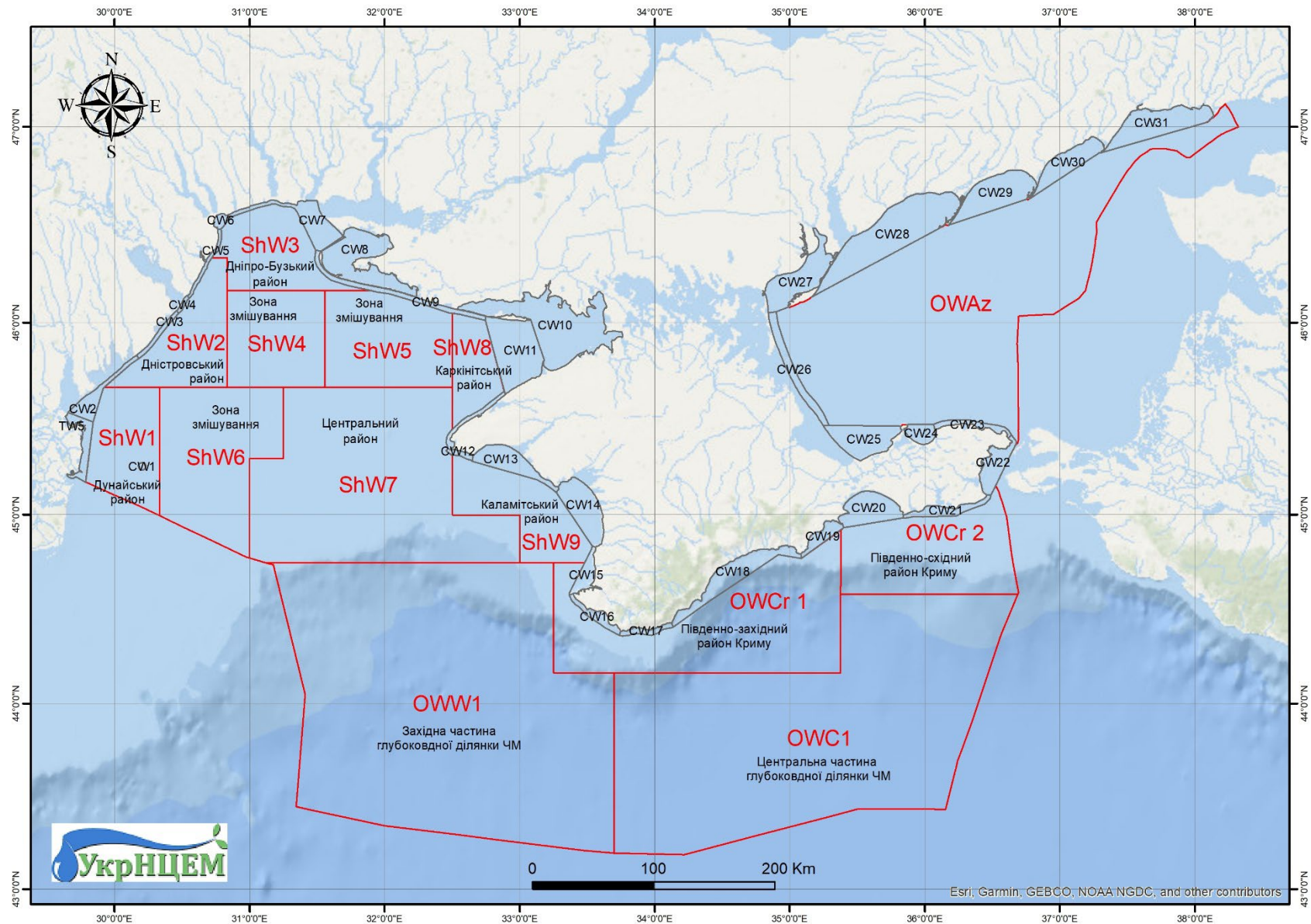


Рисунок 1 – Схема розташування водних масивів та районів досліджень української частини Чорного моря (ЧМ)

– CW6 – у місцях суттєвого рекреаційного навантаження (Лузанівка І, координати 46°33,175' пн. ш. та 30°46,115' сх. д., і Лузанівка ІІ, координати 46°32,931' пн. ш. та 30°45,500' сх. д.) та з акваторії із значною кількістю портових операцій (Одеський порт, координати 46°29,649' пн. ш. та 30°44,952' сх. д.);

– CW7 – у місцях помірного рекреаційного навантаження (пляжі м. Южне, координати 46°36,961' пн. ш. та 31°06,514' сх. д., та бази відпочинку «Кипарис» (біля с. Коблеве), координати 46°37,618' пн. ш. та 31°10,555' сх. д.) і у Дніпро-Бузькому лимані (координати 46°38,728' пн. ш. та 31°27,552' сх. д.).

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

У відкритій частині шельфу ПЗЧМ в районі змішування (ShW4) були відібрані проби води та мікрофітобентосу 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 довкілля водних масивів ПЗЧМ було проведено на личинках чорноморських мідій ранніх стадій розвитку та дорослих двостулкових (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 як для біотестування, так і для біоіндикації якості морського довкілля [16]. Цей метод оцінки якості води характеризується як дуже чутливий та високоілюстративний, 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 протісоконхів 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 якості чорноморських вод (при їх біотестуванні на личинках мідій ранніх стадій розвитку) були розроблені та уточнені класи екологічного стану вод [29] для оцінки якості морського довкілля, відповідно до WFD [9] (табл. 1).

Таблиця 1 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ЧМ
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	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Нормальні личинки, %	$\geq 90,0 - \leq 100,0$	$\geq 50,0 - < 90,0$	$\geq 15,0 - < 50,0$	$\geq 5,0 - < 15,0$	$\geq 0,0 - < 5,0$

Для оцінки якості довкілля відкритих акваторій ЧМ під час їх біотестування на личинках *M. galloprovincialis* ранніх стадій розвитку були розроблені та уточнені відповідні класи екологічного статусу вод цих чорноморських районів, згідно з Рамковою Директивою про морську стратегію (MSFD) [10] (табл. 2).

Таблиця 2 – Оцінка екологічного статусу довкілля відкритих акваторій ЧМ
за показником утворення нормальних личинок мідій
при біотестуванні якості вод (у %)

Клас екологічного статусу вод		1	2
		ДЕС (GES)	Не ДЕС (Non GES)
Відкриті акваторії	Кольоровий код	зелений	червоний
	Нормальні личинки, %	$\geq 50,0 - \leq 100,0$	$\geq 0,0 - < 50,0$

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 клітин гемолімфи двостулкових молюсків. У здорових мідій лізосоми утримують барвник довше, ніж в ослаблених, руйнування лізосомальних мембран яких настає через коротший час після проникнення токсиканту в 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 з оцінки екологічного стану морського довкілля (за десять років) на базі показника лізосомальної стабільності клітин гемолімфи мідій, були розроблені та уточнені певні класи екологічного стану вод, які визначаються при біотестуванні якості водних мас за вищезазначеними характеристиками кроволімфи мідій [29], відповідно до WFD [9] (табл. 3).

Таблиця 3 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів
Чорного моря за показником стабільності мембран
лізосом клітин гемолімфи мідій (хв)

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

Показник інтенсивності фільтрації мідіями вод теж був використаний для оцінки якості морського середовища. Біотестування якості вод 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. Ця 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 угруповань водоростей мікрофітобентосу. Проби мікрофітів для визначення якості довкілля досліджуваних ділянок моря відбирали та обробляли за загальноприйнятими методиками [18], [41]-[43]. У кожній акваторії мікроводорості відбирали з поверхонь всіх наявних видів субстратів: пухких (пісок, мул) та твердих (бетон, граніт, черепашник, залізо, стулки мідій). Мікроскопічну обробку проб виконували 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.

Враховуючи взаємозв'язок трофності водних об'єктів та сапробності донних мікрофітів з їх видовим складом та чисельністю, була розроблена та уточнена оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ (згідно з WFD [9]):

- за шкалою та класами трофності [50] і за результатами власних десятирічних досліджень загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів (табл. 4);
- за кількістю α -мезосапробних видів (показників значного органічного забруднення [19]) в угрупованні мікрофітобентосу впродовж 10-річчя (табл. 5).

Таблиця 4 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів за шкалою та класами трофності [50] по показниках чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів (10^6 кл · м⁻²)

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Класи трофності	Оліготрофний	Мезотрофний	Евтрофний	Політрофний	Гіпертрофний
	Чисельність, млн. кл/м ²	0,10·10 ³ -0,49·10 ³	0,50·10 ³ -14,99·10 ³	15,00·10 ³ -49,99·10 ³	50,00·10 ³ -199,99·10 ³	≥200,0·10 ³

Таблиця 5 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів за шкалою та рівнем сапробності [19] по показниках кількості видів α -мезосапробів у мікрофітобентосі твердих субстратів

Клас екологічного стану вод		1	2	3	4	5
		Відмінний (high)	Добрий (good)	Задовільний (moderate)	Посередній (poor)	Поганий (bad)
Водні масиви	Кольоровий код	синій	зелений	жовтий	оранжевий	червоний
	Рівень сапробності	Олігосапробний	β -мезосапробний	α -мезосапробний	Полісапробний	Гіперсапробний
	Кількість α -мезосапробних видів, од.	0-1	2-4	5-7	8-10	≥11

Згідно з WFD, важливими параметрами в моніторингових дослідженнях водної флори можуть бути наявність або відсутність індикаторних видів. Зокрема, оцінка екологічної якості довкілля за кількістю α -мезосапробів в угрупованні мікрофітобентосу відображує ступінь евтрофікації морських водних масивів.

Під час відбору проб води і гідробіонтів систематично вимірювались показники температури та солоності води у досліджуваних акваторіях.

Отримані результати з біотестування та біоіндикації якості морського довкілля були статистично оброблені [51].

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 [52]. У 2019-2021 роках було проведено біотестування якості вод антропогенізованих і умовно чистих прибережних та відкритих акваторій ПЗЧМ, а також водного довкілля Григоріївського лиману, 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 літні сезони температура досліджуваних прибережних поверхневих водних мас становила 24,0-26,1°C, 20,0-21,7°C та 17,5-23,0°C, а осінню – 15,0-18,1°C, 19,0-21,2°C і 13,0-15,2°C (у 2019, 2020 та 2021 роках, відповідно). Солоність цих вод влітку перебувала у діапазонах 13,3-14,4 ‰, 16,0-16,83 ‰ і 14,77-17,29 ‰, а восени – 16,2-16,6 ‰, 13,77-15,67 ‰ та 12,80-17,09 ‰ (у ті ж роки). У літньо-осінній період 2019 року на акваторії Філофорного поля Зернова у поверхневому шарі показники температури сягали 24,2-24,7°C та солоності – 17,2-17,7 ‰, а у придонному – 8,5-10,0°C та 18,7 ‰, відповідно. Тобто, найважливіші гідрологічні показники морського довкілля, що впливають на розвиток чорноморських гідробіонтів, у період досліджень знаходились в межах екологічної норми. Лише влітку 2019 року становили виключення показники солоності розпріснених поверхневих вод з акваторії у Затоці (0,55 ‰) та з Дніпро-Бузького лиману (5,86 ‰).

Проби прибережних вод для біотестування їх якості були відібрані у Дунайському районі ПЗЧМ у водних масивах (див. 2 та рис. 1):

- SW1– з прибережжя о. Зміїний;
- SW2– з прибережжя материкової частини району оз. Сасик.

В Дністровському районі ПЗЧМ також відібрали проби вод у прибережних ділянках моря:

- CW4 – на пляжі бази відпочинку «Альбатрос» (сміт Затока);
- CW5 – на умовно-чистій акваторії в Одеській затоці (біля мису Малий Фонтан [16], [24]), у місці значного рекреаційного навантаження (пляж «Аркадія»), впливу господарсько-побутових (Дача Ковалевського) та санаторних (поблизу санаторію ім. Чкалова) стоків, дренажних вод (пляж «Дельфін»).

У Дніпро-Бузькому районі ПЗЧМ відбір цих проб провели у прибережжях масивів:

- CW6 – у місцях суттєвого рекреаційного навантаження (Лузанівка I і II) та з акваторії із значною кількістю портових операцій (Одеський порт);
- CW7 – у місцях помірного рекреаційного навантаження (пляжі м. Южне та бази відпочинку «Кипарис» біля с. Коблеве).

Були відібрані проби прибережних транзитних вод у Григоріївському лимані (TW21) в зоні портових робіт поблизу с. Біляри.

У відкритій частині шельфу ПЗЧМ в районі змішування були відібрані проби води з акваторії Філофорного поля Зернова (ФПЗ) на станціях 16 та 17.

З прибережжя мису Малий Фонтан (CW5) були відібрані дорослі *M. galloprovincialis*, від яких отримано статеві продукти, а з них – і здорові личинки мідій, на яких проведено біотестування досліджуваних вод.

Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ та прибережжя Григоріївського лиману по результатах біотестування якості їх вод у 2019-2021 роках за показниками морфогенезу личинок мідій ранніх стадій розвитку представлена у таблиці 6.

Влітку 2020 року оцінка екологічного стану довкілля прибережжя ПЗЧМ під час біотестування якості водних мас з місць із різним антропогенним навантаженням на личинках мідій ранніх стадій розвитку (як більш чутливих, ніж дорослі молюски, до впливу водного середовища) виявила, що екологічні характеристики досліджених вод значно покращилися порівняно з торішніми (у всіх протестованих водах утворилося нормально сформованих личинок у 6,0-6,6 рази більше). Так, у водному масиві CW5 довкілля пляжу «Аркадія» та акваторії поблизу мису Малий Фонтан (у водах яких утворилося по 52,7 % тест-об'єктів

Таблиця 6 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману за результатами біотестуванні якості їх вод на личинках мідій у 2019-2021 роках

Клас екологічного стану вод		Відмінний (high)			Добрий (good)			Задовільний (moderate)			Посередній (poor)			Поганий (bad)		
Місце відбору проб води	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		
	Роки Сезони	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Пляж смт Затока (CW4)	Літо									40,8				0,0		
	Осінь					60,6				15,9				3,8		
Дача Ковалевського (CW5)	Літо									45,1						
	Осінь					67,2		31,3		24,3						
Пляж «Аркадія» (CW5)	Літо								52,7	49,2	8,0					
	Осінь					61,6		43,6					14,1			
Мис Малий Фонтан (CW5)	Літо						55,4		52,7		8,1					
	Осінь					65,2		45,5		30,4						
Прибережжя санаторію ім. Чкалова (CW5)	Літо						53,2		36,4				6,1			
	Осінь							32,8	18,0				11,2			
Пляж «Дельфін» (CW5)	Літо								44,0	46,8			7,3			
	Осінь					64,3		41,1		21,5						

Кінець таблиці 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Одеський порт (CW6)	Літо									46,6						
	Осінь					51,6		22,5		24,2						
Лузанівка II (CW6)	Літо									37,4						
	Осінь							45,0	48,5	18,3						
Лузанівка I (CW6)	Літо									37,1						
	Осінь							18,4	32,4	17,8						
Пляж с. Коблеве (CW7)	Літо									48,2						
	Осінь							33,5	22,5				13,9			
Пляж м. Южне (CW7)	Літо									23,3						
	Осінь							44,7	31,5				8,6			
Дніпро-Бузький лиман (CW7)	Літо													0,0		
	Осінь															
Григоріївський лиман (TW 21)	Літо															
	Осінь							41,8								

нормальної морфології) відповідали класу екологічного стану вод «добрий». А середовища інших прибережних ділянок моря – класу «задовільний». У літній сезон 2021 року у водах зі всіх досліджених масивів утворилася суттєва кількість нормально розвинених личинок мідій, що дозволило віднести майже всі водні маси до класу «задовільний», тому що в них утворилося від 23,3 % до 49,2 % таких личинок. А у водах з акваторій, прилеглих до мису Малий Фонтан та санаторію ім. Чкалова (CW5), які були віднесені до класу «добрий», утворилося понад 50 %, а саме 55,4 % та 53,2 %, личинок мідій нормального розвитку. Тільки при тестуванні розпріснених поверхневих вод з пляжної акваторії бази відпочинку «Альбатрос» у Затоці (CW4) та з Дніпро-Бузького лиману (CW7) влітку 2019 року сталася загибель 100 % личинок мідій, тобто дані водні середовища мали «поганий» екологічний стан для розвитку цих мітілід.

В осінній сезон того ж 2019 року у воді з ділянки моря, прилеглої до Затоки (CW4) розвинулася найменша кількість нормально сформованих тест-об'єктів стадії продіссоконх – 3,8 % (навіть за нормальної солоності води – 14,96 ‰), що характеризує екологічний стан дослідженого водного довкілля як «поганий».

В цілому, проведене в осінні сезони 2019-2020 років біотестування якості морських вод різних районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману показало, що перетворення личинок мідій зі стадії трохофори до стадії продіссоконх у всіх досліджуваних прибережних середовищах проходило успішніше, ніж улітку.

У нормальних продіссоконхів восени перетворилося більше 40 % личинок при біотестуванні половини досліджуваних проб води у 2019 році та більше 50 % і навіть 60 % тест-об'єктів – у 2020 році (див. табл. 6). Найкращим екологічним станом саме в цей рік (за показником відсотку утворених личинок мідій нормальної морфології) характеризувалися довкілля ряду ділянок з водних масивів: CW5 (Дача Ковалевського – 67,2 %, прибережжя мису Малий Фонтан – 65,2 %, пляжі «Дельфін» і «Аркадія» – 64,3 % та 61,6 %, відповідно), CW4 (пляж бази відпочинку «Альбатрос» в Затоці – 60,6 %), та CW6 (Одеський порт – 51,6 %). За визначеним станом вищенаведені середовища ділянок водних масивів відповідали екологічному класу вод «добрий» (вперше за майже 20 років

моніторингових досліджень стану чорноморського довкілля методом біотестування якості вод з використанням личинок мідій ранніх стадій розвитку), а всі інші досліджені прибережні ділянки моря – класу «задовільний».

Проте осінній сезон 2021 року приніс погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ здебільшого до стану «задовільний». А для СW7 та двох акваторій СW5 (пляжу «Аркадія» та прибережжя санаторію ім. Чкалова), у воді яких утворилося лише від 8,6 % до 14,1 % личинок мідій нормальної морфології – до стану «посередній».

На рисунку 2 представлені середні статистичні показники розвитку нормальних личинок мідій на їх перших двох стадіях розвитку (трохофор та продіссоконхів), отримані за результатами біотестування якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та прибережжя Григоріївського лиману в осінні сезони 2019-2021 років (у %).

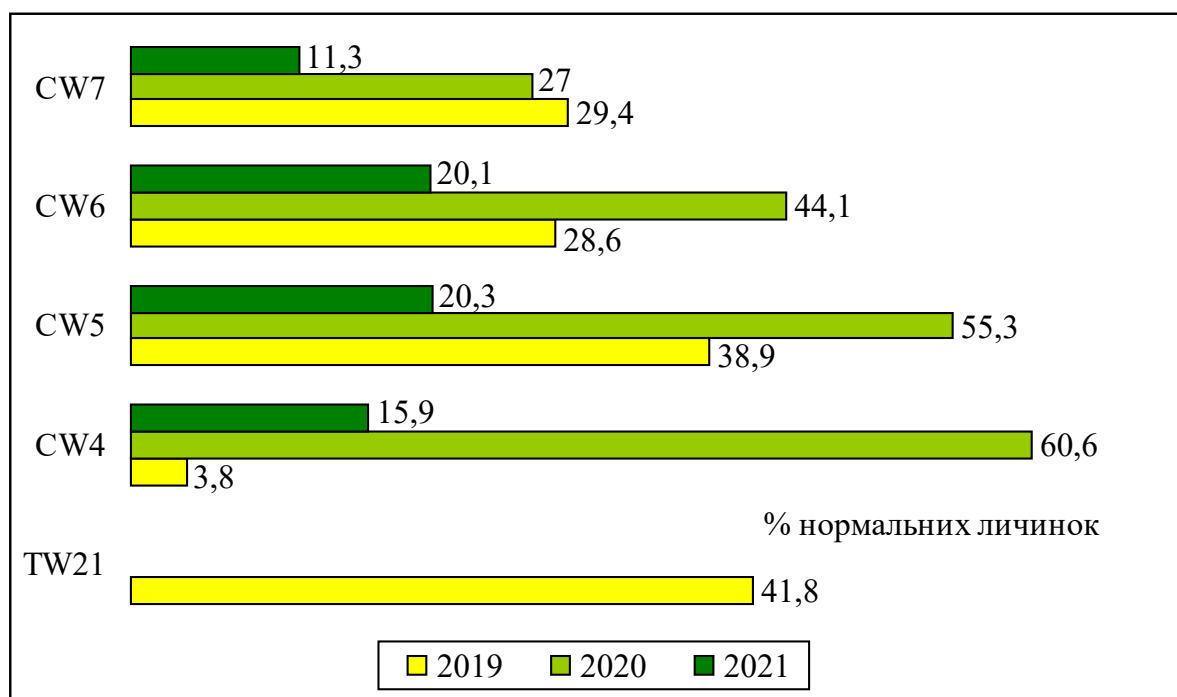


Рисунок 2 – Середні статистичні показники розвитку нормальних личинок мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та прибережжя Григоріївського лиману в осінні сезони 2019-2021 років (%)

Результати біотестування якості довкілля прибережних акваторій ПЗЧМ та Григоріївського лиману (різної антропогенізованості) на личинках мідій виявили, що екологічні властивості досліджених вод погіршувалися в рядах (див. рис. 2):

- у 2019 році – $TW21 > CW5 > CW7 > CW6 > CW4$ (при кількості тест-об'єктів нормальної морфології від 41,8 % до 28,6 %);
- у 2020 році – $CW4 > CW5 > CW6 > CW7$ (при кількості тест-об'єктів нормальної морфології від 60,6 % до 27,0 %);
- у 2021 році – $CW5 > CW6 > CW4 > CW7$ (при кількості тест-об'єктів нормальної морфології від 20,3 % до 11,3 %).

У літньо-осінній період 2019 року проведене біотестування якості водного середовища ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» на личинках мідій виявило, що екологічні властивості поверхневих вод цього заповідного об'єкту, розташованого у відкритій частині шельфу ПЗЧМ, значно кращі, ніж придонних (у 1,5-1,9 рази), але всі шари води цієї ділянки моря відповідають класу екологічного статусу вод Не ДЕС (табл. 7).

Таблиця 7 – Оцінка екологічного статусу довкілля акваторії Філофорного поля Зернова за відсотком утворення нормальних личинок мідій при біотестуванні якості вод у серпні-вересні 2019 року

Місце відбору проб води		Клас екологічного статусу вод	1	2
			ДЕС (GES)	Не ДЕС (Non GES)
Район змішування (ShW4)		Кольоровий код	зелений	червоний
		Нормальні личинки, %	$\geq 50,0 - \leq 100,0$	$\geq 0,0 - < 50,0$
Ст.16	Поверхнева вода			38,8
	Придонна вода			25,6
Ст.17	Поверхнева вода			22,8
	Придонна вода			12,1

Динаміка змін екологічних властивостей водного середовища досліджених морських акваторій в осінні періоди 2010-2021 років чітко простежується на

рисунку 3, де представлено відсоток нормальних личинок мідій при біотестуванні якості вод прибережних і відкритих акваторій ПЗЧМ та Григоріївського лиману.

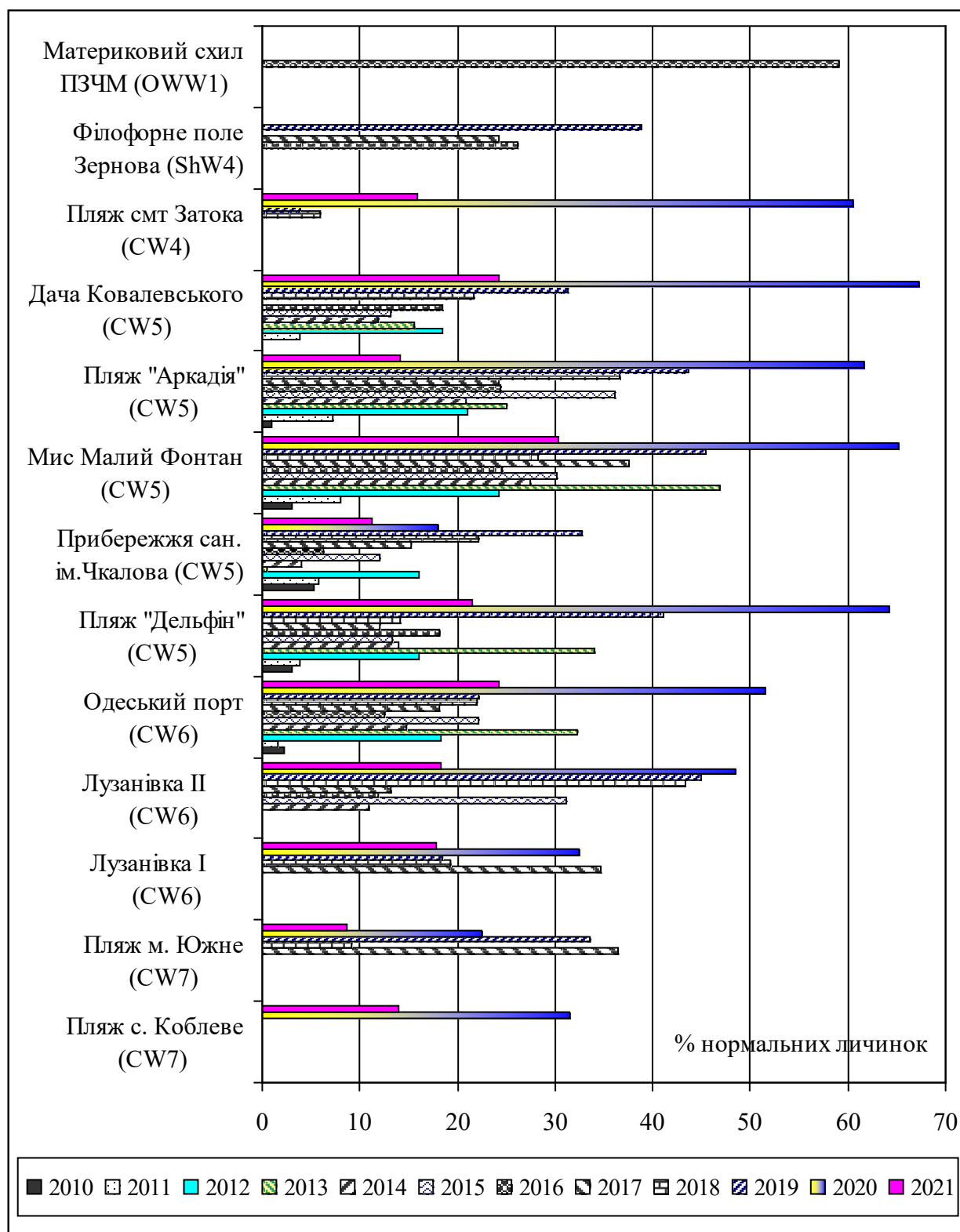


Рисунок 3 – Відсоток личинок мідій нормальної морфології при біотестуванні якості довкілля прибережних і відкритих акваторій ЧМ та Григоріївського лиману в осінні сезони 2010-2021 років

Влітку 2010 року (під час тривалої аномальної спеки), коли температура води у прибережжі м. Одеси піднялася до меж від 28 °С до 31 °С за нижчої, ніж попереднього року, солоності (від 8,99 ‰ до 9,85 ‰), сталася загибель значної кількості морських організмів. Відсоток нормально сформованих личинок мідій, отриманих при біотестуванні якості прибережних вод, знизився осінню 2010 року і перебував у діапазоні від 1,0 % до 5,3 %.

У 2011-2012 роках гідрологічні характеристики прибережних середовищ відповідали нормам для розвитку чорноморських гідробіонтів і екологічні властивості вод на акваторіях Одеського регіону покращилися. Кількість нормально розвинутих тест-об'єктів суттєво зросла у всіх досліджених середовищах відносно показників 2010 року.

За результатами біотестування якості морських вод прибережних районів м. Одеси у 2013 році було відмічено більш значуще зростання кількості личинок нормальної морфології у досліджуваних середовищах – до 46,9 %. У СW5 в районі скиду стоків санаторію ім. Чкалова цей показник, навпаки, знизився до 0,5 %, хоча у воді з акваторії поблизу мису Малий Фонтан морфогенез личинок проходив, як завжди, найуспішніше.

У 2014 році гідрологічні характеристики досліджених прибережних середовищ четвертий рік поспіль відповідали нормам для розвитку морських організмів. Але екологічні властивості довкілля більшості антропогенізованих акваторій Одеського регіону 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.

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 2014 року, тобто екологічний стан прибережних вод ПЗЧМ зазнав покращення.

Впродовж двох наступних років якість водного довкілля для розвитку ембріонів мідій зазнала поліпшення на значній кількості досліджених

прибережних акваторій ПЗЧМ. Зокрема, у воді з умовно-чистої ділянки моря біля мису Малий Фонтан (CW5) у 2017 році утворилося у 1,5 рази більше продісоконхів нормальної морфології, ніж восени попереднього року. Але найкращим екологічним статусом характеризувалося довкілля материкового схилу ПЗЧМ у 2016 році, у воді якого при біотестуванні розвинулося 59,1 % личинок нормальної морфології (див. рис. 2). Якщо кількість нормальних личинок мідій при проведенні біотестування якості відкритих вод природного об'єкту сягає від 50,0 % до 90,0 %, це дозволяє віднести його за статусом до екологічного класу вод «добрий» (див. 2). Тобто, добрий екологічний статус (ДЕС) був притаманний тільки поверхневій воді, відібраній у зоні материкового схилу ПЗЧМ.

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 ділянки моря коло мису Малий Фонтан (CW5) і пляжів Лузанівка I (CW6) та бази відпочинку «Кипарис» біля с. Коблеве (CW7) утворилося на 9,2 %, 15,4 % і 27,2 % менше продісоконхів нормальної морфології (відповідно), порівняно з торішньою осінню (див. рис. 3). 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*. Під час біотестування якості води з акваторії пляжу Лузанівки II (теж CW6) були отримані найкращі показники морфогенезу ембріонів мідій восени 2018 року, а саме – 43,3 % нормально розвинутих продісоконхів.

Осіною 2019 року майже на всіх морських акваторіях 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.

Восени 2020 року під час біотестування якості поверхневих вод на личинках мідій ранніх стадій розвитку було виявлено значне покращення якості водного довкілля вздовж прибережжя ПЗЧМ від Одеського порту (CW6) до пляжу «Альбатрос» у смт Затока (CW4), що дуже виразно відображено на рисунку 3.

Цим поверхневим водам був притаманний «добрий» екологічний стан, тому що в них утворилася навіть більша (на 0,7-7,3 %) кількість нормальних личинок мідій, ніж у відібраній пробі води з зони материкового схилу ПЗЧМ у 2016 році.

У зв'язку з цим викликає інтерес зареєстрований нами факт знаходження у рідині мантийної порожнини дорослої *M. galloprovincialis* (з бетонної берегозахисної споруди у прибережжі мису Малий Фонтан) скупчення клітин дінофітової водорості *Lingulodinium polyedra*, що представлено на оригінальній фотографії (рис. 4).

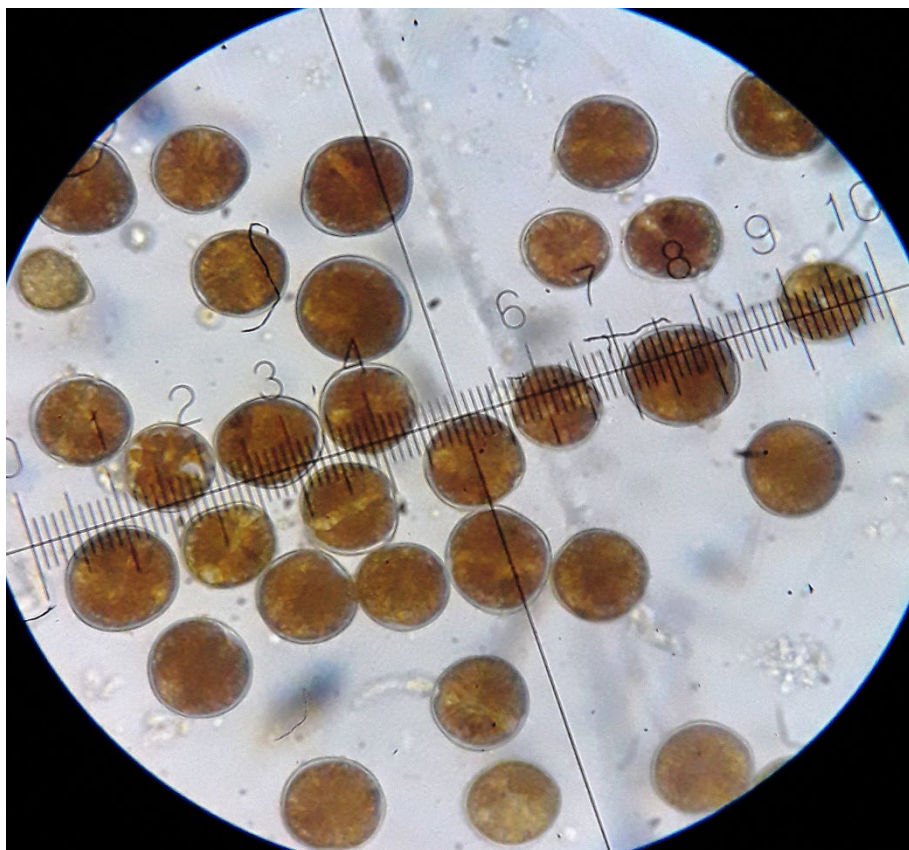


Рисунок 4 – Скупчення клітин дінофітових водоростей *Lingulodinium polyedra* у рідині мантийної порожнини дорослої *Mytilus galloprovincialis* з бетонної берегозахисної споруди у прибережжі мису Малий Фонтан (оригінальне фото від 09.10.2020 року)

У науковій літературі щодо *L. polyedra* наведено інформацію про потенційну токсичність даної дінофітової водорості, що продукує сакситоксини (які спричиняють прогресуючий параліч та зупинку дихання і смерть навіть у людини). Ці токсини здатні накопичуватись в тілі молюсків і викликати в мешканців морського узбережжя, після використання ними цих мітілід в їжу, «молюсковий токсикоз». Але молюски родів *Mytilus* та *Saxidomus* до токсинів часто не чутливі [47]. Саме таку взаємодію між лінгулодініумом та мідією вдалося спостерігати під час проведення робіт з біотестування якості прибережного довкілля ПЗЧМ восени 2020 року.

В осінній сезон 2021 року було зареєстроване значне погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ для морфогенезу личинок мідій, здебільшого, до екологічного стану «задовільний» (див. табл. 6 та рис. 3). А для вод з CW7 та двох акваторій CW5 (пляжу «Аркадія» та прибережжя санаторію ім. Чкалова) – до стану «посередній». Проте, акваторія Одеської затоки, прилегла до мису Малий Фонтан, залишилася умовно чистою, тому що під час проведеного біотестування якості прибережного морського довкілля в її воді знову утворилася найбільша кількість нормально розвинених личинок мідій – 30,4 %.

Отже, проведена у 2019-2021 роках оцінка екологічних властивостей довкілля водних масивів та відкритих районів ПЗЧМ і транзитних вод Григоріївського лиману за методом біотестування з використанням личинок чорноморських мідій ранніх стадій розвитку, як дуже чутливих тест-об'єктів, показала, що у 2020 році відбулося значне покращення якості середовища досліджених акваторій, яке проявилось (в незначно меншій мірі) і в літній сезон 2021 року. Вперше за всі роки досліджень на більшості станцій прибережного моніторингу якості водних мас відповідає класу екологічного стану вод «добрий», а на інших ділянках моря – класу «задовільний». Але восени 2021 року сталося погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ, здебільшого, до стану «задовільний». А для третини акваторій – навіть до стану «посередній».

4 БІОТЕСТУВАННЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАНУ ДОРОСЛИХ МІДІЙ

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

Серед мітілід дуже виділяються чорноморські мідії 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 цих 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].

Протягом 2019-2021 років було проведено біотестування якості середовища водних масивів ПЗЧМ за фізіолого-морфологічними показниками дорослих мідій: стабільністю мембран лізосом клітин гемолімфи даних мітілід до впливу модельного токсиканту (нейтрального червоного), інтенсивністю процесу фільтрації води та активністю споживання розчиненого у воді кисню цими двостулковими. Проби води і молюсків улітку були відібрані 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

Впродовж 2019-2021 років біотестування якості вод прибережних акваторій ПЗЧМ та Григоріївського лиману (як умовно-чистих, так і антропогенно навантажених) проводилося за «Методикою оцінки якості морської води з використанням показника часу утримання нейтрального червоного лізосомами клітин гемолімфи мідій (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» (див. 2).

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

Як вже відмічалось (див. 3), показники температури і солоності довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману протягом 2019-2021 років перебували в межах екологічної норми для розвитку чорноморських мідій.

За часом утримання нейтрального червоного мембранами лізосом гемолімфи мідій стан «здоров'я» дорослих двостулкових та водного довкілля акваторій з масивів CW5, CW6 та CW7 всі три роки відповідав класу екологічного стану вод «відмінний», тому що реєстрований показник гемолімфи моллюсків в цих досліджених середовищах перевищував 150-хвилинний поріг (у 2019 році – на 9-24 хв, у 2020 – на 12-21 хв та у 2021 – на 21 хв) (табл. 8). Лише екологічний стан водних мас акваторії Одеського порту (CW6) восени 2020 року погіршився і став відповідати класу «добрий». Стабільність мембран лізосом клітин гемолімфи мідій в портовій воді осінню становила 129 хв, тобто була на 36 хв меншою, ніж торік.

При біотестуванні якості морського довкілля за характеристиками стану лізосом клітин гемолімфи дорослих мідій було встановлено, що впродовж 2019-2021 років, як і при минулорічних моніторингових дослідженнях, найбільш екологічно сприятливими для мешкання цих мітілід були умови у прибережжі

Таблиця 8 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій у 2019-2021 роках (хв)

мису Малий Фонтан (CW5). Слід зазначити, що влітку у воді з цієї умовно-чистої ділянки моря лізосомальна стабільність клітин гемолімфи тест-об'єктів зростає:

- у 2020 році, порівняно з 2019 роком, на 3 хв;
- у 2021 році, порівняно з 2020 роком, на 3 хв.

Це свідчить про деяке покращення екологічних властивостей довкілля цієї акваторії моря для життєдіяльності дорослих мідій у літні сезони останніх двох років.

Ретроспективний аналіз результатів біотестування якості прибережного довкілля ПЗЧМ та Григоріївського лиману за 2010-2021 роки показав (рис. 5), що найнижчих показників стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій сягала у 2010 році у транзитних водах з TW21 – лише 60 хв літом, а ще менше влітку 2011 року – 49,5 хв при тестуванні водного середовища того ж TW21.

Тоді екологічний стан водних мас цих акваторій був оцінений, як «посередній» (стійкість лізосомальних мембран до дії модельного токсиканту при біотестуванні якості поверхневих вод тривала 60 хв і менше). Починаючи з 2012 року, досліджений за цим показником гемолімфи екологічний стан водних масивів ПЗЧМ та прибережжя Григоріївського лиману 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 (CW5, CW6, CW7) та Григоріївського лиману (TW21) суттєво покращився для розвитку гідробіонтів в останні дев'ять років, що виявлено при біотестуванні якості морського довкілля досліджених прибережних морських та лиманних акваторій за показником стабільності мембран лізосом клітин гемолімфи мідій у період спостережень з 2010 по 2021 рік, коли якість водного середовища для життєдіяльності дорослих *M. galloprovincialis* стала поступово повсюдно стабільно відповідати категорії «відмінний».

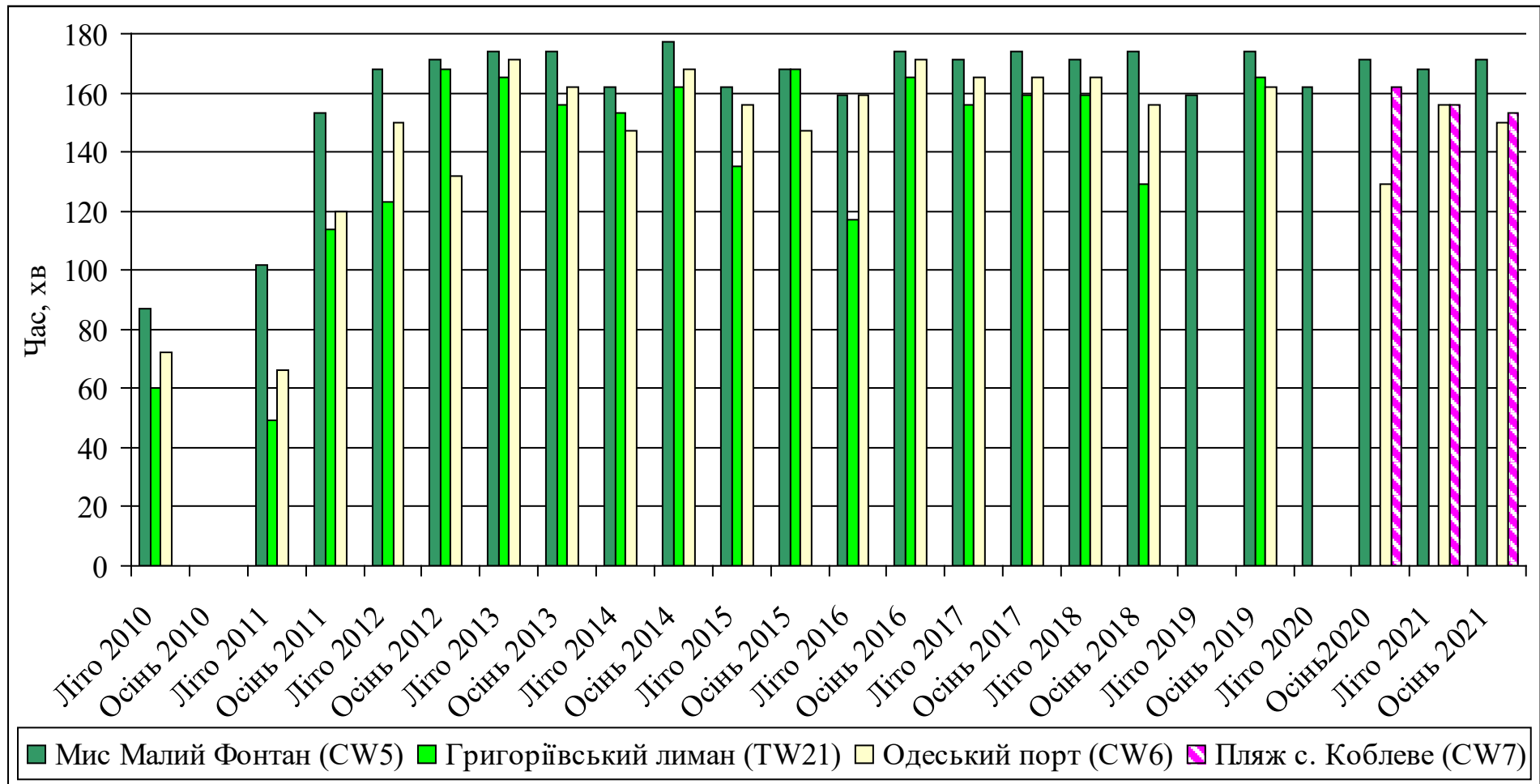


Рисунок 5 – Час утримання (хв) нейтрального червоного мембранами лізосом клітин гемолимфи мідій при біотестуванні якості прибережного довкілля ПЗЧМ та Григоріївського лиману в 2010-2021 роках

4.2 Оцінка якості морських вод за показником інтенсивності фільтрації води мідіями

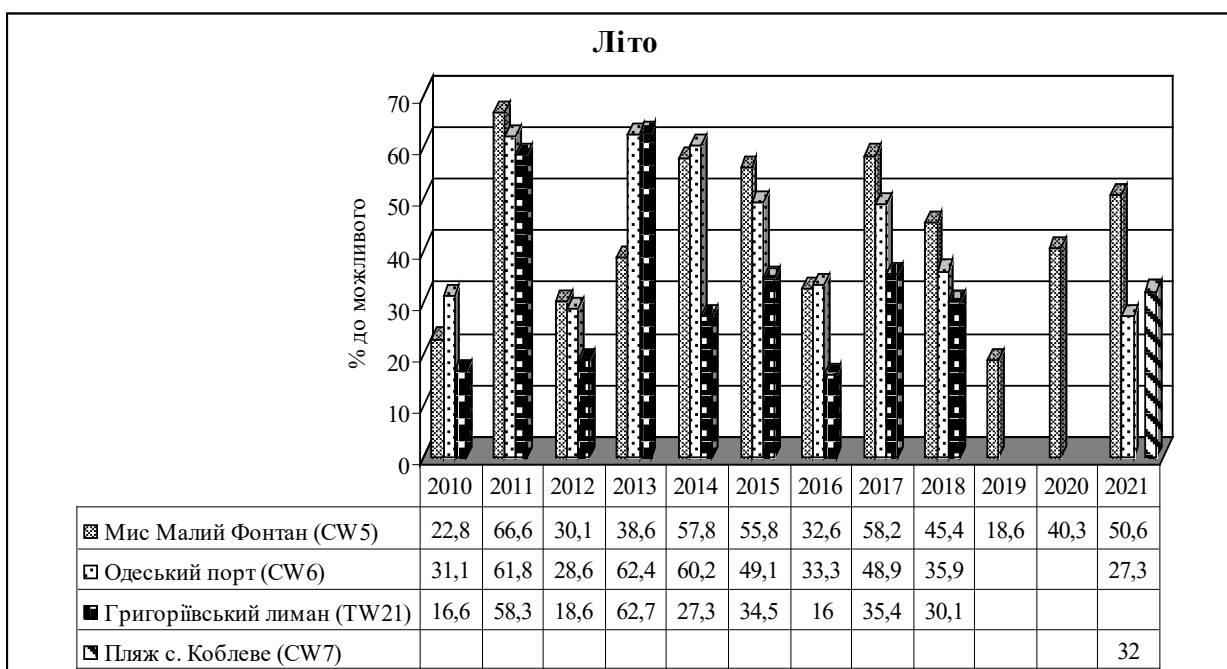
Чорноморська мідія відноситься до найбільш зручних об'єктів для дослідження екологічного стану прибережного морського середовища, як активний фільтратор морських вод та численний компонент різноманітних зооценозів Чорного моря [16], [35], [37], [53]-[54]. Фільтраційна активність, як одна з основних характеристик процесів метаболізму в організмах мітілід, є важливою характеристикою реакції їх на зміни якості морського довкілля під впливом природних та антропогенних факторів. Фізіолого-морфологічні показники організму займають особливе місце серед продукційних характеристик виду, що використовуються для оцінки екологічних умов його існування.

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 місця їхнього мешкання.

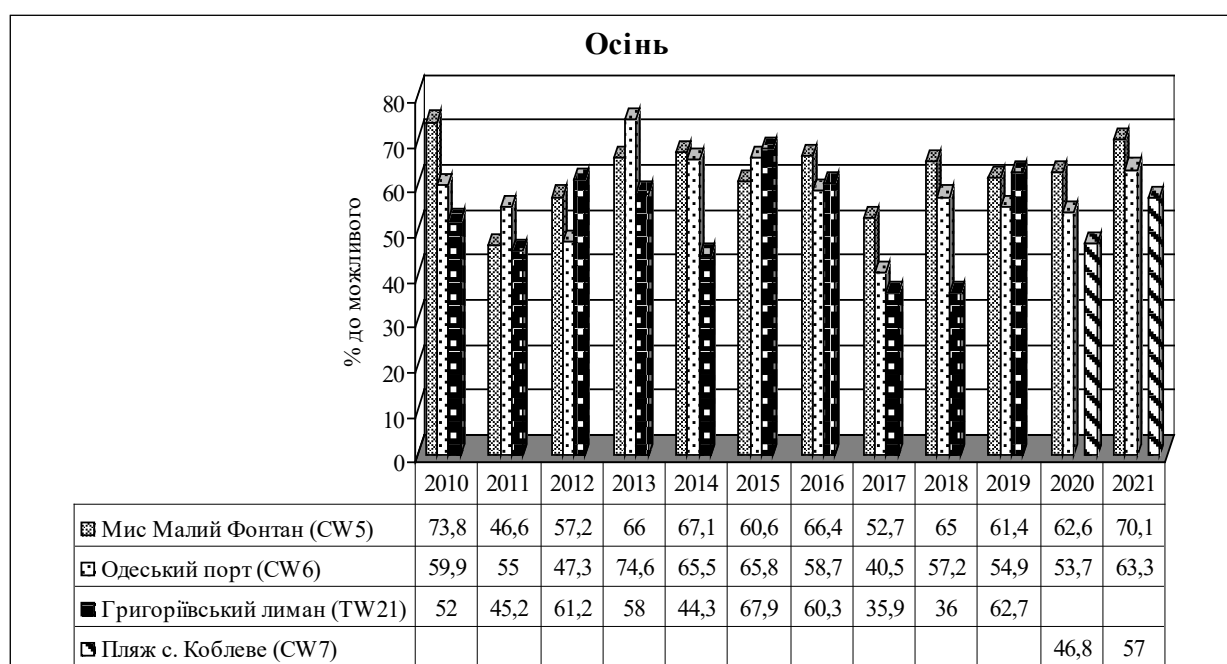
У 2019-2021 роках було проведено біотестування якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та транзитних вод Григоріївського лиману (як умовно-чистих, так і антропогенізованих) за показником інтенсивності фільтрації води дорослими мідіями (розміром від 45 мм до 50 мм) відповідно до «Методики оцінки якості морської води з використанням показника характеру фільтрації води чорноморськими мідіями (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck)» [16] (див. 2).

Дуже важливі для життєдіяльності чорноморських гідробіонтів показники температури і солоності довкілля водних масивів ПЗЧМ (CW5, CW6, CW7) та Григоріївського лиману (TW21) протягом цих трьох років перебували в межах екологічної норми для розвитку мітілід (див. 3).

Фільтраційна активність мідій впродовж 2019-2021 років при тестуванні води з прибережжя мису Малий Фонтан (CW5) в літні періоди зазнала поступового зростання (рис. 6 а), як і лізосомальна стабільність клітин гемолімфи



а)



б)

Рисунок 6 – Фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в літні (а) і осінні (б) сезони 2010-2021 років (на 4-ту годину спостережень)

мідій (див. 4.1), до того ж значущого (у 2,2 та 2,7 рази у 2020 та 2021 роках, відповідно) у порівнянні з показником літа 2019 року.

Восени активність фільтрації мідіями досліджуваних вод з CW5, CW6 та CW7 значно змінилася лише у 2021 році відносно осінніх показників двох попередніх років (рис. 6 б). Тобто, активність фільтраційного процесу у мідій під час біотестування якості водного прибережного середовища досліджуваних ділянок моря зростає. Найкращим був показник інтенсивності фільтрації дорослими мідіями води, відібраної з акваторії, прилеглої до мису Малий Фонтан, який був на 19,5 % (до можливого) більшим, ніж влітку 2021 року.

Ретроспективне порівняння результатів досліджень процесу фільтрації мідіями морської води з різних прибережних районів ПЗЧМ та Григоріївського лиману за дванадцятирічний період (з 2010 по 2021 рік) показало, що в осінні сезони фільтраційна активність тест-об'єктів при біотестуванні якості водного довкілля, в цілому, була вищою ніж в літні періоди спостережень (див. рис. 6).

В осінні сезони 2020-2021 років фільтраційна активність мідій при біотестуванні якості водного довкілля з CW7 за отриманими показниками, в цілому, була нижчою за результати досліджень якості вод CW5 та CW6, проведених в осінні періоди 10 попередніх років (за виключенням 2017 року).

Дорослим *M. galloprovincialis* досліджувані води (з масивів CW5 та CW6) були за екологічними властивостями подібними для існування тест-об'єктів в осінні сезони 2018-2020 років, що чітко відобразилося у них на схожості показників інтенсивності процесу фільтрації (див. рис. 6). Стосовно дії вод TW21 на фільтраційну активність мідій слід відмітити, що з 2010 по 2019 рік неодноразово відбувався вплив погіршення якості лиманського довкілля на цей показник.

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 за останні 4 роки підвищилися до рівня 2013-2016 років, тобто ця акваторія продовжує залишатися умовно-чистою ділянкою моря в Одеському прибережжі.

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 [55]-[56]. 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 [57]-[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 °C до 16 °C [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 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].

В літні періоди 2019-2021 років в прибережжях Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ і Григоріївського лиману солоність та температура водного середовища (дуже важливі для розвитку водних організмів фактори)

перебували в межах екологічної норми для життєдіяльності чорноморських гідробіонтів (див. 4.2).

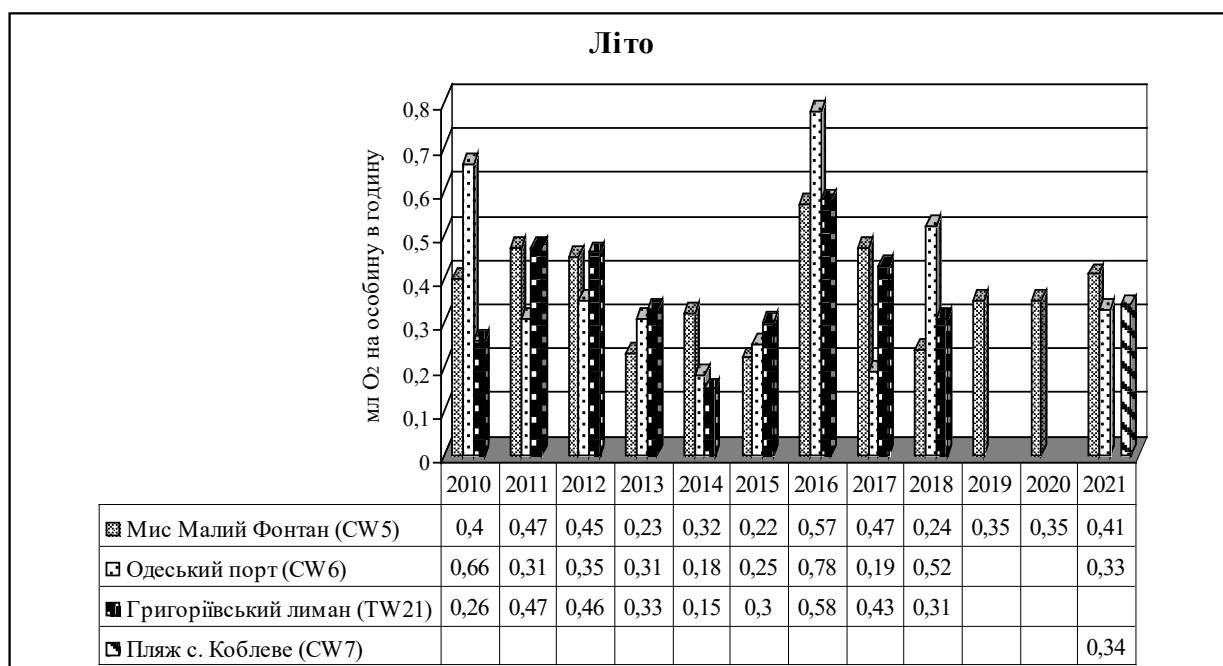
Біотестування якості морського довкілля прибережних акваторій за показником інтенсивності дихання дорослих чорноморських мідій (розміром від 45 мм до 50 мм) було проведено за «Методикою оцінки якості води з використанням показника інтенсивності дихання водних організмів» [16] (див. 2).

В літні сезони 2019-2020 років показники споживання розчиненого у воді кисню при тестуванні якості водного довкілля ділянки моря біля мису Малий Фонтан (CW5) дорослими мідіями, використаними у якості тест-об'єктів, повністю співпали і становили 0,35 мл O_2 на особину в годину (рис. 7 а). Влітку 2021 року сталося зростання інтенсивності дихання мідій при тестуванні якості вод з CW5 в 1,2 рази. А показники процесів дихання молюсків в водах Одеського порту (CW6) та з пляжу біля с. Коблеве (CW7) були 0,33 мл O_2 на особину в годину та 0,34 мл O_2 на особину в годину, відповідно.

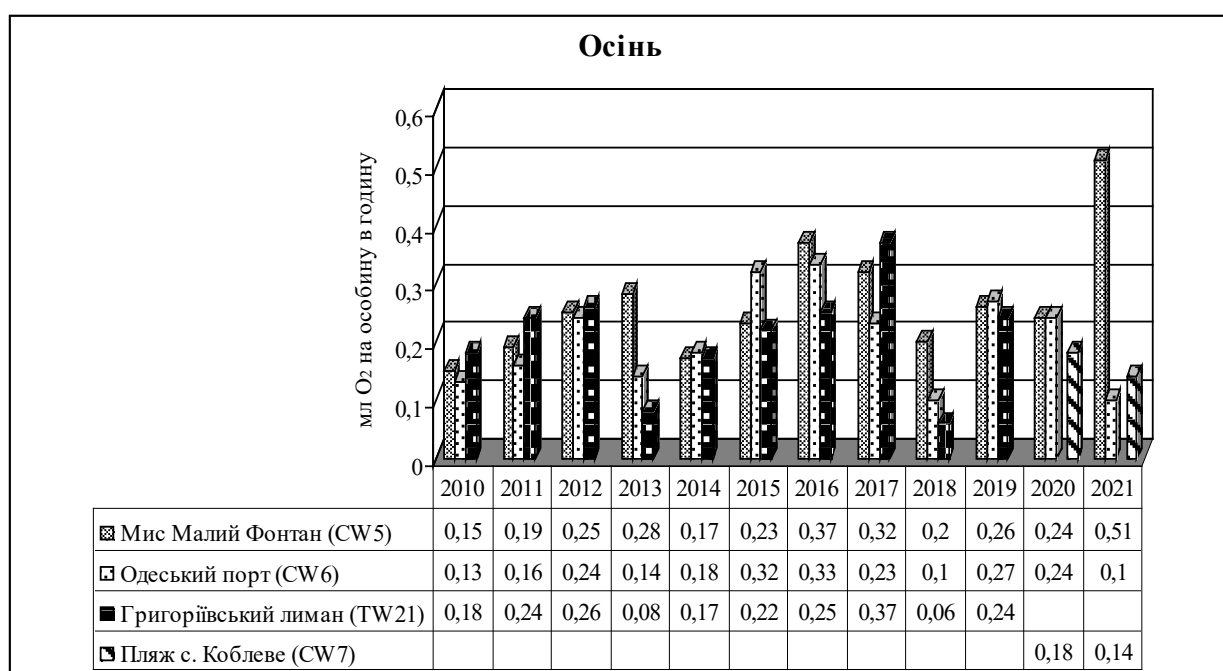
В осінні періоди 2019-2020 років інтенсивність дихання тест-об'єктів була подібною в водах з CW6 та CW5 і Григоріївського лиману (TW21), сягнувши 0,24-0,27 мл O_2 на особину в годину, але, водночас, в 1,3-1,5 рази більшою, ніж у воді з CW7 (рис. 7 б).

Більш ніж вдвічі зріс показник споживання розчиненого у воді кисню мідіями при тестуванні якості водного довкілля CW5 осінню 2021 року, а під час перебування тест-об'єктів у водах з CW6 та CW7 в умовах лабораторії, навпаки, знизився 2,4-2,7 та 1,3 рази (відповідно) у порівняння з результатами двох попередніх років.

Ретроспективний аналіз стану прибережного довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману за показником інтенсивності дихання мідій при біотестуванні якості середовища досліджуваних районів показує поступову тенденцію до зменшення споживання ними розчиненого у воді кисню з 2010 року до 2016 року (див. рис. 7). Слід відмітити низький показник інтенсивності дихання мідій під час біотестування якості водного середовища Григоріївського лиману восени 2013 та 2018 років, що сягав лише 0,08 мл O_2 на особину в годину



а)



б)

Рисунок 7 – Дихання мідій при біотестуванні якості довкілля водних масивів ПЗЧМ та Григоріївського лиману в літні (а) і осінні (б) сезони 2010-2021 років (в мл O_2 /особину в годину)

та 0,06 мл O_2 на особину в годину, відповідно. Споживання розчиненого у воді кисню (в 2010-2021 роках) молюсками, що мешкали у водному середовищі з

прибережної умовно-чистої смуги моря Одеського прибережжя (біля мису Малий Фонтан), було найвищим в осінні сезони 2016, 2017 і 2021 років. Тільки при тестуванні якості водного довкілля з цієї ділянки моря, були отримані такі показники стану обмінних процесів в організмі двостулкових тест-об'єктів, що залишалися більш стабільнішими до 2021 року (див. рис. 7).

Проведені у 2019-2021 роках оцінка та діагноз екологічного стану довкілля ПЗЧМ за методами біотестування якості водних середовищ з різним ступенем і характером забруднення при одночасному використанні декількох фізіолого-морфологічних показників стану метаболічних процесів в організмах чорноморських мідій (морфогенезу їхніх личинок на перших стадіях розвитку, стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи цих дорослих двостулкових, фільтраційної активності молюсків та інтенсивності споживання ними розчиненого у воді кисню) показали, що у водних масивах CW4, CW5 та CW6 восени 2020 року стан водного довкілля покращився і, вперше за всі роки спостережень, на більшості станцій прибережного моніторингу відповідав екологічному класу вод «добрий», а у решти досліджених ділянок моря – класу «задовільний».

Це дозволяє вважати доцільним використання у якості тест-об'єктів *M. galloprovincialis* різних стадій розвитку для проведення подальших досліджень екологічного стану чорноморського довкілля.

5 БІОІНДИКАЦІЯ ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ПОКАЗНИКАМИ СТАНУ МІКРОФІТОБЕНТОСУ

Морські субстрати природного та антропогенного походження (камені, пісок, бетонні та металеві споруди, тощо) є контурними біотопами, населеними організмами обростань. Цим водним оселищам притаманні різноманітний видовий склад, високі показники чисельності та біомаси гідробіонтів. Дані угруповання малорухливих та прикріплених організмів зазнають інтенсивного природного й антропогенного впливу, тому вони є важливим об'єктом морського моніторингу [71].

Контурні біотопи та їх біоценози відіграють ключову роль в дослідженнях екологічного стану морського довкілля [72]. На субстратах мешкають певні види або групи видів мікроводоростей [73]. Провідне місце серед них належить діатомеям, широко представленим в ЧМ 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. Сильніше забруднення місцеперебування бентосних мікрофітів поступово призводить до зниження їхніх кількісних показників і збіднення видового складу.

5.1 Оцінка якості морського середовища за показниками розвитку бентосних мікрофітів

Впродовж 2019-2021 років була виконана біоіндикація якості морських вод прибережжя ПЗЧМ за систематичними, кількісними, морфологічними, галобіонтними та сапробіологічними показниками розвитку мікрофітобентосу (див. 2)

Досліджувалися проби водоростей, що були відібрані на природних та штучних субстратах (бетоні, граніті, черепашнику, стулках мідій, піску, мулі) у різних за антропогенним навантаженням акваторіях ПЗЧМ: на пляжі смт Затока (CW4), біля мису Малий Фонтан і на Дачі Ковалевського, на пляжах «Аркадія» та «Дельфін» і поблизу санаторію ім. Чкалова (CW5), в Одеському порту, Лузанівці I і Лузанівці II (CW6), на пляжах м. Южне і с. Коблеве (CW7) та в Григоріївському лимані поблизу с. Біляри (TW21).

Протягом 2019 року в мікрофітобентосі водних масивів ПЗЧМ було знайдено 164 види водоростей (додаток А), в 2020 році їхня кількість скоротилася до 158 (додаток Б), а в 2021 – зросла до 204 (додаток В).

У 2019-2021 роках біоіндикація якості морського довкілля виявила, що у мікрофітобентосі водних масивів ПЗЧМ серед 8 відділів водоростей переважали діатомеї (67,1-73,5 % від загальної кількості знайдених видів). Більшість становили види родів *Nitzschia* та *Navicula*. Широко представлені були й ціанопрокаріоти (11,8-14,6 %), в основному, види родів *Lyngbya*, *Phormidium* та *Merismopedia* (рис. 8). Часто зустрічалися також дінофітові водорості (5,5-10,8 %). Вміст їх у 2020 році зріс майже в 2 рази порівняно з попереднім, а в 2021 – дещо зменшився. Зелені водорості (3,4-4,3 %) були більш притаманні опрісненим акваторіям, на які впливали річкові та лиманні води. Переважали *Monoraphidium arcuatum* і *Desmodesmus communis*. Поодинокі траплялися евгленові водорості *Eutreptia lanovii* та *Lepocinclis acus*, криптофітова *Hillea fusiformis* та джгутикова *Flagellata sp.* (від 0,5 % до 1,0 %).

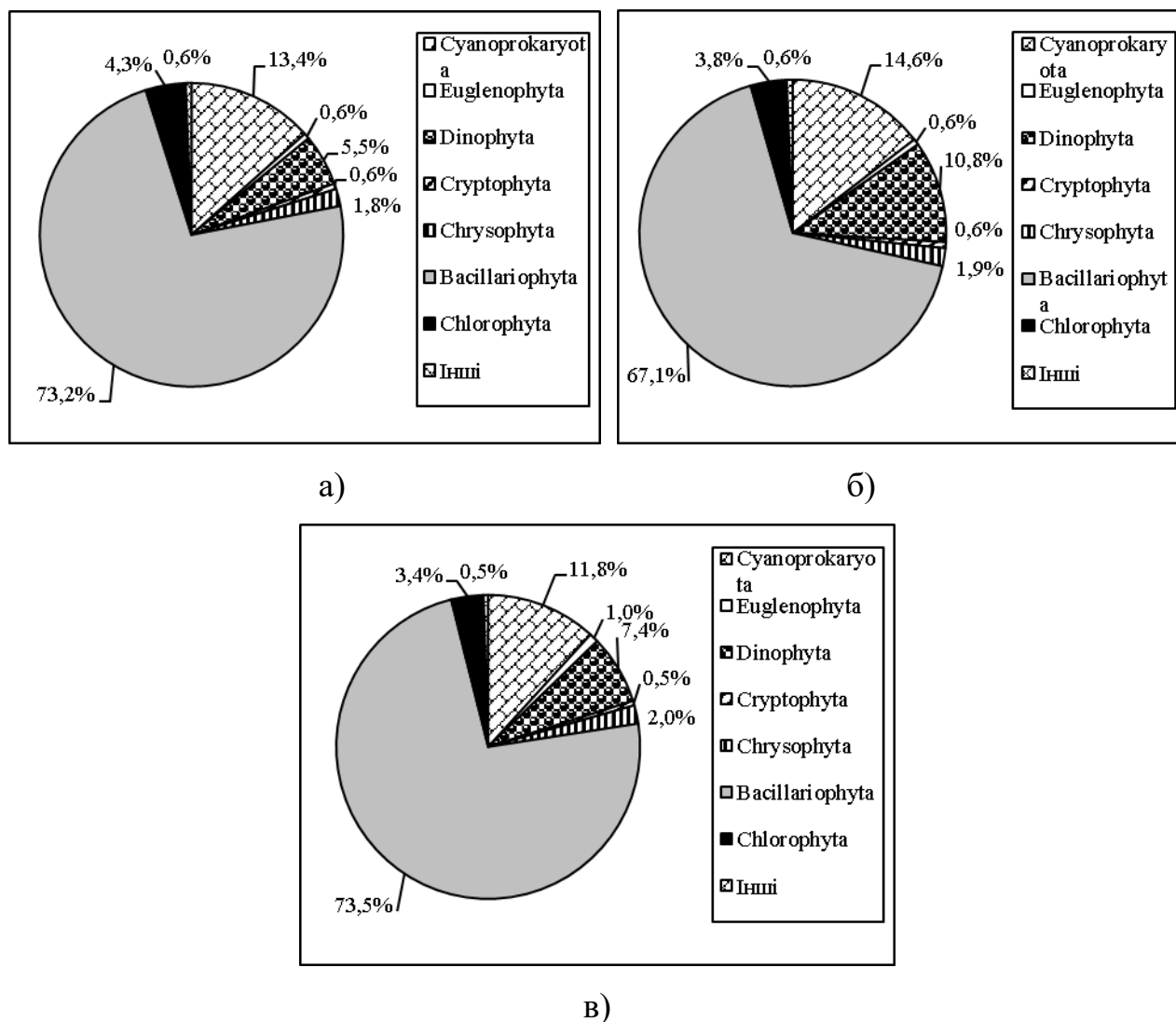


Рисунок 8 – Таксономічний склад мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ в 2019 (а), 2020 (б) та 2021 (в) роках (% від кількості знайдених видів)

Найбільш широко розповсюдженими були ціанопрокаріоти *Leptolyngbya fragilis*, *Lyngbya confervoides*, *Microcystis sp.*, золотиста водорість *Emiliania huxleyi*, діатомеї *Cocconeis costata*, *Navicula ramosissima*, *Achnanthes brevipes*, *Ceratoneis closterium*, *Cyclotella choctawhatcheeana*, *Tabularia fasciculata*. Часто зустрічалися і види роду *Diatoma*.

Впродовж 2021 року були знайдені 15 видів потенційно токсичних мікрофітів, що в 1,7 рази вище, ніж торік. Це, здебільшого, представники планктону: ціанопрокаріоти *Aphanizomenon flosaquae*, *Microcystis aeruginosa* і *Microcystis sp.*, дінофітові водорості *Dinophysis sacculus*, *Lingulodinium polyedra*,

види роду *Prorocentrum*. З'явилися діатомові *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *P. pungens*, *P. seriata* і зелені водорості *Coelastrum microporum* та *D. communis*.

Осілі на дно планктонні водорості (діатомові родів *Chaetoceros*, *Cyclotella*, *Thalassiosira*) та представники обростань (діатомей родів *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Licmophora*) становили більшість в угрупованнях мікрофітобентосу впродовж 2019-2021 років. Менше було донних форм – зокрема, діатомей родів *Lyrella*, *Navicula*, *Nitzschia* (рис. 9).

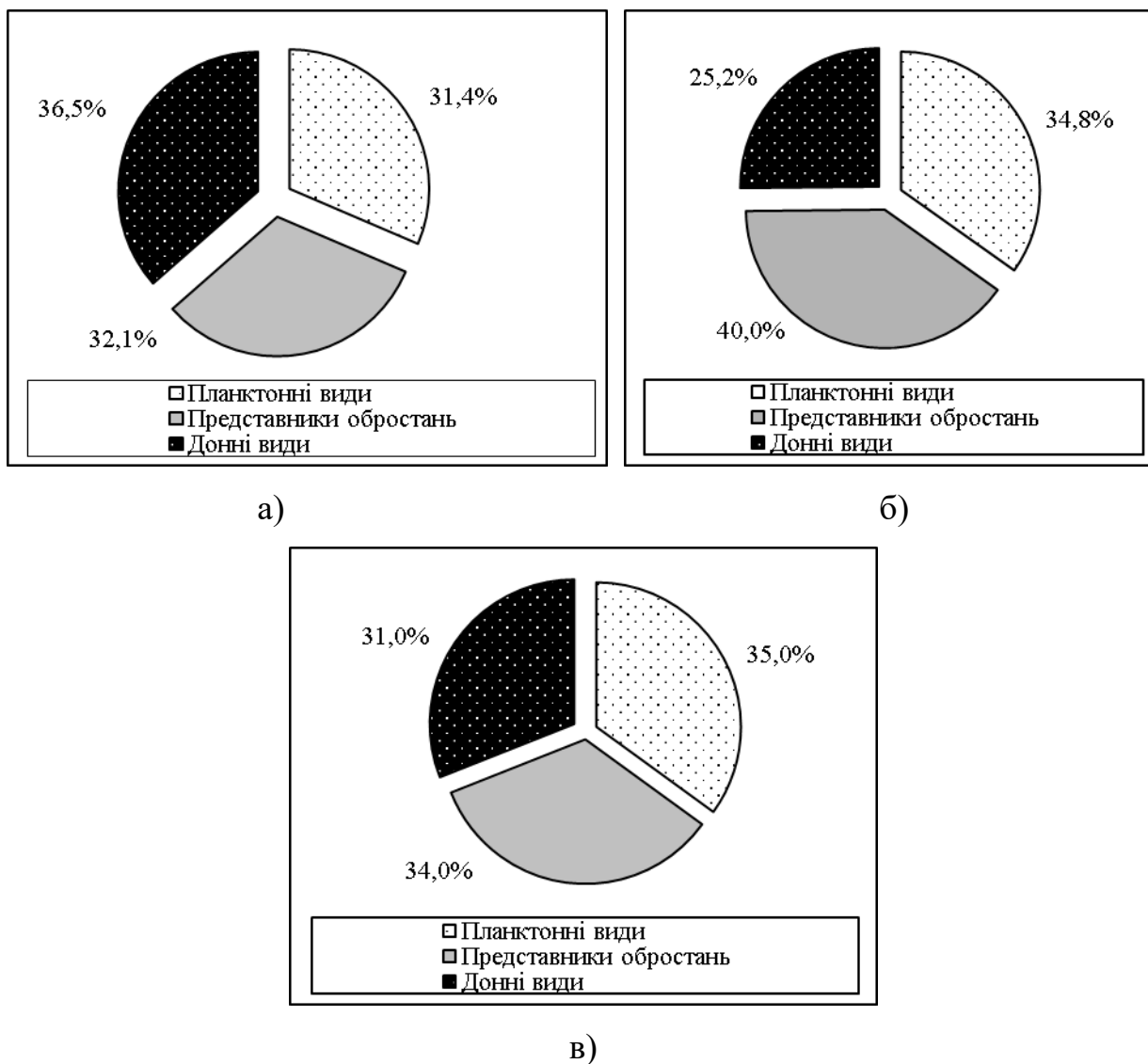


Рисунок 9 – Життєві форми мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ в 2019 (а), 2020 (б) та 2021 (в) роках (% від кількості знайдених видів)

Як і в попередні роки, по відношенню до солоності води переважали полі- та мезогалофи (рис. 10). Олігогалофи (галофіли та індіференти) були притаманні,

здебільшого, акваторіям, що зазнають впливу річкових та лиманних вод, а також дренажних та санаторних стоків.

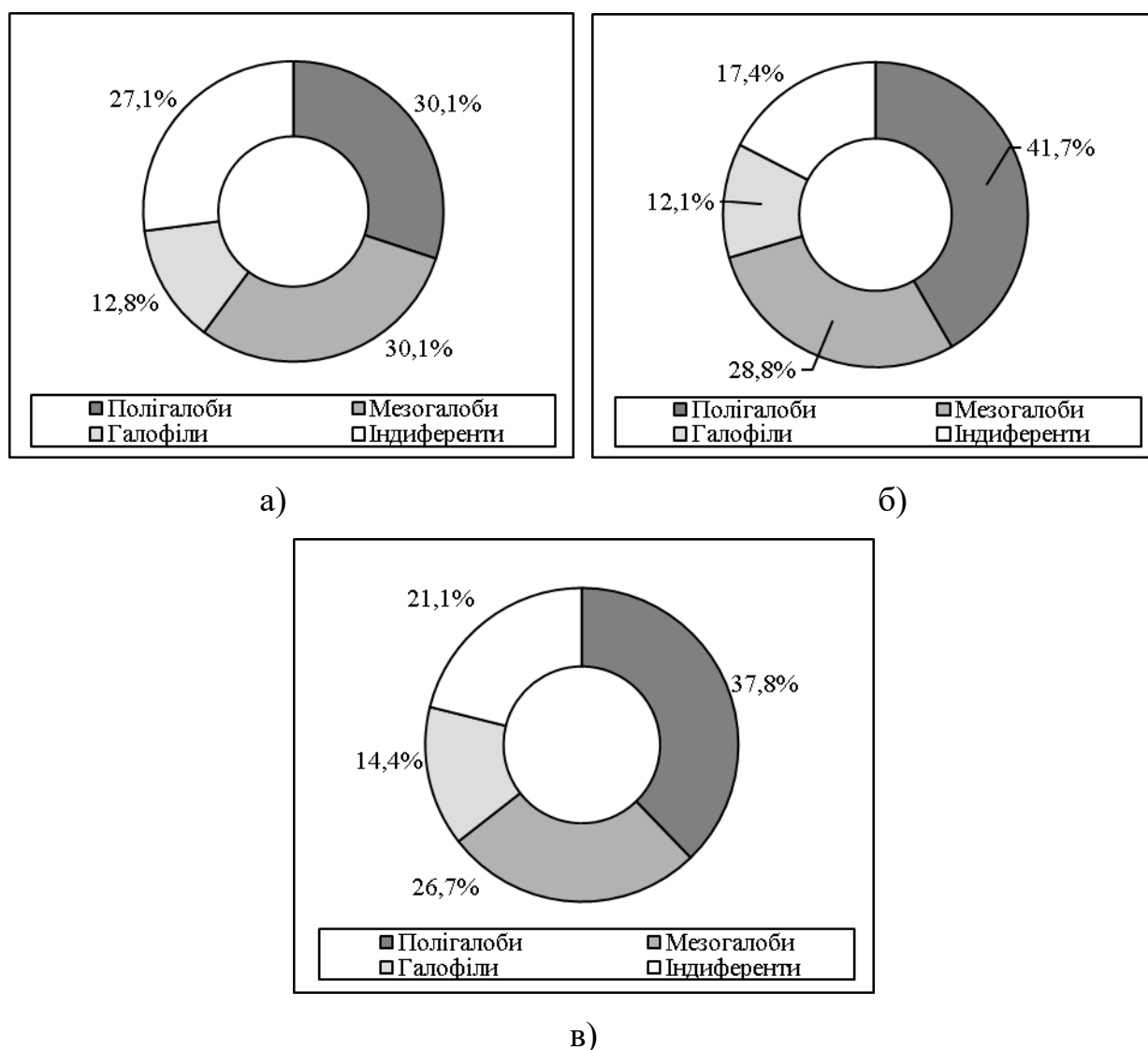


Рисунок 10 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ в 2019 (а), 2020 (б) та 2021 (в) роках (% від кількості знайдених видів)

У 2019-2021 роках стосовно органічного забруднення води в мікрофітобентосі прибережжя ПЗЧМ переважали β -мезосапроби (рис. 11). Були знайдені індикатори слабого органічного забруднення: χ - β -мезосапробна дінофлагеллята *Gymnodinium lacustre*, олігосапробні ціанопрокаріоти *Chroococcus minutus*, *Ch. turgidus* і діатомея *Plagiotropis lepidoptera*, о- β -мезосапробні

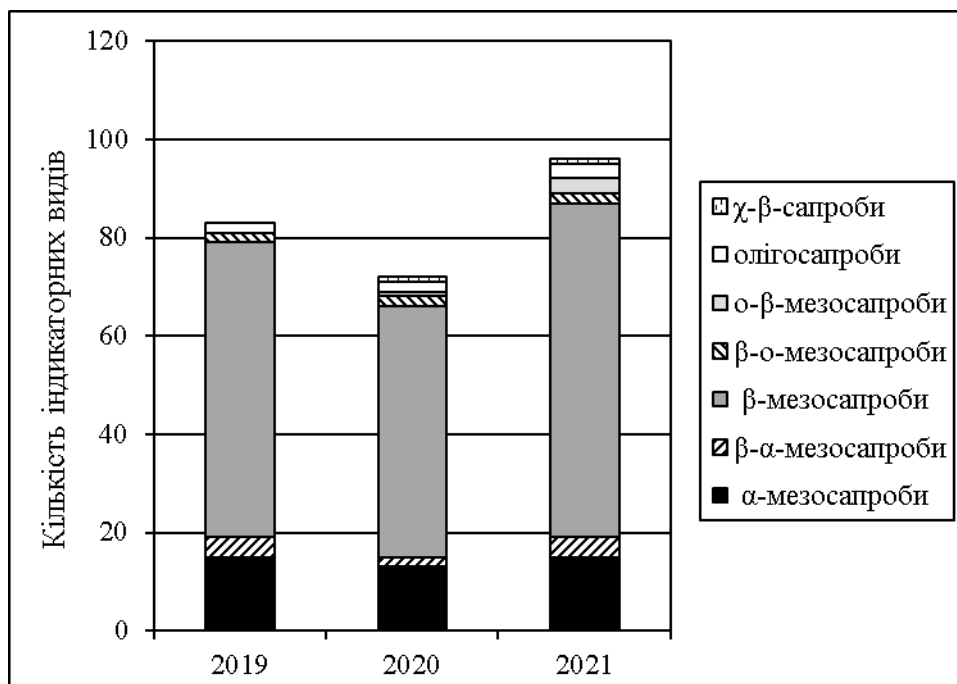


Рисунок 11 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ в 2019-2021 роках

золотиста водорість *Chrysamoeba radians* і діатомові *Navicula radiosa*, *Synedra pulchella*; β-о-мезосапробні ціанопрокаріоти *L. fragilis* і *Merismopedia elegans*. Серед β-мезосапробів найбільш масовими були діатомей: *Achnanthes brevipes* і види роду *Diatoma*. Групу β-α-мезосапробів складали ціанопрокаріоти *Merismopedia glauca*, *M. tenuissima* та діатомей *Craticula cuspidata* і *Cyclotella meneghiniana*. Серед α-мезосапробів найбільш інтенсивно вегетували *Melosira moniliformis* і *T. fasciculata*. Види-сапробіонти були найширше представлені в найбільш антропогенізованих акваторіях, зокрема у прибережжі санаторію ім. Чкалова і на пляжі «Дельфін».

У 2021 році кількість сапробіонтних видів зросла в 1,2-1,3 рази порівняно з попередніми роками, переважно, за рахунок β- і β-α-мезосапробів.

Впродовж 2020-2021 років поодинокі траплялися аномальні клітини діатомей. Так, на поверхнях стулок мідій з прибережжя мису Малий Фонтан та в акваторії Одеського порту були знайдені зігнуті клітини *Tabularia gaillonii*, *T. fasciculata*, *Licmophora abbreviata*, а поблизу Дачі Ковалевського – деформовані

особини *Nitzschia lanceolata* var. *minor*. У прибережній смузі моря біля Коблевого зустрічалися деформовані клітини *Cocconeis scutellum* var. *parva*.

Влітку мінімальна кількість видів мікрофітобентосу спостерігалась в акваторії біля мису Малий Фонтан (CW5) на бетоні в 2021 році – 15, максимальна – тоді ж, у тій же ділянці моря на стулках мідій – 57 (табл. 9).

Таблиця 9 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні сезони 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Суаноркарота	Еугленопфита	Динофита	Криптофита	Хризопфита	Вацилларіопфита	Хлорофита	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	2021	10	1	2	1	1	15	2	1	33
	Пляж смт Затока (граніт)	2021	9	2	5	1	1	15	1	1	35
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	2021	7	-	3	1	1	10	-	1	23
	Дача Ковалевського (граніт)	2021	2	-	3	1	1	11	-	1	19
	Пляж «Аркадія» (бетон)	2019	9	1	1	1	1	7	2	1	23
		2020	11	-	1	1	2	15	1	1	32
		2021	9	1	1	1	1	22	1	1	37
	Мис Малий Фонтан (бетон)	2019	5	-	1	1	1	15	1	1	25
		2020	8	-	-	1	2	4	-	1	16
		2021	7	-	2	1	1	3	-	1	15
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	2019	5	-	2	1	1	33	1	1	44
		2020	7	-	2	1	2	33	1	1	47
		2021	7	-	2	1	1	44	1	1	57
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)	2019	6	-	1	-	1	19	1	1	29
		2020	7	-	1	-	1	17	1	1	28
		2021	7	-	2	1	1	14	-	1	26
	Пляж «Дельфін» (бетон)	2019	10	-	-	1	1	13	3	1	29
		2020	9	-	-	1	-	6	2	1	19
		2021	10	1	2	1	1	14	1	1	31
	Пляж «Дельфін» (черепашник)	2021	9	-	2	1	-	9	1	1	23
CW6	Одеський порт (мідії з заліза)	2021	7	-	7	1	1	36	1	1	54
	Одеський порт (мідії з мулу)	2021	5	1	3	1	2	27	1	1	41
	Лузанівка I (бетон)	2021	8	1	2	1	1	18	-	1	32
CW7	Пляж м. Южне (черепашник)	2021	4	1	1	1	1	19	-	1	28
	Пляж с. Коблеве (залізо)	2021	10	1	4	1	1	34	2	1	54

На твердих субстратах у деяких морських ділянках водного масиву CW5 кількість видів мікрофітів влітку 2020 року зменшувалась порівняно з показниками 2019, а в 2021 – знову зростала. Так, у 2021 році на пляжі «Дельфін» кількість видів на бетоні була в 1,6 рази вищою, ніж торік. А біля мису Малий Фонтан в цей період вона була в 1,7 рази нижче порівняно з 2019 роком.

На пухких субстратах в літні періоди кількість видів мікрроводоростей у CW5 коливалася від 16 до 48 (табл. 10). Найменшою вона була в акваторії біля

Таблиця 10 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні сезони 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Цуаноркарyota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока	2019	4	-	2	-	1	40	3	1	51
		2021	7	1	2	1	1	26	5	1	44
CW5	Дача Ковалевського	2021	2	-	3	1	-	10	1	1	18
	Пляж «Аркадія»	2020	2	-	4	1	1	11	-	2	21
		2021	3	1	2	1	1	17	-	1	26
	Мис Малий Фонтан	2019	6	-	1	1	1	10	-	1	20
		2020	3	-	-	1	1	22	-	1	28
		2021	2	-	-	1	1	11	-	1	16
	Прибережжя сан. ім. Чкалова	2020	3	-	1	1	2	9	-	1	17
		2021	3	1	1	-	1	40	1	1	48
	Пляж «Дельфін»	2020	3	-	3	1	1	21	1	1	31
		2021	4	1	1	1	1	29	1	1	39
CW6	Лузанівка І	2021	2	1	4	1	1	18	1	1	29
	Лузанівка ІІ	2021	4	1	3	1	1	14	-	1	25
CW7	Пляж м. Южне	2021	2	-	1	1	1	13	1	1	20
	Пляж с. Коблеве	2021	5	1	3	1	1	21	1	1	34

мису Малий Фонтан, найбільшою – у прибережжі санаторію ім. Чкалова влітку 2021 року. Але вищою вона була в 2019 році у CW4, на пляжі смт Затока (51 вид). В усіх досліджених водних масивах видовий склад бентосних мікрроводоростей

формували, здебільшого, діатомеї родів *Navicula*, *Nitzschia*, *Achnanthes*, *Licmophora*. На твердих субстратах широко представлені були й ціанопрокаріоти родів *Calothrix*, *Gloeocapsopsis*, *Lyngbya*, *Phormidium*.

Галобіонтний склад мікрофітобентосу був представлений, переважно політа мезогалобами (рис. 12). Найбільша кількість цих галобіонтів була в акваторіях

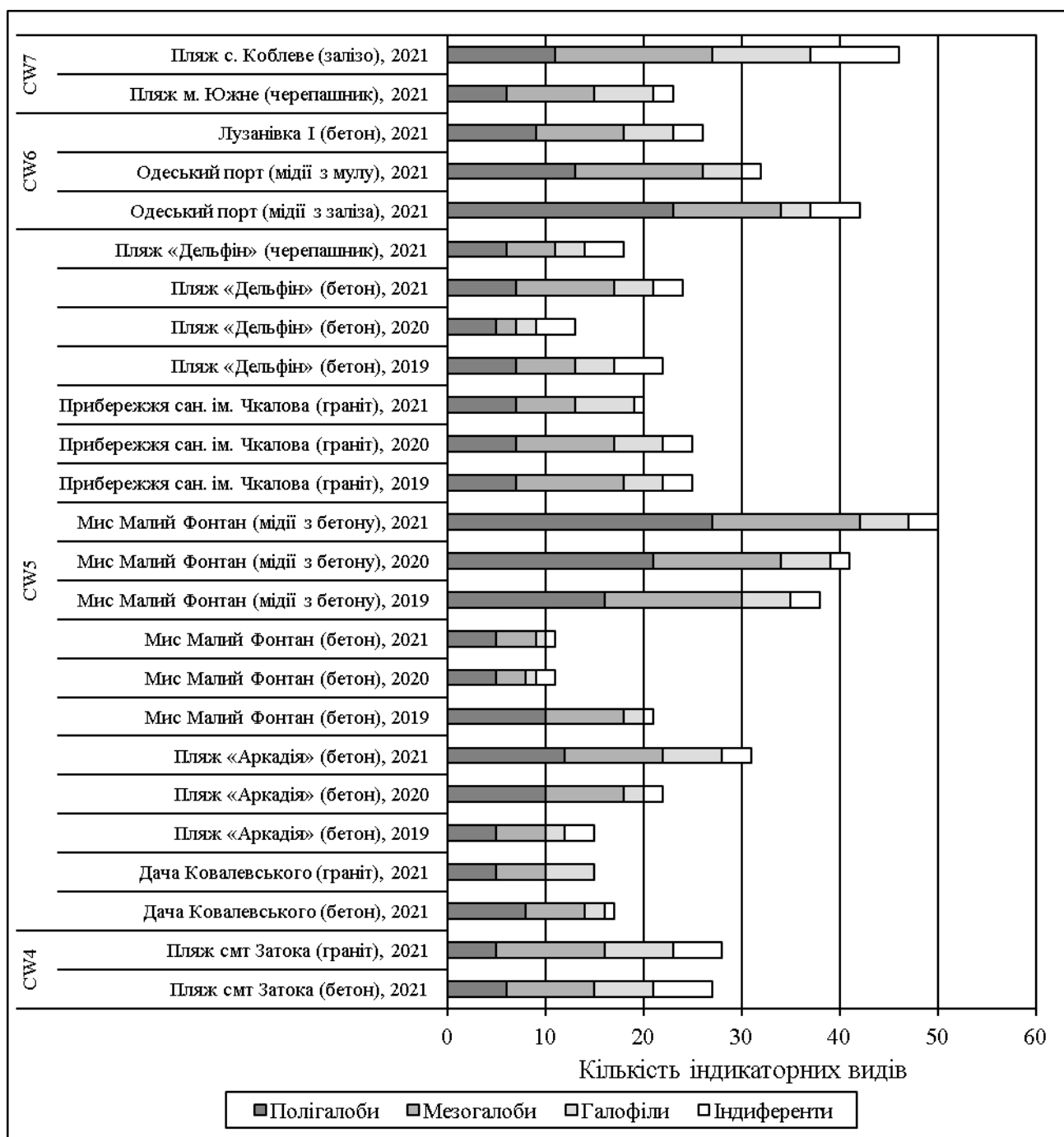


Рисунок 12 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди 2019-2021 років

мису Малий Фонтан (CW5) і Одеського порту (CW6) на стулках мідій. Галофілів та індіферентів було більше на пляжах смт Затока (CW4) та с. Коблевого (CW7), які перебувають під впливом вод Дністровського та Дніпровсько-Бузького лиманів.

На піщаних субстратах найбільше полі- та мезогалобів було в 2021 році у прибережжі санаторію ім. Чкалова (рис. 13). Тут, а також в акваторії пляжу «Дельфін» відмічено багато галофілів, зокрема представників родів *Cyclotella* та *Diatoma*. Індіференти були найширше представлені у морській ділянці біля пляжу смт Затока. Це, здебільшого, діатомеї *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria construens*, *Gomphonema olivaceum*.

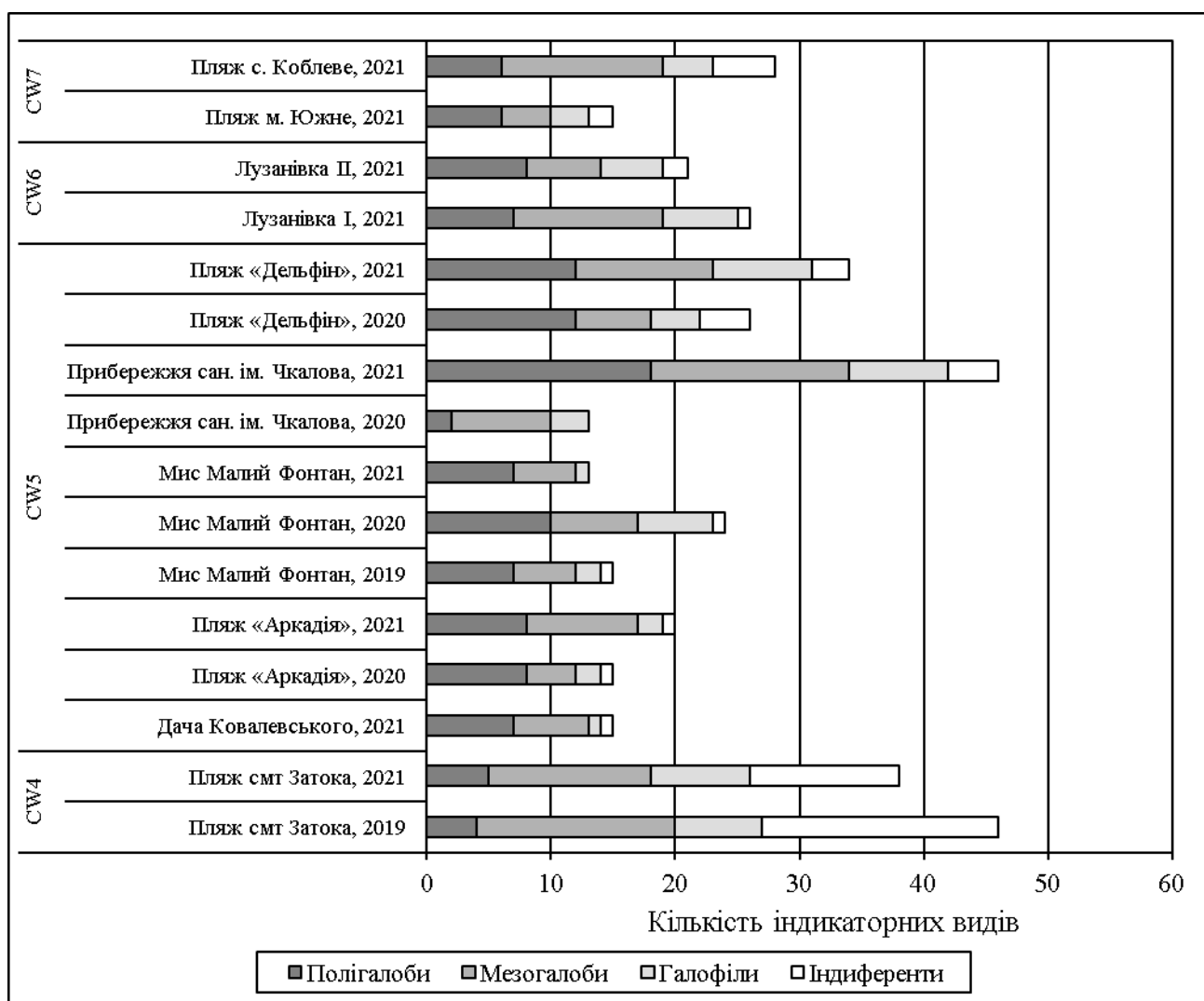


Рисунок 13 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди 2019-2021 років

У сапробіонтному складі мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ переважали β -мезосапроби. Найменша загальна кількість сапробіонтичних видів відмічена в акваторії поблизу мису Малий Фонтан на бетонному субстраті влітку 2021 року, α -мезосапроби (як і в 2020 році) тут були відсутні (рис. 14).

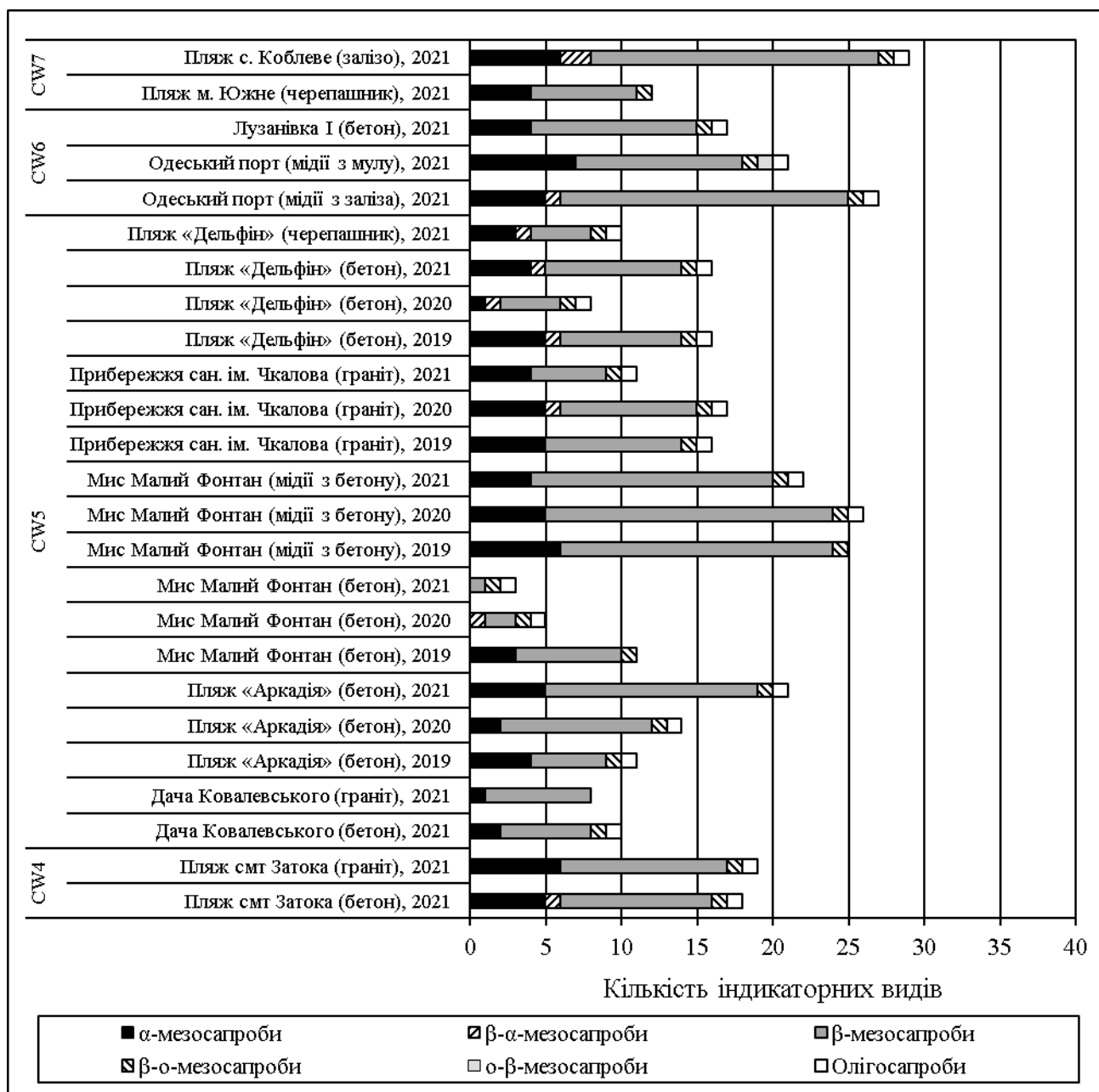


Рисунок 14 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди 2019-2021 років

Водночас, найбільше сапробіонтів було на залізі в акваторії пляжу с. Коблеве (CW7), α -мезосапробів – на донних мідіях з Одеського порту (CW6). У CW5 вміст

α -мезосапробів біля мису Малий Фонтан і у прибережжі санаторію ім. Чкалова дещо зменшився порівняно з 2020 роком, а на пляжах «Дельфін» та «Аркадія» – навпаки, зріс в 4,0 та 2,5 рази.

Мінімальна кількість сапробіонтів, зокрема α -мезосапробів, була притаманна і піщаному субстрату коло мису Малий Фонтан в 2021 році (рис. 15). Ці показники були максимальними на пляжі смт Затока в 2019 та у прибережжі санаторію ім. Чкалова в 2021 році.

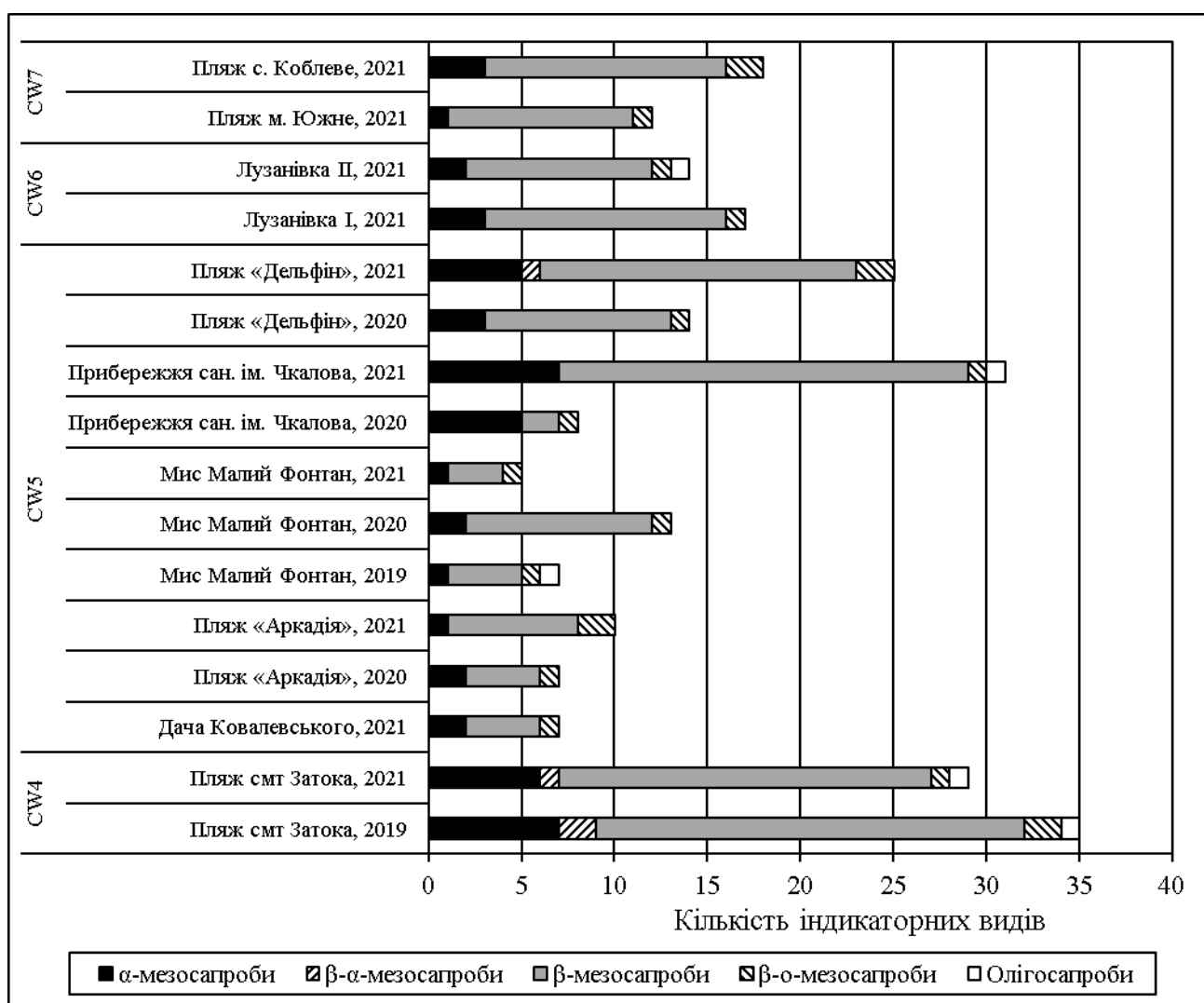


Рисунок 15 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди 2019-2021 років

В літні сезони чисельність мікрофітобентосу твердих субстратів у CW4 була найменшою на граніті у 2021 році, а в 1,3 рази більшою – тоді ж на бетоні

(табл. 11). У CW5 вона була найнижчою на мідіях з пірсу мису Малий Фонтан у 2019, найвищою – на бетоні з пляжу «Аркадія» у 2021 році. У CW6 та CW7 мінімальні показники чисельності мікроводоростей були в 2021 році (на донних мідіях з Одеського порту і на черепашнику з пляжу м. Южне), максимальні – тоді ж на бетоні в Лузанівці I і на залізному субстраті з пляжу с. Коблеве.

На пухких субстратах у CW4 в акваторії пляжу смт Затока чисельність мікрофітів була мінімальною у 2019 році, а у 2021 – вона дещо зросла за рахунок ціанопрокаріот (табл. 12). У CW5 найменша чисельність зареєстрована на пляжі «Аркадія» у 2020, а найбільша – в акваторії біля Дачі Ковалевського у 2021 році. У CW6 мінімальна чисельність мікроводоростей на піску була в Лузанівці II, а максимальна, в 1,7 рази вища – в Лузанівці I (як і на бетоні), у 2021 році. У CW7 на пляжі м. Южне цей показник був дещо вищим, ніж біля с. Коблеве того ж року.

В літній період 2021 року, порівняно з попереднім, суттєво зросли кількісні та систематичні показники розвитку донних мікрофітів. На бетоні в акваторіях пляжів «Аркадія» та «Дельфін» їхня чисельність зросла, відповідно, в 2,2 та 2,6 рази, коло мису Малий Фонтан – в 1,5 (див. табл. 11). На піску з пляжу «Аркадія» чисельність мікроводоростей збільшилась в 5,4 рази, у прибережжі санаторію ім. Чкалова – в 2,5, на пляжі «Дельфін» – в 3,3 рази, поблизу мису Малий Фонтан – майже не змінилась (див. табл. 12).

Бентосні мікрофіти на твердих субстратах в літні сезони 2019-2021 років у CW4 були в 1,8-5,7 рази численнішими, ніж на пухких, у CW5 – в 1,1-2,2 (див. табл. 11, 12). У CW6 та CW7 максимальні показники чисельності мікроводоростей на поверхнях твердих ґрунтів були вищими порівняно з такими на піску в 3,3 та 3,6 рази, відповідно.

Основу чисельності мікрофітобентосу прибережжя ПЗЧМ влітку 2019-2021 років скрізь формували ціанопрокаріоти *Gloeocapsopsis crepidium*, *L. fragilis*, *L. confervoides*, *Calothrix scopulorum*. Їх розвиток був інтенсивнішим на твердих субстратах, а на пухких переважав *Microcystis* sp. В антропогенізованих акваторіях санаторію ім. Чкалова та пляжу «Дельфін» активно вегетували сапробіонтні діатомеї *A. brevipes*, *M. moniliformis* і *M. moniliformis* var. *subglobosa*.

Таблиця 11 – Чисельність (млн. кл. · м⁻²) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								Всього
			Цианопро- karyota	Eugleno- phyta	Dino- phyta	Crypto- phyta	Chryso- phyta	Bacillario- phyta	Chloro- phyta	Інші	
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	2021	6 248,70	2,53	0,53	2,53	0,67	36,19	0,66	2,00	6 293,81
	Пляж смт Затока (граніт)	2021	4 880,95	6,54	1,06	0,67	0,27	22,12	0,27	2,53	4 914,41
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	2021	3 769,74	-	0,67	0,13	0,40	23,20	-	1,20	3 795,34
	Дача Ковалевського (граніт)	2021	294,27	-	1,87	0,93	0,80	13,23	-	2,40	313,50
	Пляж «Аркадія» (бетон)	2019	3 377,74	0,27	0,13	0,40	1,20	2,83	1,50	2,93	3 387,00
		2020	2 777,06	-	0,53	0,67	1,73	93,54	0,27	2,27	2 876,17
		2021	7 448,00	0,27	0,40	0,13	1,20	33,67	0,27	3,10	7 487,04
	Мис Малий Фонтан (бетон)	2019	3 504,27	-	0,13	0,13	2,00	9,45	0,13	6,67	3 522,78
		2020	1 973,33	-	-	0,40	1,46	3,33	-	3,20	1 981,72
		2021	2 996,93	-	0,40	2,53	2,13	3,76	-	3,10	3 008,85
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	2019	219,50	-	0,14	1,25	0,37	55,57	0,30	2,72	279,85
		2020	356,86	-	0,30	1,33	1,37	90,42	0,22	2,22	452,72
		2021	337,59	-	0,22	0,34	1,12	62,82	0,39	1,68	404,16
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)	2019	5 426,39	-	0,13	-	3,73	73,48	0,53	8,27	5 512,53
		2020	2 320,26	-	0,27	-	1,10	469,69	0,93	4,80	2 797,05
		2021	2 673,47	-	0,66	1,47	0,40	35,71	-	3,73	2 715,44
	Пляж «Дельфін» (бетон)	2019	6 350,13	-	-	2,00	1,20	1 068,17	8,13	5,07	7 434,70
		2020	2 229,59	-	-	0,27	-	4,79	0,80	3,10	2 238,55
		2021	5 631,07	0,13	0,26	1,33	0,53	82,18	0,27	2,13	5 717,90
	Пляж «Дельфін» (черепашиник)	2021	1 725,34	-	0,26	0,27	-	18,40	0,13	1,73	1 746,13
CW6	Одеський порт (мідії з заліза)	2021	509,19	-	6,08	1,49	3,36	65,12	1,30	2,61	589,15
	Одеський порт (мідії з мулу)	2021	181,24	0,12	0,56	1,10	2,03	7,45	0,12	2,92	195,54
	Лузанівка I (бетон)	2021	7 039,85	9,10	0,80	2,93	0,67	26,95	-	4,13	7 084,43
CW7	Пляж м. Южне (черепашиник)	2021	1 676,31	0,67	0,13	0,67	0,13	24,80	-	2,13	1 704,84
	Пляж с. Коблеве (залізо)	2021	6 690,84	0,40	36,92	2,79	1,10	119,07	1,20	4,67	6 821,00

Таблиця 12 – Чисельність (млн. кл. · м⁻²) мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								Всього
			Cyanoprokaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	
CW4	Пляж смт Затока	2019	2 411,21	-	1,24	-	1,88	215,38	43,18	23,15	2 696,05
		2021	2 864,83	11,90	1,24	5,63	1,88	93,82	20,64	18,78	2 838,72
CW5	Дача Ковалевського	2021	3 380,90	-	5,00	6,25	-	43,18	0,62	16,90	3 452,85
	Пляж «Аркадія»	2020	215,33	-	7,52	5,63	1,88	43,15	-	11,27	284,78
		2021	1 404,71	3,76	12,50	9,40	4,38	82,63	-	10,00	1 527,38
	Мис Малий Фонтан	2019	2 699,83	-	1,88	1,88	8,77	214,64	-	11,90	2 938,90
		2020	1 082,19	-	-	1,88	9,40	142,71	-	7,51	1 243,69
		2021	1 313,32	-	-	7,51	1,26	53,83	-	11,27	1 387,19
	Прибережжя сан. ім. Чкалова	2020	1 091,65	-	0,62	3,76	9,39	45,69	-	10,65	1 161,76
		2021	2 156,31	1,26	0,62	-	0,62	686,06	1,88	18,16	2 864,91
	Пляж «Дельфін»	2020	513,30	-	2,50	4,40	6,25	95,79	1,26	5,00	628,50
		2021	1 894,84	3,14	1,24	6,90	2,50	182,09	1,26	13,15	2 105,12
CW6	Лузанівка І	2021	2 038,18	8,77	2,48	5,00	5,00	63,85	6,90	11,90	2 142,08
	Лузанівка ІІ	2021	1 173,0	6,25	9,40	3,76	5,00	85,08	5,00	10,00	1 293,19
CW7	Пляж м. Южне	2021	1 776,48	-	0,62	9,40	5,00	63,13	1,26	21,92	1 877,81
	Пляж с. Коблеве	2021	1 725,18	1,26	6,28	3,14	0,62	100,17	1,26	12,53	1 850,44

Біомаса мікрофітобентосу твердих субстратів у CW4 влітку 2021 року була мінімальною на бетоні, дещо вищою – на граніті (табл. 13). Бентосні мікрофіти були наймасовішими у CW5 на пляжі «Дельфін» на бетоні у 2019 році (здебільшого, за рахунок діатомей), але у наступному році їх тут стало значно менше – в 54,8 рази. Їх було багато в 2021 році у CW6 в Лузанівці I на бетоні (внаслідок розвитку ціанопрокаріот), тоді як у CW7 на пляжі с. Коблевого на залізі того ж року їх було в 1,4 рази менше.

Влітку 2021 року біомаси мікрофітобентосу на бетоні в акваторіях пляжів «Аркадія» та «Дельфін» майже в 4,0 та 17,5 рази перевищували минулорічні показники, а на решті морських ділянок у CW5 вони істотно не змінилися.

На піщаних субстратах найнижчі біомаси мікрофітів відмічені на пляжі «Аркадія» в 2020 та в Лузанівці II і на пляжі м. Южне в 2021 році (табл. 14). Найвищими вони були у прибережжі санаторію ім. Чкалова (CW5) в 2021 та в акваторії пляжу смт Затока (CW4) у 2019, де вона була в 6,0 разів вищою, ніж у 2021 році. У CW6 на піску, як і на бетоні, мікрофіти були наймасовішими в Лузанівці I, та на пляжі с. Коблевого (CW7). Біомаса мікроводоростей на пухких субстратах була в 1,5-3,3 рази меншою, ніж на твердих лише у CW7.

Влітку 2021 року біомаси мікрофітобентосу на піску в акваторіях пляжів «Аркадія» та «Дельфін» зросли в 1,7 та 5,3 рази порівняно з попереднім роком, а у прибережжі санаторію ім. Чкалова – майже в 43,0 рази. Поряд з мисом Малий Фонтан біомаса донних мікроводоростей зменшилась в 2,2 рази.

Високі показники біомаси мікрофітобентосу на всіх субстратах обумовлені, здебільшого, інтенсивним розвитком крупноклітинних діатомей *M. moniliformis*, *M. moniliformis* var. *subglobosa* (у найбільшій кількості – на пляжі «Дельфін» та у прибережжі санаторію ім. Чкалова), *T. fasciculata*, *T. gaillonii* і колоніальних ціанопрокаріот *C. scopulorum*, *G. crepidinum*, *L. fragilis*, *L. confervoides*.

В осінні сезони 2019-2021 років кількість знайдених видів мікроводоростей на твердих субстратах у CW4 коливалася від 20 до 40, у CW5 – від 14 до 69, у CW6 – від 15 до 66, у CW7 – від 18 до 58 (табл. 15). У Григоріївському лимані (TW21) в 2019 році їх було від 15 до 45 видів.

Таблиця 13 – Біомаса (мг · м⁻²) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди
2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								Всього
			Суанopro-karyota	Eugleno-phyta	Dino-phyta	Crypto-phyta	Chryso-phyta	Bacillario-phyta	Chloro-phyta	Інші	
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	2021	491,10	2,90	1,72	0,24	0,04	53,30	0,07	0,13	549,50
	Пляж смт Затока (граніт)	2021	558,35	7,50	3,48	0,06	0,02	20,40	0,06	0,17	590,04
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	2021	231,78	-	2,76	0,01	0,03	100,88	-	0,08	335,54
	Дача Ковалевського (граніт)	2021	12,76	-	2,79	0,10	0,05	6,99	-	0,16	22,85
	Пляж «Аркадія» (бетон)	2019	361,96	0,29	0,04	0,04	0,08	4,29	0,38	0,19	367,27
		2020	230,59	-	0,48	0,06	0,38	189,31	0,05	0,15	421,02
		2021	1 615,80	0,21	0,74	0,01	0,08	48,62	0,06	0,20	1 665,72
	Мис Малий Фонтан (бетон)	2019	154,30	-	0,75	0,01	0,13	38,47	0,03	0,44	194,13
		2020	187,91	-	-	0,04	0,14	1,52	-	0,21	189,82
		2021	192,72	-	1,18	0,24	0,14	1,40	-	0,20	195,88
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	2019	5,99	-	0,52	0,12	0,02	613,00	0,07	0,18	619,90
		2020	13,59	-	1,00	0,13	0,87	703,04	0,04	0,15	718,82
		2021	11,45	-	2,94	0,03	0,07	474,57	0,07	0,11	619,24
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)	2019	219,78	-	0,24	-	0,24	267,50	0,04	0,54	487,74
		2020	97,00	-	0,50	-	0,07	481,32	0,22	0,31	1 579,42
		2021	231,13	-	1,05	0,14	0,03	1 046,57	-	0,24	1 279,16
	Пляж «Дельфін» (бетон)	2019	403,33	-	-	0,19	0,08	5 853,59	1,92	0,33	6 259,44
		2020	111,24	-	-	0,03	-	2,80	0,16	0,20	114,43
		2021	494,01	0,10	0,29	0,13	0,03	1 502,39	0,06	0,14	1 997,15
	Пляж «Дельфін» (черепашиник)	2021	171,88	-	0,65	0,03	-	26,35	0,03	0,11	199,05
CW6	Одеський порт (мідії з заліза)	2021	17,36	-	130,47	0,14	0,22	310,01	0,30	0,17	458,67
	Одеський порт (мідії з мулу)	2021	4,03	0,14	9,43	0,10	0,13	21,40	0,03	0,19	35,45
	Лузанівка I (бетон)	2021	1 100,54	9,00	0,68	0,28	0,04	69,30	-	0,27	1 180,11
CW7	Пляж м. Южне (черепашиник)	2021	57,72	0,53	0,24	0,06	0,01	66,95	-	0,14	125,65
	Пляж с. Коблеве (залізо)	2021	489,66	0,30	9,08	0,10	0,07	364,47	0,15	0,31	864,14

Таблиця 14 – Біомаса (мг · м⁻²) мікрофітобентосу піщаних субстратів прибережжя ПЗЧМ в літні періоди
2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Cyanoprokaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
CW4	Пляж смт Затока	2019	65,94	-	4,78	-	0,12	1 127,81	5,67	1,52	1 205,74
		2021	58,31	11,31	5,14	0,53	0,12	119,62	3,27	1,23	199,53
CW5	Дача Ковалевського	2021	29,38	-	6,98	0,60	0,04	43,66	0,13	11,10	91,85
	Пляж «Аркадія»	2020	2,84	-	13,22	0,62	0,12	59,54	-	1,02	77,36
		2021	11,64	5,16	19,27	0,90	0,29	90,74	-	0,65	128,65
	Мис Малий Фонтан	2019	104,12	-	3,46	0,18	0,57	682,63	-	0,78	791,74
		2020	22,98	-	-	0,17	0,62	240,94	-	0,50	265,21
		2021	21,69	-	-	0,71	0,08	97,48	-	0,74	120,70
	Прибережжя сан. ім. Чкалова	2020	21,73	-	1,14	0,35	0,70	327,51	-	0,70	352,13
		2021	40,18	1,00	1,66	-	0,04	15 049,80	0,44	1,20	15 094,32
	Пляж «Дельфін»	2020	8,14	-	8,21	0,41	0,41	182,47	0,30	0,33	200,27
		2021	36,62	2,80	2,28	0,65	0,16	1 013,00	0,30	0,86	1 056,67
CW6	Лузанівка І	2021	45,56	5,00	6,61	0,47	0,33	120,70	1,40	0,78	180,85
	Лузанівка ІІ	2021	21,06	4,58	13,64	0,47	0,25	91,53	-	0,65	132,18
CW7	Пляж м. Южне	2021	23,24	-	0,21	0,89	0,33	57,20	0,30	1,43	83,60
	Пляж с. Коблеве	2021	40,52	1,26	9,81	0,30	0,04	208,98	0,25	0,82	261,72

Таблиця 15 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні сезони 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Cyanoprokaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	2020	11	-	2	1	-	11	1	1	27
		2021	8	-	2	1	2	12	2	1	28
	Пляж смт Затока (граніт)	2020	7	-	1	-	1	10	-	1	20
		2021	8	-	1	1	1	27	1	1	40
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	2019	8	-	-	1	1	13	-	1	24
		2020	7	-	1	-	-	11	-	1	20
		2021	6	-	1	1	-	22	-	1	31
	Дача Ковалевського (граніт)	2019	5	-	-	1	1	21	-	-	29
		2020	5	-	1	-	-	30	1	1	38
		2021	9	-	4	1	1	24	-	1	40
	Пляж «Аркадія» (бетон)	2019	10	-	-	1	2	6	-	1	20
		2020	8	-	2	-	1	14	-	1	26
		2021	9	-	4	1	1	22	-	1	38
	Мис Малий Фонтан (бетон)	2019	8	-	-	1	2	5	-	1	17
		2020	9	-	1	1	1	1	-	1	14
		2021	10	-	3	1	1	23	1	1	40
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	2019	9	-	2	1	2	29	-	1	44
		2020	10	-	2	1	1	43	-	1	58
		2021	8	-	7	1	1	50	1	1	69
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)	2019	6	-	-	-	1	28	-	1	36
		2020	9	-	1	1	1	26	-	1	39
		2021	7	-	-	-	-	44	1	1	53
	Пляж «Дельфін» (бетон)	2019	10	-	1	1	1	10	1	1	25
		2020	8	-	1	1	1	18	1	1	31
		2021	8	-	5	-	1	42	1	1	58
	Пляж «Дельфін» (черепашник)	2020	8	-	4	1	-	32	-	1	46
		2021	8	-	4	1	1	11	-	1	26
CW6	Одеський порт (мідії з заліза)	2019	6	-	2	1	1	27	-	1	38
		2020	6	1	8	1	1	46	1	1	65
		2021	10	-	6	1	2	45	1	1	66
	Одеський порт (мідії з мулу)	2019	3	-	1	-	2	20	-	1	27
		2020	5	-	5	1	1	15	-	1	28
		2021	4	-	5	1	2	27	-	1	40
	Одеський порт (залізо)	2019	8	-	-	1	2	11	-	1	23

Кінець таблиці 15

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW6	Лузанівка I (бетон)	2019	6	-	-	-	1	6	1	1	15
		2020	10	1	7	1	1	3	2	1	26
		2021	8	-	6	-	1	14	1	1	31
CW7	Пляж м. Южне (черепашиник)	2019	7	-	2	-	1	19	-	1	30
		2020	6	-	4	-	1	45	1	1	58
		2021	11	-	5	1	2	19	3	1	42
	Пляж с. Коблеве (залізо)	2019	7	-	-	1	1	8	-	1	18
		2020	11	-	8	1	1	18	1	1	41
		2021	6	-	3	1	1	9	1	1	22
TW21	Григоріївський лиман (залізо)	2019	9	-	1	1	2	29	-	1	43
	Григоріївський лиман (мідії з бетону)	2019	9	-	2	1	1	31	-	1	45
	Григоріївський лиман (мідії з мулу)	2019	7	-	-	1	1	21	-	1	31
	Григоріївський лиман (бетон)	2019	7	-	-	1	1	9	-	1	19
	Григоріївський лиман (гума)	2019	7	-	1	1	1	4	-	1	15

Найменше видів мікроводоростей було знайдено у ділянках моря на пляжі смт Затока на граніті та коло мису Малий Фонтан на бетоні у 2020 та на пляжі с. Коблеве на залізі в 2019 році. Найбагатшим видовим складом характеризувалися угруповання мікрофітобентосу в акваторіях пляжу смт Затока на граніті та мису Малий Фонтан і Одеського порту на мідіях з бетонного пірсу та залізного причалу у 2021 році, а також з пляжу м. Южне на черепашинику в 2020.

Як і влітку, восени 2021 року кількість видів мікрофітів у більшості ділянок моря зросла порівняно з попереднім роком: у CW4 на граніті – вдвічі, у CW5 – на бетоні на Дачі Ковалевського – в 1,6, на бетоні пляжів «Аркадія» та «Дельфін» – в 1,5 та 1,9, біля мису Малий Фонтан – в 2,9 та 1,2 рази на бетоні та мідіях, відповідно. У прибережжі санаторію ім. Чкалова на граніті кількість видів збільшилась в 1,4 рази. У CW6 на донних мідіях в Одеському порту вона зросла в 1,4, а на бетоні в Лузанівці I – в 1,2 рази. У CW7 на залізі та черепашинику з пляжів м. Южне та с. Коблеве, кількість видів мікрофітів, навпаки, зменшилась в 1,4 та 1,9 рази.

На пухких субстратах кількість видів мікроводоростей в осінні періоди 2019-2021 років у CW4 коливалася від до 27 до 64, у CW5 – від 15 до 41, у CW6 –

від 17 до 36, у CW7 – від 12 до 37 видів (табл. 16). У CW5 найменше їх було в 2020 році в акваторії, прилеглій до мису Малий Фонтан, найбільше – в 2021 році

Таблиця 16 – Кількість видів водоростей мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні сезони 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Суанопрокaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (пісок)	2019	3	-	-	-	-	57	4	-	64
		2020	3	-	4	1	1	17	-	1	27
		2021	3	-	2	1	1	19	1	1	28
CW5	Дача Ковалевського (пісок)	2020	2	-	3	1	1	11	-	1	19
		2021	2	-	4	1	2	11	1	1	22
	Пляж «Аркадія» (пісок)	2020	2	-	6	1	1	5	-	1	16
		2021	8	-	5	1	2	20	1	1	38
	Мис Малий Фонтан (пісок)	2019	2	-	-	1	2	11	1	1	18
		2020	3	-	4	1	1	5	-	1	15
		2021	4	-	4	1	2	12	1	1	25
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (пісок)	2020	6	-	2	-	1	27	-	1	37
		2021	2	-	4	1	2	16	-	1	26
	Пляж «Дельфін» (пісок)	2020	3	-	4	1	1	19	-	1	29
		2021	3	1	3	1	1	30	1	1	41
CW6	Одеський порт (мул)	2019	2	-	1	1	3	16	-	1	24
	Лузанівка I (пісок)	2019	2	1	-	1	1	15	-	1	21
		2020	6	1	9	1	1	12	-	1	31
		2021	3	-	8	1	1	16	1	1	31
	Лузанівка II (пісок)	2019	5	-	2	-	1	8	-	1	17
		2020	4	1	8	1	1	14	-	1	30
		2021	7	-	8	1	2	16	1	1	36
CW7	Пляж м. Южне (пісок)	2019	3	-	-	1	2	5	-	1	12
		2020	3	-	6	1	1	8	-	1	20
		2021	2	-	6	1	1	9	1	1	21
	Пляж с. Коблеве (пісок)	2019	2	-	2	1	1	7	1	1	15
		2020	6	-	9	1	1	14	1	1	33
		2021	5	1	4	1	-	25	-	1	37

на пляжі «Дельфін». Суттєве збагачення видового складу в 2021 році порівняно з минулим роком відмічено у CW5 в акваторіях пляжів «Дельфін» та «Аркадія» – в 1,4 та 2,4 рази, мису Малий Фонтан – в 1,7; у CW6 в Лузанівці II – в 1,2 рази.

У складі бентосних мікрофітів переважали діатомеї родів *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Tabularia*, *Licmophora*, *Striatella*, *Diatoma* та ціанопрокаріоти родів *Leptolyngbya* та *Phormidium*. Дінофітові були найширше представлені в 2020 та 2021 роках на мідіях з акваторій мису Малий Фонтан і Одеського порту, на бетоні в Лузанівці I, а також на піску пляжів Коблевого, м. Южне, Лузанівки I та Лузанівки II. З них найбільш інтенсивно розвивався потенційно токсичний [47] *Lingulodinium polyedra* у 2020 у 2021 році.

Як і влітку, восени 2019-2021 років у галобіонтному складі угруповань мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ переважали полі-та мезогалоби (рис. 16 та див. рис. 12), зокрема на мідіях з акваторій мису Малий Фонтан і Одеського порту. Галофіли та індиференти частіше зустрічалися в місцях впливу санаторних стоків (прибережжя санаторію ім. Чкалова), дренажних (пляж «Дельфін») та лиманних (пляжі смт Затока, м. Южне та с. Коблеве) вод.

На піску найбільше мезогалобів, індиферентів і галофілів було у CW4 на пляжі Затоки в 2019 році. А полігалобів – у CW5 у прибережжі санаторію ім. Чкалова і на пляжі «Дельфін» у 2020 та 2021 роках (рис. 17 та див. рис. 13).

Полігалобами були, здебільшого, представники родів *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Licmophora*, *Striatella*, мезогалобами – види родів *Melosira*, *Navicula* і *Nitzschia*. Галофіли та індиференти представлені, переважно, діатомеями *A. granulata*, *C. cuspidata*, *Melosira varians* і видами родів *Cyclotella* та *Diatoma*.

У сапробіонтному складі мікрофітобентосу у 2019-2021 роках на більшості ділянок моря переважали β -мезосапроби (рис. 18 та див. рис. 14). Винятком була акваторія біля мису Малий Фонтан (CW5), де восени 2020 року на бетоні α -мезосапроби були відсутні, а спостерігалися лише β -о-мезосапроби та олігосапроби. Кількість сапробіонтів тут була мінімальною, максимальною – у 2021 році на пляжі «Дельфін», а вміст α -мезосапробів – у прибережжі санаторію ім. Чкалова. У CW4 найбільше сапробіонтів було в 2021 році на граніті, а у CW6 –

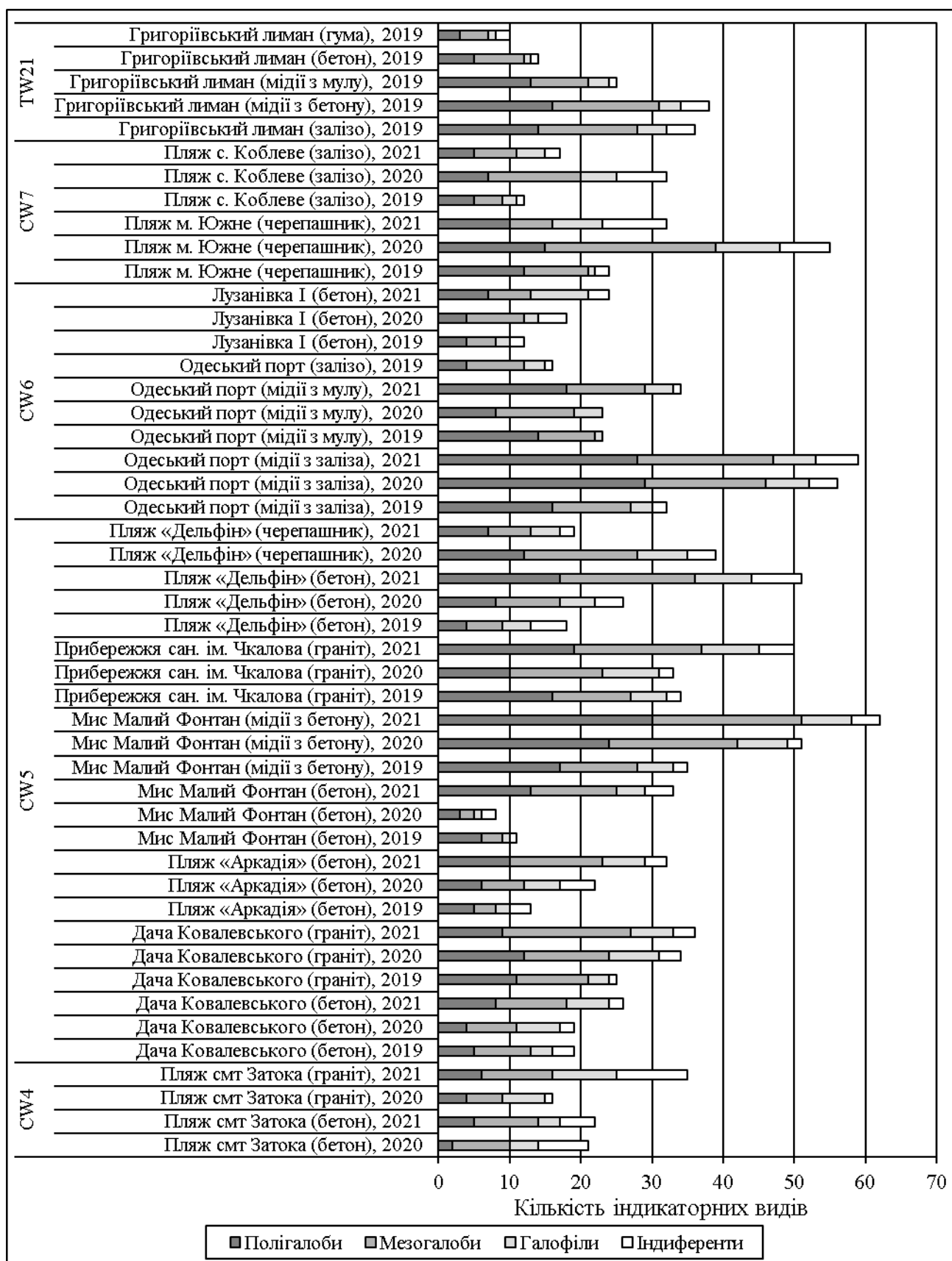


Рисунок 16 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів
прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди 2019-2021 років

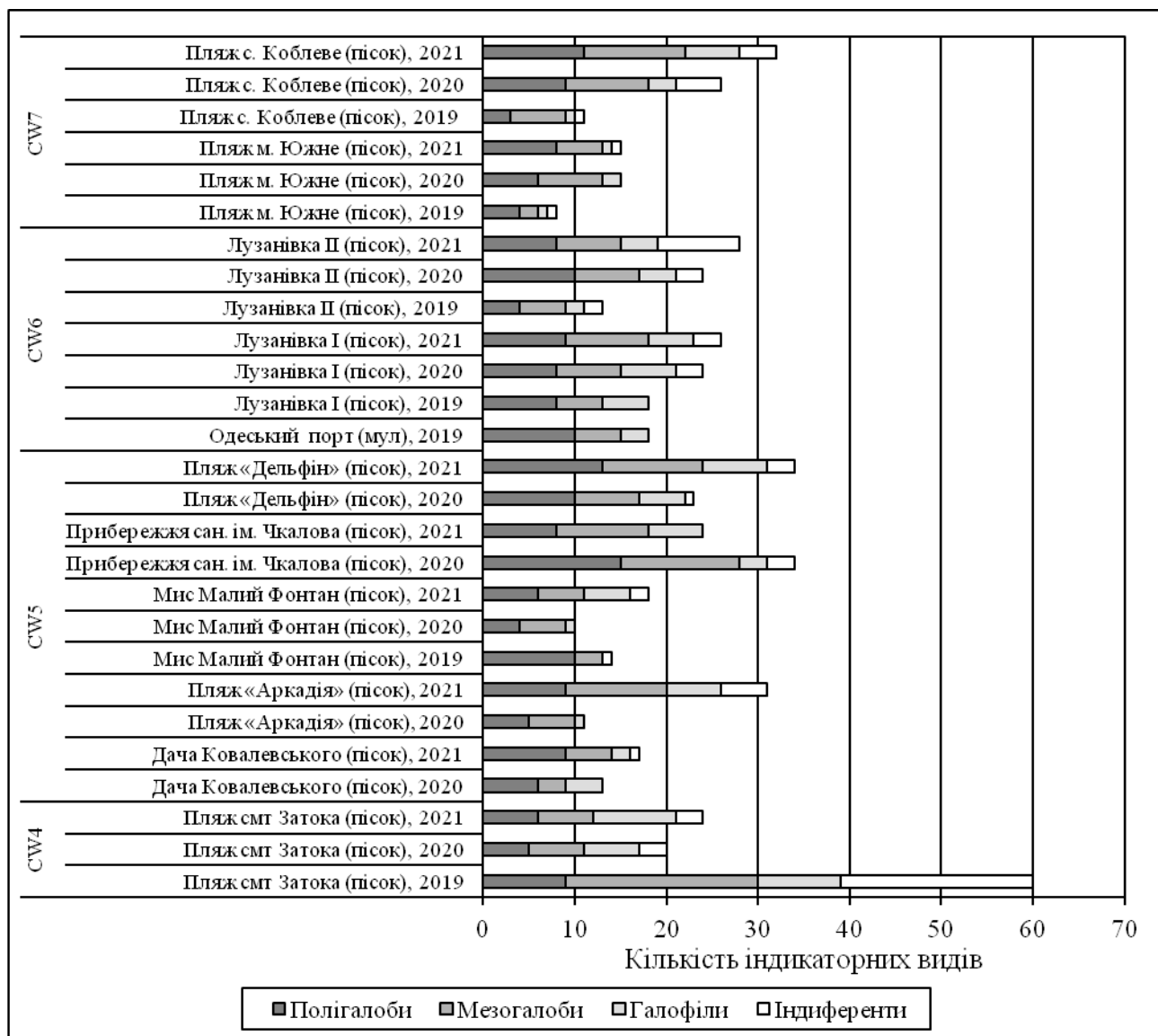


Рисунок 17 – Галобіонтний склад мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди 2019-2021 років

на мідіях з залізного причалу Одеського порту, у CW7 – у 2020 році на черепашнику з пляжу м. Южне. Види α -мезосапроби були відсутні і на пляжі с. Коблеве (CW7) у 2019 році. У TW21 в 2019 році найбільше сапробіонтів було на залізі, α -мезосапробів – на мідіях з бетону.

Мінімум сапробіонтів та відсутність α -мезосапробів відмічені й на піщаному субстраті коло мису Малий Фонтан восени 2021 року (рис. 19 і див. рис. 15). Дещо більше сапробіонтів було тут у 2019 році, здебільшого, за рахунок β -мезосапробів. Загальна кількість сапробіонтів та вміст α -мезосапробів були максимальними на пляжі смт Затока в 2019 році.

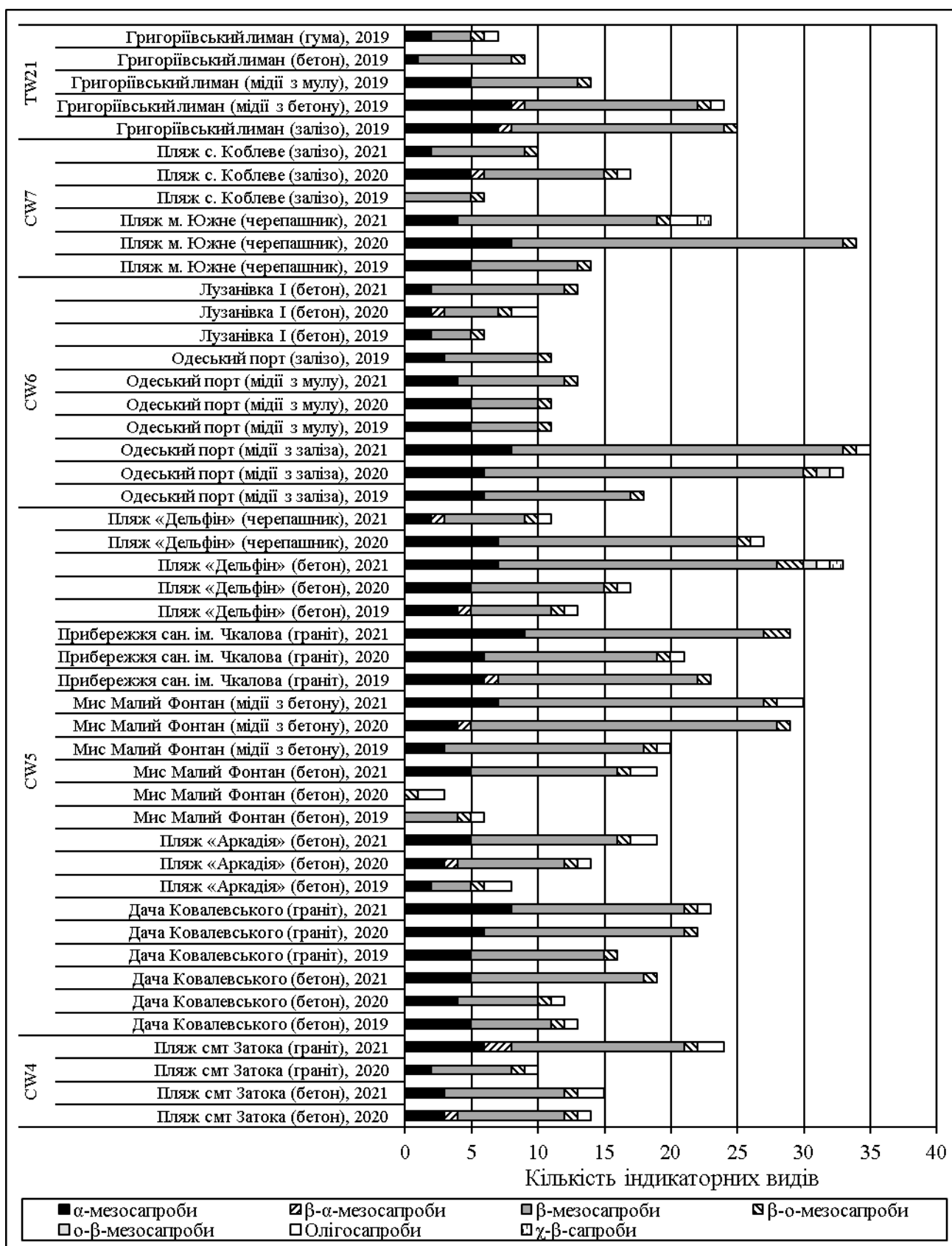


Рисунок 18 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди 2019-2021 років

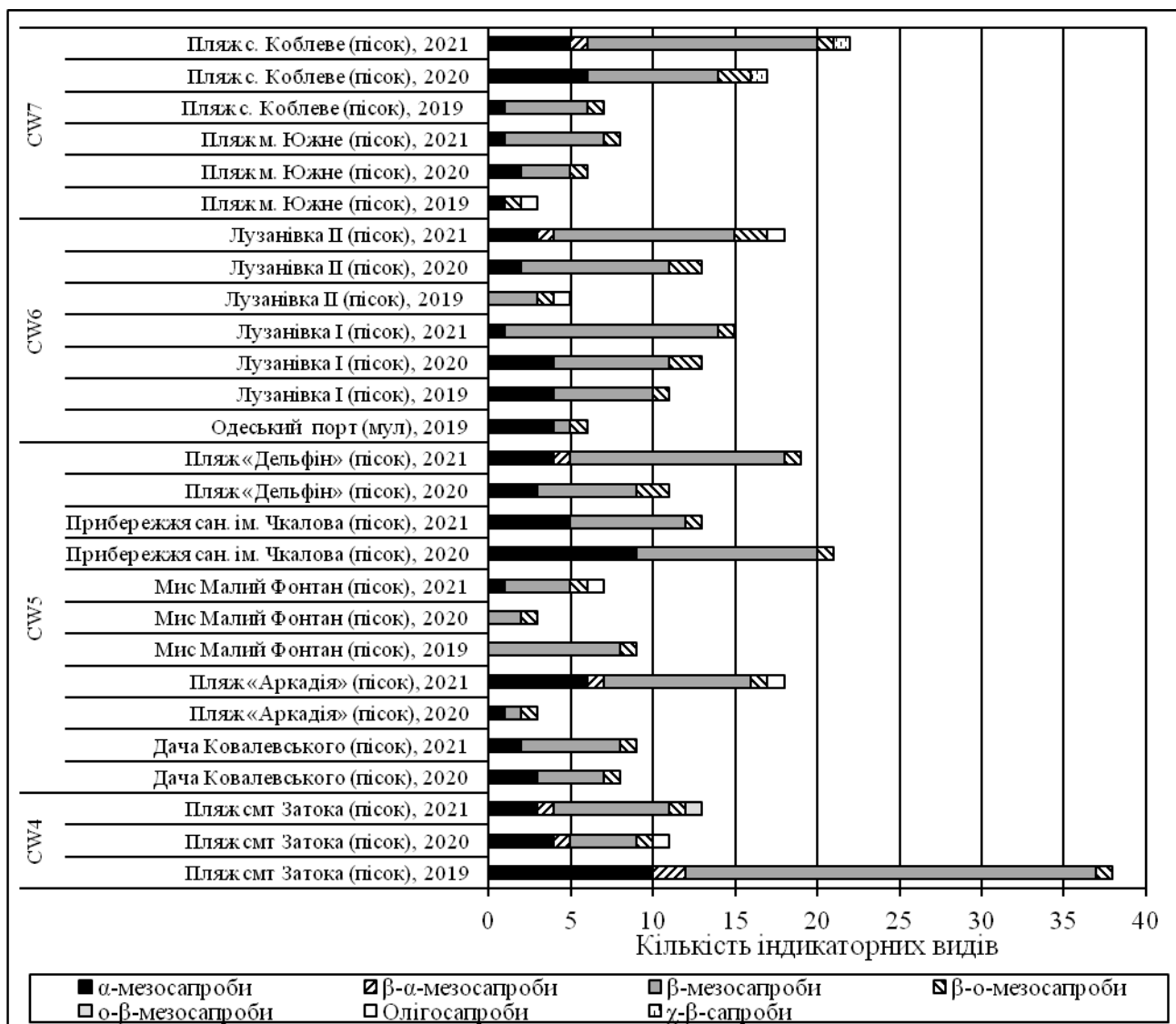


Рисунок 19 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди 2019-2021 років

У багатьох акваторіях восени 2021 року кількість α -мезосапробів була вище, ніж торік: у CW4 на граніті – в 3,0, у CW5 на Дачі Ковалевського (на граніті) – в 1,3, на пляжі «Аркадія» - в 1,7, на пляжі «Дельфін» (на бетоні) і у прибережжі санаторію ім. Чкалова (на граніті) та у CW6 на мідіях з причалу – в 1,5 рази. У CW5 біля мису Малий Фонтан на бетоні вона зросла у 5,0, а на мідіях з пірсу – в 1,8 рази (див. рис. 18). На піску пляжу «Аркадія» α -мезосапробів було в 6,0 рази, а в Лузанівці II – в 1,5 рази більше, ніж у 2020 році (див. рис. 19).

Восени чисельність мікрофітобентосу на твердих субстратах у CW4 була найменшою на граніті з пляжу смт Затока у 2020 році, у CW5 – тоді ж на мідіях з

пірсу коло мису Малий Фонтан, а на донних мідіях з Одеського порту (CW6) і Григорівського лиману (TW21) у 2019 році. Найбільшою вона була на бетоні з пляжу смт Затока, на граніті з прибережжя санаторію ім. Чкалова і на черепашнику з пляжу «Дельфін» у 2020, на бетоні з Лузанівки І та на залізних субстратах з Григоріївського лиману – у 2019 році та з пляжу с. Коблеве – у 2021 (табл. 17).

На пухких субстратах в цей час мінімальні показники були в акваторіях пляжів смт Затока та «Аркадія» у 2020, а в Лузанівці ІІ та на пляжі с. Коблеве – у 2019 році, максимальні – на пляжі смт Затока і в Одеському порту у 2019, у прибережжі санаторію ім. Чкалова (як і на граніті) – в 2020, на пляжі с. Коблеве – у 2021 році (табл. 18).

Осіною 2021 року чисельність мікрофітів зросла порівняно з минулорічною: в акваторіях пляжу смт Затока і біля Дачі Ковалевського (на граніті) – в 1,6 та 5,6 рази, коло мису Малий Фонтан на бетоні – в 1,8, на пляжах м. Южне на черепашнику і с. Коблеве на залізі – в 3,2 та 1,8 рази (див. табл. 17). На піску з пляжів «Аркадія» та с. Коблевого вона була більшою в 2,0, біля мису Малий Фонтан – в 1,8 рази, пляжу «Дельфін» - в 2,4, а Лузанівки І та ІІ – в 1,6 та 4,3 рази (див. табл. 18).

Чисельність мікрофітобентосу твердих субстратів формували ціанопрокаріоти *C. scopulorum*, *G. crepidinum*, *L. fragilis*, *L. confervoides*, види роду *Phormidium*, а пухких – *Microcystis* sp. і *L. fragilis*. У 2021 році, біля Дачі Ковалевського, у прибережжі санаторію ім. Чкалова та в Одеському порту, інтенсивно розвивався α -мезосапроб *Phormidium limosum*. Діатомеї були найчисленнішими на піску в акваторії пляжу смт Затока у 2019 через розвиток *Detonula confervacea* та *A. granulata* і поблизу Дачі Ковалевського на бетоні та граніті у 2021 році за рахунок β -мезосапробів *A. brevipes* і видів роду *Diatoma*.

Біомаса мікрофітобентосу твердих субстратів восени 2019-2021 років становила у CW4 244,54-1 497,10 мг · м⁻². Мінімальні показники були зареєстровані у 2019 році на бетоні коло мису Малий Фонтан, на донних мідіях з Одеського порту і Григоріївському лиману та на черепашнику з акваторії пляжу

Таблиця 17 – Чисельність (млн. кл. · м⁻²) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Сяанпроkaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	2020	10 024,70	-	0,26	0,67	-	29,06	0,80	1,73	10 057,22
		2021	7 738,27	-	0,26	2,00	0,40	20,69	3,07	3,47	7 408,16
	Пляж смт Затока (граніт)	2020	3 198,38	-	0,10	-	0,10	10,30	-	1,40	3 210,28
		2021	5 257,37	-	0,13	0,40	0,13	29,81	0,40	3,10	5 291,34
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	2019	10 702,40	-	-	0,53	1,33	71,19	-	7,06	10 782,51
		2020	8 902,83	-	0,28	-	-	216,74	-	2,82	9 122,67
		2021	6 402,26	-	0,27	0,93	-	1 104,39	-	4,93	7 512,78
	Дача Ковалевського (граніт)	2019	5 683,20	-	-	0,40	1,20	295,00	-	3,20	5 983,00
		2020	614,85	-	0,67	-	-	323,10	0,17	3,84	942,63
		2021	4 396,40	-	0,66	2,00	1,33	831,96	-	0,27	5 232,62
	Пляж «Аркадія» (бетон)	2019	5 049,46	-	-	1,07	1,33	127,06	-	8,13	5 187,05
		2020	9 592,26	-	0,53	-	0,67	57,98	-	2,93	9 654,37
		2021	5 832,28	-	1,34	0,13	0,27	144,45	-	6,94	5 985,41
	Мис Малий Фонтан (бетон)	2019	3 601,00	-	-	1,00	3,20	10,00	-	5,00	3 620,20
		2020	10 021,73	-	0,13	0,13	0,53	2,67	-	1,47	10 026,66
		2021	17 668,93	-	0,81	1,60	1,20	33,32	0,13	5,10	17 711,09
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	2019	816,86	-	0,70	0,60	0,88	38,72	-	1,76	859,53
		2020	691,90	-	1,75	0,28	1,88	114,87	-	1,40	812,08
		2021	891,32	-	3,89	0,93	0,70	91,01	0,29	2,27	990,41

Кінець таблиці 17

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW5	Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)	2019	3 537,32	-	-	-	0,27	623,75	-	2,53	4 163,87
		2020	22 220,74	-	0,43	0,21	2,77	510,89	-	5,55	22 740,59
		2021	1 649,60	-	-	-	-	474,80	0,13	2,67	2 127,20
	Пляж «Дельфін» (бетон)	2019	5 134,80	-	0,13	0,93	1,20	61,06	0,27	0,45	5 198,87
		2020	7 651,47	-	0,13	0,93	0,80	97,70	0,27	2,27	7 753,57
		2021	8 275,59	-	0,65	-	0,53	721,44	0,13	4,27	9 002,61
	Пляж «Дельфін» (черепашиник)	2020	15 317,75	-	3,50	0,75	-	343,00	-	2,25	15 667,25
		2021	1 523,74	-	1,46	1,10	0,53	9,75	-	7,10	1 543,68
CW6	Одеський порт (мідії з заліза)	2019	692,32	-	0,16	0,60	2,10	18,23	-	2,10	715,51
		2020	739,77	0,12	48,34	1,88	8,40	330,65	0,25	7,00	1 136,41
		2021	919,91	-	14,61	1,14	1,71	111,87	0,36	8,19	1 057,79
	Одеський порт (мідії з мулу)	2019	123,401	-	0,03	-	0,45	3,55	-	0,76	128,19
		2020	472,62	-	3,69	0,94	2,28	18,29	-	2,75	500,57
		2021	572,43	-	1,26	1,57	1,15	23,41	-	3,30	603,12
	Лузанівка I (бетон)	2019	5 611,20	-	-	-	0,80	13,00	0,40	1,80	5 627,20
		2020	4 804,12	0,13	2,13	0,80	0,40	8,67	1,23	5,33	4 822,81
		2021	4 141,87	-	2,93	-	0,27	75,02	0,53	1,87	4 222,49
CW7	Пляж м. Южне (черепашиник)	2019	3 946,80	-	0,40	-	3,00	59,60	-	5,20	4 015,00
		2020	914,93	-	1,46	-	0,27	451,98	0,27	5,10	1 374,01
		2021	4 369,34	-	0,93	0,40	0,26	14,78	1,47	0,61	4 387,79
	Пляж с. Коблеве (залізо)	2019	8 175,60	-	-	1,20	1,20	9,00	-	1,20	8 188,20
		2020	7 503,73	-	36,92	0,80	1,33	38,13	0,80	2,53	7 584,24
		2021	13 948,39	-	0,53	0,80	0,80	6,29	0,13	0,80	13 957,74
TW21	Григоріївський лиман (залізо)	2019	4 029,74	-	0,13	0,93	2,53	602,80	-	2,67	4 638,80
	Григоріївський лиман (мідії з бетону)	2019	1 897,08	-	0,19	0,63	1,00	34,48	-	3,18	1 936,56
	Григоріївський лиман (мідії з мулу)	2019	799,86	-	-	0,76	1,53	15,44	-	4,60	822,19

Таблиця 18 – Чисельність (млн. кл. · м⁻²) мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди 2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Цуанопрокaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (пісок)	2019	5 509,81	-	-	-	-	5 156,61	56,56	-	10 722,68
		2020	1 506,73	-	13,13	8,13	3,14	93,27	-	19,40	1 643,80
		2021	1 697,66	-	1,24	3,76	3,76	63,80	1,26	8,77	1 780,25
CW5	Дача Ковалевського (пісок)	2020	1 634,50	-	5,65	3,14	0,62	52,60	-	16,90	1 713,41
		2021	1 819,72	-	5,00	3,14	1,24	30,66	1,88	11,89	1 873,53
	Пляж «Аркадія» (пісок)	2020	901,95	-	16,27	4,75	2,71	44,15	-	9,52	979,35
		2021	1 905,49	-	36,32	6,25	2,50	44,41	1,88	20,00	2 016,85
	Мис Малий Фонтан (пісок)	2019	1 052,26	-	-	5,00	18,14	26,91	0,62	22,53	1 125,46
		2020	1 066,52	-	3,08	1,57	3,92	14,86	-	13,31	1 103,26
		2021	1 953,04	-	3,74	5,00	7,51	67,58	0,62	8,13	2 045,62
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (пісок)	2020	3 588,13	-	2,50	-	1,88	117,10	-	10,00	3 719,61
		2021	3 089,20	-	7,50	3,14	1,88	75,74	-	29,43	3 206,89
	Пляж «Дельфін» (пісок)	2020	951,59	-	12,06	1,35	4,00	85,67	-	16,10	1 070,97
2021		2 466,35	0,62	6,88	2,50	0,62	72,00	0,62	16,28	2 565,87	

Кінець таблиці 18

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW6	Одеський порт (мул)	2019	6 416,91	-	1,86	9,41	46,93	153,85	-	67,61	6 696,57
	Лузанівка I (пісок)	2019	696,09	2,50	-	1,88	6,90	72,62	-	16,90	796,89
		2020	1 800,91	0,62	99,55	3,14	3,14	55,72	-	12,53	1 975,61
		2021	3 017,81	-	20,03	4,38	3,14	49,43	2,50	13,77	3 111,06
	Лузанівка II (пісок)	2019	253,08	-	16,26	-	3,14	34,94	-	6,89	314,31
		2020	637,88	0,62	237,23	4,40	3,76	35,04	-	8,77	927,70
		2021	3 925,54	-	30,66	5,63	3,76	38,18	14,40	6,25	4 024,42
	CW7	Пляж м. Южне (пісок)	2019	1 129,90	-	-	1,88	6,87	24,40	-	15,00
2020			1 192,45	-	22,54	3,14	3,76	35,05	-	20,66	1 277,60
2021			1 091,70	-	6,88	4,38	0,62	19,37	0,62	7,51	1 131,08
Пляж с. Коблеве (пісок)		2019	297,99	-	1,88	2,50	8,13	25,66	0,62	10,00	346,78
		2020	1 320,85	-	238,47	5,63	5,00	36,31	0,62	23,80	1 630,68
		2021	3 013,45	0,62	2,48	4,38	-	236,56	-	13,15	3 270,64

м. Южне, максимальні – у 2021 році на бетоні біля Дачі Ковалевського і на залізі з пляжу с. Коблеве, а у 2020 – на мідіях з причалу Одеського порту (табл. 19).

На пухких субстратах в ці періоди біомаса мікроводоростей у CW4 була 103,27-22 694,25 мг · м⁻², у CW5 вона знаходилась у діапазоні від 27,40 до 1 843,91 мг · м⁻², у CW6 – варіювала від 72,73 до 977,22, а у CW7 – складала від 32,35 до 4 482,35 мг · м⁻² (табл. 20). У CW4 вона була найменшою у 2021 році, найбільшою – в 2019. На решті водних масивів мінімальні показники спостерігалися біля мису Малий Фонтан в 2020, а в Лузанівці I та у морській ділянці біля пляжу с. Коблеве – у 2019 році. Бентосні мікрофіти були наймасовішими у прибережжі санаторію ім. Чкалова, в Лузанівці II і в акваторії біля пляжу Коблевого в 2020 році.

Восени 2021 року біомаса мікрофітів на граніті в акваторії пляжу смт Затока зросла в 5,0 разів порівняно з минулим роком, біля Дачі Ковалевського на бетоні та на граніті – в 2,4 та 3,2 рази, на пляжі «Дельфін» на бетоні – в 4,8, на пляжі с. Коблеве на залізі – в 1,7 рази (див. табл. 19). Біомаса мікроводоростей на піску біля Дачі Ковалевського зросла в 5,3, на пляжі «Аркадія» – в 1,5, біля мису Малий Фонтан – в 3,4 рази. Водночас, на пляжі смт Затока їх біомаса скоротилася в 3,3, у прибережжі санаторію ім. Чкалова – в 3,1, у Лузанівці I та II – в 2,7 та 4,2 рази, на пляжах м. Южне та с. Коблеве – в 7,4 та 2,9 рази (див. табл. 20).

Основу біомаси повсюдно становили діатомові водорості *A. brevipes*, *A. longipes*, *Coscinodiscus radiatus*, *Diatoma vulgaris* та синьо-зелені *L. fragilis*, *L. confervoides*, *C. scopulorum*. Інтенсивно розвивався і *Ph. limosum*. Восени численними та масовими були дінофітові водорості *Durinskia agilis* та *Kryptoperidinium triquetrum*. В антропогенізованих акваторіях прибережжя санаторію ім. Чкалова та пляжу «Дельфін», як і влітку, значний внесок у формуванні кількісних показників розвитку мікрофітобентосу належав α-мезосапробам *M. moniliformis*, *M. moniliformis* var. *subglobosa* і *T. fasciculata*. У Затоці восени 2019 року за біомасою домінували діатомеї родів *Gyrosigma* та *Pleurosigma*. За отриманими показниками біомаси мікрофітобентосу на твердих субстратах (відповідно до характеристики трофності водних об'єктів України [50]), доквілля більшості досліджених ділянок ПЗЧМ впродовж 2019 року

Таблиця 19 – Біомаса ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-2}$) мікрофітобентосу твердих субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди
2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Цианопрокaryota	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	2020	1 482,59	-	0,59	0,06	-	13,70	0,05	0,11	1 497,10
		2021	1 131,72	-	1,22	0,19	0,30	17,82	0,13	0,23	1 151,61
	Пляж смт Затока (граніт)	2020	235,60	-	0,76	-	0,01	8,07	-	0,10	244,54
		2021	1 201,71	-	0,24	0,04	0,28	31,79	0,08	0,20	1 234,34
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	2019	1 099,34	-	-	0,05	0,09	186,72	-	0,46	1 286,66
		2020	1 592,04	-	7,06	-	-	245,38	-	0,20	1 844,67
		2021	1 305,59	-	0,11	0,09	-	3 040,29	-	0,32	4 346,40
	Дача Ковалевського (граніт)	2019	490,00	-	-	0,04	0,08	402,77	-	0,21	893,10
		2020	16,62	-	17,20	-	-	358,66	0,02	0,25	392,75
		2021	819,40	-	2,44	0,19	0,09	459,81	-	0,02	1 281,95
	Пляж «Аркадія» (бетон)	2019	643,95	-	-	0,10	0,20	552,17	-	0,53	1 196,95
		2020	2 095,05	-	9,20	-	0,04	143,93	-	0,19	2 248,41
		2021	862,50	-	2,78	0,01	0,02	97,77	-	0,46	963,54
	Мис Малий Фонтан (бетон)	2019	169,27	-	-	0,09	0,25	14,67	-	0,03	184,61
		2020	1 059,57	-	0,24	0,01	0,03	0,50	-	0,10	1 060,45
		2021	1 047,99	-	1,44	0,15	0,08	63,37	0,03-	0,33	1 113,39
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	2019	37,36	-	4,28	0,06	0,10	154,14	-	0,12	196,46
		2020	78,73	-	18,23	0,03	0,12	468,00	-	0,10	565,21
		2021	40,14	-	22,61	0,09	0,05	462,65	0,07	0,15	525,76

Кінець таблиці 19

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW5	Прибережжя сан. ім. Чкалова (граніт)	2019	206,65	-	-	-	0,02	1 338,26	-	0,17	1 545,10
		2020	1 543,12	-	0,80	0,02	0,18	696,01	-	0,36	2 240,49
		2021	269,75	-	-	-	-	760,47	0,03	0,17	1 030,42
	Пляж «Дельфін» (бетон)	2019	281,11	-	0,05	0,10	0,08	74,04	0,66	0,03	356,07
		2020	401,37	-	0,24	0,09	0,05	273,91	0,06	0,15	675,87
		2021	2 089,98	-	4,94	-	0,03	1 125,32	0,02	0,28	3 220,57
	Пляж «Дельфін» (черепашиник)	2020	2 410,50	-	80,77	0,07	-	1 126,02	-	0,15	3 617,51
		2021	83,07	-	4,41	0,10	0,03	4,18	-	0,46	92,25
CW6	Одеський порт (мідії з заліза)	2019	38,52	-	0,10	0,06	0,14	64,34	-	0,14	103,30
		2020	26,07	0,32	463,50	0,88	0,55	976,05	0,06	0,46	1 467,89
		2021	95,58	-	60,78	0,11	0,40	264,96	0,08	0,54	422,45
	Одеський порт (мідії з мулу)	2019	3,55	-	0,01	-	0,08	6,79	-	0,05	10,48
		2020	3,96	-	78,49	0,09	0,15	30,96	-	0,18	113,83
		2021	19,59	-	2,26	0,15	0,15	33,48	-	0,22	55,85
	Лузанівка I (бетон)	2019	822,32	-	-	-	0,05	5,79	0,09	0,12	828,37
		2020	710,65	0,10	22,12	0,08	0,03	1,85	0,37	0,35	735,55
		2021	550,26	-	19,10	-	0,02	47,08	0,12	0,12	616,70
CW7	Пляж м. Южне (черепашиник)	2019	283,25	-	1,40	-	0,20	304,35	-	0,34	589,54
		2020	63,08	-	13,54	-	0,02	1 263,52	0,06	0,33	1 340,55
		2021	736,69	-	36,59	0,04	0,29	32,76	0,36	0,04	806,77
	Пляж с. Коблеве (залізо)	2019	726,34	-	-	0,11	0,08	6,12	-	0,08	732,73
		2020	813,31	-	780,69	0,08	0,10	70,80	0,21	0,17	1 665,36
		2021	2 871,78	-	1,91	0,08	0,05	17,85	0,03	0,05	2 891,75
TW21	Григоріївський лиман (залізо)	2019	404,58	-	0,75	0,10	0,49	145,45	-	0,17	551,54
	Григоріївський лиман (мідії з бетону)	2019	89,54	-	1,55	0,06	0,07	145,94	-	0,21	237,37
	Григоріївський лиман (мідії з мулу)	2019	50,60	-	-	0,07	0,10	103,44	-	0,30	154,51

Таблиця 20 – Біомаса ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-2}$) мікрофітобентосу пухких субстратів прибережжя ПЗЧМ в осінні періоди
2019-2021 років

Водні масиви		Роки	Відділи водоростей								
			Цуанопрокариота	Euglenophyta	Dinophyta	Cryptophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Chlorophyta	Інші	Всього
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CW4	Пляж смт Затока (пісок)	2019	76,94	-	-	-	-	22 611,50	5,81	-	22 694,25
		2020	22,67	-	130,11	0,77	0,21	188,10	-	1,27	343,13
		2021	23,02	-	2,70	0,35	0,25	73,42	2,96	0,57	103,27
CW5	Дача Ковалевського (пісок)	2020	37,65	-	66,44	0,30	0,04	27,73	-	1,11	133,27
		2021	21,47	-	14,47	0,30	0,36	662,70	0,44	0,78	700,52
	Пляж «Аркадія» (пісок)	2020	11,39	-	182,80	0,45	0,18	14,26	-	0,62	209,70
		2021	49,02	-	168,88	0,59	0,29	86,19	0,44	1,31	306,72
	Мис Малий Фонтан (пісок)	2019	15,17	-	-	0,47	1,32	30,87	0,15	1,47	49,45
		2020	13,85	-	5,50	0,15	0,26	6,77	-	0,87	27,40
		2021	47,16	-	5,47	0,47	3,11	37,40	0,15	0,53	94,29
	Прибережжя сан. ім. Чкалова (пісок)	2020	1 079,08	-	5,41	-	0,12	758,65	-	0,65	1 843,91
		2021	54,86	-	13,50	0,30	1,41	529,24	-	1,93	601,24
	Пляж «Дельфін» (пісок)	2020	22,29	-	89,18	0,13	0,26	96,07	-	1,10	209,03
2021		31,12	0,47	15,90	0,24	1,33	166,12	0,15	1,10	216,43	

належало, 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». Влітку 2020 року середовища більшості водних масивів були, здебільшого, мезотрофними. Але середовище акваторій пляжів «Аркадія» і «Дельфін» та прибережжя мису Малий Фонтан відповідало класу «оліготрофне» (CW5). Восени 2020 року такими були довкілля акваторій біля смт Затока (CW4), Дачі Ковалевського (CW5), мису Малий Фонтан (CW5) і в Одеському порту (CW6). В цей період за біомасою мікрофітів морські прибережні середовища санаторію ім. Чкалова (CW5) та с. Коблевого (CW7) були евтрофними. Влітку 2021 року переважну більшість становили оліго- та мезотрофні середовища (на твердих та пухких субстратах, відповідно). Евтрофними були тільки довкілля прибережжя санаторію ім. Чкалова та пляжу «Дельфін» Восени цього року середовища більшості водних масивів були мезотрофними. Евтрофним було лише середовище пляжу с. Коблевого.

Збільшення систематичних та кількісних показників розвитку мікрофітобентосу, а також зростання кількості видів-сапробіонтів, зокрема α -мезосапробів, у переважній більшості досліджених акваторій наочно показує підвищення рівня евтрофікації прибережжя ПЗЧМ у 2021 році. Особливо чітко це простежувалось в осінній період. Водночас, зменшення показників розвитку мікрофітобентосу Григоріївського лиману в 2019 році порівняно з даними 2018 року (зокрема, його біомаси на мідях з бетону та на залізі – в 3,5 та 4,3 рази) характеризує його довкілля як таке, що стало менш евтрофікованим [77].

Таким чином, видовий склад мікрофітобентосу різних субстратів досліджених водних масивів формували, здебільшого, полі- та мезогалобні і β -мезосапробні діатомеї. Рідше зустрічалися ціанопрокаріоти і дінофітові водорості. Олігогалоби (галофіли та індіференти) частіше зустрічалися в частинах моря, що зазнають впливу опріснених лиманних та дренажних вод, зокрема в акваторіях пляжів Затоки, Коблевого, м. Южне та «Дельфін». Види α -мезосапроби інтенсивніше розвивалися в антропогенізованих морських ділянках – прибережжі

санаторію ім. Чкалова, на пляжах «Дельфін» та с. Коблеве, в Одеському порту і Григоріївському лимані.

5.2 Оцінка стану середовища чорноморських водних масивів за трофністю та сапробністю донних мікроводоростей

У 2019-2021 роках також була проведена оцінка екологічного стану довкілля водних масивів CW4, CW5, CW6, CW7 та TW21 за шкалами та класами трофності [50] та сапробності [19] по показниках загальної чисельності клітин водоростей (див. табл. 4) та кількості видів α -мезосапробів (див. табл. 5) у мікрофітобентосі твердих субстратів, як індикаторних характеристик відгуків цих чутливих організмів-моніторів на умови мешкання у різних ділянках ПЗЧМ (табл. 21-22).

Встановлено, що по показниках загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів переважна більшість досліджених ділянок моря належала до мезотрофного класу, що цілком відповідає доброму екологічному стану вод. Акваторія, прилегла до мису Малий Фонтан, влітку 2019-2021 років належала до оліготрофного класу і лише її екологічний стан впродовж цього періоду був відмінним. Також відмінний екологічний стан був притаманний довкіллю прибережжя Дачі Ковалевського та Одеського порту влітку 2021 року. Восени 2020 року морське довкілля біля санаторію ім. Чкалова та на пляжі «Дельфін», а восени 2021 – і середовище акваторії поблизу мису Малий Фонтан, належали до евтрофного класу, а їх екологічний стан був задовільним.

Згідно з WFD, наявність або відсутність індикаторних видів можуть бути важливими параметрами для досліджень реакції водної флори на зміни умов у оточуючому їх середовищі. Показник кількості α -мезосапробних видів в угрупованні мікрофітобентосу був застосований для оцінки екологічної якості довкілля. Він відобразив зв'язок між сапробністю і трофністю та чітко показав ступінь евтрофікації досліджених ділянок прибережжя ПЗЧМ.

Таблиця 21 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів CW4, CW5, CW6, CW7 та TW21 за шкалою та класами трофності [78] по показниках загальної чисельності мікрофітобентосу твердих субстратів у 2019-2021 роках (млрд. кл. · м⁻²)

Клас екологічного стану вод		Відмінний (high)			Добрий (good)			Задовільний (moderate)			Посередній (poor)			Поганий (bad)			
Місце відбору проб		Кольоровий код	синій			зелений			жовтий			оранжевий			червоний		
		Шкала трофності, млрд. кл · м ⁻²	0,10-0,49			0,50-14,99			15,00-49,99			50,00-199,99			≥200,00		
		Класи трофності	Оліготрофний			Мезотрофний			Евтрофний			Політрофний			Гіпертрофний		
		Роки Сезони	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	Літо						6,29									
		Осінь					10,06	7,41									
	Пляж смт Затока (граніт)	Літо						4,91									
		Осінь					3,21	5,29									
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	Літо						3,80									
		Осінь				10,78	9,12	7,51									
	Дача Ковалевського (граніт)	Літо			0,31												
		Осінь				5,98	0,94	5,23									
	Пляж «Аркадія» (бетон)	Літо				3,39	2,88	7,49									
		Осінь				5,19	9,65	5,98									
	Мис Малий Фонтан (бетон)	Літо				3,52	1,98	3,01									
		Осінь				3,62	10,03				17,71						

Таблиця 22 – Оцінка екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ за шкалою та рівнем сапробності [21]
по α -мезосапробах у мікрофітобентосі твердих субстратів у 2019-2021 роках

Клас екологічного стану вод		Відмінний (high)			Добрий (good)			Задовільний (moderate)			Посередній (poor)			Поганий (bad)			
Місце відбору проб		Кольоровий код	синій			зелений			жовтий			оранжевий			червоний		
		Кількість α -мезосапробних видів, од.	0 - 1			2 - 4			5 - 7			8 - 10			≥ 11		
		Рівень сапробності	Олігосапробний			β -мезосапробний			α -мезосапробний			Полісапробний			Гіперсапробний		
		Роки Сезони	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CW4	Пляж смт Затока (бетон)	Літо									5						
		Осінь					3	3									
	Пляж смт Затока (граніт)	Літо									6						
		Осінь					2				6						
CW5	Дача Ковалевського (бетон)	Літо						2	5								
		Осінь					4				5						
	Дача Ковалевського (граніт)	Літо			1												
		Осінь							5	6				8			
	Пляж «Аркадія» (бетон)	Літо				4	2				5						
		Осінь				2	3				5						
	Мис Малий Фонтан (бетон)	Літо		0	0	3											
		Осінь	0	0							5						
	Мис Малий Фонтан (мідії з бетону)	Літо						4	6	5							
		Осінь				3	4				7						

За вмістом α -мезосапробів на твердих субстратах переважна більшість ділянок моря, обстежених впродовж 2019-2021 років, належали до β - і α -мезосапробних класів (див. рис. 14 та рис. 18), тобто мали добрий та задовільний екологічний стан. Акваторії, що входили до складу CW5 та CW7, де були відсутні α -мезосапроби, належали до олігосапробних, тобто їхній екологічний стан був відмінним. Восени 2019 року кількість α -мезосапробів зменшилася, що свідчить про покращення екологічного стану морського довкілля, впродовж 2020 – суттєво не змінювалась, що вказує на стабільність екологічного стану. Восени 2021 року їх вміст підвищився у більшості досліджених морських ділянок. Найвища кількість α -мезосапробів спостерігалася осінню 2021 року у прибережжях санаторію ім. Чкалова та Дачі Ковалевського (CW5) і в Одеському порту (CW6), восени 2020 – на пляжі м. Южне (CW7), в осінній сезон 2019 – в Григоріївському лимані на стулках мідій з бетону. Екологічний стан даних акваторій був посереднім.

Проведені у 2019-2021 роках оцінка та діагноз екологічного стану довкілля водних масивів ПЗЧМ і транзитних вод Григоріївського лиману за методом біоіндикації з використанням систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку організмів-моніторів (бентосних мікрофітів) показали, що у 2020 році та влітку 2021 року якість довкілля досліджених акваторій значно покращилася. Вперше за всі роки спостережень на більшості станцій прибережних досліджень якість водного довкілля відповідала екологічному класу вод «добрий», а у решти ділянок моря – класу «задовільний». Незважаючи на це, восени 2021 року сталося погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ, здебільшого, до стану «задовільний». А для деяких акваторій – навіть до стану «посередній».

Для уточнення Базової оцінки якості довкілля було проаналізовано середні показники розвитку мікрофітобентосу на пухких субстратах прибережжя ПЗЧМ в літні та осінні сезони 2014-2021 років (табл. 23). Встановлено, що в акваторії біля Лузанівки II середні показники чисельності (а восени – й біомаси) та кількості

Таблиця 23 – Середні показники розвитку мікрофітобентосу піщаних ґрунтів водних масивів ПЗЧМ
впродовж 2014-2021 років

Місце відбору проб води (водні масиви)	Літні сезони 2014-2021					Осінні сезони 2014-2021				
	Кількість років (n)	min	max	$\bar{x} \pm \sigma$	с. v. (%)	Кількість років (n)	min	max	$\bar{x} \pm \sigma$	с. v. (%)
Середня загальна чисельність (млн.кл./м ²)										
Мис Малий Фонтан (пісок) (CW5)	7	623,44	9 387,77	2 647,87 ± 1 325,955	50,08	7	1 103,26	13 967,51	3 193,19 ± 1 946,232	60,59
Район Лузанівки II (пісок) (CW6)	6	1 293,19	6 672,56	3 127,85 ± 953,762	30,49	8	314,31	10 592,95	3 845,92 ± 1 366,854	35,54
Середня загальна біомаса (мг/м ²)										
Мис Малий Фонтан (пісок) (CW5)	7	42,51	791,74	286,32 ± 113,351	39,59	7	27,40	350,94	120,69 ± 48,948	40,56
Район Лузанівки II (пісок) (CW6)	6	38,74	263,14	135,81 ± 39,786	29,30	8	71,87	977,22	320,69 ± 120393	37,54
Середня кількість α-мезосапробів										
Мис Малий Фонтан (пісок) (CW5)	7	1	3	1,57 ± 0,03	19,27	7	0	2	0,57 ± 0,303	53,16
Район Лузанівки II (пісок) (CW6)	6	2	4	2,33 ± 0,355	15,22	8	0	5	2,25 ± 0,665	29,55

α -мезосапробних видів мікрофітобентосу були дещо вищими, ніж поблизу мису Малий Фонтан. Чисельність водоростей влітку та восени тут була вищою в 1,2, біомаса восени – в 2,7 рази. Кількість α -мезосапробів влітку була в 1,5, а восени – в 3,9 рази вище у порівнянні з менш евтрофікованою вищенаведеною акваторією. Тобто, ділянка моря біля Лузанівки II була більш органічно забрудненою, ніж прилегла до мису Малий Фонтан.

Ряд спостережень на пухких субстратах решти акваторій прибережжя ПЗЧМ наразі ще занадто короткий для ретроспективного аналізу та розробки шкали трофності з метою подальшої оцінки екологічного стану морського довкілля, на що вказують високі значення коефіцієнтів варіації (див. табл. 23). Дані з кількісних показників розвитку чорноморського мікрофітобентосу на твердих та пухких субстратах в 60-х роках минулого століття містяться у деяких роботах румунських вчених [78].

Показник чисельності мікрофітобентосу постійно зрошуваних кам'янистих субстратів, отриманий улітку 1964 року біля румунських берегів, становив 1,2 млн. кл./см² (або $12,0 \cdot 10^3$ млн. кл./м²), а на мідіях з глибин 8-12 м щільність обростань варіювала від 9,2 до 11,5 тис. кл./ см². На піску з глибини 12 м чисельність мікроводоростей коливалася від 8,0 до 85,6 тис. кл./см² (або 80,0-856,0 млн. кл./м²), а на мулистому дні на глибинах від 15 м до 30 м – від 7,0 до 260,0 тис. кл./ см². Максимальна біомаса мікрофітобентосу на піску влітку 1964 року сягала 3 096,0 мг/м². В травні 1965 року на слизистому покритті кам'янистого дна південніше від Констанци, на глибинах 5-8 м був знайдений мікрофітобентос у величезних кількостях 846-1 210 тис. кл./см².

Наведені Бодяну дані про стан мікрофітобентосу в 60-х – 70-х роках XX сторіччя [78] є безцінним матеріалом для порівняння в подальшому з нашими результатами, поповнюємої наразі бази даних, щодо стану бентосних мікроводоростей з різних типів морських субстратів та глибин.

5.3 Оцінка якості довкілля Філофорного поля Зернова за показниками розвитку мікрофітобентосу

Влітку 2019 року були проведені моніторингові дослідження в акваторії ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова». Здійснена 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, неподалік жолобу зносу) частинах заповідного об'єкту (див. 2).

Всього в досліджених акваторіях заказника було знайдено 87 видів мікроводоростей (Додаток Г). Переважали діатомові (87,0 % від загальної кількості знайдених видів), значно менше було синьо-зелених та золотистих – 5,0 % та 4,0 % (рис. 20). Серед діатомей мікрофітобентосу ФПЗ найширше були представлені роди: *Nitzschia* – 10 видів, *Amphora* та *Halamphora* – по 5.

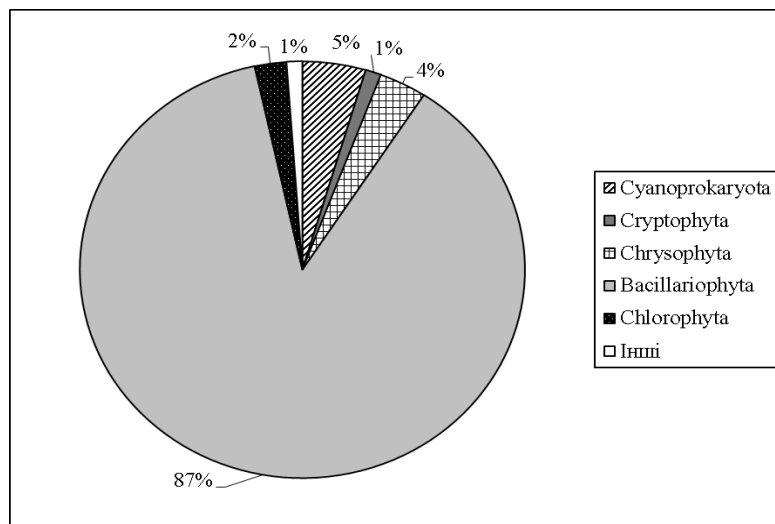


Рисунок 20 – Таксономічний склад мікрофітобентосу району Філофорного поля Зернова в 2019 році (% від кількості знайдених видів)

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

У таксономічному складі мікрофітобентосу обох досліджених ділянок ФПЗ більшість становили діатомові водорості (рис. 21). 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 [79]. Тільки тут була знайдена криптофітова водорість *H. fusiforme*, а на станції 17 – зелені *D. communis* та *M. arcuatum*.

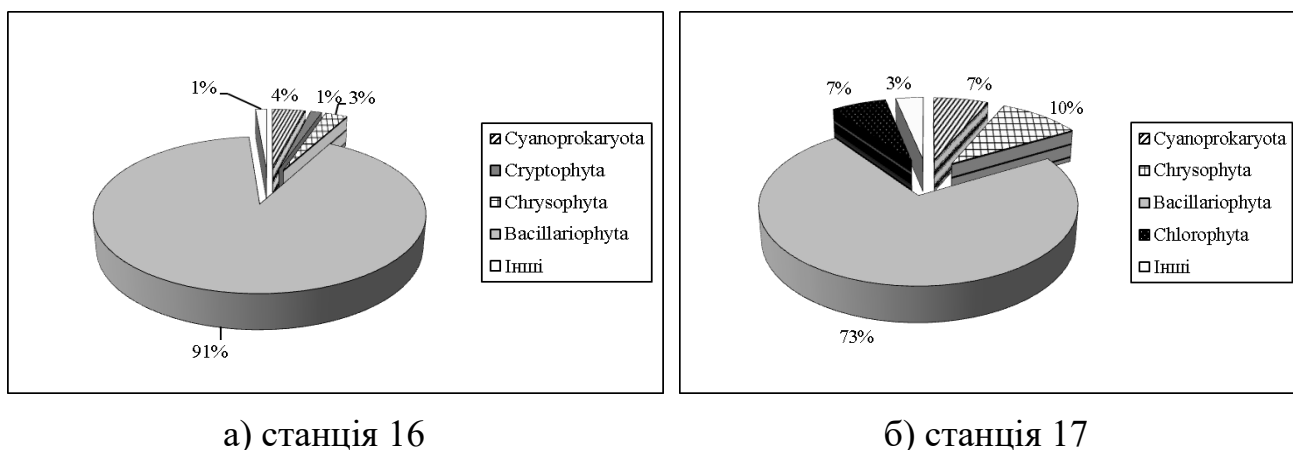


Рисунок 21 – Таксономічний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року (% від кількості знайдених видів)

Чисельність мікрофітобентосу обох досліджених акваторій ФПЗ формували, в основному, дрібноклітинні синьо-зелені водорості, біомасу – крупноклітинні діатомові (табл. 24). 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 24 – Кількісні показники розвитку мікрофітобентосу
в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року

Райони	Відділи водоростей						
	Цуанопрока- ryota	Crypto- phyta	Chryso- phyta	Bacillario- phyta	Chloro- phyta	Інші	Всього
Чисельність (млн. кл/м²)							
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/м²)							
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

За отриманими показниками біомаси мікрофітобентосу на пухких субстратах (відповідно [50]), влітку 2019 року водне довкілля станції 16 належало до класу «гіпертрофне», а більш мористої станції 17 – до класу «мезотрофне».

Стосовно солоності води знайдені водорості були, здебільшого, полігалобами (рис. 22). Це, в першу чергу, діатомеї *G. marina*, *Rhabdonema*

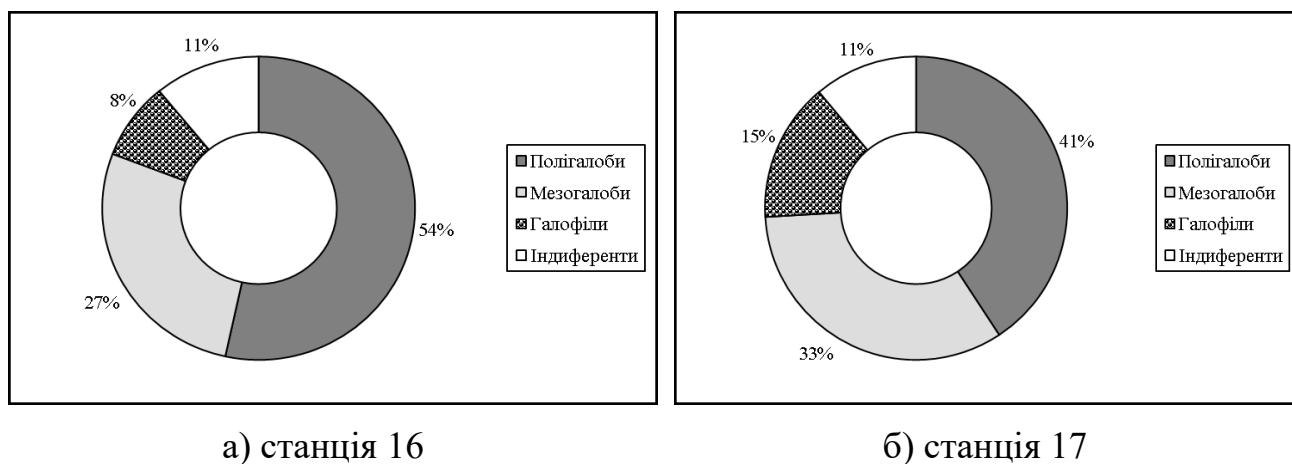


Рисунок 22 – Галобіонтийний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля
Зернова влітку 2019 року (% від кількості індикаторних видів)

adriaticum, *Synedra crystallina*, тощо. Мезогалофи були представлені діатомеями родів *Navicula* і *Nitzschia*, галофіли – родами *Cyclotella* і *Diatoma*, індиференти – *Diploneis oblongella*.

У сапробіонтному складі мікрофітобентосу повсюдно переважали β -мезосапроби, значно менше було α -мезосапробів (рис. 23).

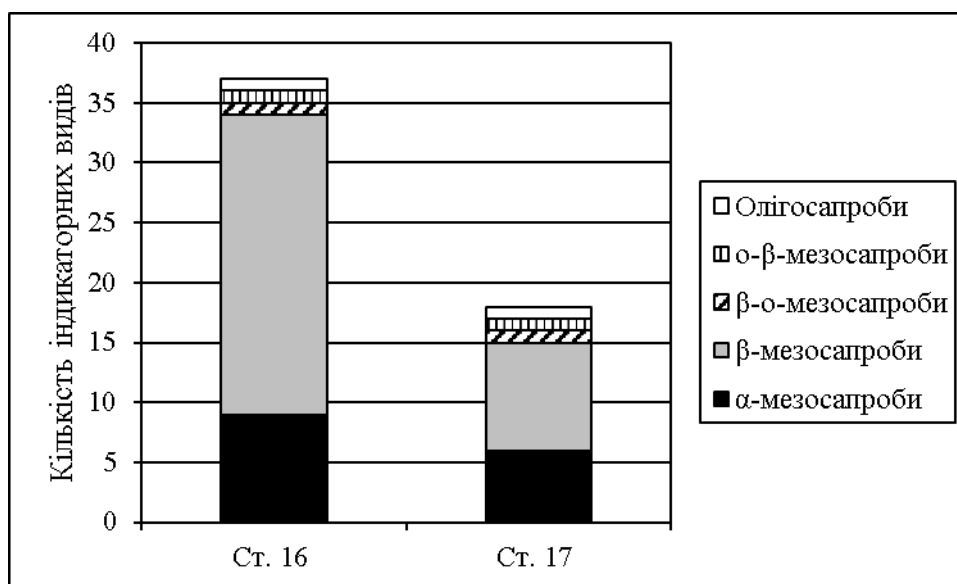


Рисунок 23 – Сапробіонтний склад мікрофітобентосу в районі Філофорного поля Зернова влітку 2019 року

На станції 16 найчисленнішими та наймасовішими представниками β -мезосапробів були *Bacillaria paxillifer* і *G. marina*, а серед α -мезосапробів найбільш інтенсивно розвивалися *P. sulcata* і *T. fasciculata*. На станції 17 α -мезосапроби були представлені, здебільшого, *Cyclotella choctawatcheeana*, *P. sulcata* і *M. moniliformis*. На обох станціях зустрічалася β -o-мезосапробна ціанопрокаріота *L. fragilis*.

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 ФПЗ 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 [79], 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 зросла 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 в цій акваторії зросла в 1,2, 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 ФПЗ за методом біоіндикації з використанням систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку організмів-індикаторів (бентосних мікроводоростей) показали, що на акваторії ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» угруповання мікрофітобентосу формували, здебільшого, полігалобні і β -мезосапробні діатомеї. Найбільш евтрофікованою («гіпертрофною») була північно-західна частина заповідного об'єкту, яка перебуває під впливом річкових та лиманних вод.

ВИСНОВКИ

Впродовж 2019-2021 років були проведені оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря за методами біотестування та біоіндикації з використанням фізіолого-морфологічних, систематичних, кількісних, галобіонтних і сапробіонтних показників розвитку тест-об'єктів та організмів-індикаторів різних систематичних рівнів і чутливостей.

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 (температура та солоність водних мас, штормові явища та ряд інших), що позначилося 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.

Восени 2019 року майже всі досліджені водні масиви за якістю довкілля відповідали класу екологічного стану вод «задовільний». Встановлено, що кращими серед водних об'єктів за екологічними властивостями для життєдіяльності гідробіонтів були води Григоріївського лиману.

Осіною 2020 року біотестування якості морського довкілля різних за антропогенним навантаженням водних масивів ПЗЧМ, проведене на личинках мідій, виявило, що екологічні характеристики досліджених вод, в цілому, значно покращилися, а їх якість зростала в ряду: CW7 → CW6 → CW5 → CW4. Було встановлено, що найкращим екологічним станом (за показником відсотку утворених личинок мідій нормальної морфології при тестуванні вод) характеризувалися довкілля ряду ділянок з водних масивів:

- CW5 (Дачі Ковалевського – 67,2 %, прибережжя мису Малий Фонтан – 65,2 %, пляжів «Дельфін» і «Аркадія» – 64,3 % та 61,6 %, відповідно);
- CW4 (пляжу бази відпочинку «Альбатрос» в Затоці – 60,6 %);

– CW6 (Одеського порту – 51,6 %).

Вперше за 20 років моніторингових досліджень стану чорноморського довкілля методом біотестування якості вод на личинках мідій вищенаведені середовища ділянок водних масивів відповідали класу екологічного стану вод «добрий», а всі інші досліджені прибережні зони моря – класу «задовільний». Слід зазначити, що саме у 2020 році європейські країни Дунайського басейну перебували у тотальних карантинах, пов'язаних з пандемією коронавірусної хвороби (COVID-19), що супроводжувалося повсюдними тимчасовими зупинками промислових виробництв, а це суттєво зменшило кількість скидів стоків та, тим самим, знизило токсичність вод Дунаю і посприяло зростанню самоочищувальної здатності моря саме на акваторіях CW4-CW6, перебуваючих під впливом дунайських водних мас.

Попри це, осінній сезон 2021 року приніс погіршення якості прибережного водного довкілля ПЗЧМ, здебільшого, до стану «задовільний». А для третини акваторій – навіть до стану «посередній».

За даними біотестування на личинках мідій, якість прибережних вод масивів ПЗЧМ (CW4-CW7) в осінні сезони 2019-2021 років, в середньому, відповідала, як і за Базовою оцінкою за осінні періоди 2009-2018 років, класу екологічного стану «задовільний». Порівняння середньої оцінки показників розвитку личинок мідій нормальної морфології за осінні сезони 2019-2021 років (що склала 32,0 %) вказує на покращення в 1,9 рази екологічного стану водних масивів CW4-CW7 відносно показника визначеної Базової оцінки якості довкілля даних ділянок моря (16,7 % морфологічно нормальних тест-об'єктів).

За результатами біотестування та біоіндикації якості морського довкілля акваторії ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова», розташованого у відкритій частині шельфу ПЗЧМ, у літньо-осінній період 2019 року виявлено, що екологічні властивості поверхневих вод цього заповідного об'єкту були значно ліпші, ніж придонних (у 1,5-1,9 рази), але всі водні шари цієї ділянки моря відповідали класу екологічного статусу вод Не ДЕС. Порівняно з довкіллям прибережжя ПЗЧМ водне середовище заказника, що

перебувало під впливом евтрофікованих річкових та лиманних вод, було дещо гіршим для розвитку гідробіонтів.

Проведені впродовж 2019-2021 років біотестування та біоіндикація якості вод Дністровського та Дніпро-Бузького районів ПЗЧМ виявили, що акваторія, розташована біля мису Малий Фонтан (CW5), мала, в цілому, найкращі екологічні властивості для розвитку морських організмів, тобто залишилася умовно-чистою в прибережжі м. Одеси.

Актуальність роботи пов'язана із необхідністю використання в системі морського моніторингу сучасних інтегральних та економічно ефективних методів біотестування та біоіндикації з метою отримання наукової інформації щодо змін екологічного стану морського середовища для наступного використання при розробці ДЕС та заходів щодо можливого покращення якості прибережних вод Чорноморського регіону, для підготовки Національної доповіді про стан довкілля України, для охорони у відкритій частині Чорного моря ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова», для участі у науково-практичних конференціях і для екологічної освіти населення, тощо.

Дослідження властивостей морських і лиманських вод для життєдіяльності гідробіонтів, встановлення класів екологічного стану водних масивів та визначення ДЕС для відкритих акваторій показали доцільність проведення подальших робіт з біологічного моніторингу для наступної систематичної комплексної оцінки і діагнозу якості довкілля Чорного моря та адаптивного управління його сучасним екологічним станом на базі екосистемного підходу.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

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 вже 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 Одесі (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-XII зі змінами та доповненнями // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>. – 26.12.2020. – 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>. – 26.12.2020. – Назва з екрану

3 Україна. Закони. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод [Електронний ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 758 зі змінами // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-п#Text> – 27.12.2020. – 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>. – 25.12.2020. – 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 28.02.19 р. № 2697-VIII // Відомості Верховної Ради України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>. – 24.12.2020. – 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>. – 20.12.2020. – 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. – 25.12.2020. – 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> – 25.12.2020. – 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 Строганов Н. С. Метод биотестирования качества вод с использованием дафний [Текст] / Н. С. Строганов, Е. Ф. Исакова, Л. В. Колосова // Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – С. 5-12

13 Филенко О. Ф. Некоторые принципы биотестирования токсичности загрязняемых природных вод [Текст] / О. Ф. Филенко // Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 185-193

14 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

15 Костылев Э. Ф. 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 : НПЦ «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 Оксиук О. П. Методологические принципы оценки экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу [Текст] / О. П. Оксиук, 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 : ІНБАЦ, 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 Assesment 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 Moore M. N. Lysosomal and microsomal responses in *Littorina littorea*: futher 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 Puplishing, 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. Атлас токсичных микроводорослей Черного и Азовского морей [Текст] / Л. И. Рябушко. – НИЦ Вооруженных Сил Украины «Государственный океанариум». – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 140 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 Berlid 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 Окснюк О. П. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон и зоофитос [Текст] / О. П. Окснюк, Л. Н. Зимбалева, А. А. Протасов [и др.] // Гидробиологический журнал. – 1994. – Т. 30, № 4. – С. 31-35

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

52 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

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 Рачинська О. В. Оцінка змін екологічного стану довкілля Малого Аджалицького лиману методом біоіндикації за показниками розвитку мікрофітобентосу [Текст] / О. В. Рачинська // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку XXI сторіччя»; ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2019. – С. 127-129

78 Бодяну Н. Микрофитобентос [Текст] / Н. Бодяну // Основы биологической продуктивности Черного моря / под. отв. ред. В. В. Грезе. – К. : Наукова думка, 1979. – С. 109-122

79 Красота Л. Л., Рачинська О. В. 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				о						о		о
10	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988	л, о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о	о
11	<i>Lyngbya confervoides</i> C.Agardh ex Gomont, 1892	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о	о
12	<i>L. majuscula</i> Harvey ex Gomont, 1892										о		
13	<i>Lyngbya sp.</i>				о								
14	<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing, 1849									о			
15	<i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Kützing, 1845					о	л, о				о		
16	<i>Microcystis sp.</i>	л, о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о	о

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

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
51	<i>G. eximium</i> (Thwaites) Boyer, 1927	о											
52	<i>G. prolongatum</i> (W.Sm.) (W.Smith) J.W.Griffith & Henfrey, 1856	л, о			л, о						о		
53	<i>G. strigilis</i> (W.Smith) J.W.Griffin & Henfrey, 1856	о											
54	<i>Halamphora</i> <i>coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov, 2009	л, о		л	л			о	о		о		о
55	<i>H. cymbifera</i> (Gregory) Levkov, 2009							о					
56	<i>H. eunotia</i> (Cleve) Levkov, 2009				л						о		
57	<i>Hyalodiscus</i> <i>scoticus</i> (Kützing) Grunow, 1879				л								

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							о					
93	<i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkovsky, 1903	о											
94	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queckett) W.Smith, 1852							о			о	о	
95	<i>P. elongatum</i> W.Smith, 1852							о			о	о	
96	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère, 1982	л											
97	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden, 1928	л, о	о	о	л, о	л, о		о	о	о	о	о	о
98	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström, 1986	о						о					

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 micro- porum</i> Nägeli in A.Braun, 1855						л						
4	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hege- wald) 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 ВОДНИХ МАСИВІВ ЧОРНОГО МОРЯ В 2020 РОЦІ

Таблиця Б.1 – Видовий склад мікрофітобентосу водних масивів ПЗЧМ у 2020 році (л – літом, о – восени;
на жовтому тлі наведені назви потенційно токсичних водоростей)

№ з/П	Види та різновиди	Водні масиви										
		CW4	CW5					CW6			CW7	
		Пляж сmt Затока	Дача Ковлевського	Пляж «Аркадія»	Мис Малий Фонтан	Прибережжя сан.м. Чкалова	Пляж «Дельфін»	Одеський порт	Лузанівка І	Лузанівка ІІ	Пляж м. Южне	Пляж с. Коблеве
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Відділ Cyanoprokaryota												
1	<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault, 1886	о			о							о
2	<i>Calothrix confervicola</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault, 1886			л								

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	<i>C. scopulorum</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault, 1886	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о		о			о
4	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli, 1849	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о			о
5	<i>Ch. turgidus</i> (Kützing) Nägeli, 1849				о				о			
6	<i>Dolichospermum flosaquae</i> (Brébis- son ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek, 2009											о
7	<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek, 1993	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о		о	о
8	<i>Jaaginema kisselevii</i> (Anissimova) Anagnostidis & Komárek, 1988	о		л	л		л					о

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	<i>Kamptonema laetevirens</i> (H.M.Crouan & P.L.Crouan ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda, 2014				o							
10	<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988	o	o	л, o	л, o	л, o	л, 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
12	<i>L. majuscula</i> Harvey ex Gomont, 1892					o						
13	<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing, 1849						o		o	o		o
14	<i>M. glauca</i> (Ehrenberg) Kützing, 1845	o		o	л, o	л	л		o			o

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	<i>Microcystis sp.</i>	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о
16	<i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988					о	о		о		о	о
17	<i>Ph. corallinae</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988				о							
18	<i>Ph. limosum</i> (Dillwyn) P.C.Silva 1996	о	о	о	о	о	о		о		о	о
19	<i>Ph. nigroviride</i> (Thwaites ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988			л	о	о		о				
20	<i>Pleurocapsa entophysaloides</i> Setchell & N.L.Gardner, 1918				о							

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	<i>Schizothrix septentrionalis</i> Gomont, 1899	о	о	л	л, о		л, о		о			
22	<i>Spirulina tenuissima</i> Kützing, 1836				л			о				
23	<i>Synechococcus</i> sp.			л								
	Всього ціанопрокариот	11 о	8 о	11 л, 8 о	10 л, 15 о	7 л, 10 о	9 л, 10 о	7 о	12 о	4 о	6 о	13 о
Відділ Euglenophyta												
1	<i>Eutreptia lanovii</i> Steuer, 1904							о	о	о		
	Всього евгленових							1 о	1 о	1 о		
Відділ Dinophyta												
1	<i>Akashiwo sanguinea</i> (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup, 2000						о		о	о		
2	<i>Dinophysis sacculus</i> F.Stein, 1883						л					
3	<i>Dinophyta</i> sp.						о	о				

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh, 1881				о				о		о	о
5	<i>Durinskia agilis</i> (Kofoid & Swezy) Saburova, Chomérat & Hoppenrath, 2012			о			о		о	о		о
6	<i>Gymnodinium kowalevskii</i> Pitzik, 1967	о	о	л, о	о		л, о	о	о	о	о	о
7	<i>G. lacustre</i> J.Schiller, 1933											о
8	<i>G. wulffii</i> J.Schiller, 1933		о						о			
9	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy, 1921									о		
10	<i>Kryptoperidinium triquetrum</i> (Ehrenberg) U.Tillmann, M.Gottschling, M.Elbrächter, W.H.Kusber & M.Hoppenrath, 2019			л, о		о		о	о			о

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	<i>Lingulodinium polyedra</i> (F.Stein) J.D.Dodge, 1989	о	о	о	о		о	о	о	о	о	о
12	<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ost.) Dodge, 1976	о		л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о
13	<i>P. micans</i> Ehrenberg, 1834	о			л, о		о	о	о	о	о	о
14	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech, 1974							о				
15	<i>P. steinii</i> (Jørgensen, 1899) Balech, 1974							о				
16	<i>Scrippsiella acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S.Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling, 2015	о		л, о	о			о	о	о	о	о

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17	<i>Triplos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez, 2013											о
	Всього дінофітових	5 о	3 о	4 л, 6 о	2 л, 6 о	1 л, 2 о	3 л, 7 о	9 о	10 о	8 о	6 о	10 о
Відділ Cryptophyta												
1	<i>Hillea fusiformis</i> (J.Schiller) J.Schiller, 1925	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о
	Всього криптофітових	1 о	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
Відділ Chrysophyta												
1	<i>Coccolithus sp.</i>			л	л	л						
2	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler, 1967	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о
3	<i>Syracolithus dalmaticus</i> (Kamp- tner) Leoblich Jr. & Tappan, 1966				л							

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Всього золотистих	1 о	1 о	2 л, 1 о	3 л, 1 о	2 л, 1 о	1 л, 1 о	1 о	1 о	1 о	1 о	1 о
Відділ Bacillariophyta												
1	<i>Achnanthes brevipes</i> C.Agardh, 1824		о	л, о	л, о	л, о	л, о	о			о	о
2	<i>A. longipes</i> C.Agardh, 1824			л	л, о	л, о		о			о	
3	<i>A. minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Krasske, 1938			л	л		л, о				о	
4	<i>Amphora angusta</i> Gregory, 1857							о				
5	<i>A. arcus</i> Gregory, 1854				о			о			о	
6	<i>A. commutata</i> Grunow, 1880										о	
7	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing, 1844						л			о		
8	<i>A. proschkiniana</i> Gusliakov, 1987		о	л	л, о	о	л, о	о				
9	<i>A. proteus</i> Gregory, 1857		о		л, о	о		о		о	о	

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	<i>Bacillaria paxillifer</i> (O.F.Müller) T.Marsson, 1901				о			о			о	
11	<i>Berkeleya rutilans</i> var. <i>rutilans</i> (Trentepohl ex Roth) Grunow, 1880						л	о			о	
12	<i>Caloneis liber</i> (W.Smith) Cleve, 1894		о		л, о	о	о	о		о	о	о
13	<i>Carinasigma rectum</i> (Donkin) G.Reid, 2012		о		л, о	о		о			о	о
14	<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg, 1839	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о		о	о
15	<i>Chaetoceros borgei</i> Lemmermann, 1904			л								
16	<i>Ch. curvisetus</i> Cleve, 1889			л								
17	<i>Ch. lorenzianus</i> Grunow, 1863						о					
18	<i>Cocconeis costata</i> W.Gregory, 1855	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
27	<i>Diatoma tenue</i> C.Agardh, 1812		о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о		о	
28	<i>D. vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent, 1824	о	о		л	о	о	о		о	о	о
29	<i>D. vulgaris</i> var. <i>breve</i> Grunow, 1862	о	о	о		л, о	о		о	о	о	
30	<i>D. vulgaris</i> var. <i>lineare</i> Grunow, 1881						о					
31	<i>Diploneis</i> <i>oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve- Euler, 1922		о						о	о		о
32	<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow, 1885			л								
33	<i>Fragilaria</i> <i>construens</i> (Ehrenberg) Grunow, 1862	о									о	
34	<i>Gomphonema</i> <i>olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson, 1838						о					

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
35	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing, 1849	о		о		о						
36	<i>Grammatophora</i> <i>marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844				л, о		л, о					о
37	<i>Gyrosigma</i> <i>acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst, 1853				о	о					о	
38	<i>G. prolongatum</i> (W.Sm.) (W.Smith) J.W.Griffith & Henfrey, 1856				л, о							
39	<i>Halamphora</i> <i>coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov, 2009	о	о		л, о	о	л, о	о	о	о		о
40	<i>H. cymbifera</i> (Gregory) Levkov, 2009					о		о	о	о		о
41	<i>H. eunotia</i> (Cleve) Levkov, 2009		о				л	о				

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
42	<i>H. hyalina</i> (Kützing) Rimet & R. Jahn in Rimet et al., 2018				о			о				
43	<i>H. terroris</i> (Ehrenberg) Wang in Wang et al., 2014									о		
44	<i>Hyalodiscus</i> <i>scoticus</i> (Kützing) Grunow, 1879				л, о		л, о	о			о	о
45	<i>Leptocylindrus</i> <i>danicus</i> Cleve, 1889					о		о				
46	<i>Licmophora</i> <i>abbreviata</i> C.Agardh, 1831							о				
47	<i>L. ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow, 1867						о					
48	<i>L. flabellata</i> (Grev.) C.Agardh, 1831				л		о	о				
49	<i>L. gracilis</i> (Ehren- berg) Grunov, 1867	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о				

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	<i>L. ovulum</i> Mereschkovsky, 1902		о	о	л, о	л, о	о	о				
51	<i>L. paradoxa</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1828						о					
52	<i>Lyrella atlantica</i> (Schmidt) D.G.Mann, 1990			л			л					
53	<i>Mastogloia pumila</i> Cleve, 1895								о			
54	<i>Melosira moniliformis</i> (O.F.Müller) C.Agardh, 1824					л, о					о	о
55	<i>M. moniliformis</i> var. <i>subglobosa</i> (Grunow) Hustedt, 1927					л, о	о	о			о	
56	<i>Navicula cancellata</i> Donkin, 1872	о	о		л, о		л, о		о	о	о	о

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
57	<i>N. cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1861											о
58	<i>N. cryptocephala</i> Kützing, 1844	о	о	л	л, о	л, о	л, о	о	о		о	о
59	<i>N. digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs, 1861				о							
60	<i>N. directa</i> (W.Smith) Ralfs in Pritchard, 1861			о	л, о	о	о	о			о	
61	<i>N. menisculus</i> Schumann, 1867										о	
62	<i>N. pennata</i> A.Schmidt, 1876		о	л, о	л, о	л, о	о	о			о	о
63	<i>N. peregrina</i> var. <i>peregrina</i> (Ehren- berg) Kützing, 1844		о			о	о				о	о
64	<i>N. ramosissima</i> (C.Agardh) Cleve, 1895	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
73	<i>N. obtusa</i> W.Smith, 1853				о			о			о	
74	<i>N. ovalis</i> H.J.Arnett, 1880					л						
75	<i>N. pusilla</i> Grunow, 1862					о	л	о				
76	<i>N. sigma</i> (Kützing) W.Smith, 1853				л, о		о	о			о	
77	<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith, 1853		о								о	
78	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch, 1860					о					о	о
79	<i>N. vitrea</i> G.Norman, 1861	о						о				
80	<i>Nitzschia sp.</i>				л							
81	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve, 1873		о		л	л, о		о				
82	<i>Parlibellus delognei</i> (Van Heurck) E.J.Cox, 1988	о	о				о					

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
83	<i>Petroneis humerosa</i> (Brébisson ex W.Smith) A.J.Stickle & D.G.Mann, 1990	o										
84	<i>Pleurosigma</i> <i>angulatum</i> (Queckett) W.Smith, 1852		o		o	o					o	
85	<i>P. elongatum</i> W.Smith, 1852				o	o						
86	<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>delicatissima</i> (Cleve) Heiden, 1928	o	o		л, o		л	o				
87	<i>Rhoicosphenia</i> <i>abbreviata</i> (C.Agardh) Lange- Bertalot, 1980		o		o	o						
88	<i>Skeletonema</i> <i>costatum</i> (Greville) Cleve, 1873							o				

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
89	<i>Stauroneis simulans</i> (Donk.) Ross ex Hartley, 1986	о	о		л, о	л, о	о	о			о	о
90	<i>Staurophora salina</i> (W.Smith) Mereschkowsky, 1903						о				о	
91	<i>Stephanodiscus</i> <i>hantzschii</i> Grunow, 1880	о										
92	<i>Striatella delicatula</i> (Kützing) Grunow ex Van Heurck, 1881						о					
93	<i>S. interrupta</i> (Ehrenberg) Heiberg, 1863				л, о		л					
94	<i>S. unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1832			л	л		л, о					

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
95	<i>Synedra crystallina</i> (C.Agardh) Kützing 1844				л			о				
96	<i>S. pulchella</i> Kützing, 1844							о				
97	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round, 1986	о	о	л, о	л, о	л, о	о	о			о	о
98	<i>T. gaillonii</i> (Bory de Saint- Vincent) Bukhtiyarova, 1995				л, о			о				
99	<i>Thalassiosira baltica</i> (Grunow) Ostenfeld, 1901	о	о	о	л, о	л, о	о	о			о	
100	<i>Th. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve, 1904	о						о				
101	<i>Th. parva</i> Proschkina- Lavrenko, 1955						о					

Кінець таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	<i>Chlorella sp.</i>											о
3	<i>Chlorophyta sp.</i>								о			
4	<i>Coelastrum micro- porum</i> Nägeli in A.Braun, 1855								о			
5	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hindak, 1970		о	л	л	л	л, о	о			о	о
6	<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow, 1903						л					
	Всього зелених	1 о	1 о	1 л	1 л	1 л	2 л, 1 о	1 о	2 о		1 о	2 о
	Інші види											
1	<i>Flagellata sp.</i>	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	о	о	о	о
	Всього флагеллят	1 о	1 о	2 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
	Разом видів мікрофітобентосу	44 о	47 о	43 л, 34 о	56 л, 67 о	32 л, 56 о	40 л, 64 о	70 о	40 о	30 о	62 о	54 о

ДОДАТОК В

ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД МІКРОФІТОБЕНТОСУ ВОДНИХ МАСИВІВ ЧОРНОГО МОРЯ В 2021 РОЦІ

Таблиця В.1 – Видовий склад мікрофітобентосу водних масивів ПЗЧМ у 2021 році (л – літом, о – осінню;
на жовтому тлі наведені назви потенційно токсичних водоростей)

№ з/П	Види та різновиди	Водні масиви										
		CW4	CW5					CW6			CW7	
		Пляж сmt Затока	Дача Ковлевського	Пляж «Аркадія»	Мис Малий Фонтан	Прибережжя сан.ім. Чкалова	Пляж «Дельфін»	Одеський порт	Лузанівка І	Лузанівка ІІ	Пляж м. Южне	Пляж с. Коблеве
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Відділ Cyanoprokaryota												
1	<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault, 1886	л								о	о	
2	<i>Calothrix scopulorum</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault, 1886	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о		л, о		л, о	л, о

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli, 1849	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	л, о	л	л, о	о	л
4	<i>Ch. turgidus</i> (Kützing) Nägeli, 1849	о		о	о						о	
5	<i>Glaucospira laxissima</i> (G.S.West) Simic, Komárek & Dordevic, 2014	л						о			о	о
6	<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek, 1993	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о		л, о	л, о
7	<i>Jaaginema geminatum</i> (Schwabe Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988				л							

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15	<i>M. tranquilla</i> (Ehrenberg) Trevisan, 1845									л		
16	<i>Microcystis</i> <i>aeruginosa</i> (Kützing) Kützing, 1846								о			
17	<i>Microcystis sp.</i>	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
18	<i>Phormidium</i> <i>chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988	л, о	о	л, о		о	л	о				о
19	<i>Ph. corallinae</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988				л							
20	<i>Ph. limosum</i> (Dillwyn) P.C.Silva 1996	л	о	л, о	о	о	л, о	л, о	л, о		о	л

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Всього евгленових	2 л		1 л		1 л	1 л, 1 о	1 л	1 л	1 л	1 л	1 л, 1 о
Відділ Dinophyta												
1	<i>Amphidinium</i> sp.	о										
2	<i>Dinophysis sacculus</i> F.Stein, 1883			о				л, о				
3	<i>Dinophyta</i> sp.				л, о			л	о			
4	<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh, 1881		о		л, о		о	о	о	о		л, о
5	<i>Durinskia agilis</i> (Kofoid & Swezy) Saburova, Chomérat & Hoppenrath, 2012			о	о	о	о		о	о	о	
6	<i>Gymnodinium kowalevskii</i> Pitzik, 1967	л	л, о	л, о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л
7	<i>G. lacustre</i> J.Schiller, 1933						о				о	о
8	<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy, 1921								о			

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	<i>Kryptoperidinium triquetrum</i> (Ehrenberg) U.Tillmann, M.Gottschling, M.Elbrächter, W.H.Kusber & M.Hoppenrath, 2019	о	о	о	о	о	л, о	о	о	о	о	о
10	<i>Lingulodinium polyedra</i> (F.Stein) J.D.Dodge, 1989						о		о			
11	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoed & Swezy, 1921										о	
12	<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ost.) Dodge, 1976	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
13	<i>P. micans</i> Ehrenberg, 1834	л, о	л, о	о	о		о	л, о	л, о	о		л

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	<i>Scrippsiella acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling, 2015	л	л, о	о	о	л		л, о	л, о	л, о	о	л, о
15	<i>Woloszynskia reticulata</i> R.H. Thompson, 1951	л						л		о	о	
	Всього дінофітових	5 л, 4 о	4 л, 6 о	2 л, 4 о	3 л, 8 о	3 л, 4 о	3 л, 8 о	7 л, 7 о	4 л, 10 о	3 л, 8 о	2 л, 8 о	5 л, 5 о
	Відділ Cryptophyta											
1	<i>Hillea fusiformis</i> (J. Schiller) J. Schiller, 1925	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
	Всього криптофітових	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о
Відділ Chrysophyta												
1	<i>Coccolithus sp.</i>	о			о	о	о	о		о	о	
2	<i>Chrysamoeba radians</i> Klebs, 1892							л				

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler, 1967	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
4	<i>Syracolithus dalmaticus</i> (Kamptner) Leoblich Jr. & Tappan, 1966		о	о				о				
	Всього золотистих	1 л, 2 о	1 л, 2 о	1 л, 2 о	1 л, 3 о	1 л, 2 о	1 л, 2 о	2 л, 3 о	1 л, 1 о	1 л, 2 о	1 л, 2 о	1 л, 1 о
Відділ Bacillariophyta												
1	<i>Achnanthes brevipes</i> C.Agardh, 1824	л, о	л, о	л, о	о	л, о	л, о	л, о	л	л	о	л
2	<i>A. delicatula</i> (Kützing) Brun, 1880			л								
3	<i>A. longipes</i> C.Agardh, 1824		л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о				л, о
4	<i>A. minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Krasske, 1938						л, о					
5	<i>Amphora arcus</i> Gregory, 1854				о							

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	<i>A. commutata</i> Grunow, 1880	о										
7	<i>A. libyca</i> Ehrenberg, 1840										о	л, о
8	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing, 1844	л					о	о		о		
9	<i>A. perpusilla</i> Grunow, 1884											л
10	<i>A. proschkiniana</i> Gusliakov, 1987		л		л, о	л, о	л, о	л, о	о			о
11	<i>A. proteus</i> Gregory, 1857		о	о	л, о	о	л, о	л, о			л	
12	<i>Amphora</i> sp.				о							
13	<i>Aulacoseira</i> <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, 1979	л, о		о					л	о		
14	<i>Auricula insecta</i> (Grunow) A.Schmidt, 1894				о	о						
15	<i>Bacillaria paxillifer</i> (O.F.Müller) T.Marsson, 1901			л				л, о				л

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	<i>Berkeleya rutilans</i> var. <i>rutilans</i> (Trentepohl ex Roth) Grunow, 1880							о				л
17	<i>Caloneis</i> <i>liber</i> (W.Smith) Cleve, 1894			л	л, о			л, о				о
18	<i>Campylodiscus</i> <i>fastuosus</i> Ehrenberg, 1845							о			о	
19	<i>Carinasigma rectum</i> (Donkin) G.Reid, 2012				л, о	о		л, о				
20	<i>Cerataulina</i> <i>pelagica</i> (Cleve) Hendey, 1937				л							
21	<i>Ceratoneis</i> <i>closterium</i> Ehrenberg, 1839	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
22	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864						о					
23	<i>Ch. curvisetus</i> Cleve, 1889			о								

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
24	<i>Ch. paulsenii</i> Ostenfeld, 1902	о										
25	<i>Ch. peruvianus</i> Gran, 1908		л									
26	<i>Ch. similis</i> Cleve, 1896	о										
27	<i>Ch. similis</i> f. <i>solitaries</i> Proschkina- Lavrenko, 1955						о					
28	<i>Ch. subtilis</i> var. <i>abnormis</i> Proschkina- Lavrenko, 1961								о			
29	<i>Cocconeis costata</i> W.Gregory, 1855	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
30	<i>C. pediculus</i> Ehrenberg, 1838					л, о	л, о			о	о	о
31	<i>C. placentula</i> Ehrenberg, 1838					л	о					
32	<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow, 1884	о				о	о		о	о		о

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
49	<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg, 1845					о						
50	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) A.J.Stickle & D.G.Mann, 1990							л				
51	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow, 1862	л				л						
52	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson, 1838	л	о				о					л
53	<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing, 1849						о					
54	<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing, 1844			л, о	л, о	л	о	л				л
55	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst, 1853								о			

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
56	<i>G. prolongatum</i> (W.Sm.) (W.Smith) J.W.Griffith & Henfrey, 1856				л							
57	<i>Halamphora</i> <i>coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov, 2009	о	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о			л	л, о
58	<i>H. cymbifera</i> (Gregory) Levkov, 2009				л, о	л, о		л, о			о	
59	<i>H. eunotia</i> (Cleve) Levkov, 2009				л, о	л	о	о				
60	<i>H. hyalina</i> (Kützing) Rimet & R. Jahn in Rimet et al., 2018				л, о	о	о					
61	<i>H. terroris</i> (Ehrenberg) Wang in Wang et al., 2014				о							
62	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange- Bertalot, Metzeltin & Witkowski, 1996	л				л						

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
63	<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kützing) Grunow, 1879		о	о	л, о	л, о	л, о		о		о	л, о
64	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve, 1889	о		о	о		о	л, о				
65	<i>Licmophora abbreviata</i> C.Agardh, 1831				л, о		о	л, о	л	л, о		о
66	<i>L. flabellata</i> (Grev.) C.Agardh, 1831					о			л			
67	<i>L. gracilis</i> (Ehr.) Grun., 1867	о	л, о	л, о	л, о	о	о	л, о	л	л		л
68	<i>L. ovulum</i> Mereschkovsky, 1902		о		о	о	л, о	л, о	л			
69	<i>L. paradoxa</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1828					о						
70	<i>Lyrella abrupta</i> (Gregory) D.G.Mann, 1990			о								
71	<i>L. lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva, 1978						л					

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
72	<i>Mastogloia braunii</i> Grunow, 1863			о								
73	<i>M. pumila</i> Cleve, 1895	о					о			о		
74	<i>Melosira moniliformis</i> (O.F.Müller) C.Agardh, 1824		л, о		о	л, о	л, о	о				
75	<i>M. moniliformis</i> var. <i>subglobosa</i> (Grunow) Hustedt, 1927	л	л, о	о	о	л, о	л, о		л			
76	<i>M. varians</i> C.Agardh, 1827	о										
77	<i>Navicula cancellata</i> Donkin, 1872			л, о	л, о	л, о	л, о		л, о	л		л
78	<i>N. cryptocephala</i> Kützing, 1844	л, о	о	о	л, о	л, о	л, о	л, о	л	о	л, о	л, о
79	<i>N. digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs, 1861	л	о			о					л	л
80	<i>N. directa</i> (W.Smith) Ralfs in Pritchard, 1861		о		л, о	о	о	л, о				

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
81	<i>N. palpebralis</i> Brébisson ex W.Smith, 1853			л								
82	<i>N. pennata</i> A.Schmidt, 1876	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о		л	л, о
83	<i>N. peregrina</i> var. <i>peregrina</i> (Ehren- berg) Kützing, 1844			о	о	л, о	л, о					
84	<i>N. radiosa</i> Kützing, 1844	о										
85	<i>N. ramosissima</i> (C.Agardh) Cleve, 1895	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
86	<i>N. salinarum</i> Grunow, 1880	л				о						л
87	<i>N. subrostellata</i> Hustedt, 1955	л, о				л						
88	<i>Navicula</i> sp.				л							
89	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow, 1862	л, о				о		о				
90	<i>N. communis</i> Rabenhorst, 1860	о					о	о				о

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
91	<i>N. commutata</i> Grunow, 1880	о		о			о	л				
92	<i>N. gracilis</i> Hantzsch, 1860											л
93	<i>N. hybrida</i> f. <i>hybrida</i> Grunow in Cleve & Grunow, 1880	л							л			
94	<i>N. intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow, 1880						о	о				л
95	<i>N. lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i> W.Smith, 1853		о		л, о	о		о	л			
96	<i>N. lanceolata</i> var. <i>minor</i> Grunow in Van Heurck 1881		о	л	о			л, о				
97	<i>N. longissima</i> (Brébisson) Ralfs, 1861						о	л				
98	<i>N. lorenziana</i> Grunow, 1879			о	о	о						
99	<i>N. obtusa</i> W.Smith, 1853				л	о		л				

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
100	<i>N. obtusa</i> var. <i>scalpelliformis</i> (Grunow) Grunow, 1881				о							
101	<i>N. ovalis</i> H.J.Arnott, 1880	л										
102	<i>N. pusilla</i> Grunow, 1862		о									
103	<i>N. sigma</i> (Kützing) W.Smith, 1853					л		о	л			л
104	<i>N. spectabilis</i> (Ehrenberg) Ralfs, 1861	о										
105	<i>N. vitrea</i> G.Norman, 1861					л		о				
106	<i>Pantocsekiella</i> <i>ocellata</i> (Pantocsek, 1901) K.T. Kiss & Ács, 2016	л, о							о			л
107	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve, 1873	л, о		л, о		л, о		л, о				

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
108	<i>Parlibellus delognei</i> (Van Heurck) E.J.Cox, 1988		л	л	л, о	л, о	л, о	л, о			л	л
109	<i>P. rhombicus</i> (Gregory) E.J.Cox, 1988				о							
110	<i>Petroneis humerosa</i> (Brébisson ex W.Smith) A.J.Stickle & D.G.Mann, 1990	л				л						
111	<i>Petrodictyon gemma</i> (Ehrenberg) D.G.Mann, 1990							л				
112	<i>Pinnularia quadratarea</i> (A.Schmidt) Cleve, 1895					о		л				
113	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Gregory) Kuntze, 1898				о							

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
114	<i>Planothidium dispar</i> (Cleve) Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin, 2000					л						
115	<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Bukhtiyarova, 1999							л	о	о	л	л
116	<i>Pleurosigma</i> <i>elongatum</i> W.Smith, 1852					о						
117	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère, 1982						л, о					
118	<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>delicatissima</i> (Cleve) Heiden, 1928	л	л	л, о	л, о		л, о	л, о		о	л	л
119	<i>P. pungens</i> (Grunow ex Cleve) G.R.Hasle, 1993	о	л		о		о	л, о			о	
120	<i>P. seriata</i> (Cleve) H.Peragallo, 1899							о				

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
121	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schul-tze) B.G.Sundström, 1986			л				о			л	
122	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot, 1980					л	л, о				л	л
123	<i>Seminavis pusilla</i> (Grunow) E.J.Cox & G.Reid, 2004										о	
124	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873							л				
125	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg, 1843	о										
126	<i>Stauroneis simulans</i> (Donk.) Ross ex Hartley, 1986		о	о	л, о	л, о	л, о	л, о				
127	<i>Staurophora salina</i> (W.Smith) Mereschkowsky, 1903	л, о		о	л, о	о	о	о				л

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
128	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow, 1880	л, о										
129	<i>Striatella delicatula</i> (Kützing) Grunow ex Van Heurck, 1881				л, о							
130	<i>S. interrupta</i> (Ehrenberg) Heiberg, 1863				л			л				
131	<i>S. unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1832		л		л, о	о	о	о				
132	<i>Surirella minuta</i> Brébisson, 1849				л							
133	<i>S. salina</i> W.Smith, 1851								о			
134	<i>Synedra baculus</i> Gregory, 1857				л							
135	<i>S. crystallina</i> (C.Agardh) Kützing 1844							о				
136	<i>S. pulchella</i> Kützing, 1844						о					

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
137	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round, 1986	л, о	о	л	л, о	л, о	л, о	л, о	л	л, о	л, о	л, о
138	<i>T. gaillonii</i> (Bory de Saint-Vincent) Bukhtiyarova, 1995				л, о	л	л	л, о				
139	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902	л	л	л, о	л, о	л	л, о	л, о	л	л	л	л
140	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo, 1910								л			
141	<i>Thalassiosira baltica</i> (Grunow) Ostenfeld, 1901	л, о	о	л, о	л, о	о	л, о	о	о	о	л, о	л, о
142	<i>Th. eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve, 1904				о							

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
143	<i>Th. parva</i> Proschkina- Lavrenko, 1955							о				
144	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894				л, о	л	л	л				
145	<i>Trieres mobiliensis</i> (J.W.Bailey) Ashworth & E.C.Theriot in Ashworth, Nakov & E.C.Theiriot, 2013			о								
146	<i>Tryblionella</i> <i>acuminata</i> W.Smith, 1853	о					о	л				
147	<i>Tryblionella</i> <i>apiculata</i> Gregory, 1857				л			о				
148	<i>T. punctata</i> W.Smith, 1853							л, о			л, о	
149	<i>T. punctata</i> var. <i>coarctata</i> (Grunow in Cleve & Möller) Pelletan, 1889							о				

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
150	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère in Jahn et al., 2001						о				л	л
	Всього діатомових	32 л, 39 о	21 л, 30 о	27 л, 34 о	46 л, 57 о	41 л, 48 о	36 л, 58 о	46 л, 55 о	23 л, 22 о	14 л, 16 о	22 л, 22 о	37 л, 26 о
Відділ Chlorophyta												
1	<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko 2001	л										
2	<i>Cosmarium</i> sp.	л										
3	<i>Coelastrum micro- porum</i> Nägeli in A.Braun, 1855	о									о	
4	<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald, 2000	л, о										л
5	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hindak, 1970	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	о	л, о	л, о

Кінець таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková- Legnerová, 1969										о	
7	<i>Pseudopediastrum</i> <i>boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald, 2005	л										
	Всього зелених	5 л, 3 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 о	1 л, 3 о	2 л, 1 о
Інші види												
1	<i>Flagellata sp.</i>	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о	л, о
	Всього флагеллят	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о	1 л, 1 о
	Разом видів мікрофітобентосу	60 л, 58 о	36 л, 50 о	44 л, 54 о	63 л, 83 о	56 л, 64 о	56 л, 82 о	67 л, 78 о	39 л, 44 о	25 л, 36 о	33 л, 48 о	59 л, 44 о

ДОДАТОК Г

**ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД МІКРОФІТОБЕНТОСУ В РАЙОНІ
ФІЛОФОРНОГО ПОЛЯ ЗЕРНОВА В 2019 РОЦІ**

Таблиця Г.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 sp.</i>	+	+	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 sp.</i>		+	пл		
2	<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) Hay & Mohler, 1967	+	+	пл	pg	

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7
3	<i>Syracolithus dalmaticus</i> (Kamptner) Leoblich Jr. & Tappan, 1966	+	+	пл	pg	
	Всього:	2	3			
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. proschkiniana</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

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7
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
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 flabellata</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	

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7
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	
46	<i>Nitzschia commutata</i> Grunow, 1880	+		д	gl	
47	<i>N. intermedia</i> f. <i>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.Arnett, 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

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7
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	
66	<i>S. pulchella</i> Kützing, 1844	+		об	mg	o-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

Кінець таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7
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 sp.</i>	+	+			
	Всього флагеллят	1	1			
	Разом видів мікрофітобентосу	77	31			

Умовні позначення: об – обростання; пл – планктонні; д – донні; pg – полігалоб; mg – мезогалоб; gl – галофіл; ind – індіферент; α – альфамезомезосапроб; β – бетамезосапроб; β-о – бетаолігомезосапроб; о-β – олігобетамезосапроб; о – олігосапроб.

ДОДАТОК Д
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ ДАНОЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ
РОБОТИ

1 Rachynska O. V. Microphytobenthos algae of mussel shells from the Odessa coastal zone as bioindicators of marine environment // Advances in Modern Phycology : Book of Abstracts of the VI International Conference. – Kyiv, 2019. – P. 84-86. – Режим доступу: <https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox/FMfcgxwCgpVWWQnrgLgbgJzgPMRwWqrL?projector=1&messagePartId=0.1>. – 26.12.2019. – Назва з екрану

2 Rachynska O. V. Odessa coastal zone microphytobenthos of hard grounds as marginal community of the Black Sea // International scientific conference, dedicated to 95th Anniversary of Academician of the NAS of Ukraine Yuvenaly Zaitsev «Achievements in studies of marginal effect in water ecosystems and their practical significance»: Book of abstracts (June 13-14, 2019, Odessa, Ukraine) / Aleksandrov B.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2019 – P. 44. – Режим доступу: <http://www.imb.odessa.ua/docs/2051.pdf>. – 26.12.2019. – Назва з екрану

3 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 ХХІ сторіччя»; ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2019. – С. 91-93

4 Рачинська О. В. Оцінка змін екологічного стану довкілля Малого Аджалицького лиману методом біоіндикації за показниками розвитку мікрофітобентосу // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку ХХІ сторіччя»; ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2019. – С. 127-129

5 Красота Л. Л., Рачинська О. В. Оцінка екологічного стану довкілля ботанічного заказника загальнодержавного значення «Філофорне поле Зернова» за методами біоіндикації та біотестування // 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

6 Rachynska O. Bioindication of the Black Sea Environment Quality by Microphytobenthos [Text] / O. Rachynska, L. Krasota // Cercetări Marine – Recherches marines. INCDM. ISSN:0250-3069. – 2020. – Issue no. 50. – P. 84-94. – Режим доступу: <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/159/124>. – 29.12.2021. – Назва з екрану

7 Krasota L. L. Bioassay of the Black Sea water quality on mussels' larvae of early stages of development // International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations” : Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) / Minicheva G.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2021. – P. 38. – Режим доступу: <http://www.blacksea-commission.org/Downloads/MarineEcosystems2021BoA.pdf>. – 28.12.2021. – Назва з екрану

8 Rachynska O. V. Bioindication of the Black Sea environment quality by the state of microphytobenthos // International scientific conference “Marine ecosystems: research and innovations” : Book of abstracts (27-29 October, 2021, Odessa, Ukraine) / Minicheva G.G., Snigirova A.A. (eds.) Odessa-Istanbul, 2021. – P. 57. – Режим доступу: <http://www.blacksea-commission.org/Downloads/MarineEcosystems2021BoA.pdf>. – 28.12.2021. – Назва з екрану