

УДК 574.58
КП 72.19.16 – 00.00
№ держреєстрації 0117U007152
Інв.№

МІНІСТЕРСТВО ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЇ МОРЯ (УкрНЦЕМ)
65009, м. Одеса, Французький бульвар, 89. тел. (0482) 63 66 22,
факс (0482) 637322e-mail: aceem@te.net.ua, www.sea.gov.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор УкрНЦЕМ
канд. геогр. наук., старш. наук. співроб.
_____ В.М.Коморін
«_____» _____ 2018р.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**ОЦІНКА ТА ДІАГНОЗ СТАНУ БІОЦЕНОЗІВ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ
МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ У 2017 РОЦІ**

Керівник НДР
начальник відділу НД та ОМБ,
канд. біол. наук

С. П. Ковалишина

2017

Рукопис закінчено 26 грудня 2017р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол
від 15 січня 2018 року № 1

СПИСОК АВТОРІВ

Керівник НДР, начальник ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	_____	С. П. Ковалишина (вступ; реферат; розділи 1-4, 6; 8; висновки)
Відповідальні виконавці: Наук. співроб. ВНД та ОМБ, канд. біол. наук	_____	Г. В. Теренько (розділ 2.2)
Зав. сектором ГБД	_____	М. О. Грандова (розділ 2, 3; висновки)
Виконавці: Заступник директора – начальник МІАЦ, канд. геогр. наук	_____	В. В. Український (розділ 8; висновки)
Наук. співроб. МІАЦ, відділу геоінформаційного аналізу, канд. біол. наук	_____	О.О. Семенова (розділ 7)
Наук. співроб. ВАД та ОМ, групи АЗР	_____	І. В. Малахов (розділ 8)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ, сектору ГБД	_____	М. В. Набокін (розділ 2 - 4)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ, сектору ГБД	_____	О. Г. Качалов (розділ 6.1)
Наук. співроб. МІАЦ, відділу АМЕАН, канд. біол. наук	_____	Т. В. Чужекова (розділ 6.2)
Наук. співроб. ВНД та ОМБ, сектору ГБД	_____	О. В. Зотова (розділ 3)
Наук. співроб. ВАД та ОМ	_____	Т. В. Сібілева (нормоконтроль)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 116 стор., 60 рис., 51 табл., 34 посилань.

ДІАГНОЗ, ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ, ЗООПЛАНКТОН, КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА, МАКРОЗООБЕНТОС, ОРГАНІЗМИ-ІНДИКАТОРИ, ОЦІНКА СТАНУ, ФІТОПЛАНКТОН, ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ, ЧОРНЕ МОРЕ.

Об'єкт дослідження – планктонні і бентосні спільноти гідробіонтів Чорного моря.

Мета роботи – оцінка та діагноз стану біоценозів та біорізноманіття морських екосистем.

Методи досліджень – проведені дослідження гідробіонтів на популяційному (біоценотичному) рівні, в ході яких реєструвався стан планктонної і бентосної спільноти морських екосистем.

В звіті наведені результати спостережень за гідробіологічною складовою екосистем морського середовища Чорного моря у 2017 році, за екологічними критеріями та видами-індикаторами проведена оцінка стану біоти. Відзначено структурні зміни в угрупованнях гідробіонтів та визначено їх стан. Здійснено моделювання процесів впливу екстрагованих забруднювачів донних відкладень морського середовища у лабораторних умовах на популяцію мікрowodорості. Активний розвиток кокколітофорид, а саме *Emiliana huxleyi*, а також ночесвітки *Noctiluca scintillans* свідчать про підвищений рівень евтрофування та вказують на нестабільну екологічну ситуацію у досліджуваних акваторіях у літній період. В додатку А представлена карта – схема станцій досліджень у північно – західній частині Чорного моря, додатках- Б, С та Е наведено список зареєстрованих видів фітопланктону, макрoзообентосу та макрофітобентосу, в додатку Д кількісні показники макрoзообентосу ПЗЧМ та в додатку Ж наведено список публікацій

ЗМІСТ

	С.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Вихідні дані гідробіологічного моніторингу акваторій північно – західної частини Чорного моря.....	8
1.2 Методи досліджень.....	11
2 СТАН ФІТОПЛАНКТОННОГО УГРУПОВАННЯ.....	15
2.1 Якісні та кількісні показники фітопланктону Одеського регіону.....	15
2.2 Якісні та кількісні показники фітопланктону північно – західної частини Чорного моря.....	18
3 ФОТОСІНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ.....	30
3.1 Мінливість середньомісячних значень вмісту фотосинтетичних пігментів в прибережних акваторіях Одеського регіону.....	30
3.2 Середньорічні значення вмісту хлорофілу-а в прибережній Акваторії Одеського регіону у 2017 році.....	34
4 ЯКІСНІ ТА КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗООПЛАНКТОНУ	36
4.1 Якісні та кількісні показники зоопланктону Одеського регіону	36
4.2 Розвиток зоопланктону у гарячих точках Одеського регіону	41
4.3 Якісні та кількісні показники зоопланктону північно-західної частини Чорного моря.....	43
4.4 Багаторічні зміни вкладу <i>Noctiluca scintillans</i> в біомасу зоопланктону.....	46
5 СТАН МАКРОФІТОБЕНТОСУ	49
5.1 Таксономічний склад та кількісні характеристики макрофітобентосу Одеського регіону	49
6 СТАН ЗООБЕНТОСУ.....	53

6.1 Таксономічний склад та кількісні характеристики макрозообентосу Одеського регіону.....	53
6.1.1 Оцінка стану макрозообентосу прибережних акваторій.....	59
6.2 Стан макрозообентосу північно-західної частини Чорного моря.....	60
6.2.1 Оцінка стану макрозообентосу.....	64
7 РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ДОНИХ СУБСТРАТИВ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ	66
7.1 Оцінка токсичності екстрактів донних відкладень в псевдо літоралі пляжів м. Одеси у серпні 2006 – 2008 рр. для репродукції <i>D. salina</i>	66
7.2 Оцінка токсичності екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжів м. Одеси у 2012 році для репродукції <i>D. salina</i>	74
7.3. Порівняльна характеристика токсичності екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжів м. Одеси влітку 2006 -2008 рр. та влітку та восени 2012 року для репродукції <i>D. salina</i>	83
8 ОЦІНКА МОРСЬКИХ ВОД ПІВНІЧНО – ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ МЕТОДАМИ.....	88
8.1 Оцінка трофності морських вод за інтегральним показником індексу оцінки трофності морських вод	88
ВИСНОВКИ.....	96
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	98
Додаток А Карта – схема точок відбору проб у північно – західній частині Чорного моря.....	102
Додаток Б Список зареєстрованих видів фітопланктону.....	103
Додаток С Список зареєстрованих видів макрозообентосу	108
Додаток Д Кількісні показники макрозообентосу в центральній частині північно – західної частини моря	111
Додаток Е Список зареєстрованих видів макрофітобентосу.....	112
Додаток Ж Список публікацій.....	114

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

НДР – науково-дослідна робота;

ОНУ - Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова;

ПЗЧМ – північно – західна частина Чорного моря;

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;

ЄС – Європейський Союз;

СБО – станція біологічної очистки;

H– індекс видового різноманіття за Шенноном;

N – чисельність гідробіонтів;

AcDev – допустиме відхилення від RefCon;

AcStat – значення параметру за спостереженням;

AMBI–морський біотичний індекс;

AZTI – програмне забезпечення ;

B – біомаса гідробіонтів;

E-TRIX – індекс оцінки трофності морських вод;

M-AMBI–багатовимірний морський біотичний індексAZTI;

RefCon – фонове значення параметру за довідковими джерелами;

Target – цільова концентрація параметру;

WFD – Європейська Водна Рамкова Директива.

ВСТУП

Згідно Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [1] Україна зобов'язалась імплементувати низку директивних документів ЄС щодо управління довкіллям. До числа першочергових завдань щодо морського довкілля зокрема входить імплементация Рамкової Директиви ЄС про морську стратегію та Водної Рамкової Директиви [2], [3].

З метою уніфікації екологічної політики ЄС та України щодо морського довкілля необхідно виділити індикаторні види планктону та бентосу та визначити добрий екологічний стан щодо різних районів моря. Перша спроба уніфікації методів відбору, обробки та проведення оцінки морського довкілля в різних районах Чорного моря були зроблені в рамках міжнародного проекту «EMBLAS II».

Однією з важливіших екологічних характеристик стану морського довкілля в цілому та його біологічної складової є біорізноманіття, а біологічні організми це об'єктивні індикатори стану навколишнього середовища. В шельфових водах водних екосистем спостерігається особливо велике різноманіття гідробіонтів, рівень якого відображає їх екологічний стан.

В Українському науковому центрі екології моря (УкрНЦЕМ) були проведені дослідні роботи по оцінці стану гідробіонтів на популяційному (біоценотичному) рівні в різних районах Чорного моря, в ході яких досліджено стан планктонної і бентосної спільноти морських екосистем. Була отримана сучасна інформація про стан фітопланктону, фотосинтетичних пігментів, зоопланктону, макрозообентосу, макрофітобентосу різних районів Чорного моря. Для оцінки водного середовища, крім біологічних методів, також використано інтегральний показник оцінки стану водного середовища – індекс оцінки трофності морських вод (E-TRIX).

1 ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Гідробіологічні дослідження північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) для оцінки якості екосистем морського середовища за біологічними методами проводилися з метою виконання оцінки та діагнозу стану гідробіонтів різних районів Чорного моря. Біорізноманіття є важливішою екологічною характеристикою стану морського середовища у цілому і її біологічної складової. Рівень біорізноманіття екосистеми відображає її екологічний стан. Біоценотичний і загально екологічний підхід до оцінки якості екосистем морського середовища за біологічними методами враховує показники загального біорізноманіття, таксономічного і видового багатства біоценозів гідробіонтів пелагіалі і бенталі.

1.1 Вихідні данні гідробіологічного моніторингу акваторій північно – західної частини Чорного моря

УкрНЦЕМ у 2017 р. проводив екологічний моніторинг у прибережних водах одеського регіону та експедиційні дослідження ПЗЧМ, схема розташування станцій прибережного моніторингу наведена на рисунку 1.1, а координати станцій та їх об'єктна і функціональна прив'язка представлені в таблиці 1.1.

В межах Одеського регіону гідробіологічний моніторинг проводився на підставі регулярних спостережень, з періодичністю раз на тиждень, на станціях в районі мису Малого Фонтану і Аркадія, раз у сезон (весна – червень і осінь – вересень) на станціях в районах порту «Южний», пляжу «Лузанівка», Нафтогавань, Одеського порту, пляжів «Дельфін», санаторію ім. Чкалова, Дача Ковалевського.

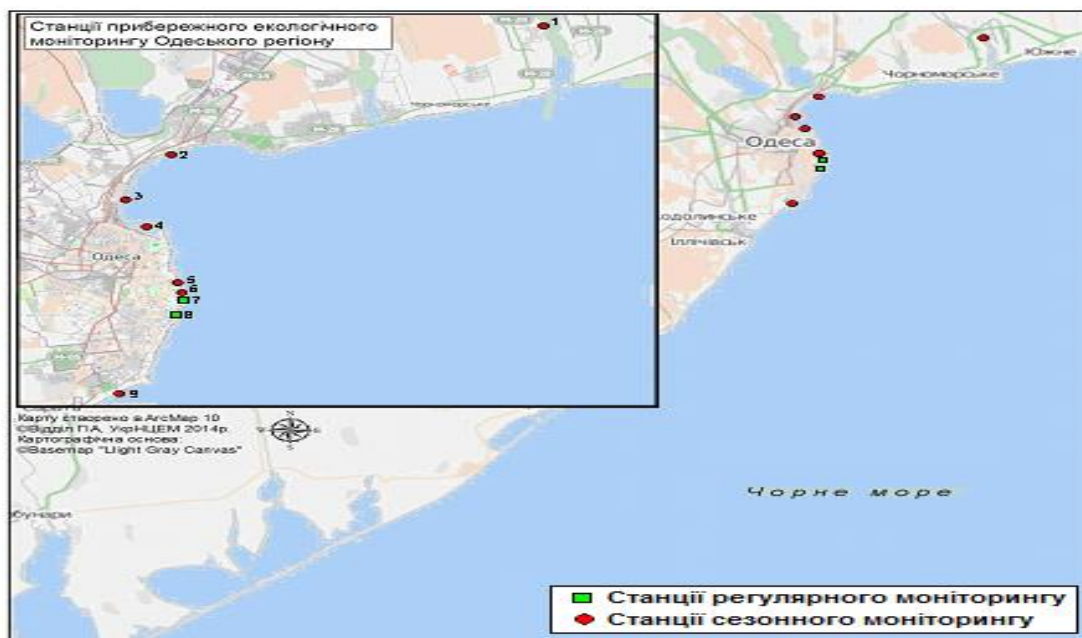


Рисунок 1.1 – Схема розташування станцій гідробіологічного моніторингу Одеського регіону у 2017 році

Таблиця 1.1 – Мережа станцій прибережного екологічного моніторингу, що виконував УкрНЦЕМ в 2017 році

Но- мер стан- ції	Координати		Об'єктна та функціональна прив'язка
	Пн.ш.	Сх.д.	
1	46° 38.79'	031° 00.42'	Порт «Южний», Аджаликський лиман. Моніторинг імпактних зон.
2	46° 32.93'	030° 45.52'	Пляж «Лузанівка». Моніторинг рекреаційних зон.
3	46° 30.87'	030° 44.12'	Нафтогавань. Моніторинг імпактних зон.
4	46° 29.65'	030° 44.96'	Одеський порт. Моніторинг імпактних зон.
5	46° 27.10'	030° 46.16'	Пляж «Дельфін». Моніторинг рекреаційних зон.
6	46° 26.64'	030° 46.33'	Пляж санаторію ім. Чкалова. Моніторинг рекреаційних зон.
7	46° 26.03'	030° 46.07'	Мис Малий Фонтан. Моніторинг рекреаційних зон.
8	46° 26.00'	030° 46.03'	Пляж «Аркадія». Моніторинг рекреаційних зон.
9	46° 22.04'	030° 43.89'	Дача Ковалевського. Моніторинг рекреаційних зоні впливу стокустанції біологічної очистки.

Основою для дослідження сучасного стану гідробіонтів були результати комплексного моніторингу та оцінка стану ПЗЧМ за супутниковими картами розподілу концентрації хлорофілу-а. Кількість гідробіологічних проб у 2017 році наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість гідробіологічних проб у 2017 році

Станція відбору проб	Фітопланктон	Фотосинтетичні пігменти	Зоопланктон	Мейкобентос	Макрозообентос	Макрофїтобентос	Мікрофїтобентос	Біотестування
Мис Малий Фонтан	42	42	32	2	2	22	8	5
Аркадія	42	42	33	2	2	18	2	2
Альп-клуб	2	2	2	2	2			
Р-н сан. ім. Чкалова	2	2	2	2	2	26	2	4
Дельфін	2	2	2	2	2	11	2	2
Дача Ковалевського	2	2	2	2	2	17	4	2
Одеський порт	2	2	2	2	2	2	8	5
Григоріївський лиман	2	2	2	2	2	19	8	5
Лузанівка	2	2	2	2	2	2	4	3
Нафтогавань			-			10	1	1
ПЗЧМ	76	76	35	30	36	66	23	10
Відкриті частини Чорного моря	40	40	33				3	10
Річка Дунай			-				3	-
Всього	214	214	147	39	45	193	68	49

У рамках досліджень в ПЗЧМ протягом 2017 року було здійснено 3 рейса у досліджуваний район (у квітні, липні та серпні), таким чином розглянувши стан біоценозу у різні сезони. Карта – схема району дослідження наведена у додатку А.

Також проведено аналіз за результатами біотестування на одноклітинний водорості *Dunaliella salina* Teod, вихідними даними були отримані матеріали влітку та восени 2012 року. Об'єктами досліджень були донні відкладення псевдоліторалі одеських пляжів ПЗЧМ, різні за характером антропогенного навантаження.

Проби донних відкладень для біотестування відбирали у наступних прибережних районах:

- Дача Ковалевського (скид господарсько-побутових стоків);
- пляжу санаторію ім.Чкалова (скид санаторних стоків), район біостанції Одеського національного університету ім. І.І.Мечникова (ОНУ);
- пляжу «Дельфін» (скид дренажних вод);
- Одеського порту (проведення портових операцій), район пляжу «Ланжерон»;
- пляжу «Лузанівка» (значне рекреаційне навантаження).

1.2 Методи досліджень

Проби фітопланктону в залежності від району дослідження концентрували осадовим методом після 4-тижневої експозиції [4], [5] та експрес-методом [6].

«Живу краплю» води розглядали під мікроскопом після згущення (метод зворотної фільтрації, ядерний фільтр 1,5 мкм). Вихідний об'єм проб становив від 1 л до 4 л, об'єм згущених проб – від 20 мл до 40 мл. Камеральну обробку проб фітопланктону виконано за допомогою світлових мікроскопів БИОЛАМ Р-12 та МИКМЕД-2 із використанням визначників ботанічної

флори, рекомендованої для Чорного та Азовського морів. Підрахунок клітин масових видів водоростей виконано в камерах Ножотта об'ємом від 0,04 мл до 0,05 мл (1-2 аліквоти), підрахунок видів, що рідко зустрічаються, проведено у камері Ножотта об'ємом 0,26 мл (по 2 аліквоти). Біомасу планктону визначено за апроксимованим об'ємом (сира біомаса) [6]. Розрахунки об'ємів клітин мікрowodоростей, сумарної чисельності, сирої біомаси всіх гідробіонтів, формалізованих індексів видового складу планктонних співтовариств (за Шенноном,) були виконані за стандартними методами [4] – [6].

Проби води для визначення пігментів відбирали пластиковою ємністю від 10 л до 12 л із поверхневих шарів води, які зливали у 5-літрові каністри (темні, з нейтральної пластмаси) та доставляли у лабораторію впродовж 0,5 години. Визначення пігментного складу фітопланктону для прибережних акваторій виконано відповідно до ГОСТ 17.1. 04.02.1990 «Вода. Методика спектрофотометричного визначення хлорофілу-а [7]. Морську воду об'ємом від 0,5 л до 2 л відфільтровували під тиском (насос вакуумний ВН-461) на мембранний фільтр «Sartorius» (діаметр пор 0,45 мкм), який вкрито рівномірно за товщиною вуглекислим магнієм $MgCO_3$. Після фільтрації фільтр із осадом висушували та поміщали в центрифужну пробірку, заливали 90 % ацетоном і експонували у темряві протягом години перед центрифугуванням. Спектр оптичної щільності екстракту реєстрували за допомогою фотоколориметру КФК-3 (кювета 1 см) двічі: до та після підкислення 2 % розчином HCL в ацетоні на довжинах хвиль 750; 665; 647; 480; 430 нм. Одночасно з визначенням концентрації хлорофілу-а визначали концентрації інших пігментів: феофітину, хлорофілу-а, b і c_1+c_2 , сумарну концентрацію каротиноїдів, а також пігментний індекс.

Карти розподілу концентрації хлорофілу-а дають наочне уявлення про біологічну активність в басейні та її просторово-часову мінливість.

Розподіл хлорофілу-а за даними супутника Aqua MODIS, США, проводився на підставі :

– отримання тижневих, місячних і сезонних цифрових даних про розподіл хлорофілу-а в акваторії Чорного моря у форматі ієрархичному порядку (Hierarchical Data Format), з роздільною здатністю 4 км [8];

- первинної обробки даних з конвертацією у формат ASCII;
- побудови карт розподілу хлорофілу-а в прикладному пакеті SURFER;
- розрахунків середніх тижневих концентрацій хлорофілу-а на ПЗЧМ;
- побудови графіків тимчасової мінливості;
- аналізу внутрішньо-і міжрічної мінливості.

Розрахунки всіх видів площ вироблялися з використанням даних про концентрацію хлорофілу-а та з урахуванням раніше знайдених оригінальних залежностей.

Індекс E-TRIX, розраховано за методикою Воленвайдера [9]. Оцінка трофності та якості вод Одеського узбережжя проводилась на підставі розрахунків індексу E-TRIX за даними кожного вимірювання, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням для більш надійного визначення категорії трофності вод.

Відбір проб зоопланктону в прибережжі здійснювався за допомогою сітки Апштейна з діаметром вхідного отвору 37 см, розміром вічка мірошникового гасу 150 мкм. В експедиціях, коли глибина потребувала взяття проб на різних горизонтах, використовували малу сітку Джеді (діаметр вхідного отвору 37 см, розмір вічка мірошникового гасу 150 мкм). Великі желетілі організми планктону перед фіксацією вибрано та підраховано окремо [4]. Проби фіксували 4%-ним розчином формальдегіду. Ідентифікацію організмів зоопланктону проводили у камері Богорова-Расса за допомогою світлового мікроскопа МБС-9 з використанням визначників фауни Чорного та Азовського морів [10], [11], [12], інших визначників [13], [14], [15], деяких наукових статей та інших джерел [16]. Біомаса визначалася за допомогою рівняння алометричного росту [17].

Дослідження донної рослинності Одеському регіоні проводилися за загальноприйнятою у гідроботаніці методикою [18]. Відбір проб водоростей-макрофітів у Одеському регіоні проводили на 7 вздовж берегових станціях:

пляж «Лузанівка», пляж «Дельфін», мис Малий Фонтан, пляж санаторію ім. Чкалова, біля дренажного спуску санаторію ім. Чкалова, пляж «Аркадія», СБО «Південна» та 1 біля причалу ПСЖ (Григоріївський лиман).

Розмір облікової рамки – 0,01 м², повторністю 5-10-крат. Проективне покриття і домінанти фітоценозів визначали візуально. Водорості-макрофіти і вищі водні рослини ідентифікували за відомими визначниками [19], [20], [21]. Зібрані зразки водоростей документували шляхом виготовлення гербарію і фотографуванням.

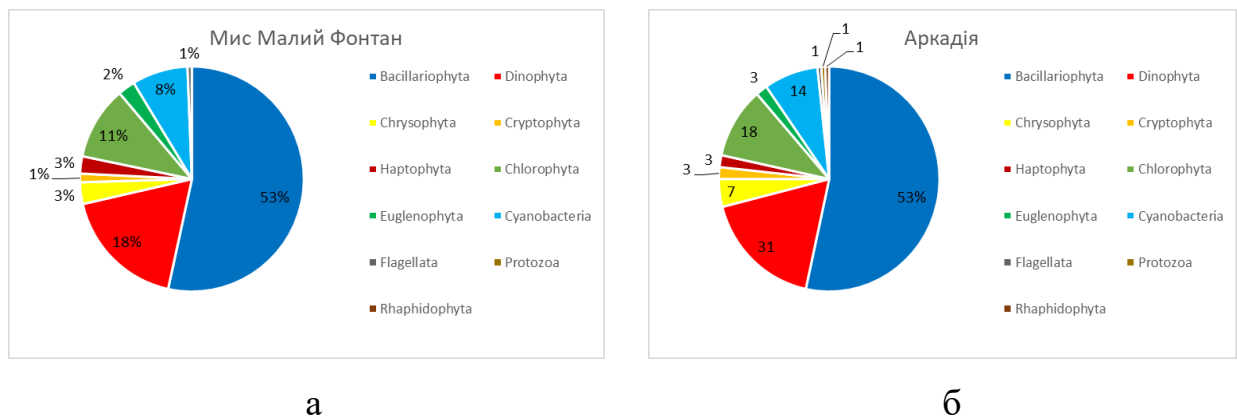
У прибережних акваторіях проби макрозообентосу відбирали рамкою 10см² x 10 см² з площею захвату 0,01 м². В експедиційних дослідженнях на ПЗЧМ проби відбирались дночерпаком «Van Veen», з площею захвату 0,1 м². Усі проби відбирали у двох повторах. Відбір проб макрозообентосу та їх подальша камеральна обробка в умовах берегової лабораторії проводилась відповідно до стандартних методів [4]. Видова належність організмів макрозообентосу визначалась з використанням відповідних визначників [10] – [14], [22] – [25].

Відібрані проби макрозообентосу промивали відфільтрованою морською водою крізь систему бентосних сит, мінімальний діаметр ячеї котрих був 0,5 мм. Гідробіологічний аналіз проб здійснювали відразу. Для визначення дрібних форм та біомаси гідробіонтів проби фіксували 4 % розчином формаліну на період до 30 діб. Важення гідробіонтів проводили на електронних вагах с точністю до 0,01 г. Гідробіологічний аналіз проб макрозообентосу визначав наступні біологічні параметри: видова належність організмів, їх чисельність та біомаса.

2 СТАН ПЛАНКТОННОГО УГРУПОВАННЯ

2.1. Якісні та кількісні показники фітопланктону Одеського регіону

В акваторії Одеського регіону зареєстровано 198 таксонів фітопланктону, які належали до 11 відділів. Як і в минулому році, основу видового складу формували діатомові та динофітові водорості, меншим вкладом характеризувались зелені водорості та ціанобактерії, що відображено на рисунку 2.1. Внесок інших відділів становив менше 5 %.



а) район мису Малий Фонтан;

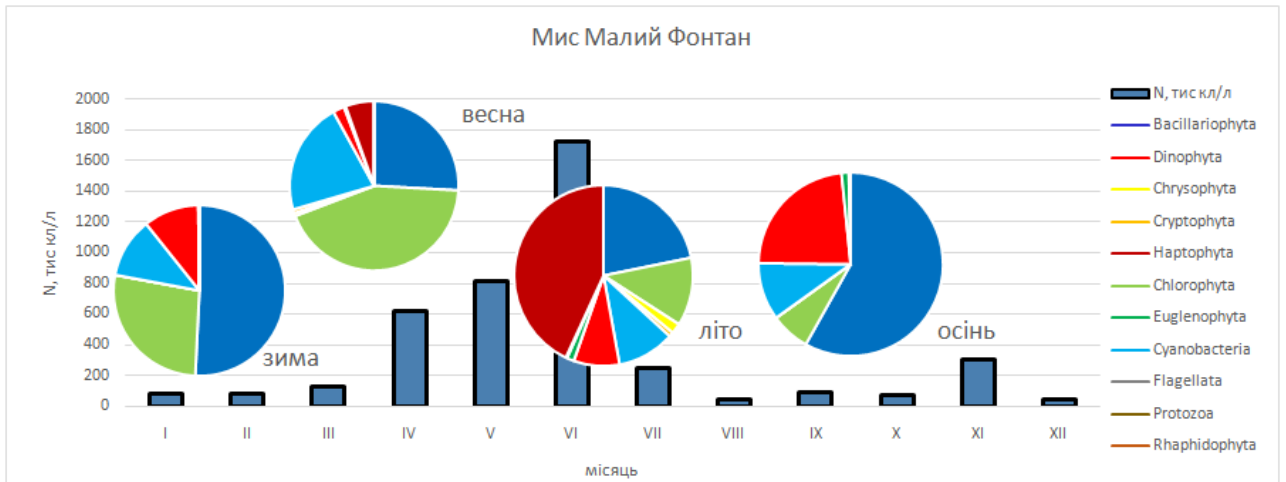
б) район Аркадія.

Рисунок 2.1 – Таксономічна структура фітопланктону прибережних акваторій Одеського регіону у 2017 році

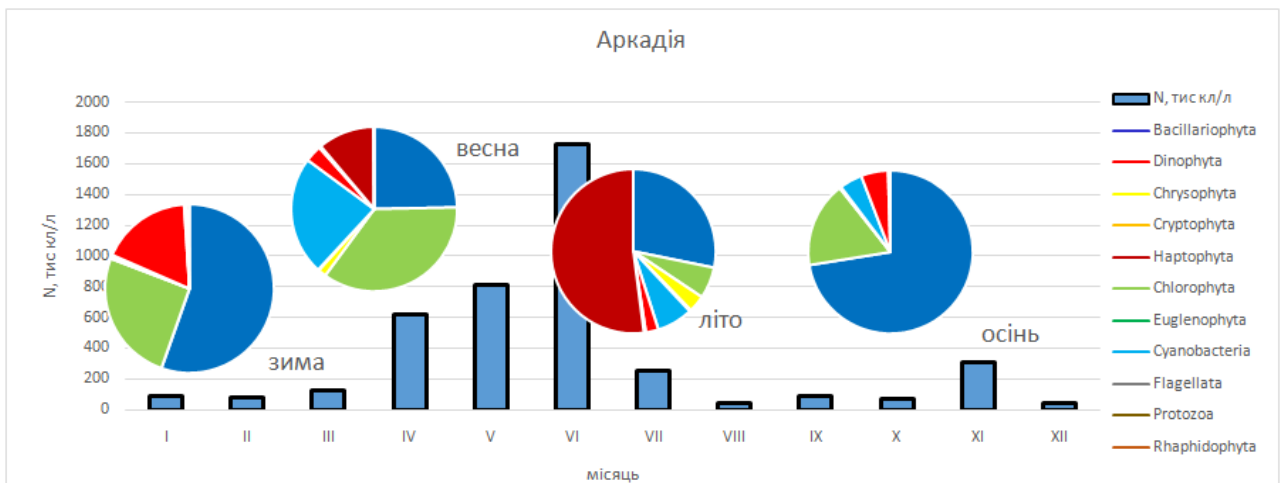
Протягом зимового періоду в акваторії Одеського регіону спостерігався полідомінантний комплекс видів, в якому за чисельністю та біомасою домінували Bacillariophyta. Значення кількісних показників розвитку фітопланктону були досить низькими.

Весняний максимум був виражений слабо, його формували представники діатомово - динофітового комплексу, серед яких домінували *Scrippsiellatrochoidea*, *Heterocapsatriquetra* та *Protoperidinium bipes*, а також видиз родів *Navicula* та *Nitzschia*. Помітну частку загальної чисельності

формували також золотисті водорості, а саме *Emiliana huxleyi*, кріптофітові (*Hillea fusiformis* та *Plagioselmis prolonga*), та зелені (*Monoraphidium contortum*). Динаміка чисельності фітопланктону протягом року та вклад основних таксонів за сезонами року відображено на рисунку 2.2.



а



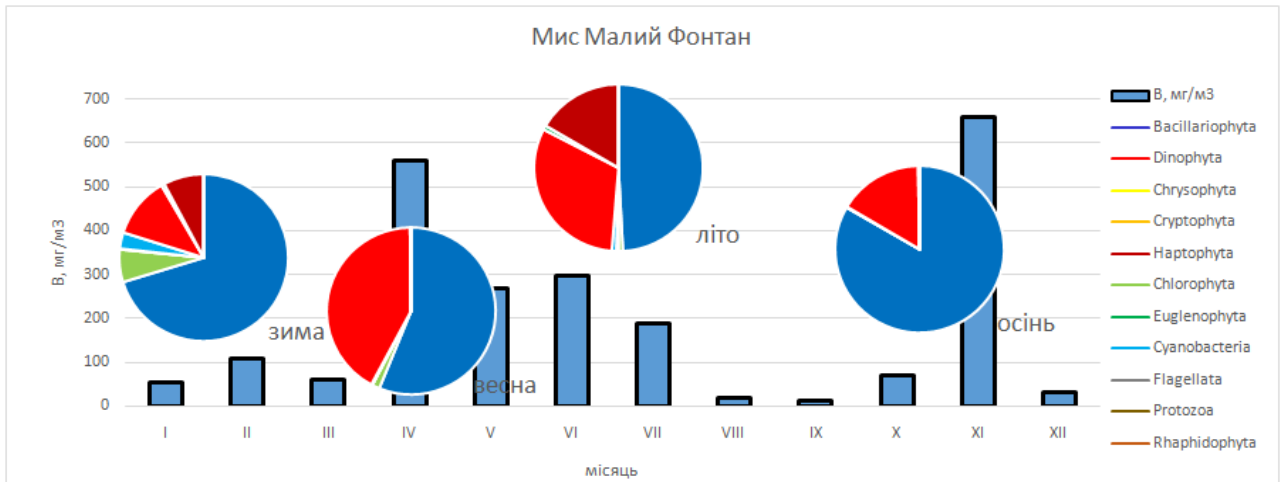
б

а) район мису Малий Фонтан;

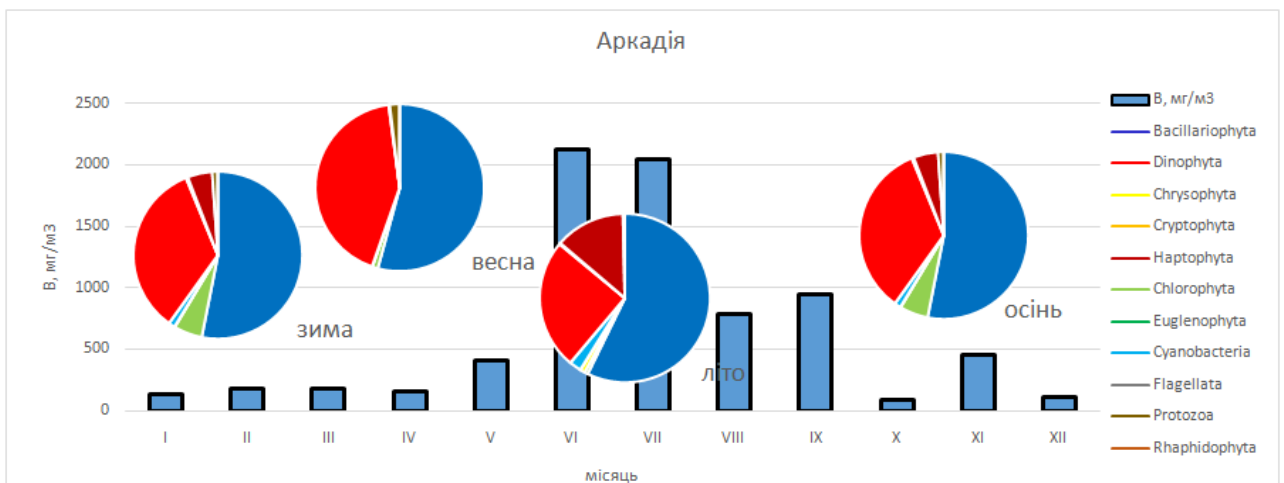
б) район Аркадія.

Рисунок 2.2 – Сезонні зміни чисельності фітопланктону прибережних акваторій Одеського регіону у 2017 році

Зміна біомаси фітопланктону протягом року та вклад основних таксонів за сезонами року відображено на рисунку 2.3.



а



б

а) район мису Малий Фонтан;

б) район Аркадія.

Рисунок 2.3 – Сезонні зміни біомаси фітопланктону прибережних акваторій Одеського регіону у 2017 році

Влітку відмічені максимальні значення кількісних показників фітопланктону. Це можна пояснити значним розвитком кокколітофорид, а саме *Emiliana huxleyi*, та діатомових, серед яких переважала *Pseudonitzschia delicatissima*. Активний ріст цих видів почався у червні та продовжувався до

вересня, в окремих акваторіях відмічено «цвітіння» води. У другій половині літа головну роль у формуванні біомаси фітопланктону відіграла велика діатомова *Pseudosolenia calcaravis* та динофітові з родів *Gyrodinium* (*G. cornutum*, *G. fusiforme*, *G. lachryma*) та *Ceratium*, насамперед *Ceratium furca*. Велика чисельність *Emiliana huxleyi* свідчить, на нашу думку, про підвищений рівень евтрофування та нестабільну екологічну ситуацію у досліджуваних акваторіях у літній період.

Протягом осіннього періоду в акваторії продовжувався розвиток великоклітинних діатомових та динофітових, але «цвітіння» води відмічено не було.

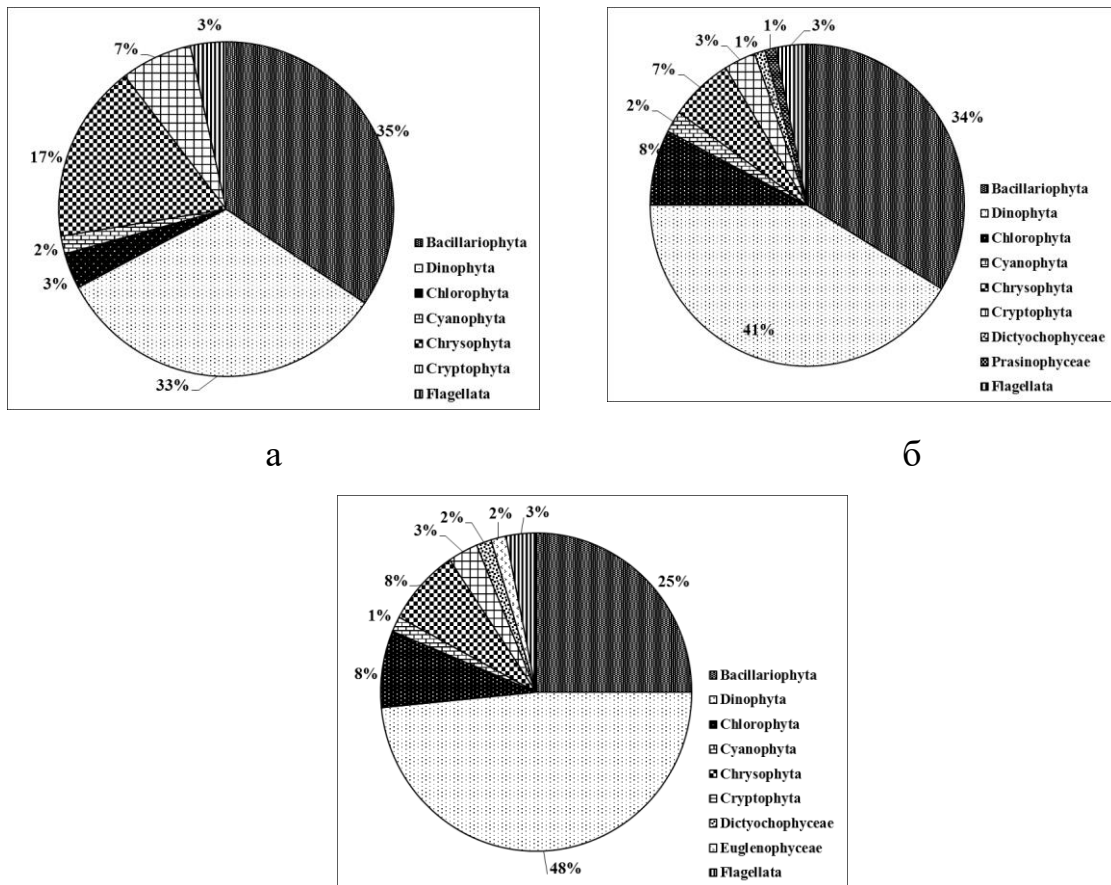
Підводячи підсумок слід відзначити, що в акваторії Одеського регіону спостерігався типовий хід сезонних змін чисельності та біомаси фітопланктону, з чотирма максимумами розвитку, серед яких найбільше виражений літній.

2.2 Якісні та кількісні показники фітопланктону північно – західної частини Чорного моря

Матеріалом для дослідження послужили 70 проб, відібраних на 4-х станціях, розташованих в центральному районі ПЗЧМ в період квітня, липня та серпня 2017 року.

У весняному фітопланктоні центральної частини ПЗЧМ було відмічено 58 видів мікродоростей, що відносяться до 7 великих таксонів: Bacillariophyta (35 %), Dinophyta (33 %), Chlorophyta (3 %), Cyanophyta (2 %), Chrysophyta (17 %), Cryptophyta (7 %) і Flagellata (3 %). У весняний період найбільшим числом видів характеризувалися діатомові (20 видів) і динофітові (19 видів); незначною кількістю видів характеризувалися зелені (2), синьо-зелені (1), золотисті (10), кріптофітові (4) та ультрапланктонні

форми Flagellata (2). Таксономічний склад фітопланктону представлено на рисунку 2.4.



а

б

в

а) квітень;

б) липень;

в) серпень.

Рисунок 2.4 – Таксономічний склад мікрowodоростей в центральному районі ПЗЧМ у 2017 році

У літньому фітопланктоні число видів, у порівнянні з весняним періодом, зросло в 1,6 раз в цілому. Кількість видів динофітових зросла у 2 рази, зелених - в 3,5 рази, при цьому майже наполовину зменшилося число видів золотистих. Так, в липні було відмічено 92 видів і різновидів мікрowodоростей, що відносилися до 9 великих таксонів: Bacillariophyta (34 %), Dinophyta (41 %), Chlorophyta (8 %), Cyanophyta (2 %), Chrysophyta

(7 %), Cryptophyta (3 %), Dictyochophyceae (1 %), Prasinophyceae (1 %) і Flagellata (3 %). У липні, як і в квітні, найбільшим числом видів характеризувалися діатомові (31 вид) і динофітові (38 видів); інші характеризувалися меншою кількістю видів: зелені (7 видів), синьо-зелені (2), золотисті (6), кріптофітові (3), діктіохові (1), прازیнофітові (1) і ультрапланктонні форми Flagellata (3).

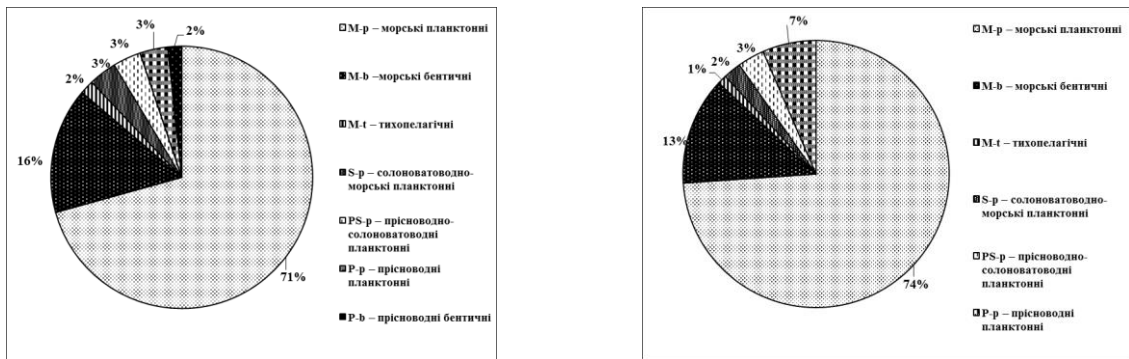
В серпні було відмічено 64 видів мікроводоростей, що належали до 9 великих таксонів: Bacillariophyta (25 %), Dinophyta (47 %), Chlorophyta (8 %), Cyanophyta (2 %), Chrysophyta (8 %), Cryptophyta (3 %), Dictyochophyceae (2 %), Euglenophyceae (2 %) і Flagellata (3 %). Найбільшим числом видів також характеризувалися діатомові (16 вид) і динофітові (31 вид); інші налічували в своєму складі невелику кількість таксонів: зелені (5 видів), синьо-зелені (1), золотисті (5), кріптофітові (2), діктіохофітові (1), еугленофітові (1) і ультрапланктонні форми Flagellata (2).

Планктонний альгоценоз в центральному районі ПЗЧМ в квітні заналежністю до екологічних груп переважно характеризувався як морський планктонний (71 % видів), до морських бентичних належали 16 % видів, морських бенто-планктонних або тихопелагічних 2 %, солоноватоводно-морських планктонних 3 %, прісноводно-солоноватоводних планктонних 3 %, прісноводних планктонних 3 %, прісноводних бентичних 2 %. Збільшення частки морських бентичних форм пов'язано з нестабільністю вітрової складової гідрологічного режиму у весняний період і потрапляння бентосних діатомей у верхні перемішані шари.

У липні мікроводорості розподілялися за екологічними групами наступним чином: морські планктонні – 74 %, морські бентичні – 13 %, морські бенто-планктонні або тихопелагічні – 1 %, солоноватоводно-морські планктонні – 2 %, прісноводно-солоноватоводні планктонні – 3 %, прісноводні планктонні – 7 %.

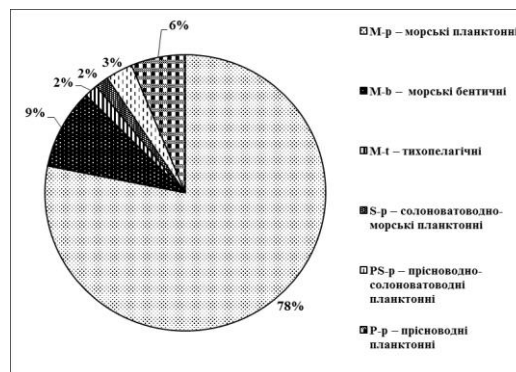
У серпні морські планктонні складали 78 % видів, морські бентичні – 9 %, морські бенто-планктонні або тихопелагічні – 2 %, солоноватоводно-морські планктонні – 2 %, прісноводно-солоноватоводні планктонні – 3 %, прісноводні планктонні – 7 %.

прісноводні планктонні – 6 %. Частка за екологічними групами мікрободоростей представлена на рисунку 2.5



а

б



с

а) квітень;

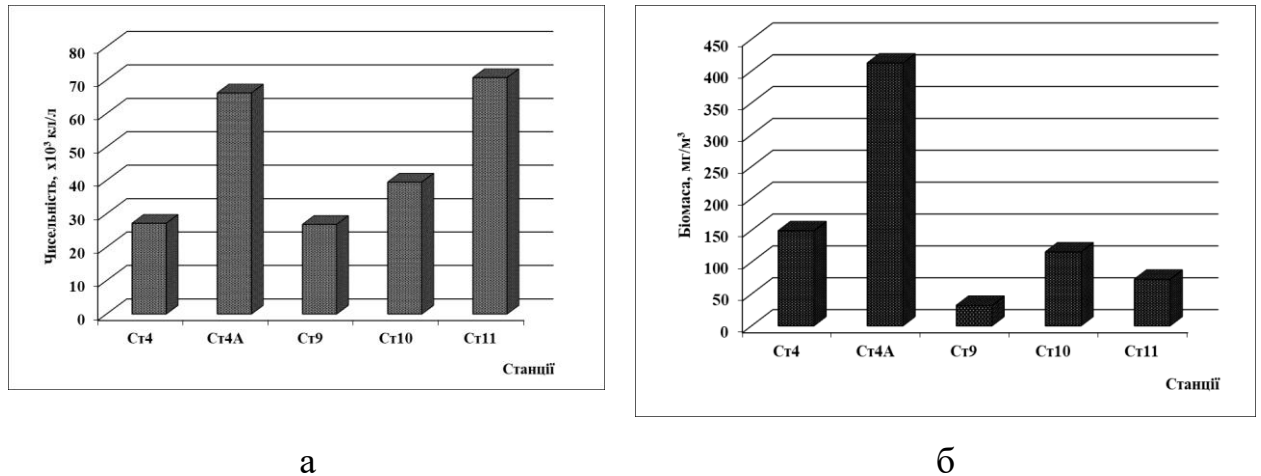
б) липень;

с) серпень.

Рисунок 2.5 – Екологічні групи мікрободоростей в центральному районі ПЗЧМ у 2017 році

Аналіз кількісних показників фітопланктону досліджуваних станцій в квітні 2017 року показав, що максимальна чисельність в поверхневому горизонті була зареєстрована на двох станціях: станції № 11 - 71 тис. кл/л і станції № 4А – 66 тис. кл/л, де була відзначена і максимальна біомаса – 413 мг/м³, що пов'язано з прямим впливом вод Дністровського лиману. Мінімальні кількісні показники зареєстровані на мористій станції № 9, а саме чисельність складала 27 тис. кл/л; біомаса складала 32 мг/м³. Збільшення кількісних показників по станціях пов'язано з присутністю в планктоні

великих форм динофітових морського генезису, переважно роду *Protoperidinium*, і гетеротрофних форм динофітових роду *Gyrodinium*, а також міксотрофної динофітової *Heterocapsa triquetra*. Розподіл кількісних показників фітопланктону у верхньому перемішаному шарі у квітні 2017 року відображено на рисунку 2.6.



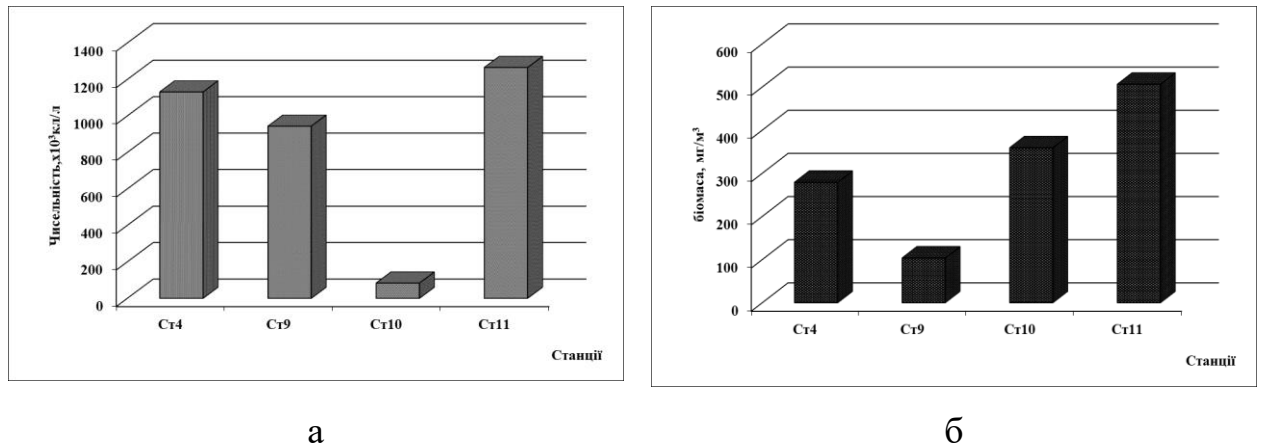
а) чисельність, тис. кл/л;

б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.6 – Розподіл кількісних показників фітопланктону у верхньому перемішаному шарі центрального району ПЗЧМ у квітні 2017 року

Аналіз кількісних показників фітопланктону досліджуваних станцій в липні 2017 р показав, що максимальна чисельність в поверхневому горизонті була зареєстрована на двох станціях: ст. № 11 – 1265 тис. кл/л і ст. № 4 – 1131 тис. кл/л, максимальна біомаса: на ст. № 11 – 506 мг/м³ і на ст. № 10 – 359 мг/м³, що пов'язано з прямим впливом вод Дністровського лиману. У цей період на трьох станціях спостерігали «цвітіння» води, викликане масовим розвитком кокколітофоріди *Emiliana huxleyi*, чисельність якої становила від 871 тис. кл/л на ст. № 9 до 1221 тис. кл/л на ст. № 11. Максимум біомаси був сформований розвитком літнього комплексу мікроводоростей: крупноклітинних діатомей *Pseudosoleniacalcaravis* і *Cerataulinapelagica*,

гетеротрофних форм динофітових роду *Gyrodinium*, роду *Prorocentrum* і крупноклітинних панцирних роду. Розподіл кількісних показників фітопланктону у верхньому перемішаному шарі у квітні 2017 року відображено на рисунку 2.7.

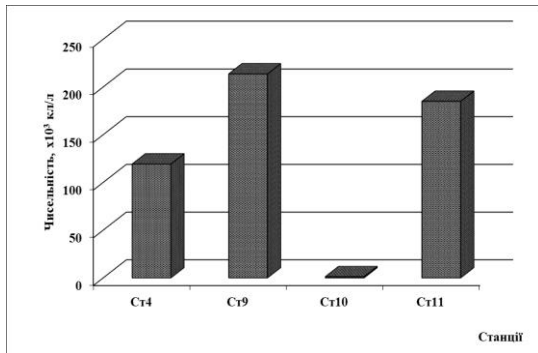


- а) чисельність, тис. кл./л;
б) біомаса, мг/м³.

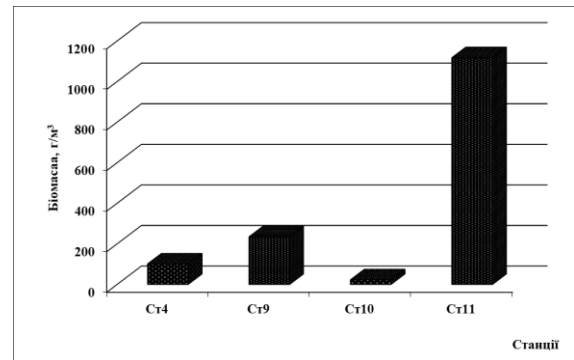
Рисунок 2.7 – Розподіл кількісних показників фітопланктону в верхньому перемішаному шарі центрального району ПЗЧМ у липні 2017 року

Розподіл кількісних показників фітопланктону у верхньому перемішаному шарі у серпні 2017 року відображено на рисунку 2.8.

Аналіз кількісних показників фітопланктону досліджуваних станцій в серпні 2017 р. показав, що максимальна чисельність в верхньому перемішаному шарі була зареєстрована мористій ст. № 9 і становила 214 тис. кл./л. Також спостерігали незначне скупчення кокколітофоріди *Emiliania huxleyi*, чисельність якої становила 179 тис. кл./л, при температурі морської води 25,80 °C і солоності 15,97 ‰. Максимальну біомасу на ст. № 11 (1117 мг/м³) формував літній комплекс теплолюбних динофітових з родів *Gyrodinium*, *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Triposi* крупноклітинної діатомеї *Pseudosoleniacalcaravis*, біомаса якої складала 913 мг/м³.



а



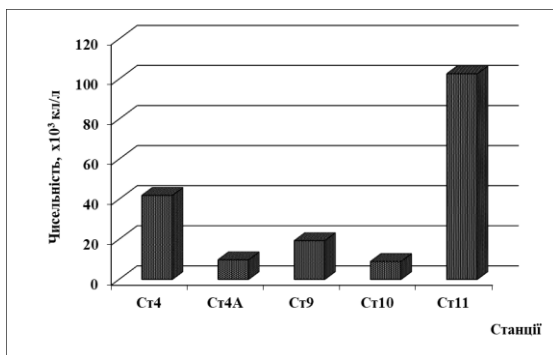
б

а) чисельність, тис. кл/л;

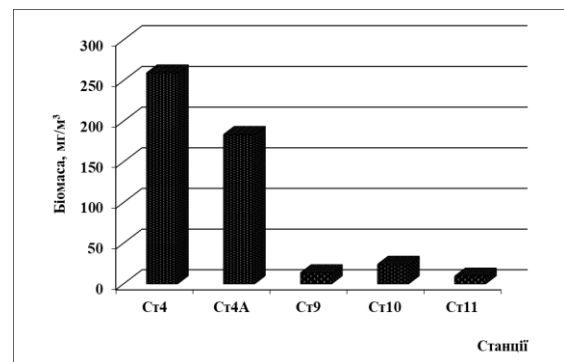
б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.8 – Розподіл кількісних показників фітопланктону в верхньому перемішаному шарів центральному районі ПЗЧМ у серпні 2017 року

Розподіл кількісних показників фітопланктону на 10-ти метрову горизонті у квітні 2017 року відображено на рисунку 2.9.



а



б

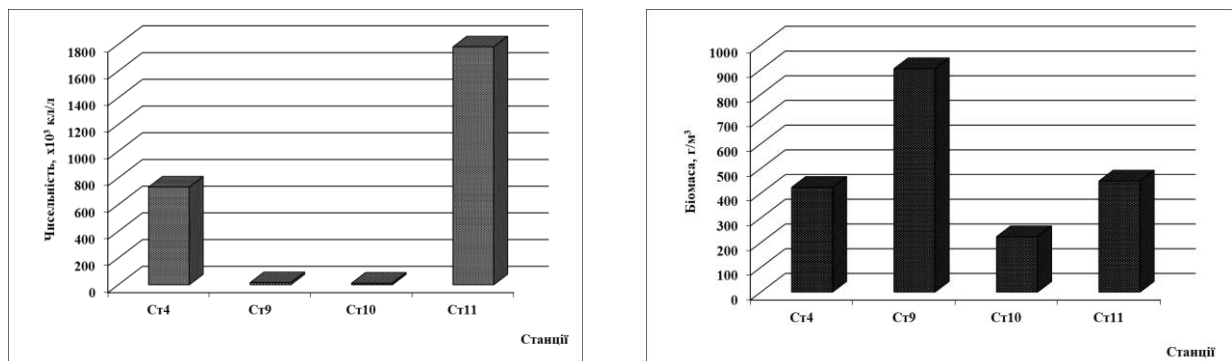
а) чисельність, тис. кл/л;

б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.9 – Розподіл кількісних показників фітопланктону на 10-ти метровому горизонті центральному районі ПЗЧМ у квітні 2017 року

Максимальна чисельність на 10-ти метровому горизонті в квітні була зареєстрована на ст. № 11 і становила 103 тис. кл/л, за рахунок розвитку нової для Чорного моря ультрапланктонної флагелляти морського генезису *Ollicolavangoorii*, чисельність якої становила 75 тис. кл/л, при температурі морської води 7,12°C і солоності 17,06 ‰. На ст. № 4 також відмічена велика чисельність фітопланктону - 42 тис. кл/л, тут в альгоценозі спостерігали формування ранньовесняної популяції кокколитофориди *Emilianiahuxleyi*, чисельність якої становила 14 тис. кл/л, при температурі морської води 7,48°C і солоності 16,61 ‰. Максимальна біомаса була відзначена на ст. № 4 та ст. № 4А (259 мг/м³ та 184 мг/м³ відповідно), що було пов'язано, в першу чергу, з розвитком великих морських гетеротрофних динофітових з родів *Gyrodinium* і *Protoperidinium*, а також міксотрофної динофітової *Heterocapsatriquetra*.

Розподіл кількісних показників фітопланктону на 10-ти метровою горизонті у липні 2017 року відображено на рисунку 2.10.



а

б

а) чисельність, тис. кл/л;

б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.10 – Розподіл кількісних показників фітопланктону на 10-ти метровому горизонті центральному районі ПЗЧМ у липні 2017 року

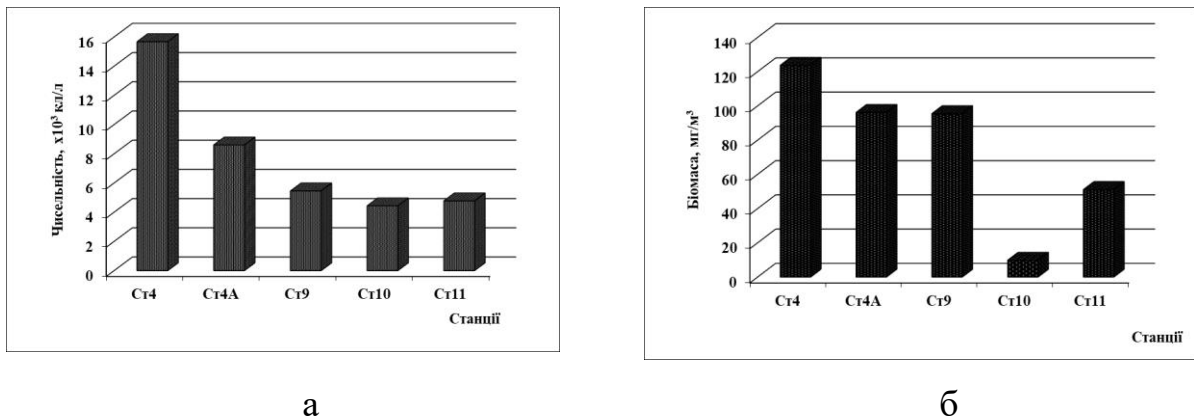
Максимальна чисельність на 10-ти метровому горизонті в липні була відзначена на ст. № 11 і становила 1782 тис. кл/л, за рахунок «цвітіння» води, яке викликане розвитком кокколітофоріди *Emiliania huxleyi*, чисельність якої тут була максимальною за весь період досліджень і склала 1738 тис. кл/л, при температурі морської води 21,7 °С і солоності 15,45 ‰. Максимальна біомаса в липні була відзначена на ст. № 9 і становила 904 мг/м³, за рахунок крупноклеточної діатомеї *Pseudosoleniacalcaravis*. На інших станціях біомасу формували гетеротрофні динофітові з родів *Gyrodinium* та крупноклітинні панцирні з роду *Ceratium*.

У літній період у відкритих районах моря спостерігалось формування явища термокліна, яке може супроводжуватися «міграцією» верхньої межі термокліну в більш глибокі шари моря. Так, в серпні, верхній шар термокліну центральної частині ПЗЧМ розташовувався на глибині від 14 м до 18 м. Максимальна чисельність фітопланктону у верхньому перемішаному шарі в серпні була відзначена на ст. № 4 і становила 1070 тис. кл/л, за рахунок високого числа видів (31). Високе біорізноманіття було пов'язано з формуванням планктонного альгоценозу морськими представниками з родів *Dinophysis*, *Gyrodinium*, *Protoperidinium*, *Ceratium*. Максимальна біомаса за весь період дослідження була зареєстрована на ст. № 11 і становила 3805 мг/м³, за рахунок розвитку крупноклітинної діатомеї *Pseudosoleniacalcaravis*, біомаса якої склала 3539,47 мг/м³.

Розподіл кількісних показників фітопланктону у придонному горизонті у квітні 2017 року відображено на рисунку 2.11.

Максимальна чисельність в придонному горизонті в квітні була зареєстрована на ст. № 4 та ст. № 4А і становила 16 тис. кл/л та 8,6 тис. кл/л відповідно. Максимальна біомаса була зареєстрована на цих же станціях: ст. № 4 – 124 мг/м³ і ст. № 4 А – 96 мг/м³, за рахунок присутності в планктоні великих динофітових з роду *Protoperidinium* і значного числа бентосних діатомей з родів *Cocconeis*, *Tabularia*, *Navicula*, а також міксотрофної динофітової *Heterocapsa triquetra*. Слід зазначити, що на більш глибоководній ст. № 9 станції (глибина станції 40 м) у придонному горизонті були

відзначені такі ж самі показники біомаси, що й на ст. № 4А (глибина станції 24 м) – 95 мг/м³.



а) чисельність, тис. кл/л;

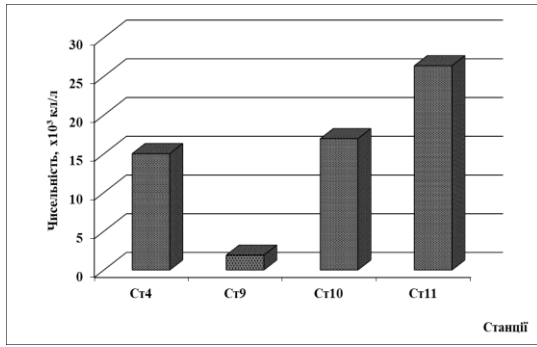
б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.11 – Розподіл кількісних показників фітопланктону у придонному горизонті центральному районі ПЗЧМ у квітні 2017 року

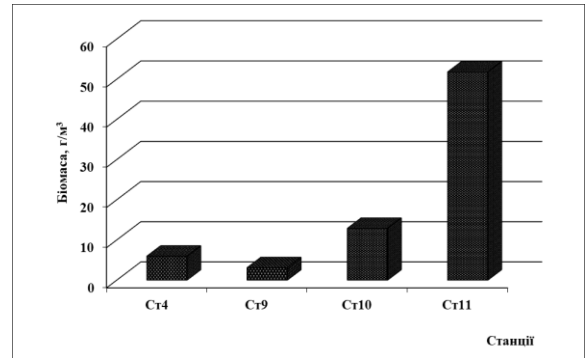
Цей горизонт виявився найкращим для представників морських гетеротрофних динофлагеллят з роду *Gyrodinium* і міксотрофних з роду *Protoperidinium*, які можуть існувати без достатнього освітлення, при невисокій температурі води 5,83 °С та високій солоності 18,58 ‰.

Розподіл кількісних показників фітопланктону у придонному горизонті у липні 2017 року відображено на рисунку 2.12.

Максимальна чисельність в придонному горизонті в липні була зареєстрована на ст. № 11 і становила 26 тис. кл/л, тут же спостерігалась і максимальна біомаса – 51,8 мг/м³, за рахунок розвитку крупноклітинної діатомеї *Pseudosoleniacalcaravis*.



а



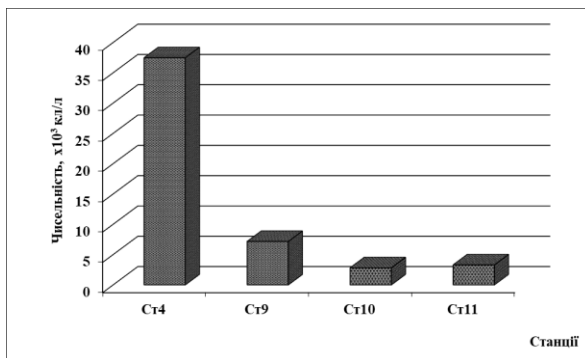
б

а) чисельність, тис. кл./л;

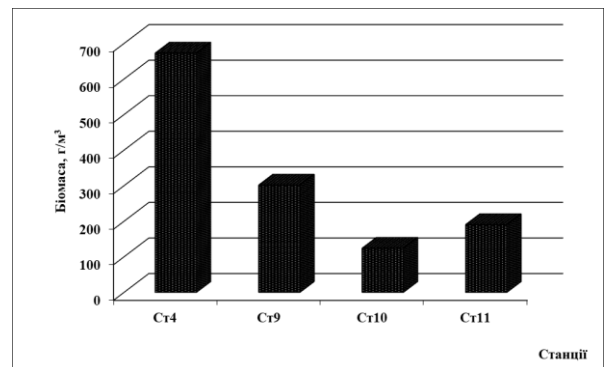
б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.12 – Розподіл кількісних показників фітопланктону у придонному горизонті центральному районі ПЗЧМ у липні 2017 року

Розподіл кількісних показників фітопланктону у придонному горизонті у серпні 2017 року відображено на рисунку 2.13.



а



б

а) чисельність, тис. кл./л;

б) біомаса, мг/м³.

Рисунок 2.13 – Розподіл кількісних показників фітопланктону у придонному горизонті центральному районі ПЗЧМ у серпні 2017 року

Максимальна чисельність в придонному горизонті в серпні була відзначена на ст. № 4 і становила 37,5 тис. кл/л, за рахунок високого числа видів (24 види). Високе біорізноманіття було пов'язано з формуванням альгокомплексу планктонних і бентосних форм морського генезису. Максимальна біомаса була відзначена на цій же станції і становила 673 мг/м³, за рахунок розвитку крупноклітинної діатомеї *Pseudosolenia calcaravis*, біомаса якої склала 494 мг/м³. Домінування за біомасою цієї діатомеї спостерігалось на всіх станціях придонного горизонту в серпні 2017 року.

Таким чином, в сучасний період фітопланктон центральної частини ПЗЧМ характеризується значним видовим розмаїттям представників переважно морського генезису, з домінуванням планктонних форм. Відзначено, що в літній період центральна частина ПЗЧМ, серед усіх районів північно-західної частини Чорного моря, характеризується найбільшою видовою різноманітністю динофітових мікроводоростей. Знахідки нових і рідкісних видів мікроводоростей роблять цей район моря цікавим в таксономічних відношенні.

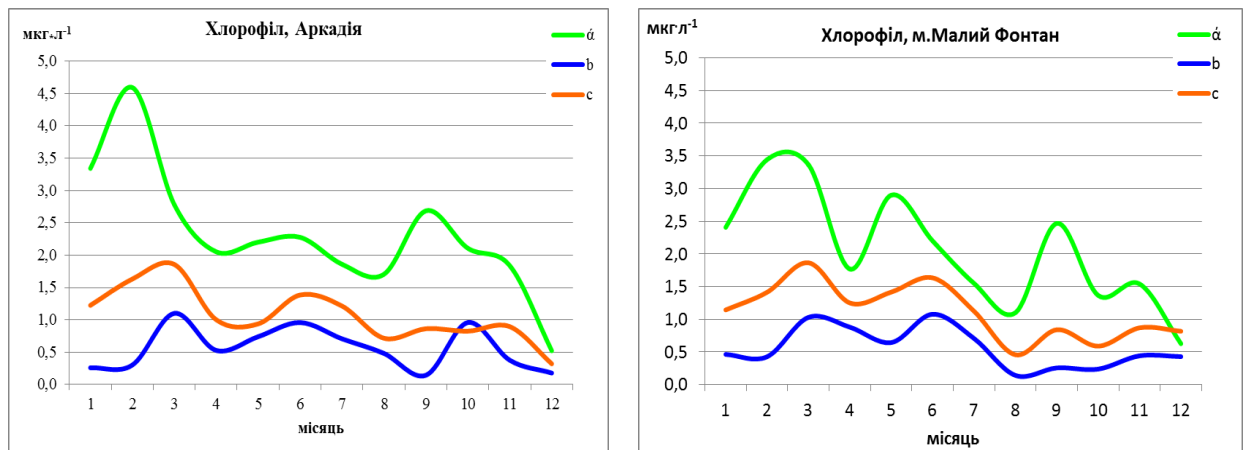
Таксономічний склад фітопланктону центральної частини ПЗЧМ в 2017 році був подібним до прибережного альгоценозу Одеського регіону. Серед відмінностей звертають на себе увагу менший внесок зелених водоростей та ціанобактерій у формування якісного складу та кількісних показників, а також більш високу, ніж у прибережних водах, чисельність *Emiliana huxleyi* як влітку, так і навесні. На нашу думку, масовий розвиток *Emiliana huxleyi* свідчить про підвищений рівень евтрофування на нестабільну екологічну ситуацію у досліджуваних акваторіях у літній період.

3 ФОТОСІНТЕТИЧНІ ПІГМЕНТИ

Дослідження мінливості хлорофілу-а та пігментного індексу займають важливе місце в оцінці продуктивності морських акваторій. Вміст хлорофілу-а – важлива характеристика екосистеми, що відображає функціональний стан фітопланктонних угруповань та служить індикатором трофності вод.

3.1 Мінливість середньомісячних значень вмісту фотосинтетичних пігментів в прибережних акваторіях Одеського регіону

Дослідження фотосинтетичних пігментів в районі Аркадія показали, що протягом 2017 року концентрація хлорофілу-а змінювалась від 0,52 мкг/л до 5,41 мкг/л. В районі мису Малий Фонтан цей показник змінювався від 0,29 мкг/л до 6,72 мкг/л, що відображено на рисунку 3.1.



а

б

а) район Аркадія;

б) район мису Малий Фонтан.

Рисунок 3.1 – Мінливість середньомісячних значень вмісту фотосинтетичних пігментів в прибережній зоні Одеського регіону в 2017 році

Максимальні значення хлорофілу-а приходяться на гідрологічну зиму та зафіксовані в лютому-березні.

Аналіз середньомісячних значень вмісту основного фотосинтетичного пігменту (хлорофілу-а) виявив наявність чотирьох основних максимумів цього показника на фоні загального тренду до його зниження протягом 2017 року. Максимуми концентрації хлорофілу-а для обох акваторій, що досліджувались характеризувалися запізнюванням на місяць в першій половині року та синхронністю в другій, що відображено на рисунку 3.2.

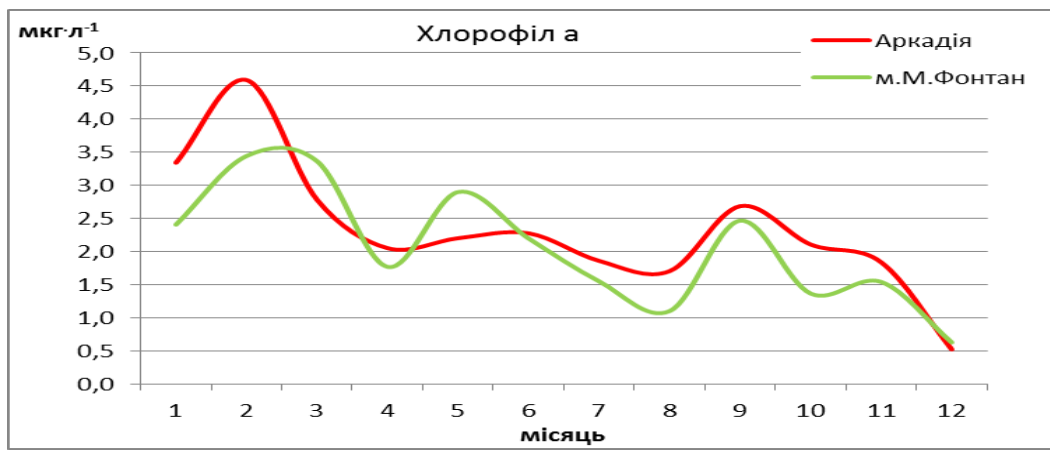


Рисунок 3.2 – Річна зміна концентрації хлорофілу-а протягом 2017 року

При цьому зимовий максимум хлорофілу-а в районі Аркадія випереджав на місяць максимум в районі м. Малий Фонтан. І навпаки – травневий максимум хлорофілу-а, зафіксований в районі м. Малий Фонтан на місяць випереджав незначне зростання цього показника що спостерігалось в червні в районі Аркадія.

Середня для зимового сезону концентрація хлорофілу-ав районі Аркадія сягнула річного максимуму і становила 3,31 мкг/л. Середньосезонні значення вмісту пігментів розраховувались для гідрологічних сезонів, що запізнюються відносно кліматичних на місяць. Загалом, в районі Аркадія в зимовий період концентрація хлорофілу-а змінювалась від 1,07 мкг/л до

5,41 мкг/л. Концентрація хлорофілу-а в районі м. Малий Фонтан змінювалась від 1,41 мкг/л до 5,77 мкг/л при середньосезонному значенні 3,17 мкг/л.

У відповідності до річного ходу середньосезонні значення вмісту хлорофілу-а в прибережній зоні Одеського регіону поступово зменшувались протягом 2017 року. Ця тенденція зберігалася як для району Аркадія, так і для району м. Малий фонтан. Поступове зменшення середньосезонної концентрації хлорофілу-а для району Аркадія зменшились від зими до осені в 1,83 рази, сягнувши в осінній період значення 1,80 мкг/л, що відображено на рисунку 3.3.

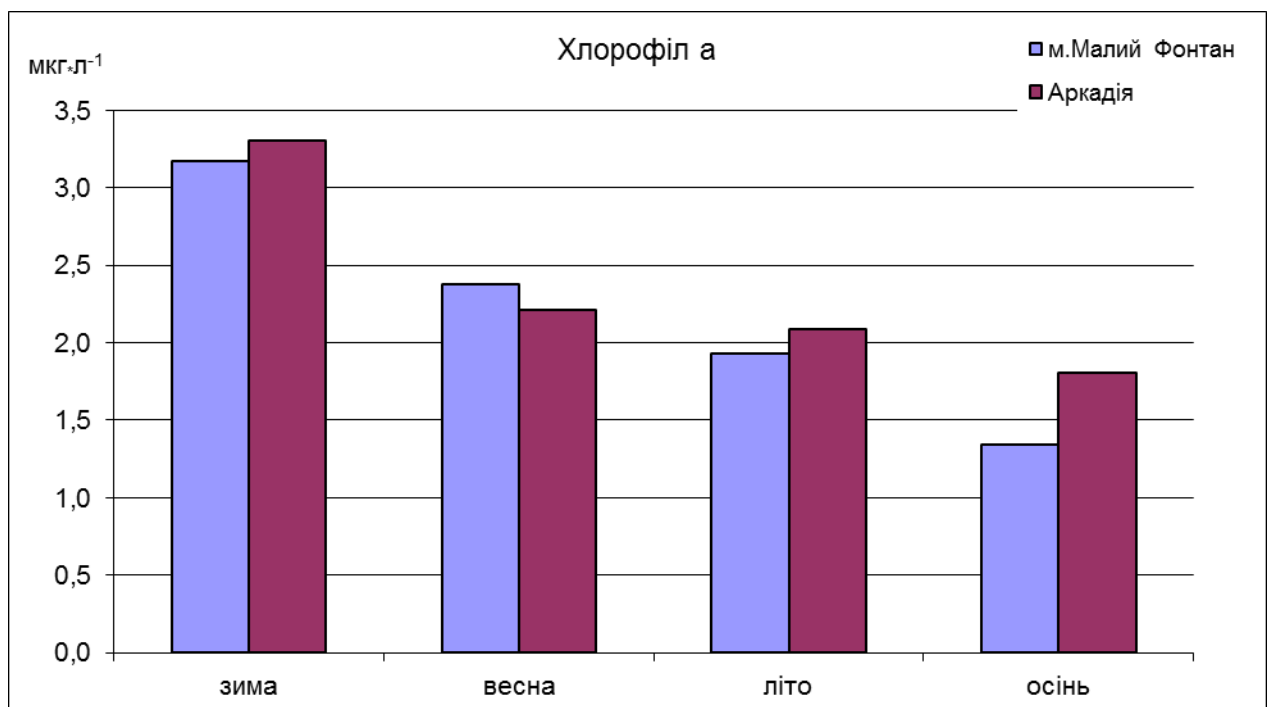


Рисунок 3.3 – Середньосезонні значення вмісту хлорофілу-а у прибережних акваторіях Одеського регіону в 2017 році

Середньосезонна концентрація хлорофілу-а в районі м. Малий Фонтан зменшились від зими до осені ще більше – в 2,36 рази, сягнувши 1,34 мкг/л. Середньосезонна концентрація хлорофілу-с, як і хлорофілу-а характерна для найбільш масових в районі дослідження груп одноклітинних водоростей – діатомових та динофітових, розподілилася аналогічним чином. Для обох районів спостерігалось поступове зниження цього показника

протягом сезонів 2017 року. Відмінністю була більш низька, порівняно з хлорофілом-а, концентрація хлорофілу-с. В районі Аркадія вона знижувалась від 1,67 мкг/л до 0,78 мкг/л, а в районі м. Малий фонтан – від 1,61 мкг/л до 0,72 мкг/л, що зображено на рисунку 3.4.

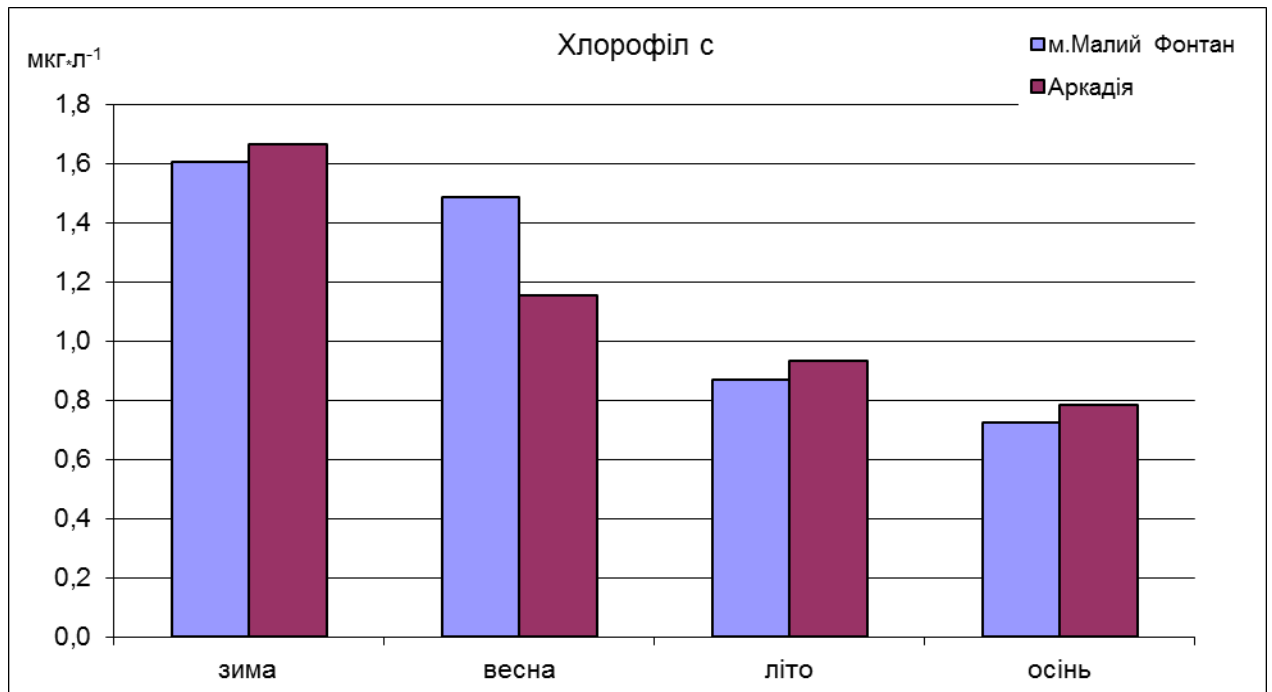


Рисунок 3.4 – Середньосезонні значення вмісту хлорофілу-с у прибережних акваторіях Одеського регіону в 2017 році

Натомість, середньосезонна концентрація хлорофілу-*b*, визначення якого свідчить про розвиток в районі дослідження синьозелених та джгутикових водоростей, змінювалась не тільки відмінним від інших пігментів чином, але й мали розбіжності для двох станцій. Максимальна концентрація цього пігменту як для району Аркадія так і для району м. Малий фонтан виявлені в весняний період і становили 0,78 мкг/л та 0,88 мкг/л. Проте мінімальне значення концентрації хлорофілу-*b* для району Аркадія зафіксоване в літній період і становило 0,44 мкг/л, а для району мису Малий фонтан – в осінній період із значенням 0,34 мкг/л. Середньосезонні зміни концентрації хлорофілу-*b* відображено на рисунку 3.5.

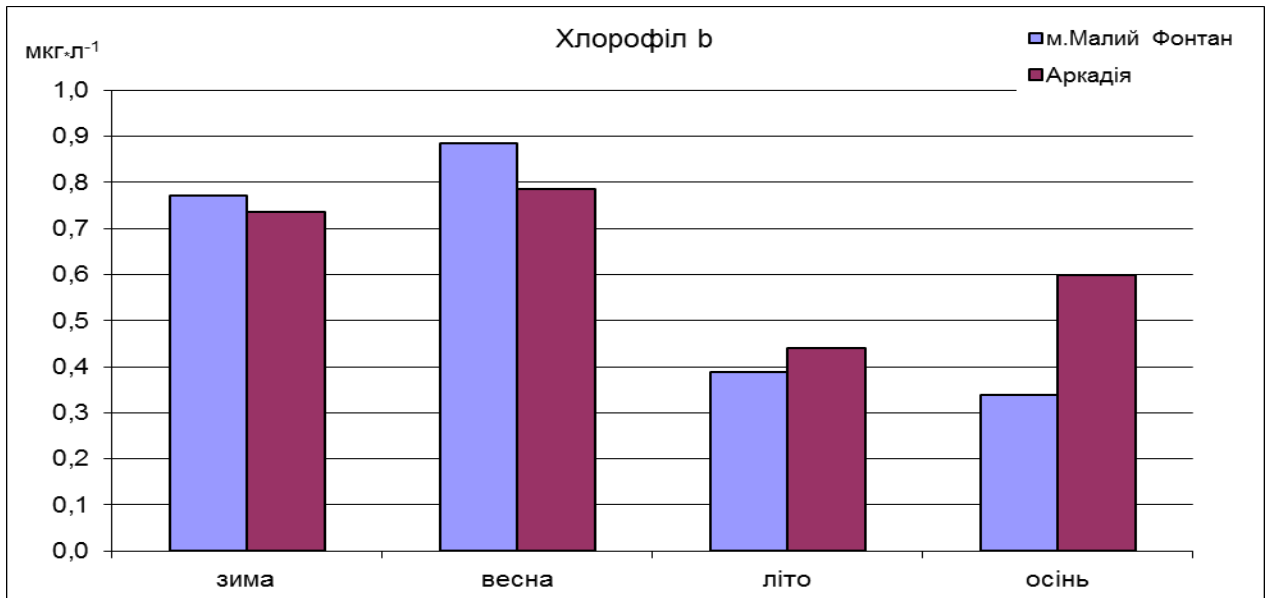


Рисунок 3.5 – Середньосезонні значення вмісту хлорофілу-*b* у прибережних акваторіях Одеського регіону в 2017 році

Максимальні значення пігментного індексу було зареєстровано в кінці літа в обох районах дослідження. В районі мису Малий Фонтан в цей період пігментний індекс становив 4,50 одиниць, при концентрації хлорофілу-*a* 1,10 мкг/л; в районі Аркадія – 3,73 одиниць, при концентрації хлорофілу-*a* 0,52 мкг/л. Це свідчить про пригноблення фізіологічної активності фітопланктону в цей період. Отримані дані збігаються із сезонними змінами видового складу автотрофних угруповань фітопланктону.

3.2 Середньорічні значення вмісту хлорофілу-*ав* прибережній акваторії Одеського регіону у 2017 році

Аналіз середньорічних значень вмісту хлорофілу-*a* в прибережній зоні Одеського регіону демонструє тенденцію до збільшення його середньорічної концентрації. Протягом трьох останніх років спостерігається тенденція до збільшення концентрації хлорофілу-*a* від 1,75 мкг/л в 2015 році до

2,35 мкг/л в 2017 році. Середньорічна концентрація хлорофілу-а представлена на рисунку 3.6.

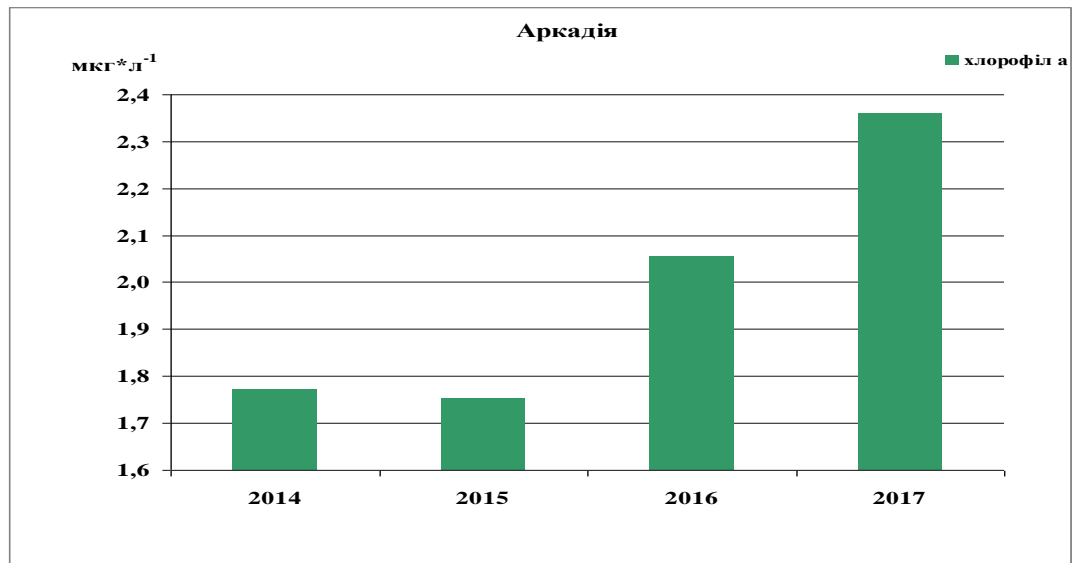


Рисунок 3.6 – Середньорічні значення вмісту хлорофілу-а у прибережній акваторії Одеського регіону у 2017 році

Причини що призводять до цього можуть бути пов'язані як зі зростанням загальної біомаси фітопланктону в певні періоди року, що впливає на середньорічні показники вмісту хлорофілу-а; а так і в цілому пов'язані з перебудовою структури фітопланктону, що пов'язано із кліматичними змінами.

4. ЯКІСНІ ТА КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗООПЛАНКТОНУ

Дослідження зоопланктону мають велике значення для розуміння сучасного стану та особливостей функціонування біотопів досліджуваної акваторії.

Біорізноманіття, рівень чисельності та біомаси, структура спільноти та деякі інші показники можуть виступати індикаторами стану навколишнього середовища. Різні організми зоопланктону мають різну екологічну пластичність та по різному реагують на зміни у середовищі. Різноманітні види забруднення (нафтове, важкими металами, хлорорганічними сполуками, детергентами і ін.), опріснення, або, навпаки, підвищення рівня солоності, надлишок біогенних речовин (евтрофікація), особливості температури, гідродинаміки і інше швидко відображаються на кількісних та якісних показниках зоопланктону.

4.1 Якісні та кількісні показники зоопланктону Одеського регіону

Зоопланктон традиційно поділяють на голопланктон, весь життєвий цикл якого проходить у товщі води, та меропланктон (тимчасовий компонент зоопланктону), який здебільшого представлений ювінальними стадіями бентосних тварин. Під час розвитку меропланктонного компоненту, кількість унікальних таксонів в зоопланктоні відчутно зростає.

Загалом, за період спостереження було ідентифіковано 42 таксони організмів зоопланктону, з них 27 видів голопланктону (*Oicopleura dioica*; *Parasagitta settoza*; *Penilia avirostris*; *Pleopis polyphemoides*; *Pseudoevadne targestina*; *Podonevadne trigona*; *Acartia clausi*; *Acartia tonsa*; *Calanus euxinus*; *Centropages ponticus*; *Paracalanus parvus*; *Pseudocalanus elongatus*; *Eurytemora velox*; *Oithona davisae*; *Cyclopina gracilis*; *Harpacticoida sp.* ;

Noctiluca stintillans; *Synchaeta baltica*; *Ostracoda sp.*; *Cumacea gen. sp.*; *Amphipoda gen. sp.*; *Nematoda sp.*; *Beroe ovata*; *Aurelia aurita larvae*; *Pleurobrachia pileus*; *Coryne tubulosa*; *Tintinoidea gen. sp.*), 15 видів меропланктону (*Amphipoda sp.*; *Ascidacea sp.*; *Balanus sp.*; *Bivalvia sp.*; *Decapoda sp.*; *Gastropoda sp., larvae*; *Isopoda sp.*; *Pisces sp.*; *Phoronis euxinokola larvae*; *Polychaeta sp.*; *Nereis sp. larvae*; *Polydora ciliata larvae*; *Spio filicornis larvae*; *Insecta gen. sp.*; *Acari gen. sp.*). Видовий склад значно збільшується за рахунок бентосних тварин – личинок поліхет, молюсків, циріпедій, а також тимчасово присутніх в планктоні бентопелагічних видів – представників гарпактицид, мізид, амфіпод. Таксономічний склад зоопланктону протягом 2017 року відображено на рисунку 4.1.

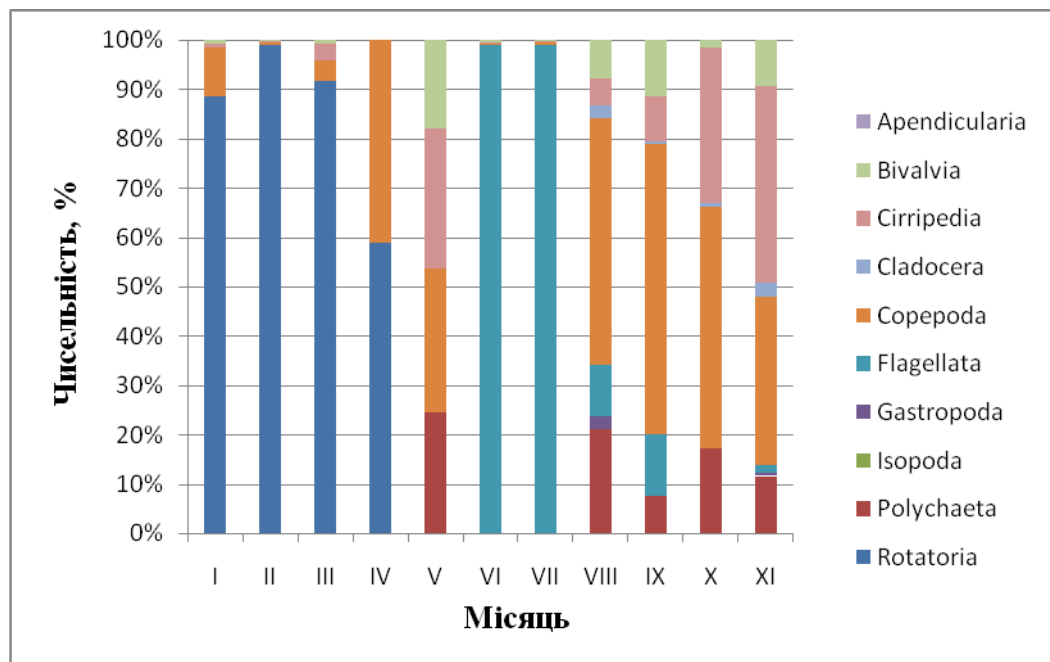


Рисунок 4.1 – Вклад різних таксонів у формування чисельності зоопланктону в Одеському регіоні у 2017 році

Перше півріччя в Одеському регіоні було типовим для регіону спостереження. Взимку відмічено мале видове розмаїття і чисельність, великої кількості сягали тільки ротифери, максимум яких відмічений у лютому та становив 4714 екз./м³. Також поодинокі зустрічалися дорослі,

копеподитні та наупліальні стадії копепод, та організми аеропланктону – личинки поліхет, бівальвій, циріпедій.

Звичайний для весни максимум розвитку зоопланктону настав пізніше звичайного та припав на червень-липень що, ймовірно, було пов'язано з погодними умовами. Зміна чисельності зоопланктону протягом 2017 року в Одеському регіоні відображено на рисунку 4.2.

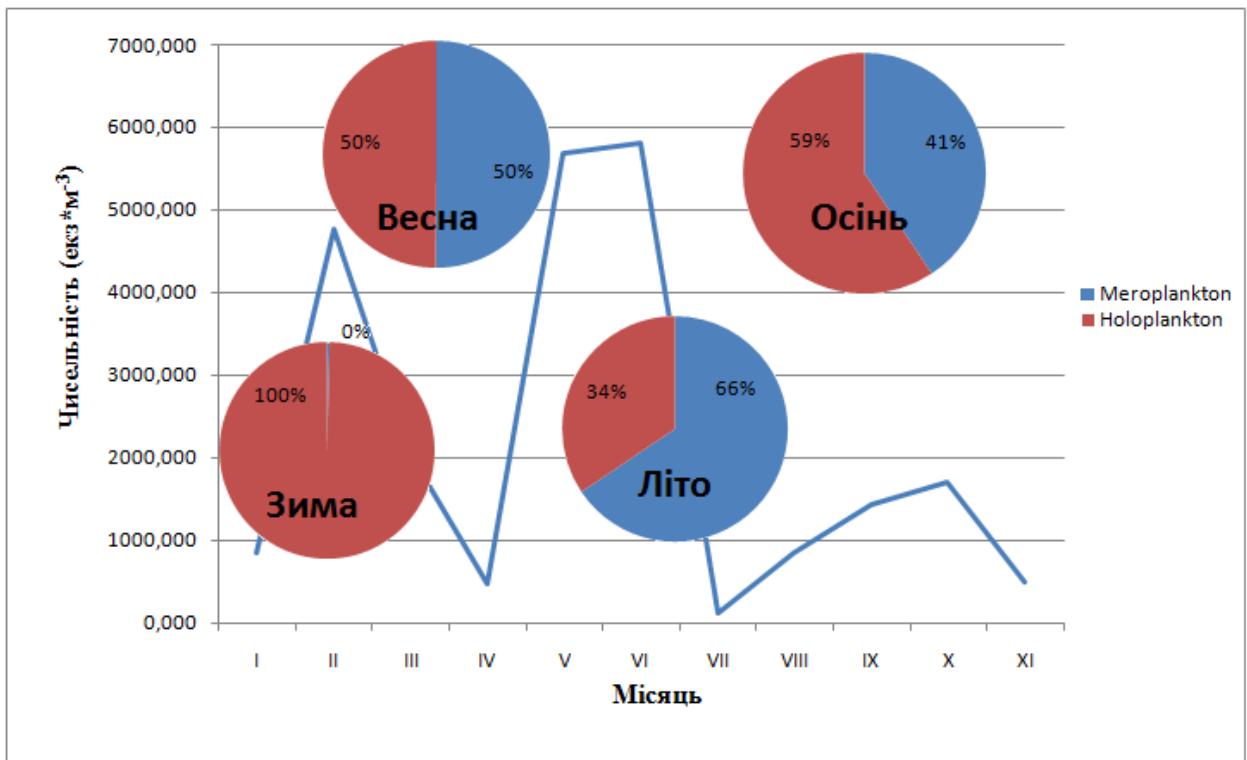


Рисунок 4.2. – Середня чисельність зоопланктону в Одеському регіоні у 2017 році (без урахування *Noctiluca scintillans*)

Навесні в зоопланктоні домінували ротифери роду *Synchaeta*, личинки вусоногих раків та двостулкових молюсків, циклопоїди *Oithona davisae*, каляноїди роду *Acartia*. Трохи меншою мірою - личинки поліхет, гастропод, кладоцери *Pleopis polyphemoides*, копеподи *Centropages ponticus*, *Harpacticoida g. sp.*

До кінця червня з планктону майже повністю зникають коловертки, збільшується чисельність копепод роду *Acartia* а також динофлагелляти *Noctiluca scintillans*. У липні чисельність останньої досягає найбільших за 6

років показників, доходючи на короткий період до 233 тис. екз./м³. В середньому за липень чисельність ноктілюки становила 40 824 екз./м³.

Зміна біомаси зоопланктону протягом 2017 року в Одеському регіоні відображено на рисунку 4.3.

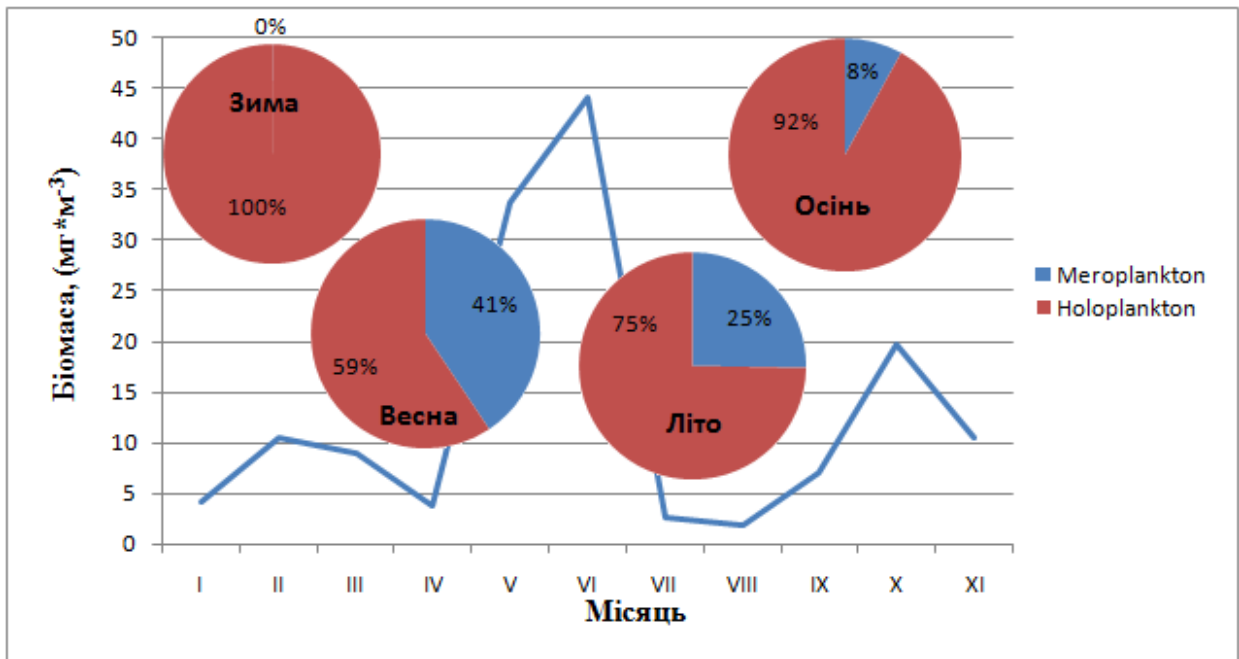


Рисунок 4.3 – Середня біомаса зоопланктону в Одеському регіоні у 2017 році (без урахування *Noctiluca scintillans*)

Частка *N. scintillans* у сумарній біомасі зоопланктону протягом червня-липня становила у середньому 96,9 %. Це, ймовірно, свідчить про різке зростання трофності вод, яка в попередні роки мала тенденцію до зниження. Можливо, через збільшення скидів органічних забруднювачів від антропогенних джерел або пов'язано із зростанням тектонічної активності та як наслідок – підняттям донної органіки.

До початку серпня чисельність ноктілюки в пробах сягає типових значень для району дослідження. Інші організми зоопланктону в цей період також сильно скорочують чисельність, але вже до середини місяця починає зростати чисельність організмів меропланктону, представлених личинками циріпедій, бівальвій, поліхет, гастропод. На початку вересня, також зростає чисельність і копепод. Осінній максимум розвитку зоопланктону припадає на

початок жовтня (чисельність – 1693 екз./м³, біомаса – 12,5 мг/м³) і представлений здебільшого меропланктоном та копеподами. На відміну від весни в меропланктоні також одиночно зустрічаються личинки асцидій і форонід. У середині жовтня із зміною клімату змінюється і структура зоопланктонної спільноти. Чисельність більшості організмів починає скорочуватися до рівня, характерного для зими. Численними залишаються тільки копеподи *Oithona davisae* і меропланктонна личинка раку балянусу. Така картина зберігається до кінця листопада, після чого чисельність останніх також знижується, а структура спільноти стає характерною для зими.

Середня чисельність та біомаса основних груп зоопланктону наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Середня чисельність та біомаса основних груп зоопланктону Одеського регіону у 2017 році

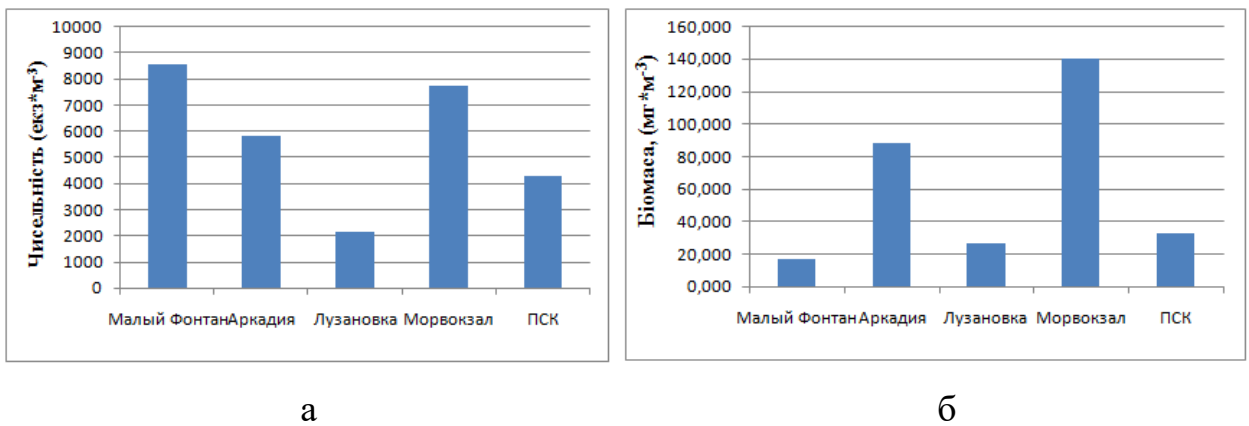
Групи зоопланктону	Чисельність, екз./м ³	Біомаса, мг/м ³
Rotatoria	690,842±1452	10,363±21,8
Polychaeta	196,540±416	2,853±7,04
Gastropoda	0,606±1,35	0,006±0,014
Flagellata	52890,606±172684	963,931±3147
Copepoda	387,247±503	3,897±7,7
Cladocera	97,436±312	0,437±1,19
Cirripedia	268,969±484	0,334±0,6
Bivalvia	400,951±974	1,013±2,46

Трофічний зоопланктон складався з *Copepoda*, *Cladocera*, представників меропланктону та інших груп зоопланктону. У середньому за рік за чисельністю і біомасою переважали представники нетрофічної групи зоопланктону – *N. scintillans*. Нетрофічний зоопланктон складався в основному з представників желетілих *Aurelia*, *Mnemiopsis*, *Beroe*, *Pleurobrachia*, *Corynema* та *N. scintillans*.

Щодо трофічного зоопланктону домінантними групами у голопланктоні були *Rotatoria*, *Copepoda* та *Cladocera*. У меропланктоні домінували *Cirripedia*, *Bivalvia* та *Polychaeta*.

4.2 Розвиток зоопланктону у гарячих точках Одеського регіону

Кількісні показники розвитку зоопланктону в гарячих точках влітку та восени 2017 року відображені на рисунках 4.4 та 4.5 відповідно.

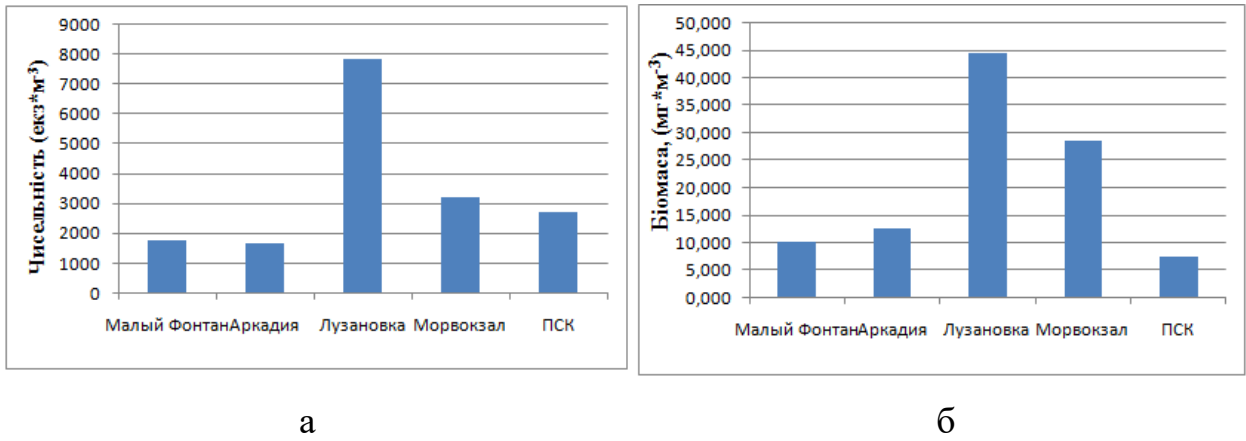


а) чисельність, екз./м³;

б) біомаса, мг/м³

Рисунок 4.4 – Кількісні показники зоопланктону в Одеському регіоні влітку 2017 року (без урахування *Noctiluca scintillans*)

Влітку найбільші показники були відзначені в районі Морвокзалу, більшою частиною завдяки великій кількості динофлагеляти *N. scintillans*, личинкам *Cirripedia*, *Polychaeta*, копеподам *Oithona*, *Centropages* та *Acartia*. В районі мису Малий Фонтан був відзначений максимум зоопланктону за кількісними показниками завдяки вкладу представників *Copepoda*, *Cladocera* та наупліїв *Cirripedia*.



а) чисельність, екз./м³;

б) біомаса, мг/м³

Рисунок 4.5 – Кількісні показники зоопланктону в Одеському регіоні восени 2017 року (без урахування *Noctiluca scintillans*)

Восени найбільші показники чисельності та біомаси були відзначені в районі Лузановки, трохи менші - на Морвокзалі. В районі Лузанівки більшою частиною завдяки личинкам *Cirripedia*, *Polychaeta* та *Gastropoda*. На Морвокзалі - завдяки личинкам *Cirripedia*, *Polychaeta*, копеподам *Oithona* та *Acartia*, трохи меншою мірою - личинок *Gastropoda* та *Ascidiacea*.

Найбільше значення індексу Шенона (H) за чисельністю спостерігалось у другому півріччі (у серпні – 2,112 одиниць, у листопаді – 2,107 одиниць), що відображено на рисунку 4.6.

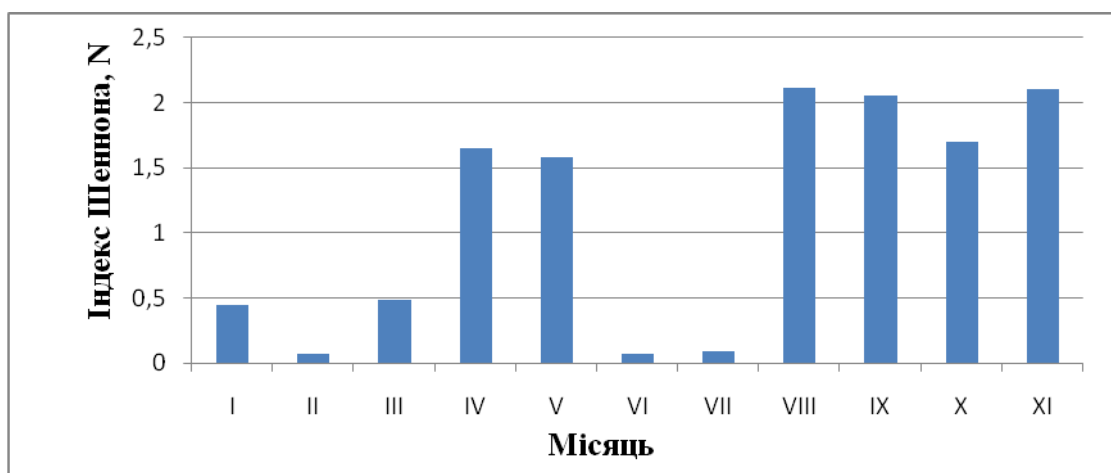


Рисунок 4.6 – Індекс Шенона (за чисельністю) зоопланктону в Одеському регіоні у 2017 році

Найменші значення індексу Шенона спостерігалися у червні та липні 0,07 одиниць та 0,093 одиниць відповідно, що пов'язано з аномально високим зростанням чисельності *N. scintillans*, що спостерігалось в 2017 році. В середньому за рік він склав 1,12 одиниць. У 2017 році у порівнянні з даними минулих років спостерігається погіршення стану зоопланктонного угруповання.

В цілому зоопланктон Чорного моря у 2017 році показав достатньо характерну для регіону картину видового складу, чисельності та домінант, продемонструвавши однак, ймовірно, збільшення рівня органічних забруднювачів у порівнянні з попередніми роками.

4.3 Якісні та кількісні показники зоопланктону північно-західної частини Чорного моря

У 2017 році було здійснено 3 експедиції в акваторію ПЗЧМ – у квітні, липні та серпні. Весною домінуючими видами в зоопланктоні ПЗЧМ виступили ротіфери роду *Synchaeta* та копеподи різних видів (*Oithona davisae*; *Acartia* sp .; *Paracalanus parvus*; *Pseudocalanus elongatus*), але у меншій мірі у ньому зустрічалися організми меропланктону.

Середня чисельність та біомаса зоопланктону в ПЗЧМ представлена в таблиці 4.2.

Середня чисельність на станції, як видно з таблиці 4.2, змінювалась від 1003 екз./м³ на станції 6 до 10769 екз./м³ на станції 5, та становила у середньому 4673 ± 4254 екз./м³. Біомаса – від 9,063 мг/м³ на станції 6 до 301,5 мг/м³ на станції 5 та становила $111,174 \pm 130,32$ мг/м³ у середньому. В цілому, картина розподілу організмів за горизонтами була достатньо характерною для шельфу. На всіх станціях максимальної чисельності та біомаси зоопланктон сягав у зоні температурного стрибка.

Таблиця 4.2 – Середня чисельність та біомаса зоопланктону в ПЗЧМ у квітні 2017 року

Станція	Чисельність, екз./м ³	Біомаса, мг/м ³
5	10769	301,500
6	1003	9,063
7	4053	81,372
8	2865	52,764
Середнє	4673 ± 4254	111,174 ± 130,32

Так, середні чисельність та біомаса у верхньому перемішаному шарі складала 713 екз./м³ та 9,34 мг/м³ відповідно. У шарі термоклину – 9631 екз./м³ та 297,327 мг/м³. У придонному шарі – 4674 екз./м³ та 93,172 мг/м³.

Чіткої зональності розподілу видів виявлено не було. На всіх горизонтах спостерігалися копеподи родів *Acartia*, *Paracalanus*, *Pseudocalanus* та *Oithona*, ротіфери роду *Synchaeta* та представники меропланктону – личинки *Balanus* та *Bivalvia*.

У липні домінуючим організмом в пробах була *N. stintillans*, що втім не завадило великій різноманітності інших організмів, було зареєстровано 18 таксонів. Необхідно відзначити, що чисельність ноктілюки у шельфових водах була значно нижче у порівнянні з прибережжям того-ж періоду, що ілюструє трофність вод.

Середня чисельність та біомаса зоопланктону в липні 2017 року представлені у таблиці 4.3.

Чисельність організмів (включно із *N. stintillans*) змінювалась від 2796 екз./м³ на станції 6 до 20859 екз./м³ на станції 5, та у середньому за рейс складала 10873 екз./м³. Біомаса – від 49,448 мг/м³ на станції 6 до 379,44 мг/м³ на станції 5 та у середньому 197,357±151,16 мг/м³.

За горизонтами організми розподілялися наступним чином – найбільшої чисельності та біомаси зоопланктон сягав в верхньому перемішаному шарі, основним вкладом характеризувалася ноктілюка.

Середні чисельність та біомаса у верхньому шарі становила 19207 екз./м³ та 349,44 мг/м³, в зоні термокліну – 7982 екз./м³ та 144,33 мг/м³, в придонному шарі – 285 екз./м³ та 4,9 мг/м³.

Таблиця 4.3 – Середня чисельність та біомаса зоопланктону в ПЗЧМ у липні 2017 року

Станція	Чисельність, екз./м ³	Біомаса, мг/м ³
5	20859	379,440
6	2796	49,448
7	5517	99,857
8	14318	260,681
Середнє	10873 ± 8277	197,357 ± 151,16

Зональність розподілу видів за шарами вод була виражена слабо, практично всі організми зустрічалися на різних станціях на всіх горизонтах. Серед копепод домінували види *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona davisae*. Кладоцери були представлені двома організмами - *Penilia avirostris* та *Pleopis polyphemoides*. Серед меропланктону домінували личинки поліхет роду *Spio* та вусоногих раків роду *Balanus*.

У серпні в зоопланктоні ПЗЧМ немає чітких домінант. На різних точках і горизонтах більшість складають копеподи, кладоцери, організми меропланктону. Середня чисельність та біомаса зоопланктону в серпні представлена у таблиці 4.4.

Найменші чисельність та біомаса відмічалися на станції 6 та складала 2294 екз./м³ та 40,358 мг/м³ відповідно. На станції 3 були відмічені максимальні показники чисельності (21875 екз./м³) та біомаси (211,021 мг/м³). У середньому за рейс ці показники склали 10 255 екз./м³ та 187,851 мг/м³. Щодо розподілу організмів за горизонтами, найбільші чисельність та біомаса відмічалися у верхньому перемішаному шарі, та складала 5940 екз./м³ та 97,6 мг/м³. В зоні термокліну вони складала 2690 екз./м³ та 50,753 мг/м³. У придонному шарі – 358 екз./м³ та 1,998 мг/м³.

Таблиця 4.4 – Середня чисельність та біомаса зоопланктону в ПЗЧМ у серпні 2017 року

Станція	Чисельність, екз./м ³	Біомаса, мг/м ³
1	16018	157,787
2	3823	60,655
3	21875	211,021
4	15955	1029,417
5	2956	44,234
6	2294	40,358
7	4176	85,303
8	7234	147,717
9	17920	175,141
10	3945	34,090
11	16610	80,640
Середнє	10255 ± 7374	187,851 ± 285,6

В цілому зоопланктонне угруповання ПЗЧМ показало середнє видове різноманіття, велику чисельність із переважанням кормової частки. Індекс Шенона для цієї акваторії склав 1,27 одиниць за квітень, 0,55 одиниць за червень та 1,72 одиниць за серпень. В середньому за рік цей показник склав 1,18 одиниць.

4.4 Багаторічні зміни вкладу *Noctiluca scintillans* в біомасу зоопланктону

N. scintillans швидко реагує на зміни у навколишньому середовищі, що дозволяє використовувати її як індикатор стану водойм. Багаторічні зміни вкладу *N. scintillans* в біомасу зоопланктону Одеського регіону відображено на рисунку 4.7

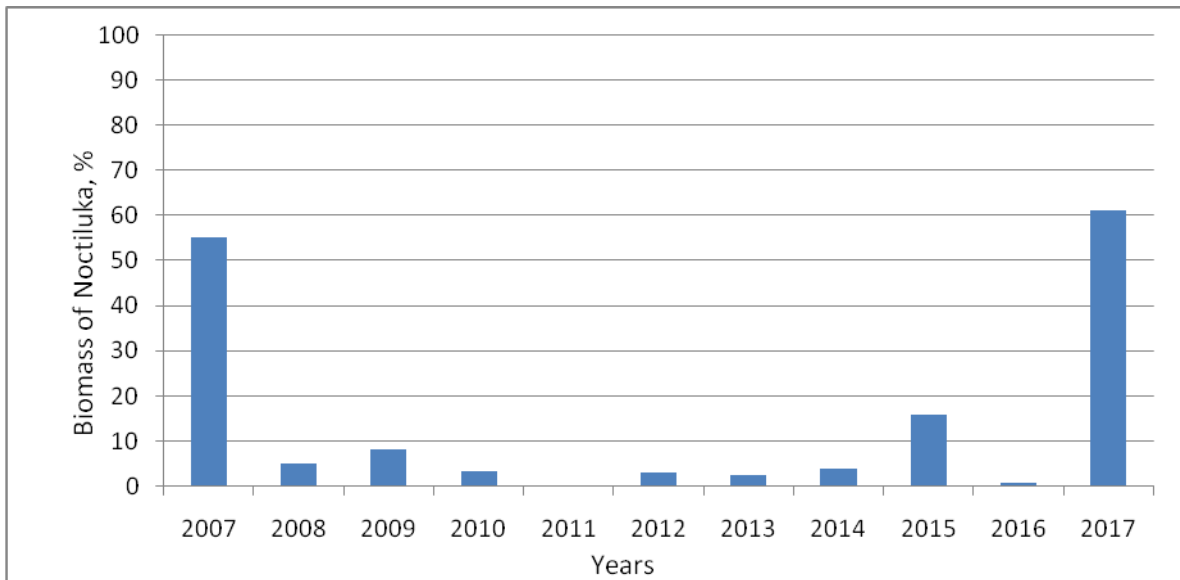


Рисунок 4.7 – Багаторічні зміни вкладу (%) *Noctiluca scintillans* в біомасу зоопланктону в Одеському регіоні

Частка *N. scintillans* у біомасі зоопланктону в Одеському регіоні після багаторічного спаду у другій половині 2017 році значно збільшилась.

Так, у 2007 році за середньорічним значенням біомаса *N. scintillans* складала 51,169 мг/м³ та становила 55,02 % у сумарному показнику біомаси зоопланктону, у період з 2008 року до 2015 року коливалася від 0,734 мг/м³ до 13,052 мг/м³ та залишалася у межах від 2,34 % до 15,82 % від загальної маси зоопланктону. У 2017 році спостерігалось різке збільшення чисельності та частки ноктілюки у сумарній біомасі зоопланктону. Так у середньому за 2017 рік біомаса *N. scintillans* складала 5738,631 мг/м³ або 61,23 % від загальної біомаси зоопланктону (для збереження можливості порівняння з багаторічними даними біомаса ноктілюки розрахована відповідно до стандартних ваг).

Річний хід зміни вкладу *N. scintillans* в біомасу зоопланктону відображено на рисунку 4.8.

В перше півріччя 2017 року ноктілюка у пробах була практично відсутня, але протягом 2 місяців – червня та липня, відмічався аномально

високий її рівень (більше ніж 99 % від загальної біомаси), після чого рівень поступово знижувався від 45,2 % у серпні до 6,5 % у листопаді.

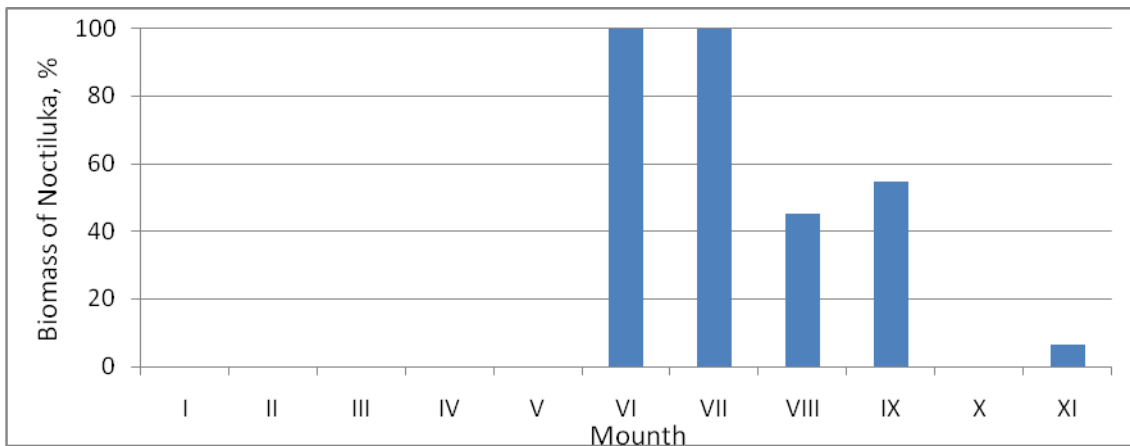


Рисунок 4.8 – Річний хід зміни вкладу (%) *Noctiluca stintillans* в біомасу зоопланктону в Одеському регіоні

Це, вірогідно, свідчить про різке зростання рівня органічних забруднювачів у літній період. В цілому за рік частка ноктілюки в біомасі зоопланктону склала 61,23 %. В цілому за рік стан середовища за часткою ноктілюки можна охарактеризувати як помірний, що вказує на погіршення його стану у порівнянні з попередніми роками, особливо в літній період.

СТАН МАКРОФІТОБЕНТОСУ

Водорості-макрофіти відіграють важливу роль у структурі водних біоценозів. Вони приймають активну участь у кругообігу речовин і енергії водойм, виконуючи роль первинної ланки ланцюга живлення, сприяють біологічній очистці водойм.

Більшість видів водоростей-макрофітів у своєму життєвому циклі ведуть прикріплений спосіб життя і тому досить чутливо реагують на зміни у навколишньому середовищі. Існує зв'язок між флористичним складом водоростей, їх продуктивністю і якістю водного середовища.

Враховуючи важливу роль водоростей-макрофітів, як первинної ланки ланцюга живлення, природних біофільтрів, індикаторів екологічного стану водойм, вивчення їх є важливою частиною біологічного моніторингу УкрНЦЕМ.

5.1 Таксономічний склад та кількісні характеристики макрофітобентосу Одеського регіону

Донна рослинність у досліджуваному районі розвивається динамічно і представлена певним комплексом відносно толерантних до мінливих екологічних умов видів водоростей [26] Число видів тут може коливатися за роками [27] – [29] в залежності від інтенсивності антропогенного впливу, до якого в останні роки додаються і кліматичні зміни.

Всього водеському регіоні у 2017 році було виявлено 31 вид водоростей-макрофітів. Із них до Chlorophyta відносяться 11 видів, Rhodophyta – 12, і Ochrophyta (Phaeophyceae) – 8. Виявлені види макрофітів входять до складу 6 класів, 9 порядків, 11 родин і 20 родів. Список зареєстрованих видів представлено в Додаток Е.

Встановлено, що у всіх досліджуваних акваторіях за видовим різноманіттям переважали червоні водорості, частка яких складала 36,7 % від загального числа видів макрофітів регіону. Домінували представники з родів *Acrochaetium* Roth, *Bangia* Lyngb., *Ceramium* Roth, *Callithamnion* Lyngb. і *Polysiphonia* Grev. Рідкісними для досліджуваної акваторії були *Erythrocladia subintegra*, *Rhodochorton purpureum*, *C. siliquosum* var. *siliquosum*, *Lomentaria clavellosa*. Зелені водорості тут займали другу сходинку (35,5 %) і були представлені родами *Cladophora* Kütz., *Ulva* L., *Chaetomorpha* Kütz., *Ulothrix* Kütz. і *Bryopsis* Lamour. Серед представників цього відділу виявлений такий рідкісний вид як *Entocladia leptochaete*. Найменшим видовим різноманіттям біля Одеського узбережжя виділялися бурі водорості (25,8 %). Відносно масовими серед них були лише *Scytosiphon simplicissimus*, *Ectocarpus siliculosus* і *Desmarestia viridis*. Інші виявлені тут види бурих водоростей із родів *Punctaria* Grev., *Striaria* Grev., *Petalonia* Derb. et Sol. і *Pilayella* Bory є рідкісними для цього району. Новим для одеського регіону видом бурих водоростей виявився *Myrionema orbiculare*, який було зареєстровано в районі мису Малого Фонтану.

Безумовно, що представлений цьогорічний склад водоростей-макрофітів одеського регіону не охоплює всього біорізноманіття макрофітобентосу навіть цього району дослідження. Особливості розподілу видового складу макрофітів за окремими районами одеського регіону представлено на рисунку 5.1.

Проте певна залежність якісних характеристик фітобентосу за окремими районами дослідження дозволила встановити наступне. Віддалені від основних джерел забруднення і з відкритим водообміном райони Одеського узбережжя характеризуються найбільшим видовим різноманіттям водоростей, це зокрема райони пляжів Дельфін, біостанції ОНУ, мису Малого Фонтану і Аркадія. Мінімальними показниками видового різноманіття водоростей-макрофітів характеризувалися райони Лузанівки, місця скиду дренажних вод в районі санаторію імені Чкалова і станції

біологічної очистки каналізаційних вод Південна. Середнє положення за досліджуваним параметром належало акваторії порту Південний.

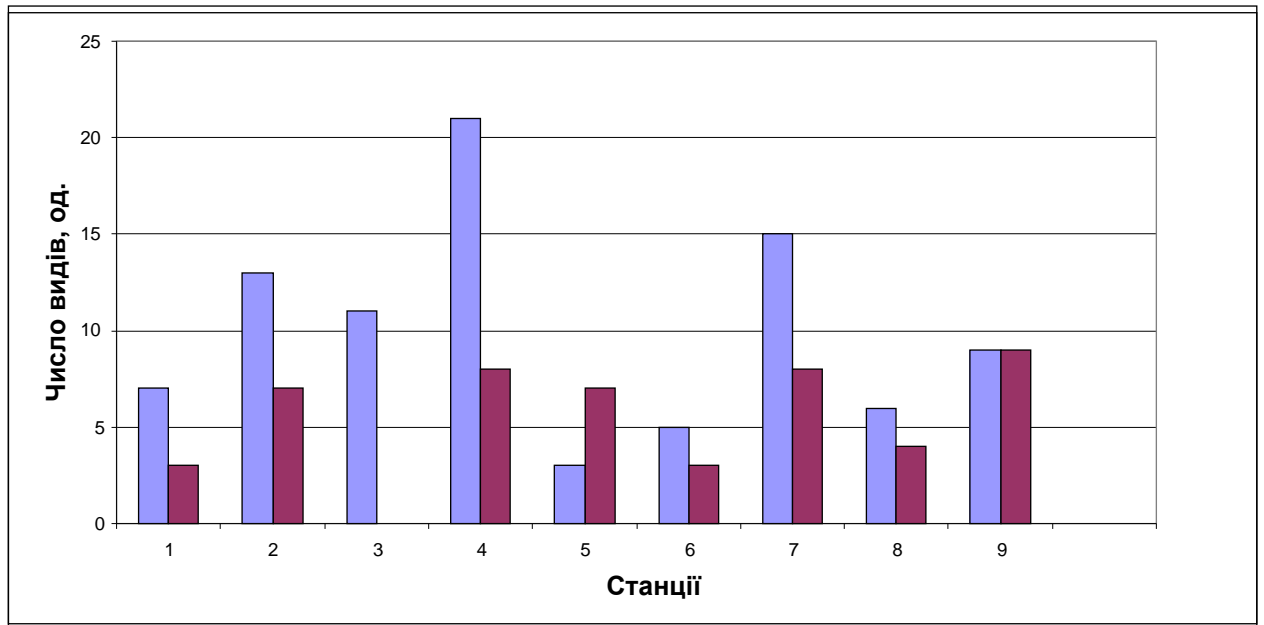


Рисунок 5.1. – Особливості розподілу видового складу макрофлітів за окремими районами одеського регіону у 2017 році:

1 – пляж «Лузанівка»; 2 – пляж «Дельфін»;

3 – біостанція ОНУ; 4 – Мис Малого Фонтану; 5 – пляж

санаторію ім. Чкалова; 6 – район скиду дренажних вод

санаторію ім. Чкалова; 7 – пляж «Аркадія»; 8 – район

СБО Південна; 9 – порт «Південний»; 1 ряд – червень;

2 ряд – жовтень

Ця закономірність характерна як для літнього, так і осіннього періоду року.

Таким чином, серед водоростей одеського регіону найбільшу стабільність демонструють Chlorophyta і Rhodophyta, а найменшу – Phaeophyta.

Біомаса водоростей є одним із важливих екологічних показників, який певною мірою відображає стан навколишнього водного середовища. Нами встановлено, що цей показник значно змінюється як в сезонному аспекті, так

і серед досліджуваних районів одеського регіону. Зміни біомаси за сезонами макролітів представлено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. – Сезонні зміни біомаси макрофітів в одеському регіоні у 2017 році

Райони	Середня біомаса, г/м ²	
	Червень	Жовтень
Пляж «Лузанівка»	1357,6	364,4
Пляж «Дельфін»	1592,9	329,4
Мис Малого Фонтану	1560,1	384,0
Пляж санаторію ім.. Чкалова	1357,6	880,2
Пляж «Аркадія»	1569,0	396,2
СБО «Південна»	1560,1	611,4
Порт Південний	3032, 0	2552, 6

Слід зазначити, що в районах відкритого морського узбережжя Одеського регіону (пляж «Дельфін», Мис Малого Фонтану, пляж «Аркадія» та ін.) у червні 2017 року біомаса макрофітів була схожою і становила 1500 г/м². В той же час, в закритих акваторіях (причал ПСЖ Григорівського лиману) ця величина була майже удвічі вищою.

Восени така ж тенденція зберігалася. Проте в більш забруднених місцях досліджуваного регіону таких як СБО Південна, величина біомаси водоростей була у 1,5–2 рази вищою, ніж в інших частинах регіону.

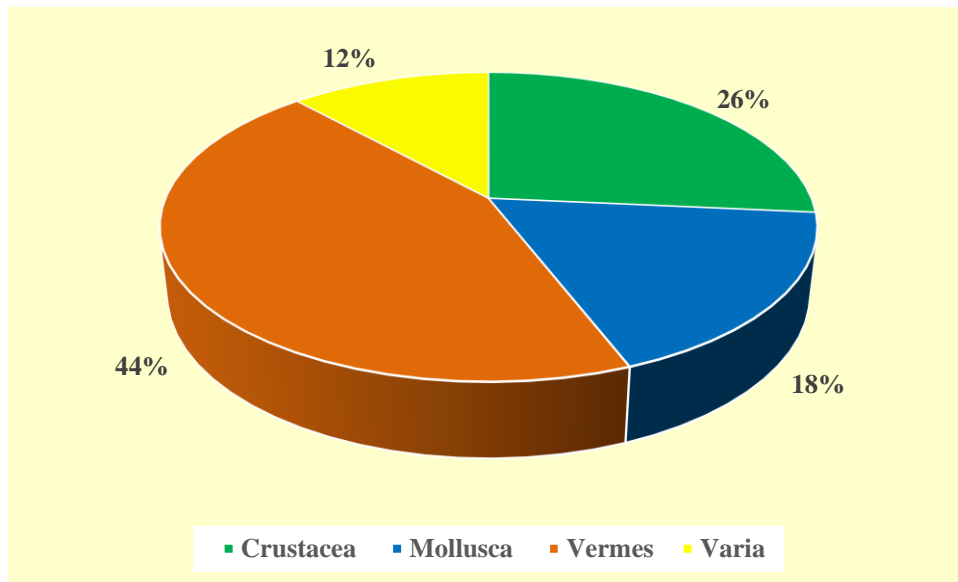
6 СТАН ЗООБЕНТОСУ

Зообентос відіграє одну з ключових ролей у функціонуванні водних екосистем. Організми зообентосу – це основна частина колообігу речовин: та енергії, вони приймають участь у трансформації первинної продукції, є основою кормової бази всіх бентосоїдних риб, є проміжними господарями паразитів риб та птахів. За розмірами тварини зообентосу поділяють на різні групи, в моніторингових дослідженнях найчастіше використовують дві групи: макрозообентос (розміри до 1 мм) та мейобентос (розміри від 1 мм до 32 мкм). Серед видів зообентосу є організми-біофільтратори (двостулкові молюски, вусоногі раки та ін.), яким належить основна функція очищення вод; багато видів детритофагів, які є посередньою ланкою в трофічних ланцюгах, що об'єднують пелагічні та донні угруповання. Тварини макрозообентосу є добрими індикаторами довгострокових змін екологічних умов бенталі. Гідробіонти мейофауни набагато швидше реагують на зміни оточуючого середовища ніж представники макрозообентосу і тому є чутливими індикаторами короточасних змін стану донних біоценозів, що обумовлює їх дослідження при проведенні моніторингу. Зміни у структурі та функціональній активності зообентосних угруповань слугують надійним показником стану морської екосистеми, що визначає доцільність моніторингових спостережень за ними.

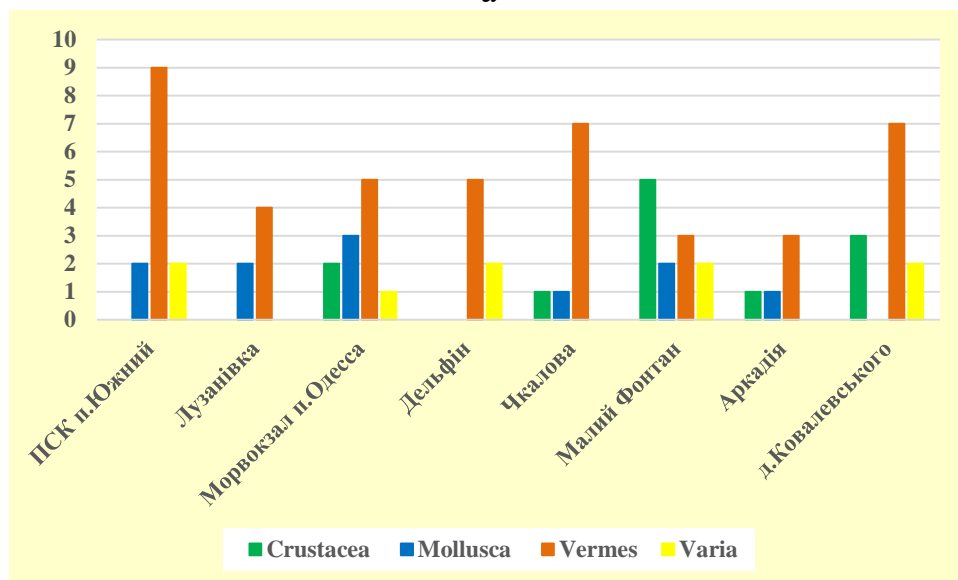
6.1 Таксономічний склад та кількісні характеристики макрозообентосу Одеського регіону

Найбільш вагому роль у формуванні якісного складу макрозообентосу відіграють ракоподібні (Crustacea), молюски (Mollusca) і черви (Vermes). В якісних пробах макрозообентосу узбережжя Одеського регіону (дослідні

глибини від 0,5 до 10 метрів) зареєстровано 34 таксона: Crustacea – 9, Mollusca – 6, Vermes – 15, Varia (інші) – 4 таксонів. Дольовий вклад різних груп макрозообентосу по формуванню якісного складу в водах Одеського узбережжя у 2017 році наведено на рисунку 6.1. Список зареєстрованих видів макрозообентосу у 2017 році наведено у Додатку С.



а



б

а) таксономічне різноманіття;

б) кількість таксонів за станціями.

Рисунок 6.1 – Таксономічний склад макрозообентосу Одеського прибережжя у 2017 році

Просторовий розподіл макрозообентосу прибережної смуги неоднорідний і залежить в основному від характеру ґрунту, глибини, зовнішніх гідрологічних змін, розташування (відстані) від гідротехнічних споруд та також зростаючого антропогенного впливу у літній період. Потрібно відзначити, що протягом весняно-осіннього періоду 2017 року відбувалися різкі зміни гідрологічних умов прибережної зони Одеського регіону – особливо у червні і липні, декілька разів навіть візуально спостерігалися раптові появи сильної холодної течії з швидким розповсюдженням по акваторії, та перепадами температури морської води у прибережній смузі з +20°C до +10°C. Це звісно не сприяло звичайному розвитку та розмноженню багатьох, особливо осілих та мало рухомих, донних організмів.

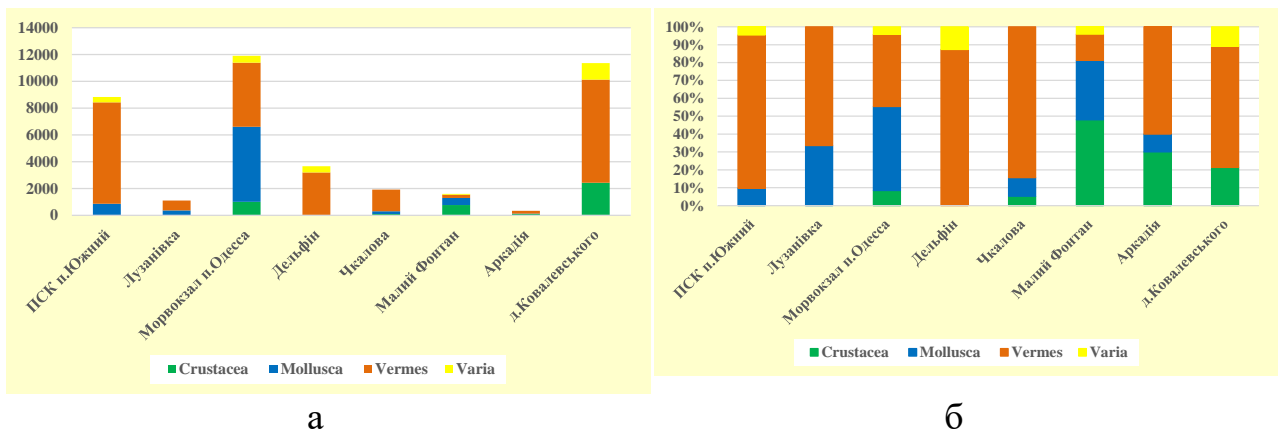
В основному характер донного ґрунту в місцях відбору проб складався із суміші піску з мілким камінням та дрібними частками мушлі у різних пропорціях (домішок мулу візуально був незначний), за винятком мулистого донного ґрунту з незначною кількістю піску та частками мушлі - на станції морвокзал Одеського порту. На твердих субстратах, які присутні на усіх станціях відбору (причали, пірси та великі каміння) формуються угруповання обростань, де домінують двостулкові молюски (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 та *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791).

У 2017 році зустрічальність таксонів макрозообентосу за станціями не перевищувала 75%, це черви: *Alitta succinea* Leuckart, 1847, *Spiophilicornis* O.F. Muller, 1776, та представник ракоподібних *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853. Зустрічальність до 50% у пробах, також, мали в основному черви. Молодих двостулкових молюсків було дуже мало і особливо їх мала кількість у пробах для такого молюска як *Mytilus galloprovincialis*, із максимальною зустрічальністю цього виду у 38%.

Найбільший відсоток видового різноманіття займають представники червей, як в цілому – 44%, так і окремо за районами дослідження. Винятком є район мису Малий Фонтан, де переважають представники ракоподібних (5 таксонів із 12), найменша кількість виявлених основних таксонів

макрозообентосу з групи молюсків – 18%, та «інші» – 12%. За кількістю таксонів макрозообентосу у пробах 2017 року, як завжди, домінує район ПСК, де відмічено 13 таксонів. В районах Морвокзалу, Малеого Фонтану та Дачі Ковалевського відмічено майже схожі показники 11–12 таксонів. Найменша кількість таксонів макрозообентосу виявлена в районах: Аркадія – 5 таксонів та Лузанівки – 6 таксонів. Тільки два району Одеського прибережжя у 2017 році мають представників усіх основних груп макрозообентосу – Морвокзал та мис Малий Фонтан.

Чисельність основних таксонів макрозообентосу за прибережними районами дослідження представлено на рисунку 6.2.



а

б

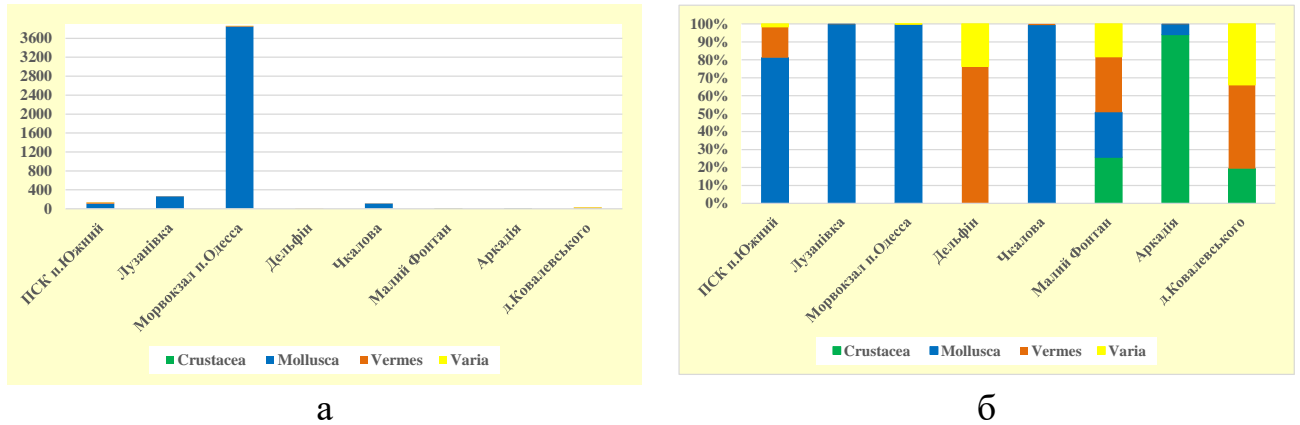
а) кількість (екз./м²);

б) відсоткова.

Рисунок 6.2 – Чисельність макрозообентосу за районами Одеського узбережжя у 2017 році

Найбільшу чисельність представників макрозообентосу виявлено в районі Морвокзал, вона становила 11900 екз./м², на цій станції також була відмічена і найбільша біомаса – 3861,700 г/м², яку в основному сформували дорослі особини молюска *Mytilus galloprovincialis*. Найменшу чисельність представників макрозообентосу виявлено в районі Аркадія – 333 екз./м² із також найменшою біомасою – 1,651 г/м².

Значення чисельності та біомаси з відсотковими показниками за районами дослідження відображено на рисунку 6.3.



а) кількісне (г/м²);
б) відсоткове.

Рисунок 6.3 – Показники біомаси макрозообентосу за районами Одеського прибережжя у 2017 році

Співвідношення чисельності до біомаси макрозообентосу відображено на рисунку 6.4.

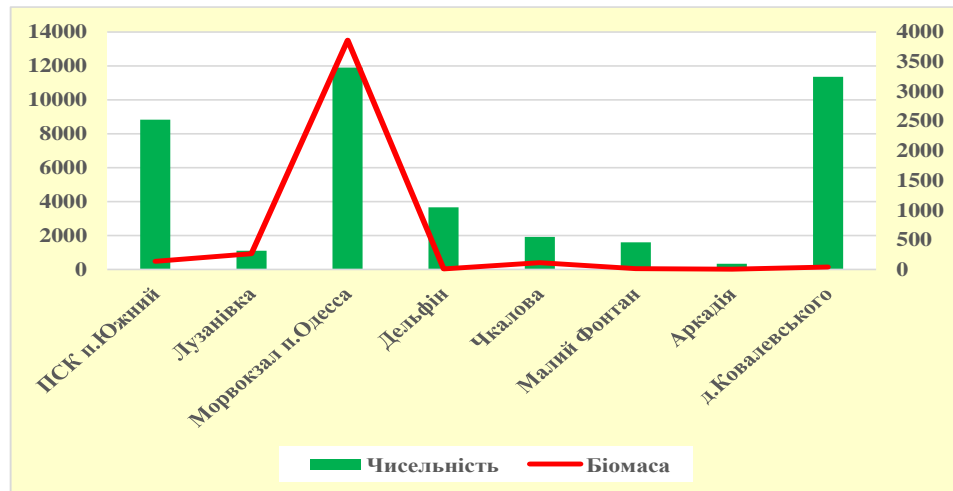
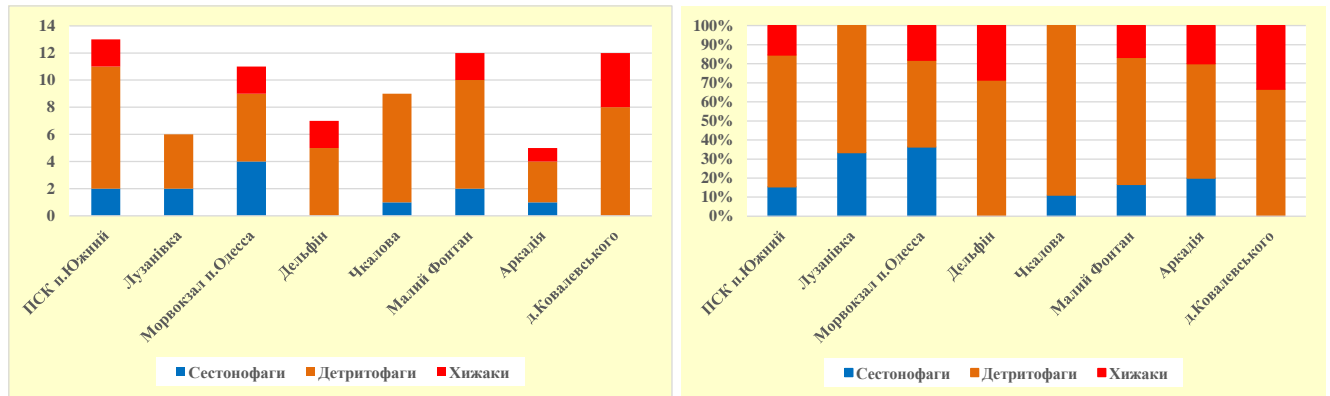


Рисунок 6.4 – Співвідношення чисельність/біомаса макрозообентосу за станціями Одеського прибережжя у 2017 році

Добре помітний максимум значення біомаси на станції Морвокзал, який сформований значною кількістю дорослих двостулкових моллюсків

M. galloprovincialis. На всіх станціях, за винятком вище зазначеної, представники макрозообентосу представлені в більшості дуже дрібними організмами.

Співвідношення трофічних груп макрозообентосу за районами дослідження представлено на рисунку 6.5.



а

б

а) кількісне;

б) відсоткове.

Рисунок 6.5 – Співвідношення трофічних груп макрозообентосу за районами в Одеському прибережжі у 2017 році

За співвідношенням трофічних груп макрозообентосу за районами дослідження на чотирьох станціях (ПСК п.Южний, Морвокзал, мис Малий Фонтан та Аркадія) присутні всі трофічні групи з відносно прийнятними співвідношеннями. На станціях Дельфін і Дача Ковалевського велика кількість хижаків (представників *Nemertea*, *Rhabditophora* та *Polychaeta*) присутність яких зрозуміла із за наявності значної кількості малих розмірів червів-детритофагів (*Oligochaeta*, *Prionospicirrifera* Wirén, 1883, *Alittasuccinea* Leuckart, 1847), *Capitellagiardi* Mesnil, 1897). В районі Лузанівка зареєстровано незначну кількість видів макрозообентосу, що пов'язано із відбором проб, які були відібрані на глибинах 0,5 – 1 м.

В цілому, враховуючи досвід спостережень, угруповання представників макрозообентосу за районами дослідження знаходяться в відносно задовільному стані.

6.1.1 Оцінка стану макрозообентосу прибережних акваторій

Для оцінки стану макрозообентосу у відповідності з рекомендаціями ЄС в межах Водної рамкової директиви було проведено аналіз результатів видового складу із допомогою програмного забезпечення AZTI. Шкала та характеристика екологічних груп представлена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Шкала оцінки стану макрозообентосу за екологічними групами

Групи	Розподіл за залежністю від чутливості до зовнішнього впливу
I	тварини, що чуткі до впливу (первинний стан)
II	тварини, що байдужі до порушень присутні у невеликій кількості (незначний дисбаланс)
III	тварини, що толерантні до органічного забруднення но підходять до нормальних умов (деяка неврівноваженість ситуації)
IV	другого порядку «умовно патогенні» тварини (від слабої до вираженої несиметричної ситуації)
V	першого порядку «умовно патогенні» тварини (виражена незбалансована ситуація)

Оцінка видового різноманіття була проведена на основі розрахунків індексу Шеннона-Вінера та бета-різноманітності Уітакера, а також результати обчислення Морського біотичного індексу (АМВІ) та багатофакторного морського біотичного індексу (М-АМВІ) представлені в таблиці 6.2.

За оцінкою багатофакторного морського біотичного індексу «М- АМВІ» екологічний стан зазначено як «Добрий» на шістьох станціях, як «Високий» лише на двох станціях (мис Малий Фонтан та Дача Ковалевського). За шкалою стан макрозообентосу на трьох дослідних станціях Одеського прибережжя: Лузанівка, Дельфін та Аркадія визначено як «Добрий (злегка порушений)». Всі інші п'ять станції визначені з екологічним станом як «Високий (незбурений)».

Таблиця 6.2 – Оцінка стану макрозообентосу за районами Одеського узбережжя з використанням програмного забезпечення AZTI: S – видове різноманіття, H' – індекс Шеннона-Вінера (індекс різноманіття спільноти), AMBI – морський біотичний індекс (MarineBioticIndex), M-AMBI – багатофакторний (multivariate) морський біотичний індекс AMBI та кольорова шкала визначення екологічного стану морського середовища у відповідності з рекомендаціями WFD

Станції	S	H'	AMBI	M-AMBI	WFD Екологічний стан	MSFD
ПСК п.Южний	13	3,06	3,608	0,84	Високий (незбурений)	Добрий
Лузанівка	6	2,48	2,542	0,7	Добрий	Добрий
Морвокзал п.Одесса	11	2,66	2,924	0,81	Високий (незбурений)	Добрий
Дельфін	7	2,59	3,859	0,63	Добрий	Добрий
Чкалова	9	2,96	2,669	0,82	Високий (незбурений)	Добрий
Малий Фонтан	12	3,12	2,030	0,96	Високий (незбурений)	Добрий
Аркадія	6	2,17	2,550	0,65	Добрий	Добрий
д.Ковалевського	12	3,27	3,528	0,85	Високий (незбурений)	Добрий

6.2 Стан макрозообентосу північно-західної частини Чорного моря

Загальна кількість станцій в районі ПЗЧМ у 2017 році склала 27 (з урахуванням повторних зйомок у весняний і літній період в районі ФПЗ). За період дослідження було відзначено 131 таксон рангу виду і вище. Найбільшу різноманітність мають молюски, ракоподібні і багатощетинкові черви. Таксономічний склад макрозообентосу ПЗЧМ відображено на рисунку 6.6.

Індекс бета-різноманітності Уітакера становив 12,25 одиниць. Максимальною зустрічністю характеризувалися такі види - *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, *Nephtys hombergii* Savigny Lamarck, 1818, *Harmothoe reticulata* (Claparède, 1870), *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883.

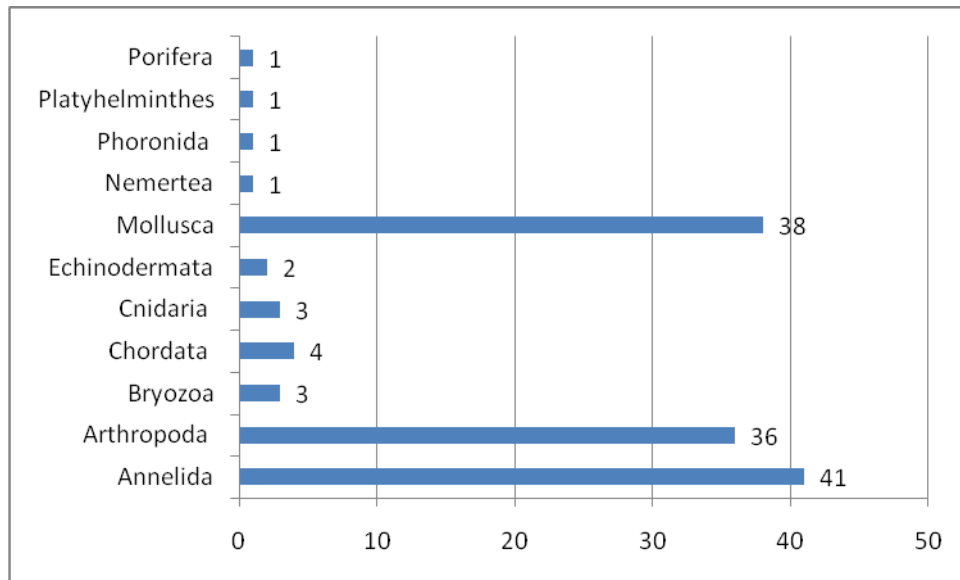


Рисунок 6.6 — Таксономічний склад макробоентосу українського сектору Чорного моря у 2017 році

Трохи менше третини видів (42 види з 131 видів) зазначених груп індеферентна до підвищення органічної речовини, 26 видів толерантних до органічного забруднення та інші види – опортуністи. Інші групи були предствлені меншим чіслом видів. Всі досліджені бентосні організми мали агрегований характер розподілу. Станмакробоентосу на більшості досліджених станцій можна охарактрізувати як слабопорушений.

Кількість видів на станціях коливалась від 19 до 49, але в середньому становила 31 ± 3 . Зустрічність більше 50% мали 25 видів: *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 – 100%, *Phtisica marina* Slabber, 1769 – 92%, *Perioculodes longimanus*(Bate & Westwood, 1868) – 92%, *Harmothoe reticulata* (Claparède, 1870) – 92%, *Lagis koreni* Malmgren, 1866 – 85%, *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767) – 85%, *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883 – 77%, *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) – 77%, *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818 – 77%, *Nemertea g.sp.* – 77%, *Amphiura stepanovi* Djakonov, 1954 – 77%, *Terebellides stroemii* Sars, 1835 – 69%, *Microdeutopus gryllotalpa* Costa, 1853 – 69%, *Dipolydora quadrilobata* Jacobi, 1883 – 69%, *Athanas nitescens* (Leach, 1813 [in Leach, 1813–1814]) – 69%, *Ampelisca diadema* (Costa, 1853) – 69%, *Spirobranchus triqueter* (Linnaeus, 1758) – 62%, *Spio*

filicornis(Müller, 1776) – 62%, *Dexamine spinosa* (Montagu, 1813) – 62%, *Calyptraea chinensis* (Linnaeus, 1758) – 62%, *Asciidiella aspersa* (Muller, 1776) – 62%, *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914 – 62%, *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) – 62%, *Pusillina lineolata* (Michaud, 1830) – 54%, *Orchomene humilis* (Costa, 1853) – 54%.

В центральній частині ПЗЧМ *Mytilus galloprovincialis* домінувала за біомасою майже на всіх станціях протягом усього періоду дослідження за винятком північної станції (дата відбору 13.04.17). Частка *M. galloprovincialis* зазвичай становила від 56 % до 93% біомаси і від 15 % до 37% за чисельністю. Вклад в чисельність більше 10% внесли такі види багатощетинкових червів: *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883, *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864), *Spio filicornis* (Müller, 1776), *Aonides paucibranchiata* Southern, 1914, *Phthisica marina* Slabber, 1769, *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Pholoe inornata* Johnston, 1839, *Caprella acanthifera* Leach, 1814 та рачки *Microdeutopus anomalus* (Rathke, 1843). На основі даних частки домінуючих форм за допомогою кластерного аналізу вдалося виділити 3 варіанти стану спільноти макрзообентосу центральної частини ПЗЧМ, що відображено на рисунку 6.7.

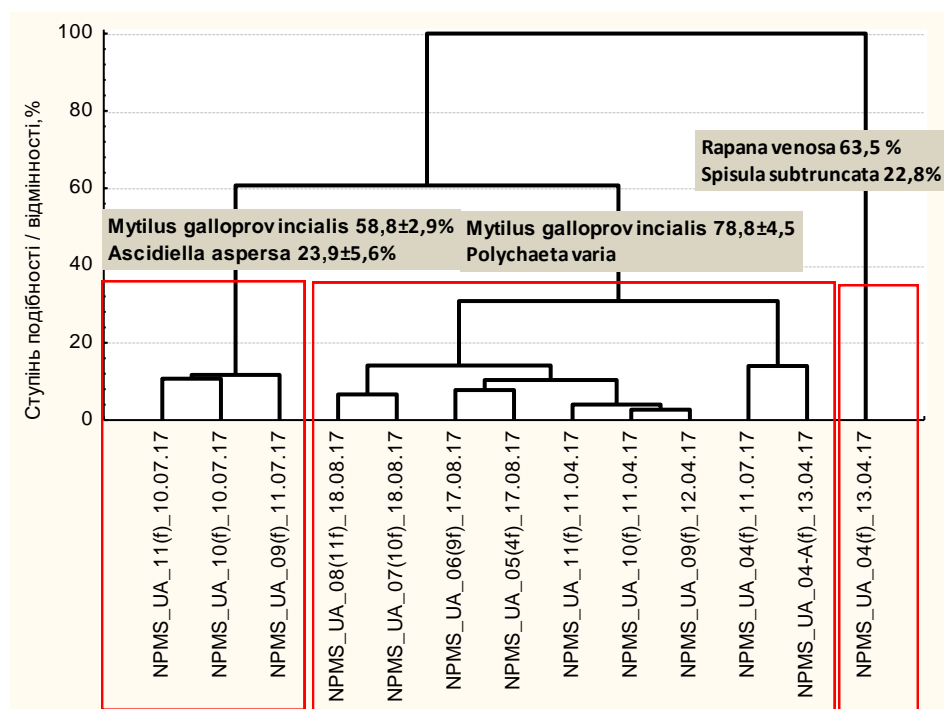


Рисунок 6.7 – Дендрограма подібності за часткою біомаси домінантів

У квітні та серпні угруповання характеризується високою щільністю мідій і багатощетинкових червів, в липні відбулося осідання асцидій *Ascidiella aspersa* (Muller, 1776), що призвело до зміни в структурі угруповання та визначення провідної ролі асцидій в структурі макрозообентосної спільноти. Кількісні показники макрозообентосу в центральній частині ПЗЧМ відображено на рисунку 6.8. В Додатку Д наведено кількісні показники макрозообентосу за дослідженими станціями.

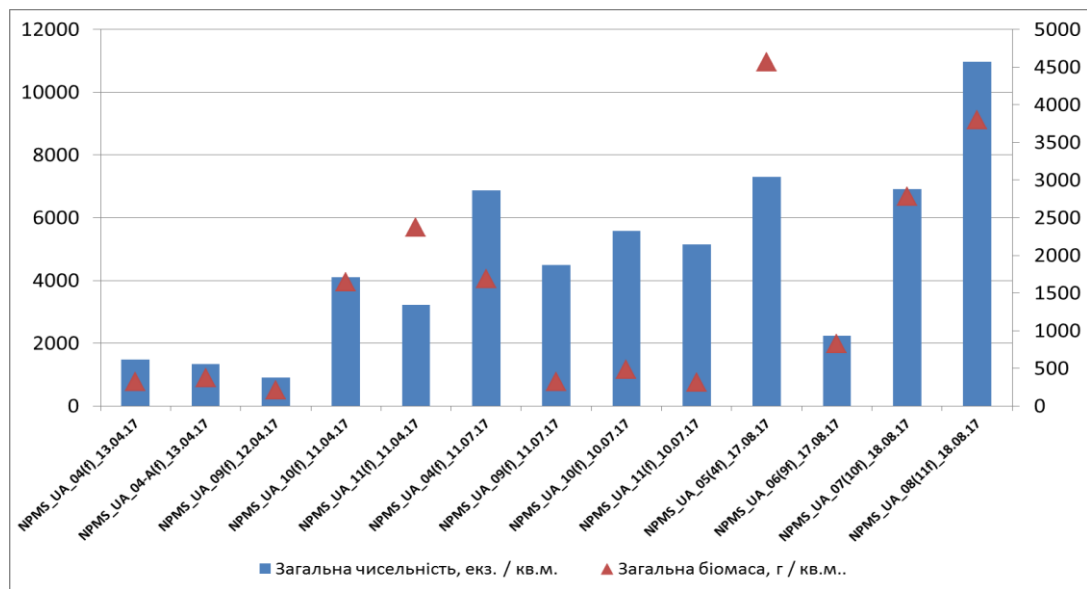


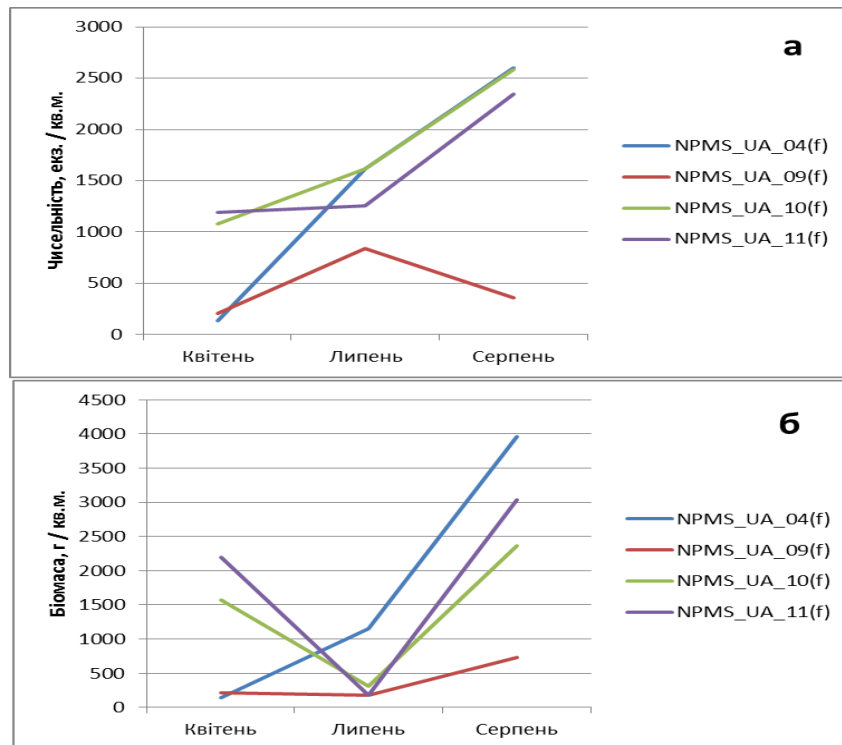
Рисунок 6.8 – Кількісні показники макрозообентосу в центральному районі ПЗЧМ, квітень – серпень 2017 р.

Найбільш високі кількісні показники макрозообентосу відзначали в серпні, що пов'язано з осіданням нового покоління мідій, асцидій, а також розвитком ювенільних поліхет.

Найбільший розкид показників відзначений на станції № 4 (до 5,4 разів за чисельністю та до 12 разів за біомасою). Максимальна біомаса була відзначена в серпні на станції № 11 (до 4,5 кг).

Чисельність двостулкового моллюска *M. galloprovincialis* змінювалася не однаково на досліджуваних станціях, так на трьох з чотирьох станцій (крім станції № 9). Максима чисельність відмічена в серпні. Найбільш низькі показники біомаси відзначені в липні (близько 200 г/м²), в серпні досягати

декількох кг. Зміну кількісних показників *M. Galloprovincialis* відображено на рисунку 6.9.



а) чисельність, екз/м²;

б) біомаса, г/м².

Рисунок 6.9 – Зміна кількісних показників молюска *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 в центральному районі ПЗЧМ у 2017 році

6.2.1 Оцінка стану макрозообентосу

Протягом всього періоду дослідження показники індексу АМВІ варіювали в межах від 1,808 одиниць до 3,103 одиниць, що відповідає у

відповідності до шкали слабо порушеному стану. Найбільш висока якість середовища відзначена на станції № 6 (17.08.17), що відоб'юражено на рисунку 6.10.

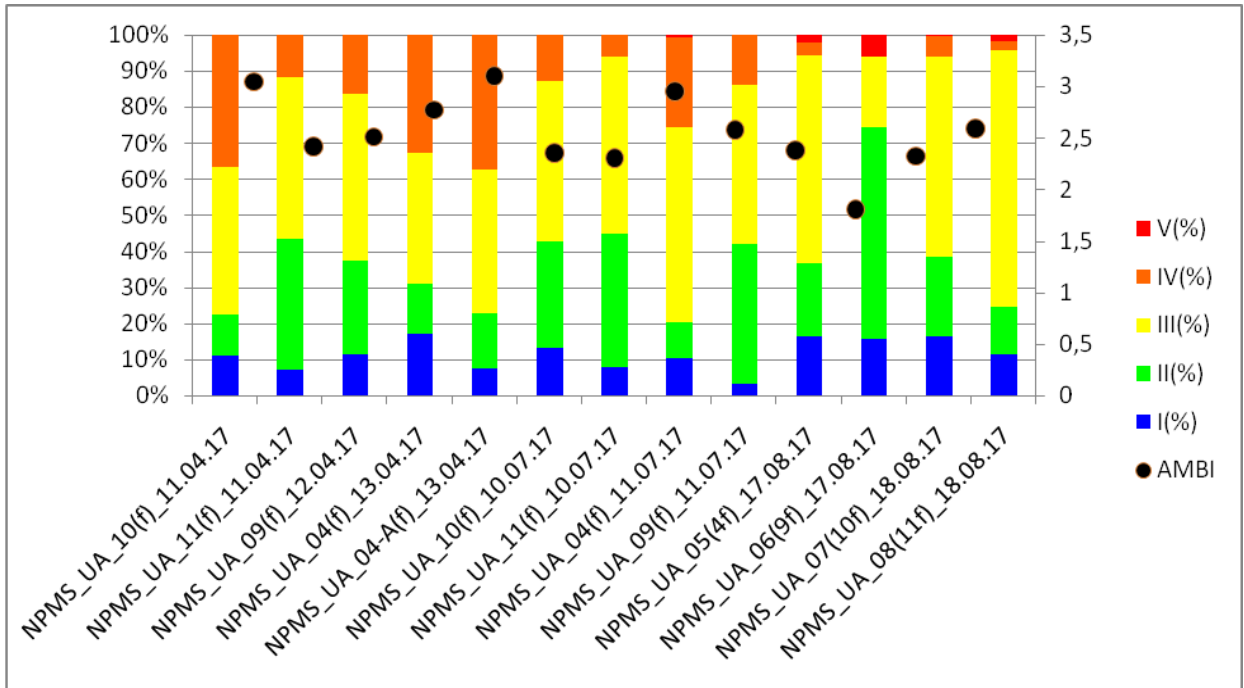


Рисунок 6.10 – Оцінка за індексом AMBI для центрального району ПЗЧМ у 2017 році

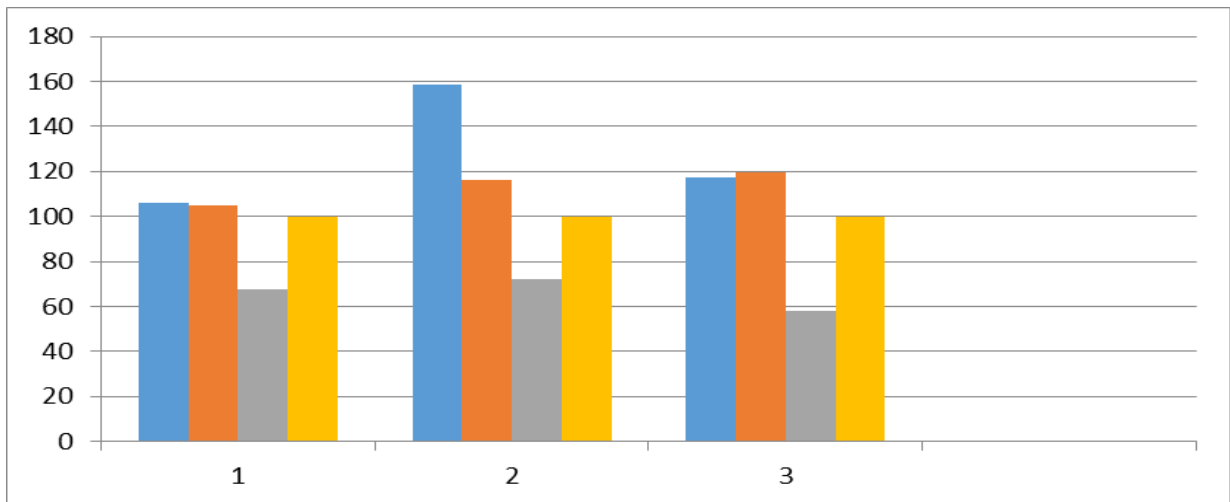
Показники індексу за Шенноном також знаходилися в діапазоні, що характеризує високий екологічний статус.

Таким чином, угруповання макрозообентосу центральної частини ПЗЧМ характеризується високим біорізноманіттям та добрим екологічним станом.

7 РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ДОНИХ СУБСТРАТІВ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ


7.1 Оцінка токсичності екстрактів донних відкладень в псевдо літоралі пляжів м. Одеси у серпні 2006 – 2008 р.р. для репродукції *D. salina*


Для аналізу отриманих експериментальних даних залучені літературні дані та матеріали власних досліджень. Результати вивчення токсичності донних відкладень Одеського регіону, відібраних в літній період 2006 р. в районі пляжів: Дача Ковалевського, Дельфін та Лузанівка, представлені на рисунках 7.1 та 7.2. та таблиці 7.1.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

 – Пляж «Дача Ковалевського»;

 – Пляж «Дельфін»;

 – Пляж «Лузанівка»;


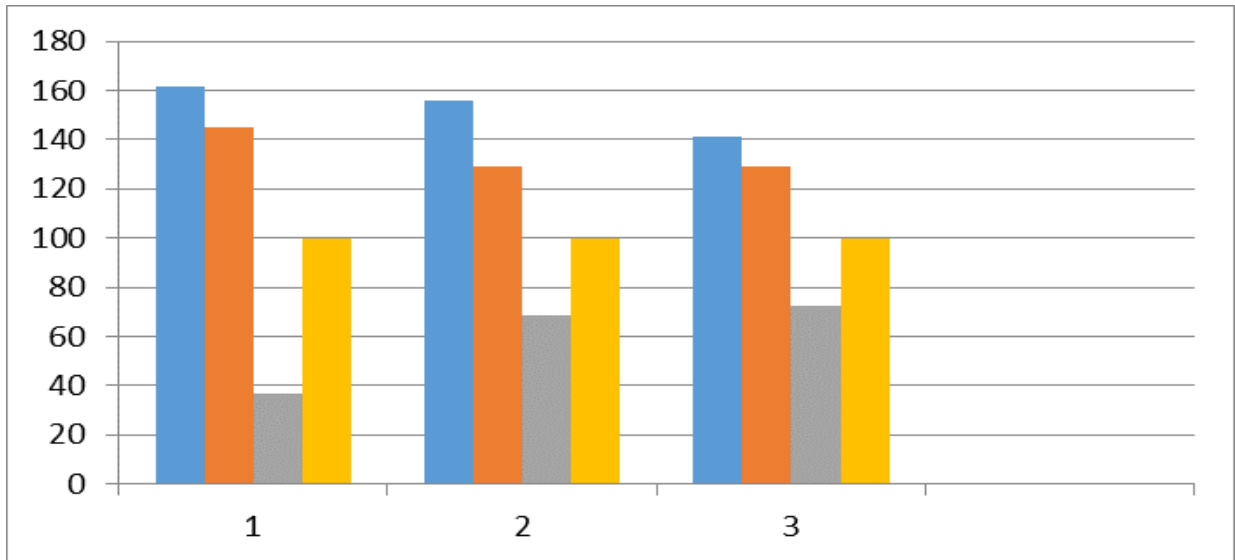
 – контроль.

Рисунок 7.1 – Зміна чисельності клітин *D. salina* в серпні 2006 року
(концентрація 1,0 г/л)

З отриманих результатів досліджень випливає, що дієвими були екстракти донних відкладень в досліджуваних концентраціях, відібраних у всіх точках пробовідбору у серпні 2006 року (таблиця 7.1, рисунки 7.1 та 7.2).



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

■ – Пляж «Дача Ковалевського»;

■ – Пляж «Дельфін»;

■ – Пляж «Лузанівка»;

■ – контроль.

Рисунок 7.2 – Зміна чисельності клітин *D. salina* за в серпні 2006 року

(концентрація 10,0 г/л)

Найбільш дієвими були екстракти донних відкладень в варіантах з концентрацією 10,0 г/л проби, відібраної в районі пляжу Лузанівка. Чисельність клітин тест-об'єкту у дослідних варіантах складала 36,5 % від контролю, культуральне середовище з екстрактами цієї проби було гостротоксичним для водорості тест - об'єкту *D. salina*.

У варіантах з концентраціями донних відкладень 10,0 г/л проб, відібраних в районі пляжів «Дельфін» і Дача Ковалевського на прикінці експерименту чисельність клітин *D. salina* значно перевищувала контрольні значення.

Таблиця 7.1 – Динаміка чисельності клітин *D. salina* під впливом екстрактів донних відкладень, відібраних в серпні 2006 року на псевдоліторалі пляжів м. Одеси

Місце пробовідбору	Концентрація г/л	Тривалість експерименту, доба		
		1	2	3
		Середня чисельність клітин $\times 10^3$	Середня чисельність клітин $\times 10^3$	Середня чисельність клітин $\times 10^3$
Дача Ковалевського	1,0	72,0 \pm 0,6	65,0 \pm 0,2	58,0 \pm 0,1
	10,0	11,0 \pm 0,0	90,0 \pm 0,8	83,0 \pm 0,6
Пляж «Дельфін»	1,0	108,0 \pm 0,4	72,0 \pm 0,0	62,0 \pm 0,3
	10,0	106,0 \pm 0,7	80,0 \pm 0,4	58,0 \pm 0,3
Пляж «Лузанівка»	1,0	80,0 \pm 0,4	74,0 \pm 0,4	50,0 \pm 0,4
	10,0	96,0 \pm 0,6	80,0 \pm 0,7	62,0 \pm 0,2
Контроль		68,0 \pm 0,2	62,0 \pm 0,1	86,0 \pm 0,2

Загалом найбільш стимулюючими для процесів репродукції *D. Salina* були екстракти донних відкладень пляжу Дача Ковалевського. Чисельність клітин тест-об'єкту по закінченні експерименту перевищувала контрольні значення на 40 % (рисунок 7.2).

Аналізуючи щоденну зміну чисельності клітин можна відзначити, що склад забруднюючих речовин донних відкладень пляжу Лузанівка відрізнявся від таких пляжів як Дельфін та і Дача Ковалевського.

Влітку 2007 року, в серпні, забруднюючі речовини, що містилися в донних відкладеннях усіх відібраних проб були чинними на репродукцію тест-об'єкта.

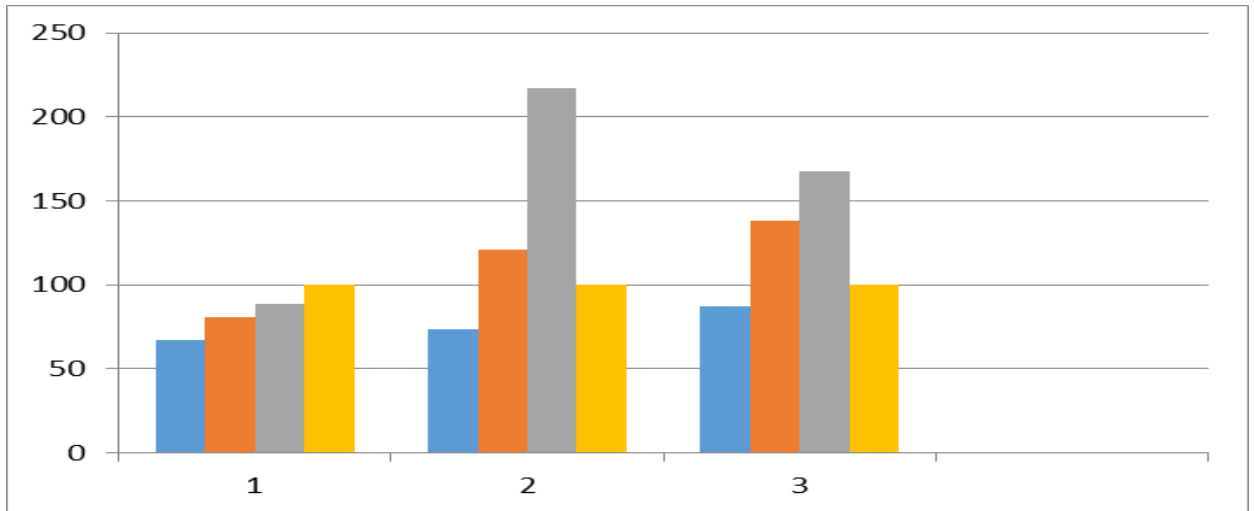
Результати експериментальних досліджень представлені у таблиці 5.2 та на рисунках 7.3 і 7.4.

Таблиця 7. 2 – Динаміка чисельності клітин *D. salina* під впливом екстрактів донних відкладень, відібраних в серпні 2007 року на псевдоліторалі пляжів м. Одеси

Місце пробовідбору	Концентрація, г/л	Тривалість експерименту, доба	
		1	3
		Середня чисельність клітин $\times 10^3$	Середня чисельність клітин $\times 10^3$
Дача Ковалевського	1,0	93,0 \pm 0,6	158,0 \pm 0,8
	10,0	176,0 \pm 0,8	342,0 \pm 2,2
Пляж «Дельфін»	1,0	101,0 \pm 0,6	237,0 \pm 1,8
	10,0	180,0 \pm 0,9	350,0 \pm 2,6
Пляж «Лузанівка»	1,0	120,0 \pm 0,6	272,0 \pm 2,1
	10,0	121,0 \pm 0,5	212,0 \pm 2,0
Контроль		138,0 \pm 0,7	190,0 \pm 1,8

За підсумками експерименту чисельність клітин *D. salina* в дослідних варіантах донних відкладень проби, відібраної в районі пляжу «Дельфін» в концентраціях 1,0 г/л на 47,3 % перевищувала контроль, а пляжу

«Лузанівка» – на 67,6 %. У варіантах з донними відкладеннями проби з акваторії пляжу «Дача Ковалевського» в цій же концентрації була близька до контролю (рисунок 7.3). У варіантах всіх проб з концентраціями 10,0 г/л чисельність клітин тест-об'єкту протягом експерименту перевищувала контрольне значення від 42,5 % до 102,9% (рисунок 7.4).



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

■ – Дача Ковалевського;

■ – Пляж «Дельфін»;

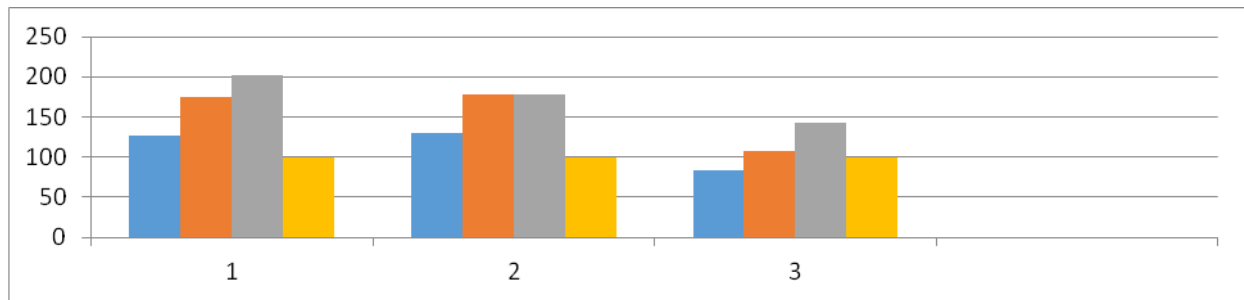
■ – Пляж «Лузанівка»;

■ – контроль.

Рисунок 7.3 – Зміна чисельності клітин *D. salina* в серпні 2007 року
(концентрація 1,0 г/л)

Аналіз експериментальних даних з донними відкладеннями проб Одеських пляжів в серпні 2007 року вказує на те що, склад забруднюючих речовин донних відкладень пляжів «Дача Ковалевського» та «Дельфін» схожі. У донних відкладеннях пляжу «Лузанівка» міститься забруднюючі речовини дещо іншого характеру.

У донних відкладеннях всіх проб, відібраних в серпні 2007 року містилася велика кількість речовин, які були стимуляторами для репродукції тест-об'єкта.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

■ – Дача Ковалевського;

■ – Пляж «Дельфін»;

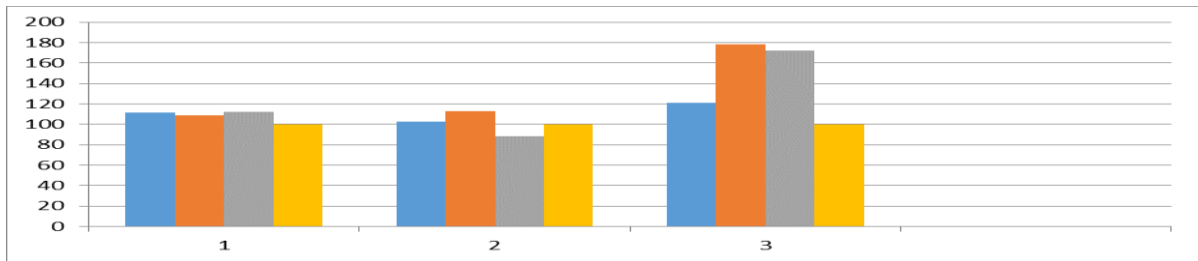
■ – Пляж «Лузанівка»;

■ – контроль.

Рисунок 7.4 – Зміна чисельності клітин *D. salina* в серпні 2007 року (концентрація 10,0 г/л)

Влітку 2008 р. велику кількість забруднюючих речовин, що надавали стимулюючий вплив на тест – функцію тест-об'єкту було встановлено в донних відкладеннях в районі пляжів «Дельфін» та «Лузанівка» (рисунки 7.5 та 7.6, таблиці 7.3 та 7.4).

Чисельність клітин *D. salina*, за підсумками гострого експерименту в варіантах з цих точок пробовідбору становила 200,0 % і 188,0 % від контролю у концентрації 10.0 г/л, відповідно.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

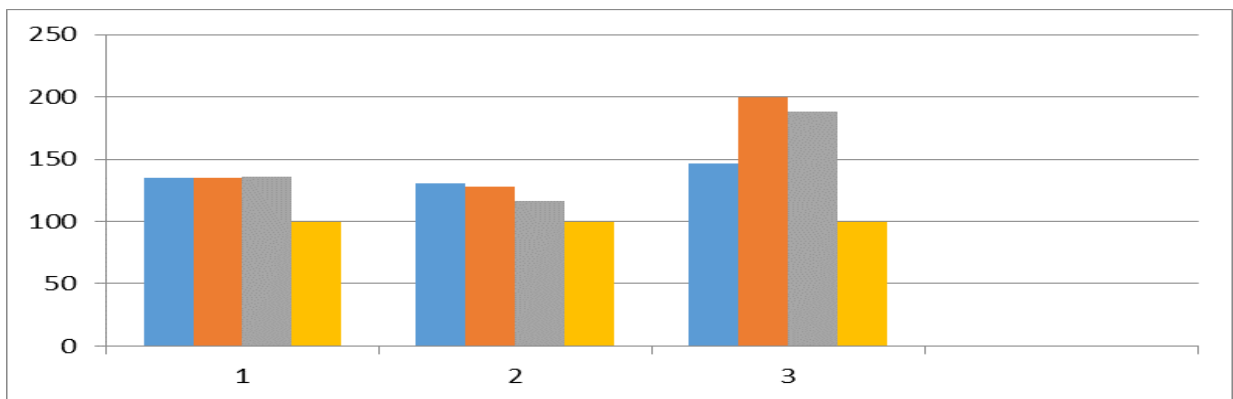
■ – Дача Ковалевського;

■ – Пляж «Дельфін»;

■ – Пляж «Лузанівка»;

■ – контроль.

Рисунок 7.5 – Зміна чисельності клітин *D. salina* в серпні 2008 року
(концентрація 1,0 г/л)



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

■ – Дача Ковалевського;

■ – Пляж «Дельфін»;

■ – Пляж «Лузанівка»;

■ – контроль.

Рисунок 7.6 – Зміна чисельності клітин *D. salina* в серпні 2008 року
(концентрація 10,0 г/л)

У дослідних варіантах з донними відкладеннями, відібраними на пляжі Дельфін в більш розведених варіантах з концентраціями 1,0 г/л чисельність клітин тест-об'єкту була в останню добу експерименту вище контролю на 180 %. У варіантах з концентраціями 10,0 г/л чисельність клітин *D. salina* на 100,0 % була вищою контрольних значень в останню добу експерименту.

Таблиця 7.3 – Динаміка чисельності клітин *D. salina* під впливом екстрактів донних відкладень, відібраних в серпні 2008 року на псевдоліторалі пляжів м. Одеси

Місце пробовідбору	Концентрація, г/л	Тривалість експерименту, доба	
		1	3
		Середня чисельність клітин $\times 10^3$	Середня чисельність клітин $\times 10^3$
Дача Ковалевського	1,0	240,0 \pm 2,4	250,0 \pm 2,8
	10,0	290,0 \pm 2,2	310,0 \pm 3,0
Пляж «Дельфін»	1,0	220,0 \pm 2,0	260,0 \pm 2,5
	10,0	280,0 \pm 2,1	295,0 \pm 2,9
Пляж «Лузанівка»	1,0	260,0 \pm 2,4	410,0 \pm 3,2
	10,0	315,0 \pm 2,6	460,00 \pm 3,8
Контроль		215,0 \pm 2,0	230,0 \pm 2,4

У донних відкладеннях, відібраних в районі пляжу «Дача Ковалевського» також містилася значна кількість забруднювачів, що надавали стимулюючу дію на процеси репродукції тест - об'єкту.

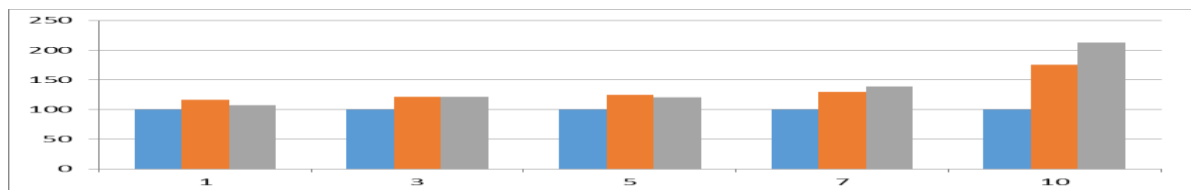
Таким чином у серпні 2008 року в донних відкладеннях всіх точок пробовідбору – на пляжах «Дача Ковалевського», «Дельфін» та «Лузанівка» була встановлена наявність забруднюючих речовин, що надавали стимулюючий вплив на репродуктивні процеси водорості. У донних

відкладеннях не містилися речовини, які надають токсичний вплив на тест-об'єкт.

Протягом усіх проведених експериментів паралельно зі спостереженнями за змінами чисельності клітин тест-об'єкта проводилося вимірювання рН культурального середовища, де культивувалася *D. salina*. У дослідних, як і в контрольних варіантах при збільшенні чисельності клітин відбувалося залугування середовища.

7.2 Оцінка токсичності екстрактів донніх відкладень псевдоліторалі пляжів м.Одеси у 2012 році

Результати проведених досліджень впливу екстрактів донніх відкладень псевдоліторалі пляжів м. Одеси в липні 2012 року. на розмноження тест - об'єкту *D. Salina* представлені в таблиці 7.4 та на рисунках 7.7 – 7.11.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості в % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доба;

■ концентрація 25,0 г/л;

■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

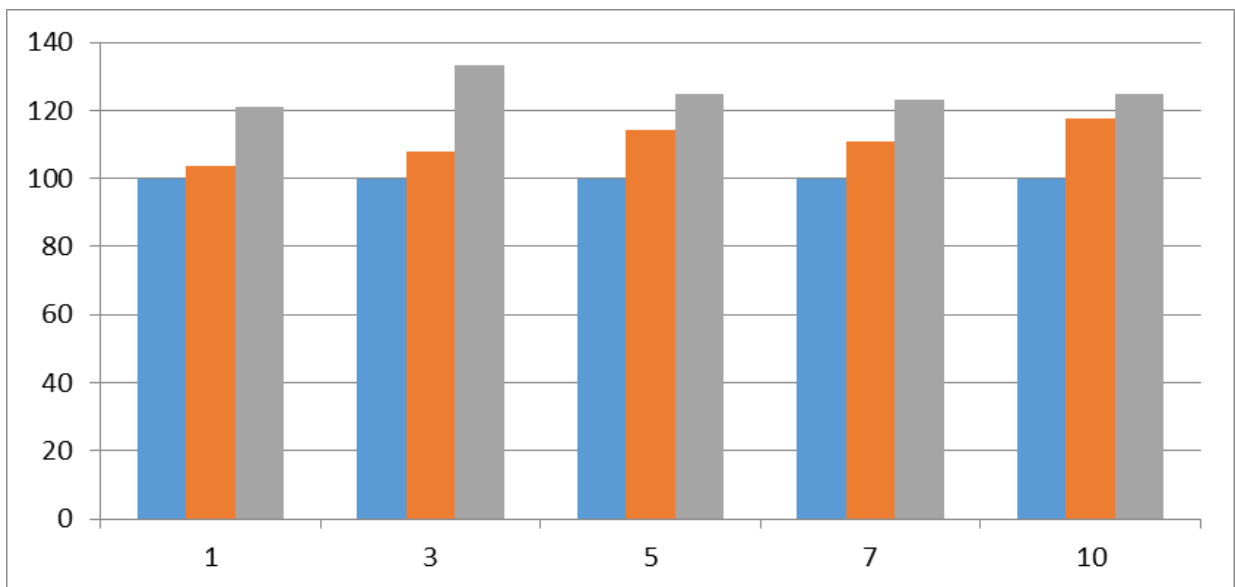
Рисунок 7.7 – Вплив екстрактів донніх відкладень псевдоліторалі пляжу «Дача Ковалевського» на репродукцію *D. salina* в липні 2012 року

Найбільш дієвим на тест – функцію (процеси розмноження) тест - об'єкту був вплив речовин, що знаходились в районі пляжів «Дача Ковалевського» та «Ланжерон» (таблиця 7.4, рисунки 7.7 та 7.8).

Таблиця 7.4 – Зміна чисельності клітин *D. salina* за дії екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжів м. Одеси у липні 2012 року

Точка відбору проб пляжі м. Одеси	Концентрація г/л	Тривалість експерименту, доби									
		1		3		5		7		10	
		Ср.кількість клітин, екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин екз 10 ³	pH
Дача Ковалевсько ГО	25,0	104,65±11,4	10,5	188,43±17,1	10,8	325,00±28,3	10,9	388,60±30,2	10,2	669,90±42,9	10,5
	50,0	69,28±12,3	10,4	188,43±18,3	10,4	313,48±30,0	10,6	416,09±32,30	10,8	813,45±45,3	10,9
Район біостанції	25,0	83,72±12,0	10,0	173,23±16,5	10,2	292,50±26,2	10,4	346,77±31,3	10,2	387,59±44,40	10,4
	50,0	117,21±10,5	10,1	212,75±16,9	10,3	202,56±25,7	10,5	360,62±30,5	10,0	400,03±45,18	10,5
Дельфін	25,0	94,19±10,8	10,7	158,04±17,0	10,8	278,56±24,4	10,8	323,63±26,1	10,9	382,8±46,4	11,0
	50,0	104,65±10,7	10,5	191,47±17,00	10,6	301,78±24,9	10,8	342,14±27,2	10,9	401,94±45,0	11,1
Ланжерон	25,0	93,35±12,3	10,0	167,15±15,3	10,3	297,15±27,60	10,3	332,89±29,1	10,3	449,79±46,9	10,6
	50,0	108,84±12,4	11,0	206,66±16,0	10,4	325,00±29,8	10,5	369,88±28,6	10,3	478,5±47,92	10,7
Лузанівка	25,0	113,02±11,2	10,3	133,73±17,2	10,3	278,56±30,0	10,5	337,51±31,6	10,4	401,94±50,0	10,5
	50,0	96,28±11,7	10,2	124,61±16,9	10,3	227,50±31,0	10,3	268,15±30,0	10,4	354,09±48,2	10,3
Контроль		90,00±10,6	10,0	155,00±16,9	10,2	260,00±26,6	10,4	300,52±30,1	10,5	382,80±46,2	10,7

Протягом всього експерименту (10 діб) з екстрактами доних відкладень, що були відібрані в районі пляжів «Дача Ковалевського» та «Ланжерон» (таблиця 7.4, рисунок 7.8) чисельність клітин тест-об'єкту у варіантах з дослідними концентраціями 25,0 г/л та 50,0 г/л перевищувала контрольні значення. Протягом 7 доби у варіантах з доними відкладеннями з району пляжу «Дача Ковалевського» кількість клітин водорості у варіантах з концентрацією 25,0 г/л на 29,3 % перевищувала контроль, а в варіантах з концентрацією 50,0 г/л – на 38,5 %. В останню 10 добу експерименту кількість клітин сягала ще більших значень – 112,5 %, у варіанті з концентрацією 50,0 г/л.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби.

■ концентрація 25,0 г/л

■ концентрація 50,0г/л;

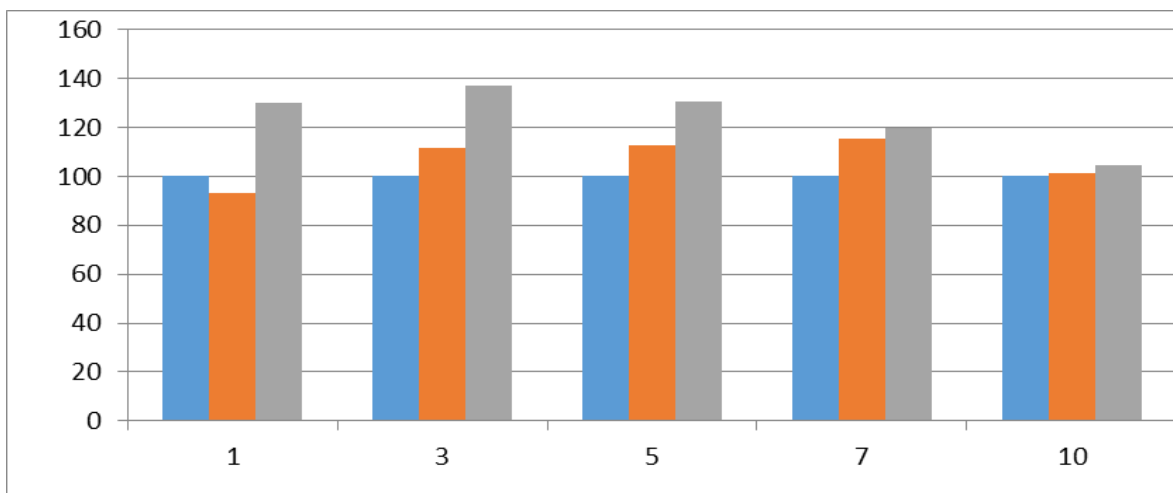
■ контроль.

Рисунок 7.8 – Вплив екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжу «Ланжерон» на репродукцію *D. salina* в липні 2012 року

В варіантах з доними відкладеннями з району пляжу Ланжерон кількість клітин *D. salina* протягом 7 та 10 доби експерименту у варіантах з

дослідними концентраціями 25,0 г/л та 50,0 г/л перевищувала контрольні значення на: 10, 8 % та 23, 1 % – у сьому добу, та 17,5 % та 25,0 % – у десяту добу, відповідно.

Хід протікання експериментів з доними відкладеннями, відібраними у районі пляжів «Дача Ковалевського» та «Ланжерон» свідчить, про подібність складу забруднюючих речовин в районі цих точок пробовідбору. Вочевидь, це біогені речовини. В доних відкладеннях, відібраних в районі пляжів району біостанції та «Дельфін», ймовірно, також знаходилися речовини подібного складу. Про це свідчать добові зміни кількості клітин у варіантах з дослідними концентраціями. В районі цих точок пробовідбору також містилися речовини, екстракти яких мали стимулюючий вплив на тест – функцію тест - об'єкту.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби.

■ концентрація 25,0 г/л;

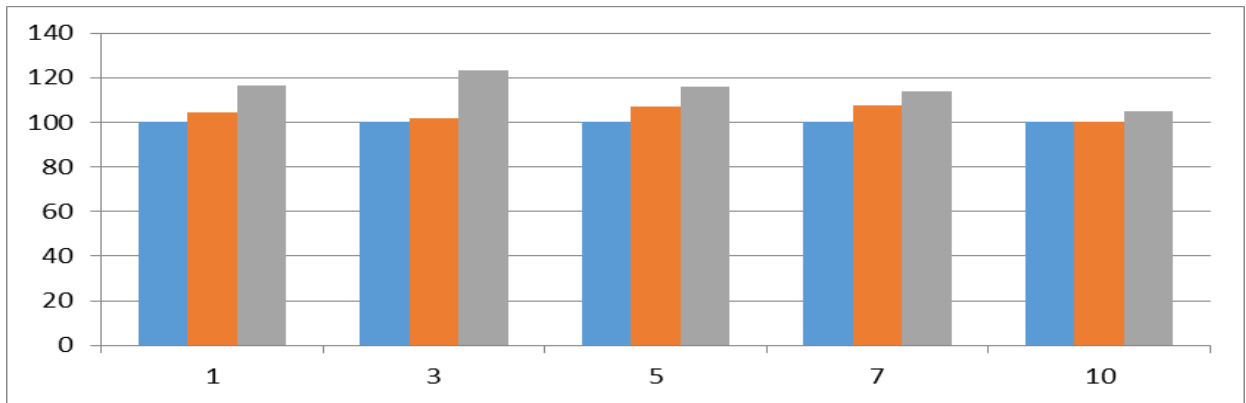
■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

Рисунок 7.9 – Вплив екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжу району біостанції ОНУ ім. Мечниова на репродукцію *D.salina* липні 2012 року

Найбільших значень кількість клітин *D. salina* у дослідних варіантах з донними відкладеннями пляжу району біостанції ОНУ ім. Мечникова досягала протягом третьої доби у варіантах з дослідними концентраціями 25,0 г/л та 50,0 г/л та перевищувала контроль на 11,8 % та 37,3 %, відповідно. В останню, десятю добу чисельність клітин перевищувала контрольні значення у вказаних концентраціях на 1,3 % та 4,5 %.

В експерименті з донними відкладеннями з пляжу «Дельфін» найбільших значень чисельність клітин тест - об'єкту досягала протягом третьої доби у варіантах з концентраціями 50,0 г/л – 123,5 %. Протягом наступних 7 діб кількість клітин поступово зменшувалася.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

■ концентрація 25,0 г/л;

■ концентрація 50,0 г/л;

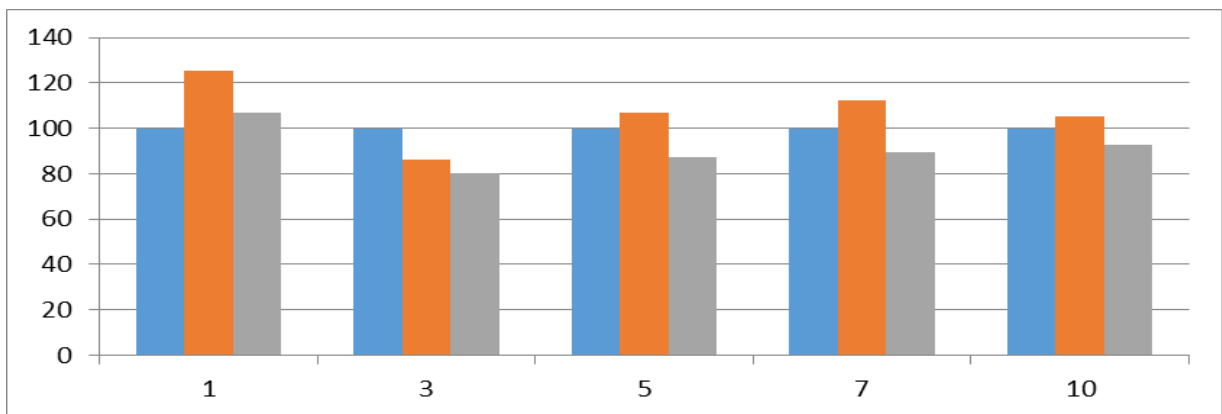
■ контроль.

Рисунок 7.10 – Вплив екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжу «Дельфін» на репродукцію *D. salina* в липні 2012 року

Хід проходження експерименту свідчить, що забруднюючі речовини, що знаходилися в районі пляжу «Лузанівка» мали, дещо інший склад у порівнянні з іншими пляжами (таблиця 7.4, рисунок 7.11).

Протягом першої доби експерименту з донними відкладеннями цієї точки пробовідбору кількість клітин *D. salina* досягала найбільших значень

та перевищувала контроль на 25,6 % та 7,0 % ,відповідно, у варіантах з концентраціями 25,0 г/л та 50,0 г/л. Найменші чисельності клітин тест - об'єкту були встановлені у третю добу експерименту – 86,3 % (концентрація 25,0 г/л) та 80,39 % (концентрація 50,0 г/л). У наступні 7 діб кількість клітин водорості збільшувалася та протягом десятої доби становила 105,0 % та 92,5 % від контролю (концентрації 25, 0 г/л та 50,0 г/л, відповідно).



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

■ концентрація 25,0 г/л;

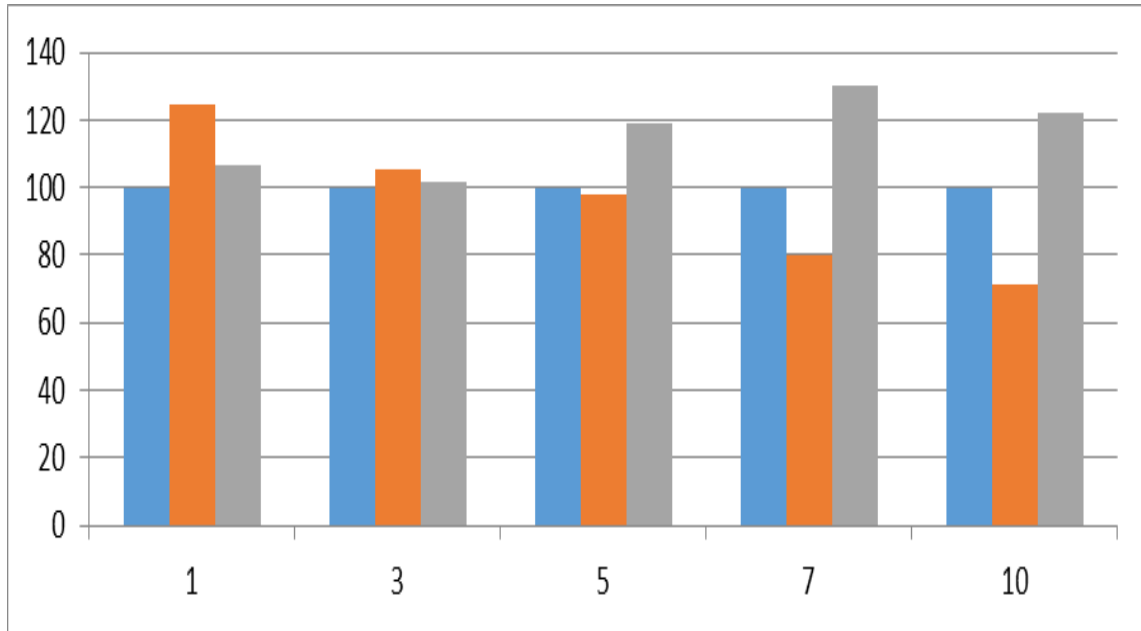
■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

Рисунок 7.11 – Вплив екстрактів донних відкладень псевдоліторалі пляжу «Лузанівка» на репродукцію *D. salina* в липні 2012 року

Восени 2012 р. екстракти донних відкладень, відібрані в районі пляжу Ланжерон в варіантах з дослідними концентраціями 25,0 г/л мали токсичний вплив, згідно нормам прийнятим в біотестуванні, на репродукцію тест - об'єкту (таблиця 7.5, рисунок 7.12). В першу добу експерименту у варіантах з концентрацією 25,0 г/л чисельність клітин водорості тест - об'єкту мала найбільші значення – 124,4%. Протягом наступних 9 діб кількість клітин зменшувалася, та у останню добу була на 29 % менше, ніж у контролі. У

варіантах з концентраціями 50,0 г/л протягом експерименту чисельність клітин тест - об'єкту змінювалася: то зменшувалась, то зростала, але завжди була вище контролю.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

■ концентрація 25,0 г/л;

■ концентрація 50,0 г/л;

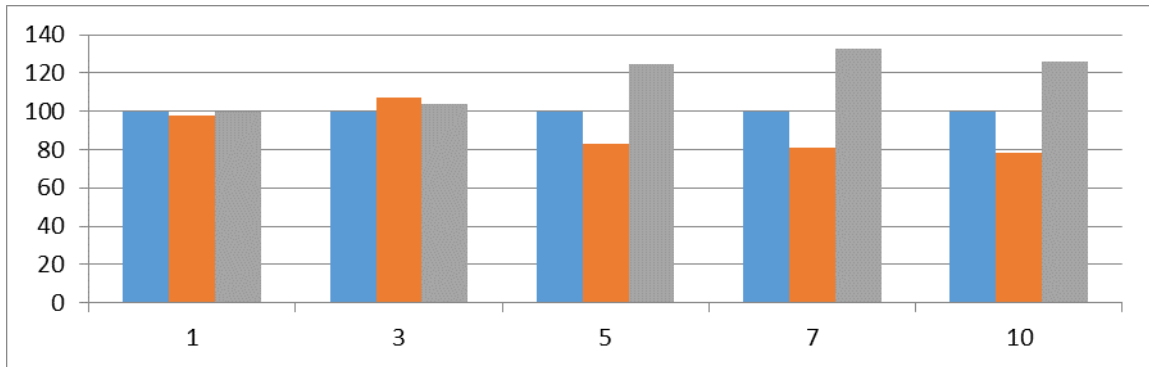
■ контроль.

Рисунок 7.12 – Вплив екстрактів доних відкладень псевдоліторалі пляжу «Ланжерон» на репродукцію *D. salina* у жовтні 2012 року

У дослідних варіантах з екстрактами доних відкладень, відібраними в районі пляжів району біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова, пляжів «Дельфін» та «Дача Ковалевського» не було встановлено їх токсичного ефекту на розмноження *D. Salina* (таблиця 7.5, рисунки 7.13–7.15).

В дослідях з донними відкладеннями з пляжів «Дельфін», району біостанції ОНУ та «Дача Ковалевського» в варіантах з концентрацією 25,0 г/л чисельність клітин відставала від контрольних значень від 17,23 % до

23,71 %. В варіанті з концентрацією 50,0 г/л перевищувала контроль від 17,64 % до 26,05%.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

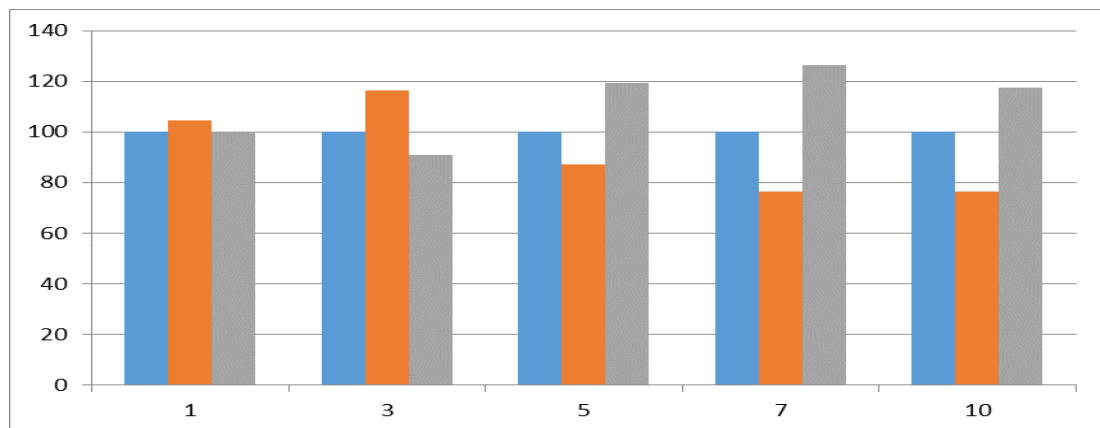
Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

■ концентрація 25,0 г/л;

■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

Рисунок 7.13 – Вплив екстрактів доних відкладень псевдоліторалі пляжу «Дельфін» на репродукцію *D. salina* у жовтні 2012 року



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

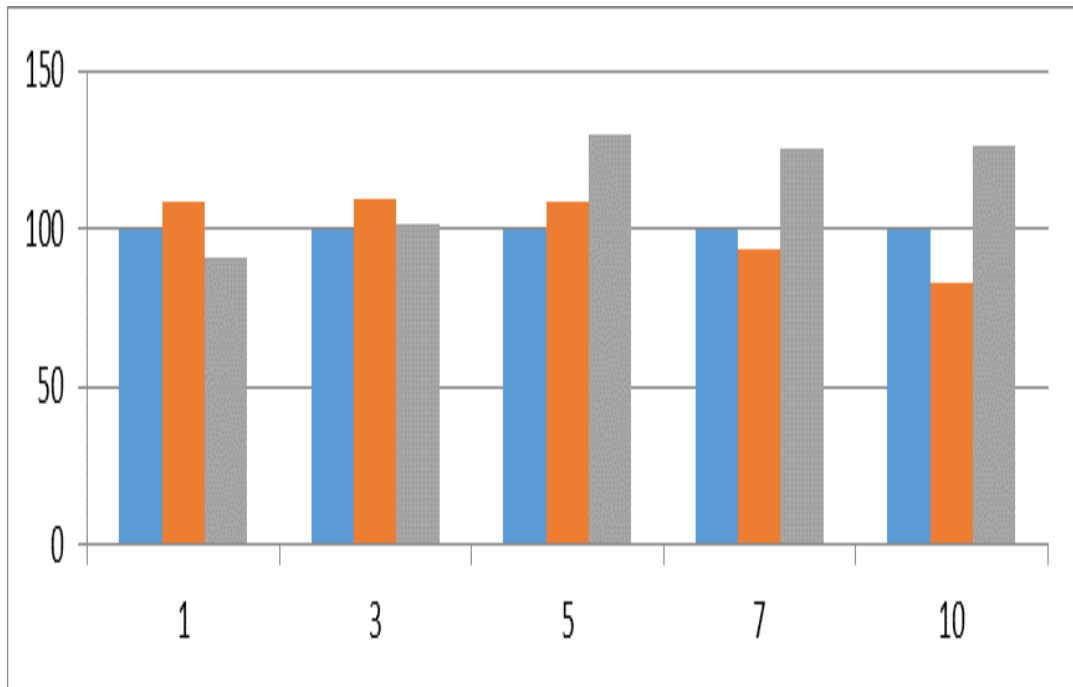
■ концентрація 25,0 г/л;

■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

Рисунок 7.14 – Вплив екстрактів доних відкладень псевдоліторалі пляжу району біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова на репродукцію *D. salina* у жовтні 2012 року

З вищезазначених точок пробовідбору найменше відставала від контрольних значень чисельність клітин *D. salina* у варіантах з концентрацією 25,0 г/л у дослідах з екстрактами доних відкладень, відібраними в районі дачі Ковалевського (таблиця 7.5, рисунок 7.15) – на 17,23 %.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

■ концентрація 25,0 г/л;

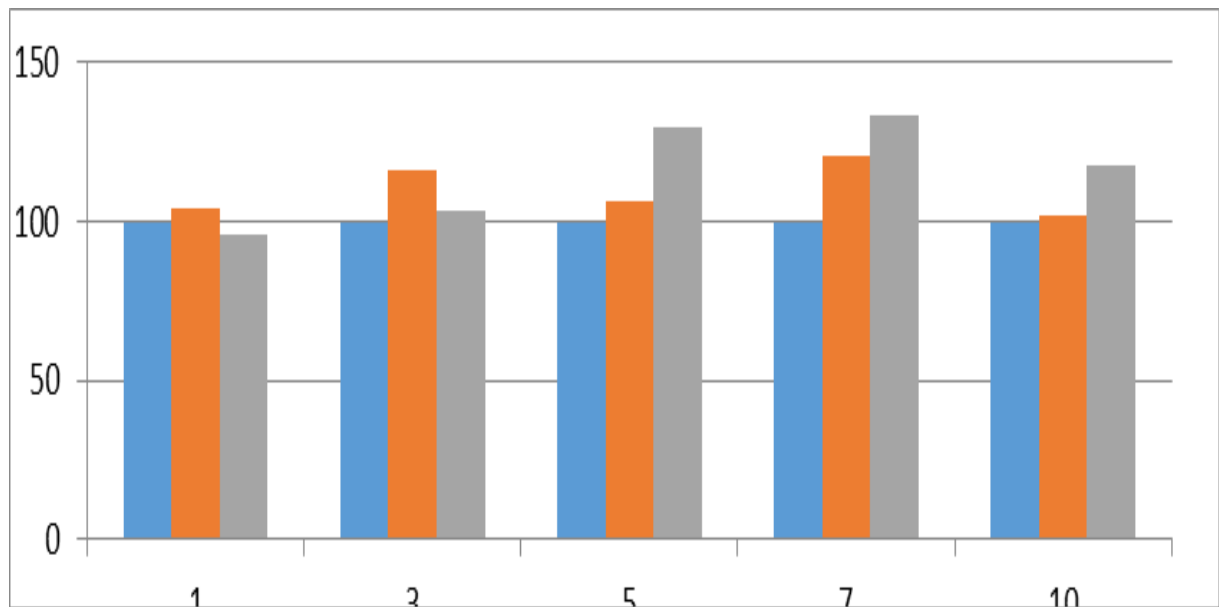
■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

Рисунок 7.15 – Вплив екстрактів доних відкладень псевдоліторалі пляжу «Дача Ковалевського» на репродукцію *D. salina* у жовтні 2012 року

В дослідних варіантах з донними відкладеннями, відібраними в районі пляжу «Лузанівка» чисельність клітин *D. salina* була близькою або перевищувала контрольні значення протягом всіх 10 діб експерименту, особливо протягом сьомої доби, коли кількість клітин *D. salina* у варіантах з

концентрацією 25,0 г/л на 20,81 % перевищувала контроль, а у варіантах з концентрацією 50,0 г/л – на 33,33 %.



Вісь ординат – чисельність клітин водорості у % від контролю;

Вісь абсцис – тривалість експерименту, доби;

■ концентрація 25,0 г/л;

■ концентрація 50,0 г/л;

■ контроль.

Рисунок 7.16 – Вплив екстрактів доних відкладень псевдоліторалі пляжу «Лузанівка» на репродукцію *D. salina* у жовтні 2012 року

7.3 Порівняльна характеристика токсичності екстрактів доних відкладень псевдоліторалі пляжів м. Одеси влітку 2006 – 2008 рр. та влітку та восени 2012 року для репродукції *D. salina*

Одеський регіон північно – західної частини Чорного моря являється зоною концентрування господарської діяльності, протягом берегової лінії якого розташовані два торговельних портових комплексу, різні підприємства

та забудова Одеської міської агломерації і тому підпадає під значне антропогенне навантаження. Уздовж берегової лінії Одеської затоки розташовані пісчані пляжі – «Дача Ковалевського», район біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова, «Дельфін», «Ланжерон», «Лузанівка» та інші.

Результатами досліджень показано, що забруднюючі речовини, які містилися в доних відкладеннях, відібраних в серпні 2006-2008 р.р. тавлітку (липень) і восени (жовтень) 2012 року в районі псевдоліторалі одеських пляжів – «Дача Ковалевського», району біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова, «Дельфін», «Ланжерон» та «Лузанівка» були чинними на процеси розмноження *D. salina*.

У серпні 2006 р для процесів розмноження тест-об'єкту стимулюючими були забруднюючі речовини, що знаходилися в доних відкладеннях пляжів «Дача Ковалевського», «Дельфін». Найбільш токсичними для репродукційного процесів *D. salina* в серпні 2006 року були донні відкладення, відібрані в районі пляжу «Лузанівка». Чисельність клітин тест-об'єкта за підсумками гострого експерименту становила 36,5 % від контрольних значень.

У доних відкладеннях пляжів «Дача Ковалевського», «Дельфін», «Лузанівка», відібраних в серпні 2007 року містилася велика кількість речовин стимулюючих репродукцію *D. salina*. Серед вивчених варіантів проб, в доних відкладеннях, відібраних в районі пляжів «Дельфін» і «Лузанівка» була найбільша кількість речовин, що викликали зростання чисельності *D. salina* (до 217,3 % від контролю).

У доних відкладеннях пляжів «Лузанівка», «Дельфін», «Дача Ковалевського» в серпні 2008 р знаходилися забруднюючі речовини, що викликали значне зростання чисельності клітин *D. salina*. Найбільш сильнодіючі на репродукцію тест-об'єкта речовини були в доних відкладеннях пляжів «Лузанівка» (188 % від контролю) та «Дельфін» (200 % від контролю). Можливо це вплив скидів в море комунальних стоків.

Таблиця 7.5 – Зміна чисельності клітин *D. salina* за дії екстрактів доних відкладень певдоліторалі пляжів м.Одеси у жовтні 2012 року

Точка відбору проб	Концентрація г/л	Тривалість експерименту, доби									
		1		3		5		7		10	
		Ср.кількість клітин, екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин, екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин, екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин, екз 10 ³	pH	Ср.кількість клітин, екз 10 ³	pH
Дача Ковалевського	25,0	104,80±10,42	9,2	174,98±16,2	9,9	266,44±30,0	10,4	299,86±26,60	10,5	321,15±48,50	10,8
	50,0	76,93±11,20	9,4	163,30±18,6	10,3	317,35±28,2	10,5	401,30±32,50	10,6	489,08±44,50	10,6
Район біостанції	25,0	100,52±9,4	9,4	186,64±20,0	9,8	213,25±31,1	10,2	244,46±36,02	10,4	292,13±43,80	10,8
	50,0	96,25±10,6	9,4	145,80±14,3	9,7	291,97±26,3	10,4	405,66±36,42	10,6	456,44±48,90	10,95
Дельфін	25,0	94,10±10,00	9,6	172,06±16,3	10,2	203,11±26,9	10,3	259,08±28,00	10,3	304,85±50,00	10,8
	50,0	96,25±9,06	9,6	166,22±16,0	10,0	304,66±28,7	10,4	425,28±30,18	10,5	489,08±48,60	10,6
Ланжероно	25,0	119,77±7,28	9,3	169,14±17,2	9,5	239,41±27,7	9,9	256,90±34,20	10,3	275,48±44,21	10,8
	50,0	102,66±11,40	9,4	163,30±15,4	10,0	291,97±31,4	10,4	416,56±31,20	10,7	472,74±50,02	10,9
Лузавіка	25,0	100,52±12,06	9,5	186,64±16,8	10,0	285,87±30,9	10,5	387,32±34,46	10,5	395,49±48,60	10,8
	50,0	91,66±12,00	9,7	165,81±16,8	9,9	317,35±32,5	10,3	427,46±36,40	10,4	456,44±49,30	11,0
Контроль		96,25±10,5	9,4	160,40±17,28	9,7	245,00±28,88	10,0	320,60±32,30	10,4	388,00 ±50,62	10,55

У доних відкладеннях усіх протестованих точок пробовідбору в 2008 року не було встановлено наявності речовин, що надають токсичний вплив на тест-об'єкт.

Результатами наших досліджень показано, що влітку (липень) 2012 року в доних відкладеннях псевдоліторалі пляжів «Дача Ковалевського», району біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова, «Дельфін», «Ланжерон» та «Лузанівка» знаходилися забруднюючі речовини, що стимулювали репродукцію *D. salina*. Найбільш дієвий вплив на процеси розмноження мали екстракти доних відкладень з пляжів «Дача Ковалевського» та «Ланжерон».

Восени (жовтень) 2012 року в доних відкладеннях псевдоліторалі пляжу «Ланжерон» містилися забруднювачі, екстракти яких, згідно нормам біотестування, мали токсичний вплив на репродукцію *D. salina*. Чисельність клітин тест - об'єкту на 29,0 % відставала від контрольних значень у дослідних варіантах з концентрацією ґрунту 25,0 г/л протягом останньої доби експерименту. У складі доних відкладень пляжів «Дельфін», району біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова, «Дача Ковалевського» були забруднювачі, що стимулювали процеси розмноження *D. salina*.

Значний стимулюючий ефект речовин, що знаходилися у екстрактах доних відкладень, відібраних в районі пляжів «Дача Ковалевського» та «Лузанівка» восени та, особливо, влітку 2012 року, можна пояснити, вочевидь наявністю біогенних речовин, що попадають у морську воду через скиди міської каналізації та підприємств.

Токсичний ефект впливу забруднювачів, що знаходилися у екстрактах доних відкладень, відібраних в районі пляжу «Ланжерон» на розмноження тест - об'єкту вочевидь пояснюється впливом діяльності Одеського торгового порту, розташованого поблизу пляжу, та будівельною діяльністю на Одеських схилах. Зменшення чисельності клітин тест - об'єкту у дослідних варіантах з екстрактами тестуємих доних відкладень з району пляжів «Дельфін» та району біостанції ОНУ ім. І. І. Мечникова у порівнянні

з контролем, вочевидь, також можна пояснити впливом работ Одеського порту та будівельною діяльністю на схилах.

Результатами нашого дослідження показано відсутність гострої токсичності в точках пробовідбору псевдоліторалі пляжів м. Одеси влітку (липні) та восени (жовтні) 2012 року. Вочевидь якісний стан доних відкладень пов'язан з хронічним забрудненням вод Одеської затоки, уповільненням водообміну, наявністю великих кількостей зваженої речовини органічного та мінерального походження.

Токсичні забруднювачі, що попадають у морську воду, зсїдаються та накопичуються у доних відкладеннях. При відповідних умовах, вимиваючись з дна вони можуть впливати на екологічну ситуацію в районі пляжів.

На протязі експериментів були отримані дані зміни рН контрольного та дослідного середовища, де культивувався тест - об'єкт *D. salina*. Отримані показники обумовлюються багатьма чинниками: процесами життєдіяльності водорості та змінами екстрагованих забруднювачів, тому отримані дані недостатньо коректні для висновків.

8 ОЦІНКА МОРСЬКИХ ВОД ПЗЧМ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ МЕТОДАМИ

8.1 Оцінка трофності морських вод за інтегральним показником E-TRIX

Для оцінки водного середовища використали інтегральний показник - E-TRIX, який пов'язаний з характеристиками первинної продукції фітопланктону і з харчовими факторами (концентрацією поживних біогенних речовин). В розрахункову формулу індексу E-TRIX входять наступні показники екосистеми: концентрація хлорофілу-а – аналог, який заміняє показник автотрофної біомаси фітопланктону; відхилення насиченості киснем від 100% – індикатор інтенсивності первинної продукції системи, який охоплює фазу активного фотосинтезу і фазу переважання дихання; концентрації загального фосфору і мінерального азоту – показники присутності кількості поживних речовин. Перевага цих показників, які входять в індекс E-TRIX, відносно багатой кількості інших критеріїв оцінки якості вод також розглядалось в роботі [9].

В розрахунковій формулі використовуються стандартні і найбільш часто вимірювані гідрохімічні і гідробіологічні характеристики морських вод, кількість показників не змінюється, що дає можливість зіставляти результати оцінок рівня трофності вод за індексом E-TRIX різних районів моря и Світового океану [29], [30].

E-TRIX розраховується за формулою:

$$E - TRIX = [\log(Ch \cdot D\%O \cdot N_M \cdot P_3) + 1,5] / 1,2, \quad (6.1)$$

де Ch – концентрація хлорофілу-а, мкг·дм⁻³;

$D\%O$ – відхилення в абсолютних значеннях розчиненого кисню від 100% насичення;

N_M – концентрація суми розчинених форм мінерального азоту, мкгдм⁻³;

P_3 – концентрація загального фосфору, мкгдм⁻³.

Індекс E-TRIX змінюється відповідно умов трофності вод у межах від 0 до 10, а оцінка категорії трофності і стану якості вод здійснюється згідно величини індексу, наведено у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Категорії трофності, стан якості вод та їх характеристика залежно від значення індексу E-TRIX

Значення E-TRIX	Рівень трофності	Якість вод	Характеристика якості вод
<4	Низький	Висока	Висока прозорість вод, відсутність аномалій кольору води, відсутність пересичення та недостатньої насиченості розчиненого кисню.
4–5	Середній	Гарна	Епізодичні випадки зменшення прозорості вод, відсутність аномалій кольору води, гіпоксії придонних вод.
5–6	Високий	Середня	Низька прозорість вод, аномалії кольору води гіпоксія придонних вод, та епізодичні випадки аноксії.
> 6	Дуже високий	Погана	Велика мутність вод, великі за площею аномалії кольору води, регулярна гіпоксія на великій площі та часті випадки аноксії придонних вод, гибель бентосних організмів

Оцінка рівня евтрофікації вод Одеського регіону проводилась на підставі розрахунків індексу E-TRIX за даними кожного вимірювання, з подальшим їх просторовим і часовим усередненням для більш надійного визначення категорії трофності вод. Методичні аспекти при визначенні показника E-TRIX за усередненими даними індивідуальних характеристик і визначених на підставі початкових даних і подальшого усереднення індексу були розглянуті в роботі В. Українського [29], де відмічалось, що розрахунки за усередненими даними на 8%, в середньому, завищують значення індексу відносно розрахунків індексу на підставі

кожного вимірювання і подальшого усереднення самих значень індексу.

Розрахунок оцінки трофності вод за інтегральним показником E-TRIX проводили, використовуючи концентрацію хлорофілу-а та біогенних елементів а результатами вимірювань.

За даними регулярних щотижневих спостережень, які проводилися в 2017 р. в районі мису Малий Фонтан і Аркадії, значення індексу трофності E-TRIX змінювались від 3,5 одиниць до 6,2 одиниць в Аркадії та від 3,4 одиниць до 6,8 одиниць в районі мису Малий Фонтан. Максимальне середньо-місячне значення E-TRIX, яке становило 5,5 одиниць, було виявлене в червні в районі Аркадії; в районі м. Малий Фонтан в цей же період E-TRIX становив 5,4 одиниць. Мінімальне значення E-TRIX 4,1 одиниць зареєстровано в липні в районі Аркадія та 4,2 одиниць E-TRIX в серпні в районі м. Малий Фонтан. Середньомісячні значення індексу E-TRIX в прибережній зоні одеського регіону за даними щотижневого моніторингу представлені на рисунку 8.1.

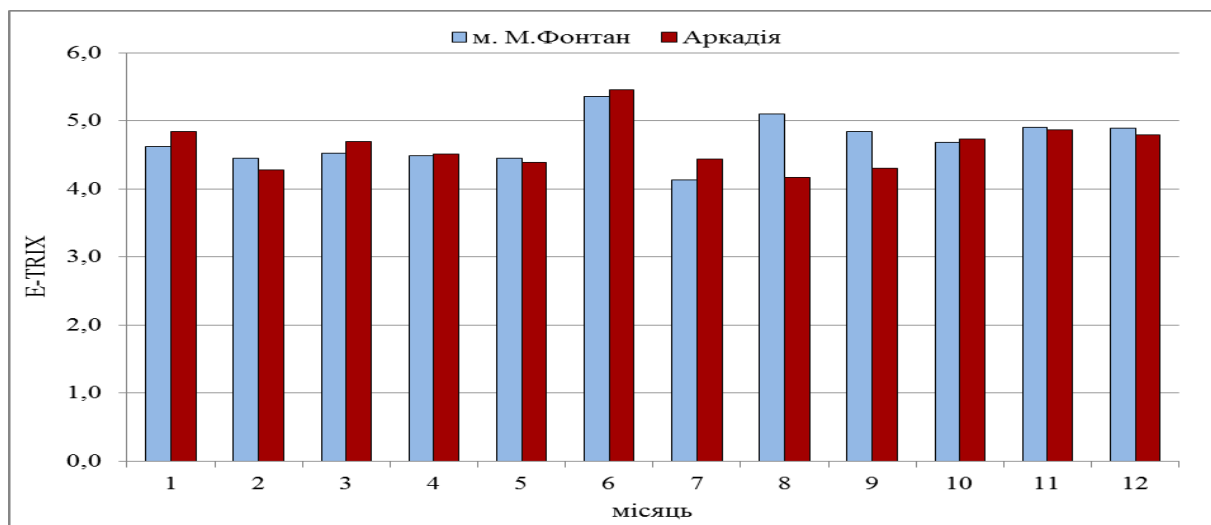


Рисунок 8.1 – Середньомісячні значення індексу E-TRIX в прибережній зоні Одеського регіону у 2017 році

В січні та лютому показник трофності в акваторії Аркадії складав 4,8 одиниць та 4,3 одиниць E-TRIX відповідно, що відповідає середньому рівню трофності та гарній якості вод. В районі м. Малий Фонтан E-TRIX складав

4,5 одиниць та 4,6 одиниць, що майже не відрізняється від району Аркадія. В березні, квітні та травні в обох контрольованих районах була виявлена середня трофність вод, та гарна якість (до 4,5 одиниць E-TRIX).

Влітку оцінка за індексом E-TRIX в червні та серпні перевищила 5 одиниць, що відповідає високій трофності та середній якості вод. Восени оцінка за E-TRIX для обох станцій не перевищувала 5 одиниць, але в акваторії мису Малого фонтану вона в вересні була вищою ніж в акваторії Аркадія, зростаючи до 4,9 одиниць, а в районі Аркадія в цей же період 4,3 одиниць E-TRIX. При цьому влітку показники E-TRIX були відносно вищі ніж в інші сезони. Середні для сезону показники становили 4,9 одиниць в акваторії м. Малий Фонтан та 4,7 одиниць в районі Аркадія.

Середнє за рік значення E-TRIX складало 4,6 одиниць в районі Аркадія та 4,7 одиниць в районі мису Малий Фонтан, що свідчить про середній рівень трофності і гарну якість морських вод.

За даними спостережень стану прибережних вод Одеського регіону в травні і вересні 2017 р. їх трофність переважно відповідала «середньому» та «високому» рівню. Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні та вересні 2017 року відображено на рисунку 8.2.

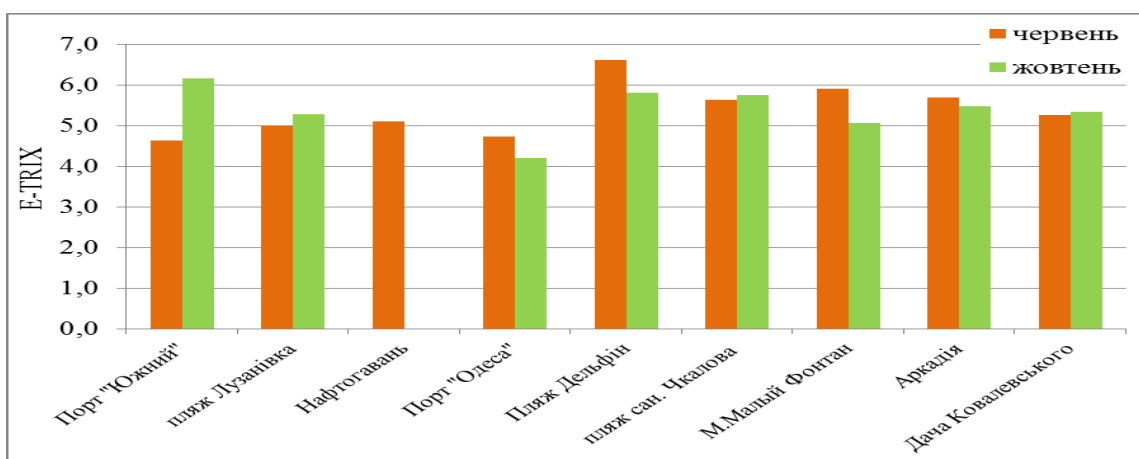


Рисунок 8.2 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні та вересні 2017 року

Незадовільний стан вод з визначеним рівнем трофності «дуже високий» і якістю вод «погана» відмічався у жовтні в районі порт «Южний», що можна пояснити антропогенним навантаженням на морське довкілля цього району який спричиняє переагрузочний термінал, та в червні в районі пляжу «Дельфін», що може бути пояснено за рахунок постійного впливу в цьому районі стоку дренажних вод.

Також була проведена оцінка трофності вод за інтегральним показником E-TRIX, в розрахунок якого використовували данні хлорофілу-а за супутниковими спостереженнями.

Відповідно до цих розрахунків трофність прибережних вод Одеського регіону, згідно категорій індексу E-TRIX, відповідала по районах «середньому», «високому» і «дуже високому» рівню. Значення індексу в червні знаходились в діапазоні 5,0-6,8 од. і в жовтні змінювались від 4,9 од. до 7,4 од. Середні значення індексу E-TRIX по району досліджень складали в червні 5,7 од., а в жовтні 6,1 од., що відповідає «високому» і «дуже високому» рівню трофності, відповідно. Максимальний показник трофності вод визначався на акваторії порту «Южний» при значенні індексу E-TRIX 7,4 од. в жовтні, відображено на рисунку 8.3.

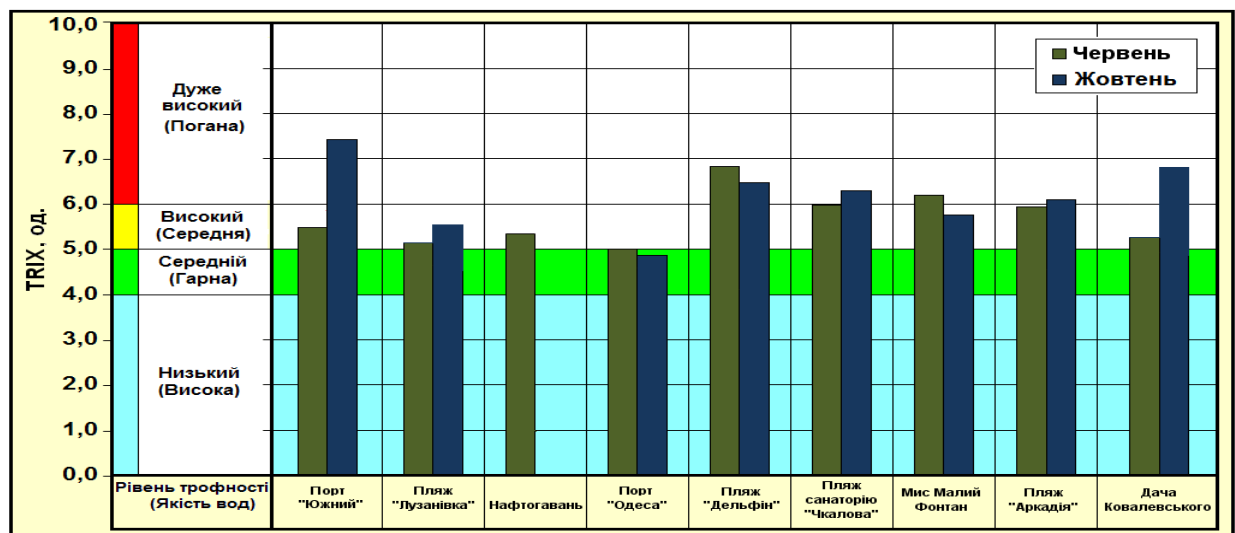


Рисунок 8.3 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні і вересні 2017 р.

У 2017 р. середній рівень трофності (5,9 од.) , по регіону досліджень відносно минулого року (5,2 од.) у цей період, був трохи підвищеним. Підвищений рівень трофності вод в жовтні відмічався також і в районі Дачі Ковалевського при значенні індексу E-TRIX 6,8 од. під впливом стоку вод в цьому районі з СБО «Південна».

За даними регулярних спостережень прибережних вод Одеського регіону. В річному ході індексу трофності E-TRIX , визначеного за даними регулярних спостережень прибережних вод Одеського регіону, максимум з середнім місячним значенням 5,6 од. визначався у 2017 р. в червні, а мінімум з середнім значенням 3,5 од. – в лютому, відображено на рисунку 8.4.

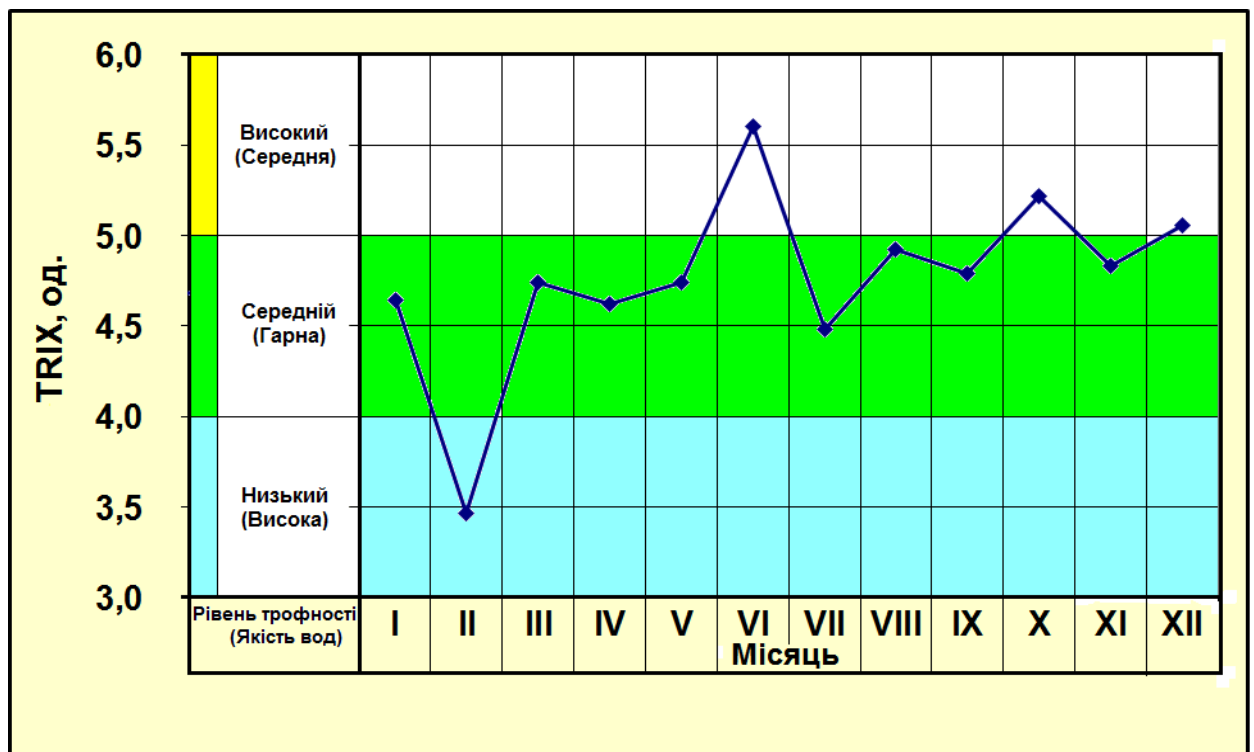


Рисунок 8.4 – Річний хід середніх місячних значень індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону у 2017 р.

Тобто в районі віддаленому від промислових зон трофність прибережних вод в річному циклі, згідно категорії індексу E-TRIX відповідала переважно «середньому» рівню, а якість вод класифікувалась в зоні рекреації як «гарна». В 2017 р. індекс E-TRIX склав в цьому районі 4,8

од. і відносно минулого року (4,7 од.) був трохи підвищеним.

Результати регулярного екологічного моніторингу прибережних вод, який виконується УкрНЦЕМ в Одеському регіоні в зоні рекреації з початку XXI сторіччя, дозволяє визначити багаторічні зміни і тенденції в евтрофікації і формуванні якості морських вод, які обумовлюються мінливістю, як антропогенного навантаження на морське середовище, так і мінливістю природних гідрологічних і метеорологічних факторів.

В багаторічних змінах ступеню евтрофікації і якості прибережних вод на шельфі в Одеському регіоні за даними спостережень в рекреаційній зоні віддаленій від промислових районів на фоні значних міжрічних коливань визначається тренд до зниження трофності і підвищення якості вод за інтегральним показником E-TRIX[32]. В період 2000-2017 рр. за чисельними значеннями індексу E-TRIX тенденція до зниження трофності вод складала - 0,059 од./рік. На початку сторіччя значення індексу E-TRIX перевищували 6,0 од. і стан трофності вод відповідав «дуже високому» рівню, у останні шість років значення індексу E-TRIX не перевищували 5,0 од. і стан вод відповідав «середньому» рівню трофності, відображено на рисунку 8.5.

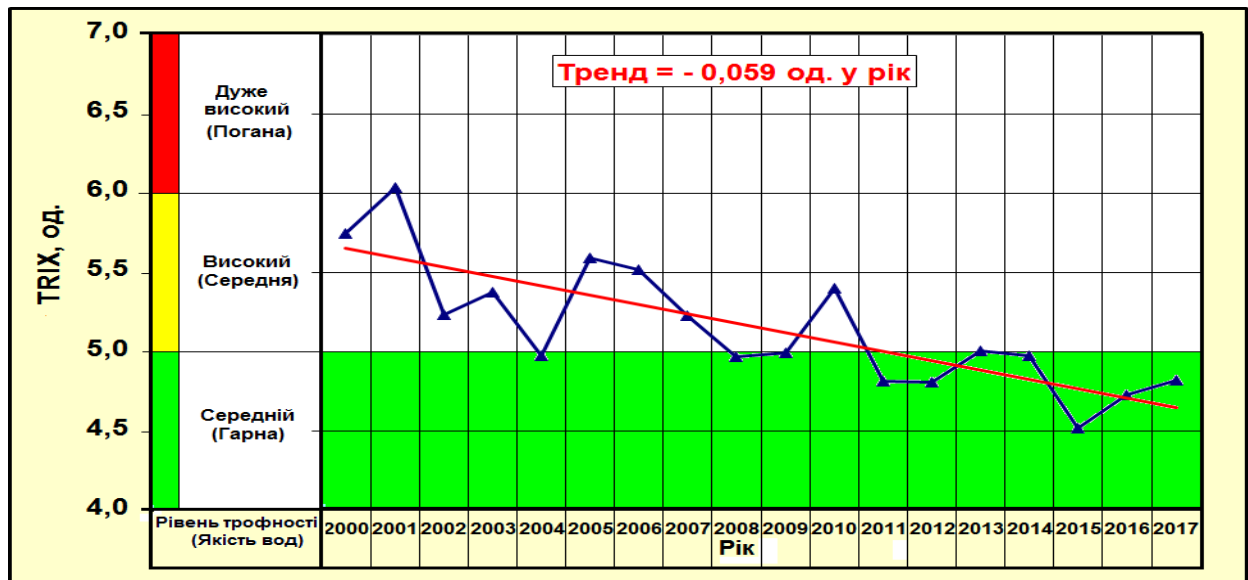


Рисунок 8.5 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних вод Одеського регіону ПЗЧМ за показником індексу E-TRIX

Статистичні оцінки, виконані на підставі показника детермінації визначеного коефіцієнту лінійного тренду індексу E-TRIX прибережних вод Одеського регіону району рекреації, вказують що тренд достовірний на рівні значимості 99%. Якість вод у 2017 році відповідала класифікації «гарна», а трофність прибережних вод – «середньому» рівню, але відносно минулого року трофність вод була декілька вище, на це вказують і чисельні характеристики фітопланктону, що досягали влітку в окремих випадках рівня «цвітіння», що пов'язано зі значним розвитком кокколітофорид.

В останні роки підвищений рівень трофності вод відмічався у 2010 р., в результаті інтенсивного цвітіння в липні на ПЗЧМ синьозеленої водорості *Nodulariaspumigena*, біомаса якої дорівнювала 20–40 г/м³, а в окремих точках досягала 10 кг/м³ [33], [34].

ВИСНОВКИ

В шельфових водах ПЗЧМ в структурі біологічних угруповань пелагіалі та бенталі відбуваються позитивні зміни, що підтверджується збільшенням видового розмаїття, ускладненням структури біологічних угруповань та різноманітністю трофічних зв'язків. Однак, винятком є прибережні точкові райони з суттєвим антропогенним навантаженням, де стан біоти залишається нестабільним та не спостерігається довготривалих стійких позитивних змін.

В водах ПЗЧМ зареєстровано 198 таксонів фітопланктону, які належали до 11 відділів. Таксономічний склад фітопланктону центральної частини ПЗЧМ в 2017 році був подібним до прибережного альгоценозу Одеського регіону. Серед відмінностей звертають на себе увагу менший внесок зелених водоростей та ціанобактерій у формування якісного складу та кількісних показників, а також більш високу, ніж у прибережних водах, чисельність *Emilianiahuxleyi* як влітку, так і навесні. Масовий розвиток *Emilianiahuxleyi* свідчить про підвищений рівень евтрофування на нестабільну екологічну ситуацію у досліджуваних акваторіях у літній період.

Дослідження фотосинтетичних пігментів ПЗЧМ показали, що протягом 2017 року концентрація хлорофілу-а змінювалась від 0,29 мкг/л до 6,72 мкг/л. Причини що призводять до максимумів хлорофілу-а можуть бути пов'язані як зі зростанням загальної біомаси фітопланктону в певні періоди року, що впливає на середньорічні показники вмісту хлорофілу-а; а так і в цілому пов'язані з перебудовою структури фітопланктону, що пов'язано із кліматичними змінами.

За період спостереження було ідентифіковано 42 таксони організмів зоопланктону, з них 27 видів голопланктону та 15 видів меропланктону. У середньому за рік за чисельністю і біомасою переважали представники нетрофічної групи зоопланктону – *N. scintillans*. Нетрофічний зоопланктон

складався в основному з представників желетілих *Aurelia*, *Mnemiopsis*, *Beroe*, *Pleurobrachia*, *Corynema* та *N. scintillans*. Щодо трофічного зоопланктону домінантними групами у голопланктоні були *Rotatoria*, *Copepoda* та *Cladocera*. У меропланктоні домінували *Cirripedia*, *Bivalvia* та *Polychaeta*. Найменші значення індексу Шенона спостерігалися у червні та липні 0,07 одиниць та 0,093 одиниць відповідно, що пов'язано з аномально високим зростанням чисельності *N. scintillans*, що спостерігалося в 2017 році. В середньому за рік він склав 1,12 одиниць. У 2017 році у порівнянні з даними минулих років спостерігається погіршення стану зоопланктонного угруповання. В цілому зоопланктон Чорного моря у 2017 році показав достатньо характерну для регіону картину видового складу, чисельності та домінант, продемонструвавши однак, ймовірно, збільшення рівня органічних забруднювачів у порівнянні з попередніми роками в літній період.

За період дослідження було відзначено 131 таксон макрозообентосу рангу виду і вище. Найбільшу різноманітність мають молюски, ракоподібні і багатощетинкові черви. Індекс бета-різноманітності Уітакера становив 12,25 одиниць. Максимальною зустрічністю характеризувалися такі види – *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), *Nephtys hombergii* (Savigny Lamarck, 1818), *Harmothoereticulata* (Claparède, 1870), *Prionospio cirrifera* (Wirén, 1883). Угруповання макрозообентосу ПЗЧМ характеризується високим біорізноманіттям та добрим екологічним станом.

Середнє за 2017 рік значення E-TRIX складало 4,65 одиниць, що свідчить про середній рівень трофності і гарну якість морських вод. Якість вод у 2017 році відповідала класифікації «гарна», а трофність прибережних вод – «середньому» рівню, але відносно минулого року трофність вод була декілька вище, на це вказують і чисельні характеристики фітопланктону, що досягали влітку в окремих випадках рівня «цвітіння», що пов'язано зі значним розвитком кокколітофорид.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Угода «Про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» від 16.09.2014, № 1678-VII [Текст] / Офіційний вісник України. – 2014. – Т. 1, –№ 75 (26.09.2014). – С. 83.

2 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

3 The European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy [Text] // Official Journal (OJ L327), 22.12.2000.–2000. – P.1-73

4 Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений [Текст] : под общ.ред. А. В. Цыбань. – Л. : Гидрометеоиздат, 1980. – С. 100-105

5 Clesceri Lenore S. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 20th Edition [Text] / Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D.Eaton. – Washington : American Public Health Association, 1998. – P.10-62.

6 Методические основы комплексного экологического мониторинга океана [Текст] : под. общ. ред. А. В. Цыбань. – М. : Московское отделение Гидрометеоиздат, 1988. – С. 185-200

7 ГОСТ 17.1.4.02-90–1990. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла [Текст]. – Введ. 1990–07–09.– М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1990. – 25с.

8 NPPVIIRS Chlorophyll Concentration, Oceancolor [Электронный ресурс] / NASA. – Режим доступа : <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/l3>. – 15.01.2018. – Назва экрану

9 Vollenveider R. A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale turbidity and generalized water quality index [Text] / R. A. Vollenveider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // *Enviromentrics*. – 1998. – № 9. – P. 329–357

10 Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст] : в 3т. / под общ.ред. Ф.Д. Мордухай–Болтовского. — К. : Наукова думка, 1968. - Т. I : Свободноживущие беспозвоночные. Простейшие , губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. – 437 с.

11 Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст] : в 3т. / под общ. ред. Ф.Д. Мордухай–Болтовского. — К. : Наукова думка, 1969. – Т. II : Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – 536 с.

12 Определитель фауны Черного и Азовского морей [Текст] : в 3т. / под общ.ред. Ф.Д. Мордухай – Болтовского. – К. : Наукова думка, 1972. – Т. III. – Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – 340 с.

13 Мурина В. В. Определитель пелагических личинок многощетинковых червей *Polychaeta* Чёрного моря [Текст] / В.В.Мурина. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – 67 с.

14 Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской части России [Текст] : в 2т. / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалохина. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2010. – Т. 1 : Зоопланктон. – 495 с. : ил.

15 Тевяшова О. Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоёмах. Методическое руководство (с определителем основных пресноводных видов) [Текст] / О. Е. Тевяшова – Ростов-на-Дону : ФГУП "АзНИРХ", 2009. – 84 с.

16 Копеподы Чёрного моря , А. Губанова, Д. Алтухов [Электронный ресурс] / 4SEAS. – Режим доступа : <http://4seas.at.ua/publ/1-1-0-6>. – 13.11.2017. – Назва экрану

17 Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию [Текст] / А.Ф. Алимов. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. с. 152

18 Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря [Текст] /А.А Калугина-Гутник. – Киев: Наук. думка, 1975. – 247 с.

19 Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР [Текст] / А.Д. Зинова. – М.-Л.: Наука, 1967. – 309 с.

20 Определитель низших растений [Текст] : в 5т / под ред. Л. И. Курсанова. – М. : Советская наука, 1953. – Т.1 : Водоросли. –396 с.

21 Доброчаева Д. Н. Определитель высших растений Украины [Текст] : учебное пособие / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.] – Киев: Наук. думка, 1987. – 548 с.

22 Todorova V. Manual for collection and treatment of soft bottom macrozoobentos samples[Text] / V.Todorova, T Konsulova. – Varna : Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Science, 2005. – 37 p.

23 Todorova V. Benthic metrics and their suitability for the assessment of the ecological status of coastal and transitional water [Text] / V.Todorova // Macrozoobenthos Workshop in Varna : materials internat.science congres : (10-17 September 2005, Varna) / Institute of Oceanology Bulgarian Academy of Science. – Varna, 2005. – 17 p.

24 Киселева М. И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. [Текст] / М. И. Киселева. – Россия: Кольский научный центр РАН, 2004. – 409 с.

25 Макаров Ю. Н. Высшие ракообразные [Текст] / Ю.Н. Макаров. – Киев: Наук. думка, 2004. – 429 с.

26 Ткаченко Ф. П. Макрофитобентос Одесского залива Черного моря и его динамика [Текст] / Ф. П. Ткаченко // Альгология. – 2001. – Т. 11, № 1 . – С. 115-121

27 Погрібняк І. І. Морські водорості Одеського узбережжя та практичне їх використання /І. І. Погрібняк// Тр. Одеськ. держ. ун-ту. Сер.: біол. – 1937. – Т. 2. – С. 301-310

28 Погрібняк І. І. Морські водорості Одеського узбережжя та практичне їх використання /І.І. Погрібняк // Тр. Одеськ. держ. ун-ту. Сер. : біол. – 1938. – Т. 3. – С. 77-105

29 Погребняк И. И. Донная растительность лиманов северо-западного Причерноморья и сопредельных им акваторий Черного моря [Текст]: автореф. дис. д-ра биол. наук / Погребняк И. И.; 03.00.05 / Одес. гос. ун-т им. Мечникова.– Одесса, 1965. – 31 с

30 Украинский В. В. Межгодовые изменения и тенденции в эвтрофикации вод Одесского региона северо-западной части Черного моря [Текст] / В. В. Украинский, Н. Н. Гончаренко // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – № 7. – С. 211–219

31 Украинский В. В. Оценка современного состояния эвтрофикации вод северо-западного шельфа Черного моря [Текст] / В.В. Украинский, С.П. Ковалишина // Нарращивание морского потенциала причерноморских стран : междунар. науч. конф.:(15-18 сентября 2014 г., пгт. Кацивели): тезисы доклада. – г. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – С. 203-205

32 Ковалишина С. П. Оцінка екологічного стану Філофорного поля Зернова [Текст] / С. П. Ковалишина, В. В. Український, І. В. Малахов // Екологічна стратегія майбутнього: досвід і новації : всеукраїнська науково-практична конференція : (30-31 березня 2017 р., м. Умань) / Уманський державний педагогічний університет. – м. Умань, 2017. – С. 69-73

33 Украинский В. В. Цветение синезеленых водорослей в Одесском прибрежье (июль, 2010 г.) [Текст] / В. В. Украинский, С. П. Ковалишина, В. Н. Сытов, И. П. Неверовский, М. А. Грандова, Н. С. Калошина // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2010. – №.1(11). – С. 109–115

34 Грандова М. А. К вопросу о цветении *Nodularia sputigena* в

прибрежных водах одесского региона [Текст] / М. А. Грандова, С. П. Ковалишина, В. В. Украинский, Н. С. Калошина // Екологічні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів конференції (27-28 октября, 2010 г., г.Одесса). – Одеса, 2010. – С. 317–320

ДОДАТОК А
КАРТА-СХЕМА ТОЧОК ВІДБОРА ПРОБ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ
ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ

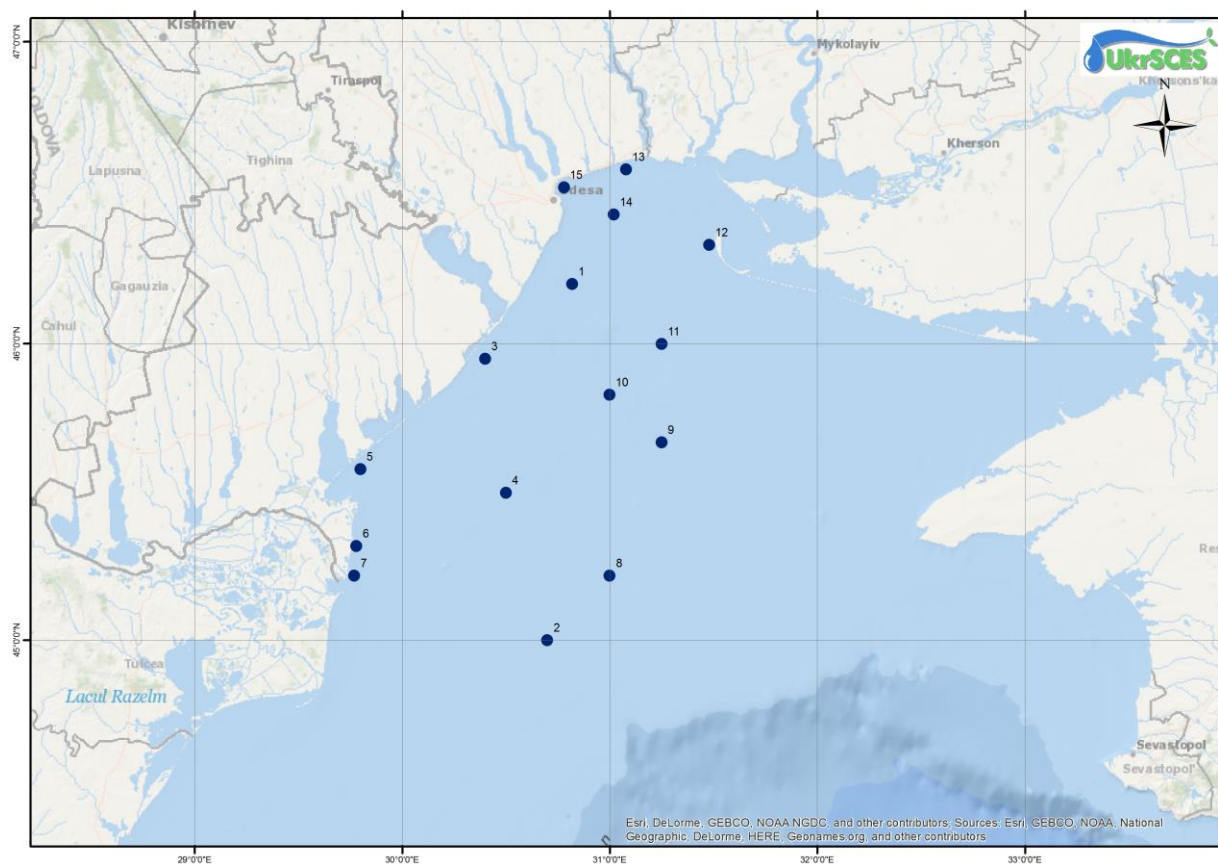


Рисунок А.1 – Карта – схема точок відбору гідробіологічних проб наПЗЧМ
(2017 рік)

ДОДАТОК В
СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ ФІТОПЛАНКТОНУ

Таблиця В. - Список зареєстрованих видів фітопланктону в ПЗЧМ

Відділ	Вид
1	2
Bacillariophyta	<i>Achnantes brevipes</i> Ag.
	<i>Achnanthes delicatula</i> (Kutzing) Grunov
	<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kutz.) Kutz.
	<i>Amphora acutiuscula</i> Kutz.
	<i>Amphora angularis</i> Greg.
	<i>Amphora angusta</i> Gregory
	<i>Amphora caroliniana</i> Giffen
	<i>Amphora coffeaeformis</i> (Ag.) Kutz.
	<i>Amphora parvula</i> Proshkina-Lavrenko
	<i>Amphora proteus</i> (Greg.) Cl.
	<i>Amphora</i> spp.
	<i>Atteya decora</i> West
	<i>Attheya septentrionalis</i> (Oestr.) Craw.
	<i>Catacombas gaillonii</i> (Bory) D.M. Williams & Round
	<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendeby
	<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs
	<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.
	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cl.
	<i>Chaetoceros danicus</i> Cl.
	<i>Chaetoceros heterovalvatus</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros lacinosus</i> Schutt.
	<i>Chaetoceros minimus</i> (Levander) D. Marino et al.
	<i>Chaetoceros muelleri</i> Lemm.
	<i>Chaetoceros rigidus</i> Ostf.
	<i>Chaetoceros similis</i> Cl.
	<i>Chaetoceros similis f. solitarius</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros simplex</i> Ostf.
	<i>Chaetoceros socialis</i> Laud.
	<i>Chaetoceros</i> spp.
	<i>Chaetoceros subtilis</i> Cl.
	<i>Chaetoceros subtilis var. abnormis f. simplex</i> Pr.-Lavr.
	<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meunier, 1913
	<i>Chaetoceros trondsenii</i> Laud.
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightw.	
<i>Cocconeis costata</i> Greg.	
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehr.	
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehr.	
<i>Cyclotella caspia</i> Grun.	

Продовження таблиці В.1

1	2
	<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehr.) Reim.et Lewin
	<i>Cymbella</i> spp.
	<i>Diatoma vulgare</i> Bory de Saint-Vincent
	<i>Ditylum brightwellii</i> (West.) Grun.
	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.
	<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran.
	<i>Licmophora dalmatica</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Licmophora gracilis</i> (Ehr.) Grun.
	<i>Licmophora</i> sp.
	<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp)Hasle
	<i>Melosira moniliformes</i> (O.Mull.) Ag.
	<i>Navicula cancellata</i> Donk.
	<i>Navicula grevillei</i> var. <i>remotiva</i> Pr-Lavr.
	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg
	<i>Navicula ostrearia</i> Turpin
	<i>Navicula pennata</i> f. <i>pontica</i> Pr-Lavr
	<i>Navicula</i> spp.
	<i>Nitzschia apiculata</i> Kutz.
	<i>Nitzschia punctata</i> Grun.
	<i>Nitzschia acicularis</i> Smith
	<i>Nitzschia hybrida</i> Grun.
	<i>Nitzschia sigma</i> (Kutz.) W.Sm.
	<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.
	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Greg.)Reim.
	<i>Pleurosigma angulatum</i> (Ehr.) Cl.
	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg)Compere
	<i>Proboscia alata</i> (Bright.) Sunst.
	<i>Pseudonitzschia pungens</i> Grun
	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (Cl.) Heid. et Kolbe
	<i>Pseudosolenia calcar avis</i> (Schul.) Sunst.
	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.
	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.
	<i>Striatella delicatula</i> (Kutz.) Grun.
	<i>Striatella interrupta</i> (Ehr.) Helb.
	<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) Ag.
	<i>Tabularia fasciculata</i> (Ag.) Will.et Round
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grun.
	<i>Thalassiosira aestivales</i> Gran. & Angst.
	<i>Thalassiosira baltica</i> Pr.-Lavr.
	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> Cleve
	<i>Thalassiosira parva</i> Pr.-Lavr.

Продовження таблиці В.1

1	2
	<i>Thalassiosira rotula</i> Mein.
	<i>Thalassiosira</i> spp.
Всього:	84
Chlorophyta	<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.-Lavr.
	<i>Chlamidomonas</i> sp.
	<i>Crucigenia</i> sp.
	<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew
	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood
	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.
	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsc.) Hind.
	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.
	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.
	<i>Nephrochlamis subsolitaria</i> (G.S.West) Korsch.
	<i>Oocystis borgei</i> Snow
	<i>Pterosperma jorgensii</i> Sch.
	<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hind.) Marv.
	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.
	<i>Scenedesmus acuminatus</i> v. <i>bernardii</i> Hegew.
	<i>Scenedesmus costato-granulatus</i> Hind.
	<i>Tetraselmis gracilis</i> (Kylin) Butcher
	<i>Tetraselmis inconspicua</i> Sch.
Всього:	18
Choanozoa	<i>Bicosta spinifera</i> (Thronsen)Leadbeater,1978
	<i>Diaphanoeca grandis</i> Ellis
Всього:	2
Cryptophyta	<i>Hillea fusiformis</i> Sch.
	<i>Hillea</i> sp.
	<i>Plagioselmis prolunga</i> Butcher,1994
	<i>Ochromonas oblonga</i> Cart.
Всього:	4
Cyanobacteria	<i>Anabaena flos aquae</i> (Lyngb.) Bred.
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs
	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West&G.S.West
	<i>Cyanophyta</i> gen. sp.
	<i>Gloeocapsa minor</i> (Kutz.) Hollerb.
	<i>Gloeocapsa punctata</i> Nag.
	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Nag.
	<i>Merismopedia minima</i> G.Beck.
	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz.
	<i>Microcystis</i> spp.
	<i>Nodularia spumigena</i> Anis.
	<i>Oscillatoria kisselevii</i> Anis.
	<i>Oscillatoria limnetica</i> Kutz.
	<i>Spirulina laxissima</i> West

Продовження таблиці В.1

1	2
	<i>Spirulina tenuissima</i> Kutz.
Всього:	15
Dinophyta	<i>Ceratium furca</i> (Ehr.) Clap.et Lach.
	<i>Dinophysis acuminata</i> Sch.
	<i>Dinophyta gen. Sp.</i>
	<i>Diplopsalis lenticula</i>
	<i>Glenodinium armatum</i> Lev.
	<i>Glenodinium pilula</i> (Ostf.) Sch.
	<i>Gymnodinium blax</i> Harr.
	<i>Gymnodinium najadeum</i> Sch.
	<i>Gymnodinium sp.</i>
	<i>Gymnodinium wulffii</i> Sch.
	<i>Gyrodinium cornutum</i> (Pouch.)
	<i>Gyrodinium sp.</i>
	<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kof.et Sw.
	<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehr.) Stein
	<i>Lingulodinium polyedrum</i> (Stein) Dodge
	<i>Minuscula bipes</i> Pav.
	<i>Oblea rotunda</i> Clap.et Lach.
	<i>Peridiniopsis penardii</i> (Ehr.) Stein
	<i>Plagiotropis lepidoptera</i> (Greg.)Reim.
	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abe et Dodge
	<i>Prorocentrum micans</i> Ehren.
	<i>Prorocentrum minimum</i> Sch.
	<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kof.) Balech
	<i>Protoperidinium pellucidum</i> (Bergh) Schutt
	<i>Protoperidinium sp.</i>
	<i>Protoperidinium steinii</i> Jorgen.
	<i>Scrippsiella trochoidea</i> (St.) Loeb.III.
Всього:	27
Euglenozoa	<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer
	<i>Trachelomonas spp.</i>
Всього:	2
Flagellata	<i>Flagellata gen. Sp.</i>
Всього:	1
Haptophyta	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohm.) Hay et Mohler
	<i>Haptophyta gen. Sp.</i>
	<i>Pontosphaera spp.</i>
Всього:	3
Chrysophyta	<i>Apedinella spinifera</i> (Trond.) Trond.
	<i>Chrysophyta gen. Sp.</i>
	<i>Dinobryon faculiferum</i> (T.Willen) T.Willen
	<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt.) Lemm.
	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.

Кінець таблиці В.1

1	2
	<i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohm.
	<i>Ollicola vangoorii</i> (W.Conrad) Vors
Всього:	7
Protozoa	<i>Ebria tripartita</i> (Schum.) Lemm.
	<i>Paulinella ovalis</i> Sunst.
Всього:	2
Загальна кількість видів:	166

ДОДАТОК С
СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ МАКРОЗООБЕНТОСУ

Таблиця С.1 - Список зареєстрованих видів макрозообентосу в ПЗЧМ

№	Таксони
	Annelida
1.	<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)
2.	<i>Amphitritides gracilis</i> (Grube, 1860)
3.	<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914
4.	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)
5.	<i>Dipolydora quadrilobata</i> Jacobi, 1883
6.	<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)
7.	<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)
8.	<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861
9.	<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)
10.	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)
11.	<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)
12.	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede, 1864)
13.	<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1866
14.	<i>Leiochone leiopygos</i> (Grube, 1860)
15.	<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870
16.	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1866)
17.	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818
18.	<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867
19.	<i>Oligochaeta</i> sp.
20.	<i>Oriopsis armandi</i> (Claparède, 1864)
21.	<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839
22.	<i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)
23.	<i>Phyllodoce mucosa</i> Oersted, 1843
24.	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)
25.	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802
26.	<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren, 1883
27.	<i>Protodrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)
28.	<i>Pygospio elegans</i> Claparede, 1863
29.	<i>Salvatoria clavata</i> (Claparede, 1863)
30.	<i>Scolecopsis (Parascolecopsis) tridentata</i> (Southern, 1914)
31.	<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)
32.	<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)
33.	<i>Syllides longocirratu</i> s (Örsted, 1845)
34.	<i>Terebellides stroemii</i> Sars, 1835
35.	<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844)
	Cnidaria
36.	<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758)
37.	<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)

Продовження таблиці С. 1

38.	<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)
39.	<i>Sagartiogeton undatus</i> (Müller, 1778)
	Crustacea
40.	<i>Ampelisca diadema</i> (Costa, 1853)
41.	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)
42.	<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)
43.	<i>Apseudopsis ostroumovi</i> Bacescu & Carausu, 1947
44.	<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])
45.	<i>Brachynotus sexdentatus</i> (Risso, 1827)
46.	<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814
47.	<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847
48.	<i>Cardiophilus baeri</i> G.O. Sars, 1896
49.	<i>Cumopsis goodsir</i> (Van Beneden, 1861)
50.	<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)
51.	<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)
52.	<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)
53.	<i>Iphinoe elisae</i> Băcescu, 1950
54.	<i>Iphinoe tenella</i> Sars, 1878
55.	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fabricius, 1798)
56.	<i>Liocarcinus navigator</i> (Herbst, 1794)
57.	<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)
58.	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853
59.	<i>Orchomene humilis</i> (Costa, 1853)
60.	<i>Paramysis (Pseudoparamysis) pontica</i> Bacescu, 1940
61.	<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868)
62.	<i>Pestarella candida</i> (Olivi, 1792)
63.	<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769
64.	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)
65.	<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)
66.	<i>Stenosoma capito</i> (Rathke, 1837)
	Echinodermata
67.	<i>Amphiura stepanovi</i> Djakonov, 1954
	Mollusca
68.	<i>Abra alba</i> (W. Wood, 1802)
69.	<i>Abra nitida</i> (O. F. Müller, 1776)
70.	<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)
71.	<i>Acanthocardia paucicostata</i> (G. B. Sowerby II, 1834)
72.	<i>Anadara inaequalis</i> (Bruguière, 1789)
73.	<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)
74.	<i>Calyptrea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)
75.	<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)
76.	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)
77.	<i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus, 1758)

Кінець таблиці С.1

78.	<i>Gibbomodiola adriatica</i> (Lamarck, 1819)
79.	<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)
80.	<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)
81.	<i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)
82.	<i>Loripes orbiculatus</i> Poli, 1791
83.	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)
84.	<i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758
85.	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)
86.	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819
87.	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)
88.	<i>Parvicardium simile</i> (Milaschewitsch, 1909)
89.	<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)
90.	<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)
91.	<i>Pusillina lineolata</i> (Michaud, 1830)
92.	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)
93.	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)
94.	<i>Retusa umbilicata</i> (Montagu, 1803)
95.	<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)
96.	<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)
	Nemertea
97.	<i>Nemertea</i> sp.
	Phoronida
98.	<i>Phoronis euxinicola</i> Selys-Longchamps, 1907
	Platyhelminthes
99.	<i>Platyhelminthes</i> sp.
	Porifera
100.	<i>Porifera</i> sp.
	Tunicata
101.	<i>Asciella aspersa</i> (Muller, 1776)
102.	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)
103.	<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)

ДОДАТОК Д

**КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ МАКРОЗООБЕНТОСУ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ
ЧАСТИНІ ПЗЧМ**

Таблиця Д.1 - Кількісні показники макрозообентосу в центральному районі

ПЗЧМ у квітні-серпні 2017 року

Станції	Число видів	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона (чисельність)
NPMS_UA_04(f)_13.04.17	27	1471	321,9	3,646
NPMS_UA_04-A(f)_13.04.17	23	1330	372,4	3,482
NPMS_UA_09(f)_12.04.17	19	903	210,8	3,303
NPMS_UA_10(f)_11.04.17	30	4110	1648,8	3,769
NPMS_UA_11(f)_11.04.17	31	3220	2374,1	3,758
NPMS_UA_04(f)_11.07.17	33	6862	1691,1	4,024
NPMS_UA_09(f)_11.07.17	25	4490	322	3,882
NPMS_UA_10(f)_10.07.17	35	5578	486,6	4,099
NPMS_UA_11(f)_10.07.17	30	5143	313	4,126
NPMS_UA_05(4f)_17.08.17	43	7299	4566,4	3,617
NPMS_UA_06(9f)_17.08.17	20	2234	828,3	3,456
NPMS_UA_07(10f)_18.08.17	49	6900	2781	3,92
NPMS_UA_08(11f)_18.08.17	42	10967	3798,5	4,296

ДОДАТОК Е
СПИСОК ЗАРЕЄСТРОВАНИХ ВИДІВ МАКРОФІТОБЕНТОСУ

Таблиця Е. – Видовий склад та просторовий розподіл альгофлори Одеської затоки у 2017 році.

N п/п	Таксон	Райони дослідження																	
		Пляж Лузанівка		Пляж Дельфін		Пляж Біост. ОНУ		Пляж ММФ		Пляж сан. Чкалова		Дрен. сп. сан. Чкалова		Пляж Аркадія		СБО Південна		Причал ПСЖ	
		ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж
ОСНРОPHYTA (PHAEOPHYCEAE)																			
1.	<i>Desmarestia viridis</i> (O. Müll.) J.V. Lamour.					+		+											
2.	<i>Ectocarpus siliculosus</i> var. <i>siliculosus</i> (Dillw.) Lyngbye					+		+				+		+	+	+		+	
3.	<i>Myrionema orbiculare</i> J. Agardh							+											
4.	<i>Petalonia zosterifolia</i> (Reinke) Küntze							+					+						
5.	<i>Punctaria latifolia</i> Grev.			+				+											
6.	<i>Pylayella littoralis</i> (L.) Kjellm.					+													
7.	<i>Scytosiphon simplicissimus</i> (Clemente) Cernades												+						
8.	<i>Stictyosiphon adriaticus</i> Kütz			+															
RHODOPHYTA																			
9.	<i>Acrochaetium virgatum</i> (Lyngbye) Nägeli			+	+	+		+	+					+	+				
10.	<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh											+							
11.	<i>Callithamnion corymbosum</i> (Sm.) Lyngb.																	+	
12.	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	+				+		+											
13.	<i>C. diaphanum</i> var. <i>elegans</i> (Roth) G. Furnari			+	+	+		+	+	+		+		+		+	+	+	

ДОДАТОК Ж
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ

1. Ковалишина С. П. Оцінка екологічного стану Філофорного поля Зернова / С. П. Ковалишина, В. В. Український, І. В. Малахов // Екологічна стратегія майбутнього: досвід і новації : всеукраїнська науково-практична конференція : (30-31 березня 2017 р., м. Умань) / Уманський державний педагогічний університет. – м. Умань, 2017. – С. 69-73
2. Теренько Г.В. Нові діатомові роду *Chaetoceros* Ehrenberg в українській частині Чорного моря / Г.В.Теренько // XIV з'їзд українського ботанічного товариства : (25-26 квітня 2017 р., Київ). – м. Київ, 2017. – С.78-81
3. Ткаченко Ф.П. Розвиток водної рослинності Тузловських лиманів в сучасних екологічних умовах (стаття) / Ф.П. Ткаченко, І.П. Трет'як // Заповідна справа у Степовій зоні України (до 90-річчя від створення Надморських заповідників) : всеукраїнська науково-практична конференція (14-15 березня 2017 р., м. Маріуполь, Донецька область, Україна). – м. Маріуполь, 2017. – С.158-162
4. Ткаченко Ф.П. Рідкісні види водоростей НПП "Тузловські лимани" (тези) / Ф.П. Ткаченко, І.П. Трет'як // Заповідна справа у Степовій зоні України (до 90-річчя від створення Надморських заповідників) : всеукраїнська науково-практична конференція : (14-15 березня 2017 р., м. Маріуполь, Донецька область, Україна) : тези доклада.– м.Маріуполь, 2017. – С. 163-164