

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки
Кафедра водних біоресурсів та
аквакультури

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Оцінка впливу видів – вселенців на екосистему Чорного моря»

Виконала: студентка 2 курсу, групи МВБ – 19
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та
аквакультура»
Плотнікова Карина Геннадіївна

Керівник старший викладач
Тучковенко Оксана Аркадіївна

Рецензент Черников Геннадій Борисович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк П.В.

д.с.-г.н., проф.

“ 26 ” жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Плотнікова Карина Геннадіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка впливу видів – вселенців на екосистему Чорного моря.

керівник роботи Тучковенко Оксана Аркадіївна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом

вищого навчального закладу від « 16 » жовтня 2020 року № 124-С

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: джерела наукової інформації з досліджуваної теми

Мета магістерської роботи - є на основі даних комплексних досліджень, оцінити екологічні аспекти впливу видів-всклнців у морських екосистеми.

Оцінити шляхи міграції в екосистему Чорного моря, а також наслідки.

∴

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Детальний аналіз наявної в літературі інформації що до сучасного стану екосистеми північно-західної частини Чорного моря, видів-вселенців, впливу рапана на інвазії в різних районах Чорного моря, тощо. Визначення ступеню вивченості питання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Шекк П.В, док.с-г.н., проф., зав.каф. ВБР		
2	Шекк П.В, док.с-г.н., проф., зав.каф. ВБР		
3	Шекк П.В, док.с-г.н., проф., зав.каф. ВБР		
4	Шекк П.В, док.с-г.н., проф., зав.каф. ВБР		

7. Дата видачі завдання 26.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	26.10.20 – 11.11.20	95	Відм
2	Аналіз проблеми переселення водних організмів суднами, характеристика видів - вселенців на зообентос Чорного моря. Написання другого, розділу магістерської роботи.	12.11.20 – 24.11.20	95	Відм
3	Рубіжна атестація	16.11.20 – 21.11.20	95	Відм
4	Екології деяких видів – вселенців в Чорне море, характеристика змін у структурно-функціональній активності обростань в результаті вселення екзотичних видів. Написання четвертого розділу магістерської роботи.	16.11.20 – 26.12.20	95	Відм
5	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	05.12.20 – 06.12.20	95	Від
6	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	07.12.20 – 09.12.20		
7	Перевірка роботи зав. кафедрою			
8	Отримання рецензії			
9	Перевірка роботи на плагіат			
10	Підготовка презентації			
11	Попередній захист роботи на кафедрі			
12	Надання роботи до деканату			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			

Студент _____ Плотнікова К.Г...
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Тучковенко О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИДІВ – ВСЕЛЕНЦІВ НА ЕКОСИСТЕМУ ЧОРНОГО МОРЯ.

Плотнікова К.Г., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

Види - вселенці - це види тварин або рослин, тим чи іншим шляхом потрапили в нові для них місця проживання. Це може відбуватися цілеспрямовано (наприклад при акліматизації нових видів), або випадково. Як правило, нові види надають непередбачуваний вплив на нове для себе середовище існування і на своїх нових сусідів.

Процес появи нових видів - явище цілком природне. Багатьох з них, що стали за багато років звичними, ми вже не вважаємо новачками. Важко повірити, аморфа, мія піщана, товстолобик, білий амур, і сотні інших видів рослин, комах, риб і тварин потрапили до нас з різних частин світу.

Як відомо, чисельність будь-якого виду - від мікроорганізмів до великих ссавців, в природі регламентується величезною кількістю чинників: наявністю об'єктів харчування, паразитів, хижаків і т. д. Коли новий вид потрапляє в нову для себе екосистему і багато факторів (температура, освітленість, солоність та ін.) виявляються придатними для нього, він починає розмножуватися. Не маючи ні природних ворогів, ні паразитів, цей вид дає величезні спалахи чисельності, які можуть бути значним потрясінням для вже сталої екосистеми.

Знання особливостей біології і екології сторонніх організмів, межу їх адаптивних можливостей до нових умов життя дозволить, з одного боку, прогнозувати подальший розвиток популяції цього виду, а з іншою, - розробити заходи по недопущенню, або мінімізації небажаного впливу нового вселенця на екосистему.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота викладена на 63 сторінках, містить 10 рисунків та графіків, 7 таблиць, 41 літературне джерело.

Ключові слова: вселенці, інвазії, зообентос, моллюск, біоценоз, евтрофікація, обростання.

Summary

EVALUATION OF THE IMPACT OF SPECIES - IMMIGRANTS ON THE BLACK SEA ECOSYSTEM.

Plotnikova K.G., Master of the Water bioresources and aquaculture department

Species - universes - are species of animals or plants, in one way or another got into new habitats for them. This can happen purposefully (for example when acclimatizing new species) or accidentally. As a rule, new species have an unpredictable impact on their new habitat and their new neighbors.

The emergence of new species is a natural phenomenon. Many of them, which have become familiar for many years, we no longer consider newcomers. Hard to believe, amorphous, my sandy, silver carp, white cupid, and hundreds of other species of plants, insects, fish and animals have come to us from different parts of the world.

As is known, the abundance of any species - from microorganisms to large mammals, is governed in nature by a huge number of factors: the presence of food, parasites, predators, etc. When a new species enters a new ecosystem for itself and many factors (temperature , light, salinity, etc.) are suitable for him, he begins to multiply. With neither natural enemies nor parasites, this species produces enormous population outbreaks that can be a major shock to an already mature ecosystem.

Knowledge of the features of biology and ecology of extraneous organisms, the limits of their adaptive capacity to new living conditions will allow, on the one hand, to predict the further development of this species population, and, on the other, to develop measures to prevent or minimize the unwanted impact of the new ecosystem on the ecosystem.

Structure and scope of work. The master's thesis is presented on 63 pages, contains 10 drawings and graphs, 7 tables, 41 literary sources.

Key words: universes, invasions, zoobenthos, mollusc, biocenosis, eutrophication, fouling.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ПРОБЛЕМА ПЕРЕНЕСЕННЯ ВОДНИХ ОРГАНІЗМІВ СУДНАМИ.....	11
1.1 Інвазійні види знайдені на акваторії Одеського морського порту.....	14
1.2 Аналіз антропогенного переселення екзотичних видів в екосистему Чорного моря.....	19
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ВСЕЛЕНЦІВ НА ЗООБЕНТОС ЧОРНОГО МОРЯ.....	24
3 ЕКОЛОГІЯ ДЕЯКИХ ВИДІВ - ВСЕЛЕНЦІВ В ЧОРНЕ МОРЕ.....	32
3.1 Рапана жилковата (<i>Rapana venosa</i>).....	33
4 ЗМІНА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ ОБРОСТАННЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ВСЕЛЕННЯ ЕКЗОТИЧНИХ ВИДІВ.....	45
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58

ВСТУП

Види - вселенці - це види тварин або рослин, тим чи іншим шляхом потрапили в нові для них місця проживання. Це може відбуватися цілеспрямовано (наприклад при акліматизації нових видів), або випадково. Як правило, нові види надають непередбачуваний вплив на нове для себе середовище існування і на своїх нових сусідів.

Процес появи нових видів - явище цілком природне. Багатьох з них, що стали за багато років звичними, ми вже не вважаємо новачками. Важко повірити, аморфа, мія піщана, товстолобик, білий амур, і сотні інших видів рослин, комах, риб і тварин потрапили до нас з різних частин світу.

Як відомо, чисельність будь-якого виду - від мікроорганізмів до великих ссавців, в природі регламентується величезною кількістю чинників: наявністю об'єктів харчування, паразитів, хижаків і т. Д. Коли новий вид потрапляє в нову для себе екосистему і багато факторів (температура, освітленість, солоність та ін.) виявляються придатними для нього, він починає розмножуватися. Не маючи ні природних ворогів, ні паразитів, цей вид дає величезні спалахи чисельності, які можуть бути значним потрясінням для вже сталої екосистеми.

Через якийсь час (різне для різних видів в залежності від тривалості життя, вірус працює, без наявності для нього кормової бази і т. д.) Спалах чисельності проходить, у новачка з'являються нові вороги, нові паразити, він поступово стає однією з ланок екологічної системи. Не навмисне завезення водних тварин і рослин виявляється серйозним втручанням у водні екосистеми.

Багато випадків вселення нових видів перетворюються на справжню проблему, яку вирішують цілі інститути, держави витрачають величезні кошти на усунення негативних наслідків як для місцевої флори і фауни, так і для господарської діяльності людини. Найчастіше завезення нових видів

водних тварин і рослин здійснюється судами і відбувається через випуск баластних вод, прийнятих на борт в портах в інших країнах, звідки судно прямувало до порту порожняком, або через доставку живих організмів, що обростають на підводній частині корпусу судна.

За даними академіка Ювеналія Петровича Зайцева, за останні три десятиліття в Чорне море і водойми України було завезені, прижилися і стали масовими близько 13 екзотичних організмів. Більшість з них натуралізувалися без явної шкоди для місцевих видів. Але кілька прибульців виявилися агресивними по відношенню до місцевих видів. Великий хижий молюск рапана з Японського моря, винищує устриць, мідій і інших двостулкових молюсків, різко скорочуючи їх запаси. Прес рапани знизився лише після того, як почався масштабний видобуток цього молюска, так як його м'ясо користується великим попитом на зовнішньому ринку, а раковини - для виготовлення сувенірів.

У 1982 році в Чорному морі вперше було виявлено медузоподібну істота розміром від 3 до 5 сантиметрів - атлантичний гребневик мнеміопсис *Mnemiopsis leidy*. Він дуже швидко розмножився, і до кінця 80-их років його загальна біомаса в море досягала 1 мільярда тонн. Тіло гребневіка на 99 % складається з води, а харчується він зоопланктоном, тобто зваженими в товщі води рачками та іншими дрібними тваринами, якими харчуються і риби.

Тому гребневик *Mnemiopsis leidy* в силу своєї масовості став серйозним харчовим конкурентом риб. Крім цього він може поїдати ікру і личинки риб з товщі води і ставати таким чином не тільки харчовим конкурентом, але і прямим ворогом риб.

В результаті промисел риб, який в Чорному морі в 1985-1988 рр. становив 600 -700 тисяч тонн (усіма країнами), в 1990 р впав до 100 тисяч тонн. Особливо сильно (в 20 разів) скоротився видобуток основний промислової риби - хамси. Виникла критична екологічна ситуація, пов'язана з великим економічним збитком.

Знання особливостей біології і екології сторонніх організмів, межу їх адаптивних можливостей до нових умов життя дозволить, з одного боку, прогнозувати подальший розвиток популяції цього виду, а з іншою, - розробити заходи по недопущенню, або мінімізації небажаного впливу нового вселенця на екосистему.

Економічні втрати, пов'язані з перевезенням вселенців, в світовому масштабі оцінюються в більш ніж 10 млрд. доларів на рік. Після економічних оцінок наслідків біологічних інвазій дана інформація була прийнята до дії цілою низкою міжнародних організацій, в тому числі ІМО, Міжнародної океанографічної комісією (International Oceanographic Commission - IOC), Міжнародною Радою по вивченню морів (International Council for Exploration of the Sea - ICES) та ін.

Були засновані спеціальні наукові товариства з вивчення біологічних інвазій, наприклад, Австралійський центр по вивченню морських біологічних вторгнень (CRIMP), Асоціація балтійських морських біологів, Всесвітній центр інвазій при Смітс ніанском університеті США. Створено міжнародний щомісячний науковий журнал «Biological Invasions» (Kluwer Acad. Publ.). З'явилися відповідні законодавчі акти: резолюція А.774 (18) «Про керівництво по запобіганню внесення небажаних водних і патогенних організмів в результаті скидання з суден водяного баласту і опадів», прийнята в листопаді 1993 року на Асамблеї ІМО; виконавча директива № 13112 «Про види вселенці». У 1999 р за сприяння ІМО, Глобального екологічного фонду (GEF) і Програми розвитку ООН (UNDP) була заснована Міжнародна науково-практична програма «Зняття бар'єрів на шляху ефективної реалізації заходів по контролю водяного баласту суден і управління ним в країнах, що розвиваються (Програма «ГлоБалласт »).

Головна мета програми полягала в організації демонстраційних центрів для відпрацювання варіантів правових, організаційних, технічних і технологічних аспектів вирішення проблеми попередження біологічних інвазій з водним транспортом.

Ключовим напрямком роботи таких центрів стало проведення базових біологічних досліджень на акваторії виділених портів. Їх мета - встановити реальність вторгнення чужорідних організмів з баластними водами суден і отримати необхідну вихідну інформацію для оцінки ризику подальших інвазій (а саме: склад і походження видів вселенцев порту, основні вектори вселення).

Мета роботи - є на основі даних комплексних досліджень, оцінити екологічні аспекти впливу видів-вскликців у морських екосистеми. Оцінити шляхи міграції в екосистему Чорного моря, а також наслідки.

1 ПРОБЛЕМА ПЕРЕНЕСЕННЯ ВОДНИХ ОРГАНІЗМІВ СУДНАМИ

Під поняттям «інвазія» мається на увазі включення в екосистему нових для неї видів [3]. Існує безліч шляхів переселення (природною і антропогенною природи) організмів в екосистеми, де раніше вони ніколи не реєструвалися.

Інвазії сторонніх видів гідробіонтів - одна з найгостріших глобальних екологічних проблем. Чорне море в цьому сенсі не виключення. Ізольованість від Світового океану; велика акваторія, значна кількість річок, що впадають в нього; досить низька солоність, що визначає невелике біорізноманіття і як наслідок більш висока уразливість до вторгнення сторонніх видів.

Головні причини успішного освоєння вселенцями Чорного моря – це інтенсифікація судноплавства і нерегульоване скидання баластних вод суднами. Види-вселенці можуть істотно змінювати місця життя аборигенних видів, ставати конкурентами або хижаками аборигенних видів і витіснити їх, переносити або самі викликати хвороби, бути паразитами аборигенних видів. Необхідно відмітити, що вплив вселенців на біологічну різноманітність, структуру і функціонування водних екосистем не завжди негативний, але однозначно безповоротний. Отже, проблема інвазій стає найважливішою в плані забезпечення екологічної безпеки як окремих регіонів, так і Чорного моря в цілому.

Основними джерелами антропогенних інвазій є будівництво водних каналів, марікультура і акваріумістика, а також різні аспекти судноплавства, в тому числі перевезення організмів в складі угруповання обростання корпусів суден і с водяним баластом.

Відкриття Суецького каналу в 1869 р сприяло проникненню в Середземне море з Червоного безлічі організмів, з яких до теперішнього часу тільки серед риб зареєстровано 36 видів [16].

Серед об'єктів марикультури відів-вселенців, перш за все, слід відзначити риб. Наприклад, в Чорному морі були зроблені спроби акліматизувати 12 нових видів, з яких лише п'ять були успішно акліматизовані [21, 34].

Найбільш яскравим прикладом негативних наслідків інвазії, як слідства акваріумного розведення організмів, є вселення в Середземне море з акваріума Океанографічного музею в Монако тропічної водорості *Caulerpa taxifolia* [26]. Ця водорість стала витіснити нативний вид морської трави *Posidona oceanica* з усім комплексом характерного співтовариства, що включає безхребетних і риб [19]. Однак біологічні інвазії з водним транспортом за своїми масштабами непорівнянні з усіма іншими джерелами.

Аналіз спеціальної літератури показав, що за останні 200 років в різних районах Світового океану зареєстровано значне число видів-вселенців, успішно адаптувалися до нових умов існування. Загальна кількість виявлених екзотичних видів, як правило, пропорційно величині досліджуваних акваторій і інтенсивності судноплавства, яка визначається числом портів і транспортних торгових шляхів (табл. 1.1).

Якщо до середини ХХ століття основним посередником проникнення водних організмів в нові екосистеми було обростання підводної частини суден, то згодом у зв'язку з широким впровадженням протиобростаючих покриттів, а також розвитком танкерного і балкерного флоту ним став водяний баласт суден [15, 29]. За даними Міжнародної морської організації (ІМО), 80 % вантажів, щорічно перевезених у всьому світі, здійснюється саме шляхом судноплавства. У складі світового флоту налічується близько 85000 суден, які щорічно перевозять від 3 до 10 млрд. т водяного баласту. При цьому в баластних танках суден зареєстровано понад 3000 видів водоростей, безхребетних і риб. Основними чинниками переселення організмів в

Світовому океані є судноплавство (51 % зареєстрованих випадків інвазій), рибальство (15 %), судноплавство і рибальство (22 %) [24].

Таблиця 1.1 – Загальна кількість видів-вселенців, які знайдені в різних районах Світового океану

Район	Кількість видів	Джерело
Узбережжя Північної Америки	298	[30]
Середземне море	240	[29]
Узбережжя Австралії	210	[23]
Чорне море	142	[2, 5, 6, 10,13]
Балтійське море	98	[27]
Північне море	80	[18]

Процес інтродукції чужорідних видів з баластними водами суден прийняв глобальний характер і, через свою непередбачуваність, навіть отримав промовисту назву «екологічної рулетки» [17].

Не всі вселення екзотичних організмів завершується відчутними екологічними наслідками і економічними потрясіннями. Однак, у міру інтенсифікації інвазій з розвитком водного транспорту такі випадки стали повторюватися все частіше, а масштаби їх наслідків зростати все більше.

Вселення північноамериканського гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Чорне море на початку 1980-х років викликало економічні втрати через зниження запасів хамси, які оцінюються в 240 млн. доларів на рік [34].

Молюск *Dreissena polymorpha*, переселившись з Дніпровсько-Бузького лиману у Великі Озера на початку 1990-х років, в результаті обростання водоводів охолоджувальних систем промислових підприємств і силових станцій, привів до дуже значних економічних втрат США в розмірі до 500 млн. доларів на рік [31].

1.1 Інвазійні види знайдені на акваторії Одеського морського порту

Вибір України було здійснено Міжнародною океанографічною комісією ІОС не випадковий. Це обумовлено наявністю великих портів, де скидається багато баласту, широке представництво зацікавлених у впровадженні результатів органів і організацій, науковий потенціал в області судноплавства, біології моря і епідеміології.

Сучасні дані лоцманської служби в Босфорі свідчать про суттєву активізацію переміщень суден в Чорне море. За 1995 - 2000 рр. загальне число суден, що проходять Босфор, досягло 47 - 51 тис. на рік, в тому числі 2 - 7 тис. завдовжки більше 200 м. Відповідно до офіційної статистики, 57 % загального числа вантажоперевезень здійснюється судами чорноморських країн, з яких 11 % належить Україні [25].

Однак справжній ризик вселення екзотичних видів може бути оцінений тільки на основі врахування повного обсягу перевезених баластних вод. За статистикою, в 2001 р тільки в портах України було скинуто понад 11 млн. т баластних вод. При цьому не може залишитися без уваги висока швидкість збільшення обсягів транспортованого баласту, яка найтіснішим чином пов'язана із загальним тоннажем вантажу, що перевозиться, що збільшився більш ніж в два рази в порівнянні з 1997 р і досяг в 2002 р 31.2 млн. т і продовжує збільшуватися до теперішнього часу (рис. 1.1).

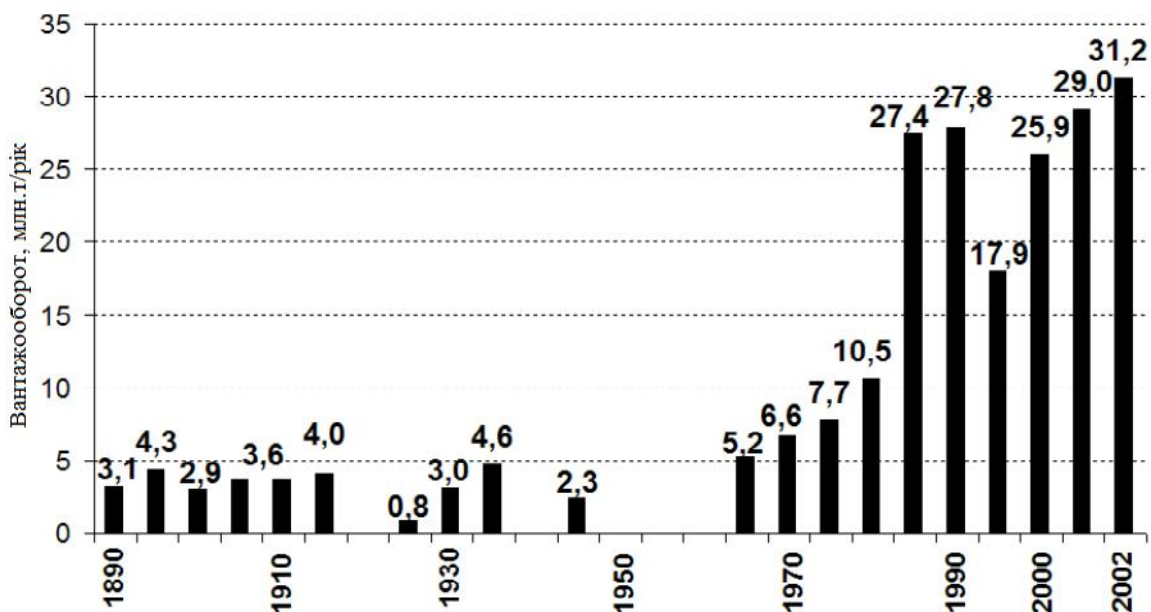


Рисунок 1.1 – Динаміка вантажообороту Одеського порту

В даний час Одеський порт є одним з найбільш великих не тільки в Україні, а й на всьому Чорному морі. Про це свідчить збільшення обсягу його вантажно обороту за період 1997 -2001 рр. з 14.4 до 19 млн. т [9]. За останні роки загальна кількість суден, що прибувають в Одеський порт, досягло тисячі, з яких понад 80 % - іноземні кораблі, що становить 4 – 5 % від загального числа судів, щорічно заходять в Чорне море. За цей же час обсяг баластних вод, скинутих в акваторію порту, зріс з 4.4 до 5.5 млн..

Відповідно до Програми «ГлоБалласт», відбулося базове біологічне дослідження в порту Одеса і за період досліджень в Одеському порту було виявлено 548 видів гідробіонтів, що становить 15 % видового складу водоростей, безхребетних і риб, зареєстрованого в північно-західній частині Чорного моря [14]. (рис. 1.2)

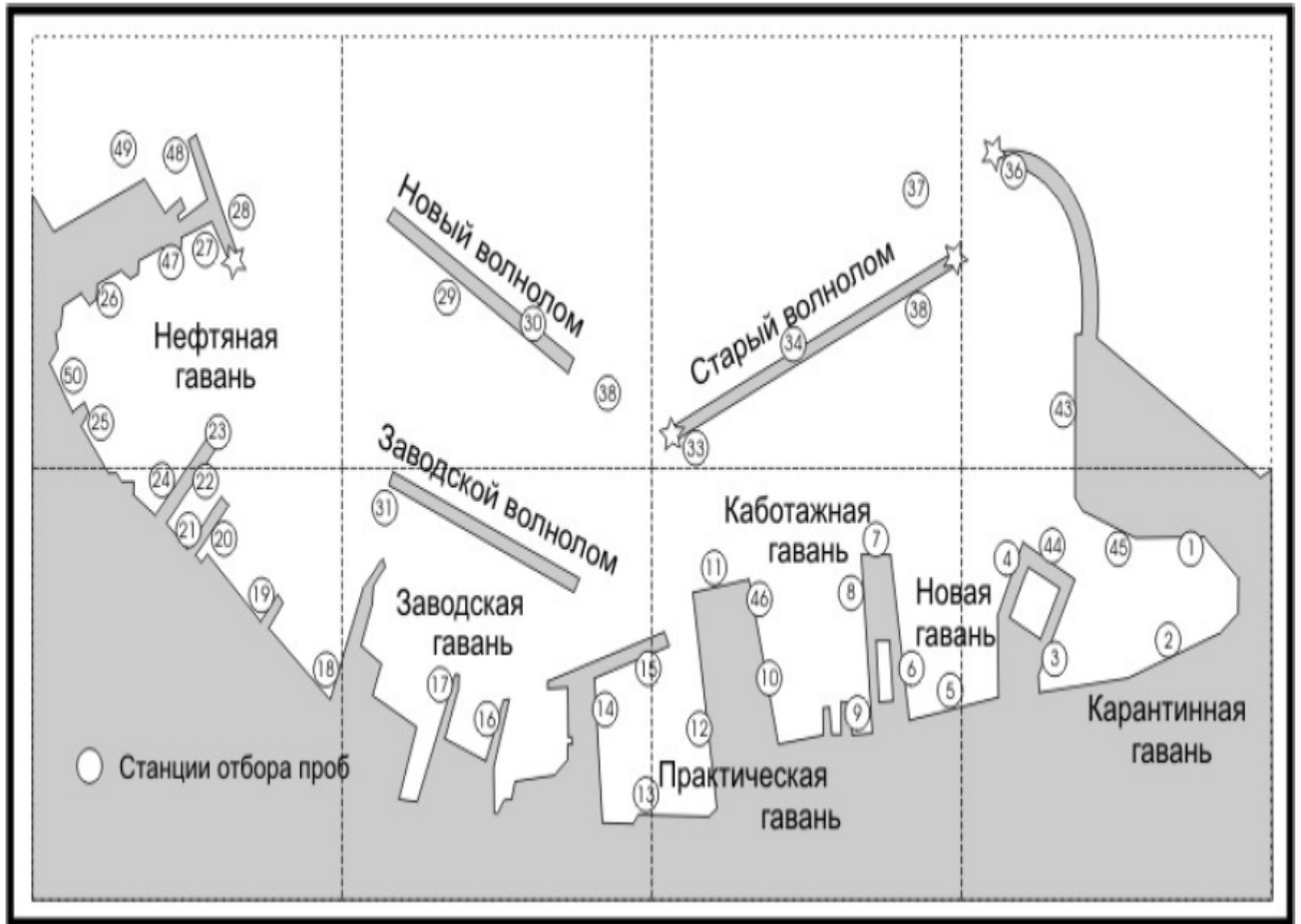


Рисунок 1.2 Схема базових біологічних станцій в Одеському порту.

Серед мешканців водної товщі, обростання твердих субстратів і пухких ґрунтів порту виявлено 29 екзотичних видів, складових 64% від загального числа вселенців, коли-небудь зареєстрованих на північно-західному шельфі. Така пропорція видового різноманіття нативних і інвазивних організмів наочно підтверджує значення портів в розселенні гідробіонтів, що перевозяться з судновим баластом.

Велика частина виявлених вселенців (19 видів) вперше вказуються для порту і прилеглих районів Одеської затоки, 15 з них є новими для Чорного моря. Серед нових видів 8 відносяться до динофітових водоростей (*Pyrrophyta*). Частина з них була виявлена в донних накопиченнях (табл. 1. 2) і потім успішно проращена в лабораторних умовах на чорноморській воді.

Таблиця 1.2 – Походження екзотичних видів Одеського порту

Група	Види	Походження
Виды, отмечавшиеся ранее		
PHAEOPHYTA	<i>Desmarestia viridis</i>	Северная Атлантика
STENOPHORA	<i>Mnemiopsis leydyi</i>	Северная Атлантика
STENOPHORA	<i>Beroe ovata</i>	Северная Атлантика
POLYCHAETA	<i>Polydora ciliata limicola</i>	Западная Пацифика
OLIGOCHAETA	<i>Tubificoides benedii</i>	Северная Атлантика
CIRRIPEDIA	<i>Balanus improvisus</i>	Северная Атлантика
DECAPODA	<i>Rhithropanopeus harrisi tridentate</i>	Северная Атлантика
NUDIBRANCHIA	<i>Doridella obscura</i>	Северная Атлантика
BIVALVIA	<i>Mya arenaria</i>	Северная Атлантика
PISCES	<i>Mugil soiyu</i>	Западная Пацифика
Виды, новые для Одесского залива и Черного моря		
ASCOMYCOTA	<i>Savoryella lignicola</i>	Юго-Восточная Азия
ASCOMYCOTA	<i>Cirrenalia basiminuta</i>	Индо-Пацифика
BACILLARIOPHYTA	<i>Thalassiotrix mediterraneae</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
PYRROPHYTA	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
PYRROPHYTA	<i>Alexandrium acatenella*</i>	Западная Пацифика
PYRROPHYTA	<i>Alexandrium affine*</i>	Юго-Восточная Азия
PYRROPHYTA	<i>Alexandrium tamarense*</i>	Космополит
PYRROPHYTA	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	Космополит
PYRROPHYTA	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
PYRROPHYTA	<i>Gyrodinium cf. aureolum</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
PYRROPHYTA	<i>Spatulodinium pseudonoctiluca</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
CHLOROPHYTA	<i>Pyramimonas longicauda</i>	Западная Пацифика
POLYCHAETA	<i>Mercierella enigmatica</i>	Индо-Пацифика
CIRRIPEDIA	<i>Balanus eburneus</i>	Северная Атлантика
CIRRIPEDIA	<i>Balanus amphitrite</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
NUDIBRANCHIA	<i>Ercolania funerea</i>	Северная Атлантика
BIVALVIA	<i>Anadara inaequalis</i>	Индо-Пацифика
BIVALVIA	<i>Mytilus edulis</i>	Восточная Атлантика - Средиземноморье
BIVALVIA	<i>Mytilus trossulus</i>	Западная Пацифика

Серед незвичайних знахідок слід зазначити виявлення гібридів чорноморської мідії *Mytilus galloprovincialis* з *M. edulis* і тихоокеанський *M. trossulus* [28].

Особливий режим порту сприяв обмеженню або повній відсутності антропо генного вилучення мідій зі складу обростання гідротехнічних споруд. В результаті, середня біомаса обростання на глибині 3 м склала 30

кг·м⁻², що більш ніж 3.4 рази вище, ніж в суміжних акваторіях міських пляжів [1]. До 75% біомаси в обростанні портових споруд припадає на мідії (близько 16 кг·м⁻²). При цьому 12% всіх мідій являють собою гібриди.

З донних відкладень порту виділені цисти 35 видів одноклітинних водоростей, 5 з яких відносяться до категорії потенційно токсичних. Оскільки вміст біогенних речовин в донних накопиченнях на порядок вище, ніж за межами порту, то існує реальний ризик біогенної стимуляції проростання цист екзотичних водоростей, частина з яких, можливо, токсичні.

Вивчення переміщення організмів між різними екосистемами надзвичайно важливо як з теоретичної, так і з практичної точки зору. Зокрема, воно дозволяє прийняти відповідне рішення щодо місця і часу заміни баласту в суднових танках для мінімізації потенційного прийняття або передачі екзотичних видів.

Практично всі випадково завезені організми є типовими мешканцями прибережних вод, а не відкритих районів океану. У зв'язку з цим заміна баласту на мілководді, з точки зору можливого захоплення організмів, набагато небезпечніше і небажане, в порівнянні з глибоководними районами морів і океанів.

1.2 Аналіз антропогенного переселення екзотичних видів в екосистему Чорного моря

Антропогенний переміщення екзотичних видів в екосистему Чорного моря відбулося практично з усіх районів Світового океану [34]. Тому особливий інтерес для вирішення проблеми антропогенного переміщення видів представляє аналіз внеску різних географічних районів Світового океану як донорів видів водоростей, безхребетних і риб, випадково завезених в Чорне море.

Проведені в Одеському порту дослідження дозволили показати специфіку вселення в ці води екзотичних видів. З одного боку вона визначається особливостями водного середовища. Зокрема, середні річні значення солоності і температури води біля берегів Одеси складають 15.05 ‰ і 11.2⁰С, в той час як ці показники, наприклад, для північно-східної частини Чорного моря становлять відповідно 19.5 ‰ і 16.0⁰С. З іншого боку, видовий склад виявлених екзотичних видів пов'язаний зі специфікою транзиту суден, що заходять в порт і скидають тут баластні води.

За останні два роки, за свідченням диспетчерської служби, загальна кількість заходів суден в Одеський порт зросла з 315 в 2000 р до 328 - в 2001. Обсяг баластних вод, скинутих в акваторію порту за цей же час, зріс з 4432320 до 5451751 т. при цьому основними географічними джерелом надходження баластних вод в Одеський порт є Середземне море (рис. 1.3).

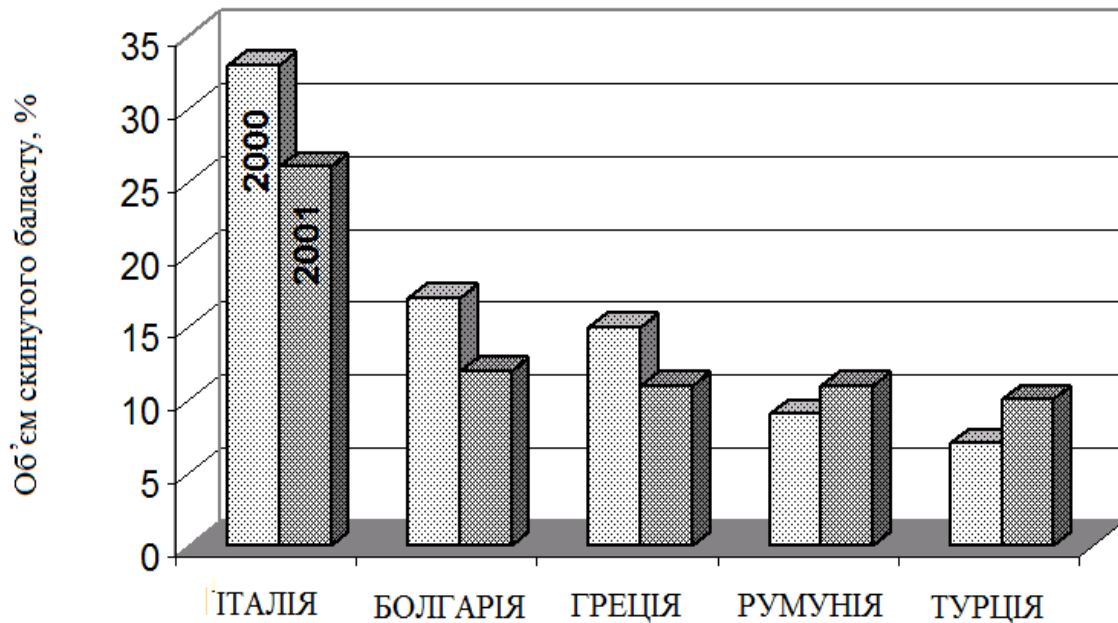


Рисунок 1. 3 - Походження водяного баласту суден, скинутого в порту Одеси в 2000 і 2001 рр. (% від повного, скинутого за рік, обсягу).

Аналіз походження нових вселенців також показав їх зв'язок з Середземним морем. Таким чином, ризик завезення чужорідних організмів з баластними водами пропорційний їх об'ємному вкладу. Можна припустити, що велика частина виявлених екзотичних видів була завезена в останні роки з Адріатичного моря, узбережжя Італії (Рис. 1. 4).

Отримані в ході базових біологічних досліджень дані свідчать про те, що найбільш небезпечним для Чорного моря вектором проникнення нових видів гідробіонтів з водним транспортом є Північна і Східна Атлантика, включаючи Середземне море.

Оцінка ризику біологічних інвазій з баластними водами - один з основних компонентів Програми «ГлоБалласт».



Рисунок 1. 4 - Внесок екзотичних видів (% від їх загального числа) різного походження, виявлених в акваторії Одеського порту.

У міру накопичення інформації про антропогенних переміщеннях організмів, ряд фахівців поставили собі за мету прогнозних оцінок Нових біологічних інвазій. У цих випадках виведені алгоритми залежності пов'язували загальне число зареєстрованих екзотичних видів за певні проміжки часу. Такі формули були виведені для північноамериканського узбережжя [30] і Чорного моря [20]. Однак непридатність таких розрахунків для прогнозних оцінок була, перш за все, пов'язана із встановленням суб'єктивних вихідної інформації, пов'язаної з ретельністю і повнотою проведених досліджень.

У міру зростання наукового інтересу до проблеми переселення гідробіонтів, а також зі збільшенням числа систематиків різних таксономічних груп організмів, зростає і обсяг інформації. Зокрема тільки за

останнє десятиліття список видів-вселенців Чорного моря виріс приблизно в 6 разів (табл. 1. 3).

Таблиця 1. 3 - Зміна уявлень про число видів-вселенців, зареєстрованих В Чорному морі.

Групи організмів	Роки				
	1995	1999	2002	2004	2006
Морські гриби	-	-	-	-	2
Планктонні водорості	-	3	7	7	29
Макрофіти	1	2	3	4	38
Безхребетні	15	29	30	40	53
Риби	10	5	13	9	15
Савці	26	39	58	65	142

Сучасні підходи до прогнозування біологічних інвазій пов'язані, перш за все, з визначенням основних векторів переміщення організмів. В цьому випадку оцінка ризику зводиться до розрахунку ймовірності попадання екзотичних видів в акваторію при заміні суднового баласту. Оскільки в даний час технічні рішення проблеми стерилізації баластних вод знаходяться в стадії розробки та апробації, практично єдиним способом знизити ймовірність завезення вселенців є заміна баласту в встановлених районах Світового океану. Вибір районів і елементарні правила заміни баласту засновані на загальних закономірностях розподілу організмів у Світовому океані.

Незважаючи на існування рекомендованих районів заміни баласту, найчастіше її виробляють безпосередньо в акваторії порту. Зокрема, в Одеському порту за останні два роки загальний обсяг скинутого водяного баласту склав 4 - 5 млн. м³, що становить близько 15% обсягу акваторії

порту. Це пояснює велику кількість вселенців (15 видів), які ніколи раніше не зустрічалися.

Висока ймовірність вселення нових видів пов'язана не тільки з втратою Чорним морем «біологічного імунітету» внаслідок евтрофікації (зниження біологічного різноманіття і, як наслідок, поява екологічних ніш, що заповнюються вселенцями), але і його опріснення.

Найбільшим ризиком обміну новими видами щодо Чорного моря мають райони Світового океану з солоністю в межах 2 - 20 ‰, а саме райони авандельти річок і естуарії.

У зв'язку з цим однією з «гарячих точок» ("hot spot") Чорного моря для інтродукції екзотичних видів являються пригирлових акваторії і річкові дельти. При входженні судна з моря в річку воно зазвичай скидає частину баластних вод для придбання оптимальної плавучості в прісній воді. Наслідком цього є велика кількість екзотичних видів, які виявляються на кордоні «море-річка».

Найбільша ріка Чорного моря, яка визначає близько 36% загального обсягу його прісноводного стоку, - Дунай. За останні 20 років в районі його дельти виявлені, не рахуючи одноклітинних водоростей, вищі водні рослини *Azolla caroliniana* і *A. filiculoides*, гребневики *Mnemiopsis leidyi* і *Beroe ovata*, молюски *Mya arenaria*, *Scapharca inaequivalvis*, *Corbicula fluminalis* і *Synanodonta wudiana*, краби *Rithropanopeus harrisi tridentatus* і *Eriocheir sinensis*, риба *Mugil soiyu*.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ВСЕЛЕНЦІВ НА ЗООБЕНТОС ЧОРНОГО МОРЯ

Зообентос Чорного моря в порівнянні з фітобентос за якісним різноманіттям значно поступається середземноморському, складаючи лише 1/4, 1/5 його частину. Всі групи тварин представлені в Чорному морі набагато меншим числом видів, а деякі, як, наприклад, головоногі молюски, сифонофори і ін., зовсім не можуть заселити його через знижену солоність і частково через низькі зимові температури, а для окремих форм через присутність на невеликій глибині сірководневого бродіння.

Це якісне збіднення вихідної фауни повносоленої водойми (Середземного моря) з переходом до знижених солоностей Чорного моря має приблизно той же характер, що і в Білому, і в Балтійському морях. Однак при цьому слід пам'ятати, що це «збіднення» стосується тільки якісного різноманіття. Тобто до складу рослинного і тваринного населення входить менше число видів; що ж стосується кількісного розподілу, то, в порівнянні з Середземним морем, фауна і флора Чорного моря виявляються набагато багатшими.(рис 2.1)

Минула історія Чорного моря і його знижена солоність обумовлюють різноманітність флори і фауни. До складу населення Чорного моря входять:

1) давня реліктова солоноватоводної фауна, що представляє собою залишок понтичної фауни, яку прийнято називати «каспійської», так як в Каспійському морі вона найбільш повно виражена;

2) Середземноморська (інакше кажучи атлантична) фауна і флора - більш молодий вселенець в Чорноморсько-Азовський басейн і нині найбільш повноцінний його господар;

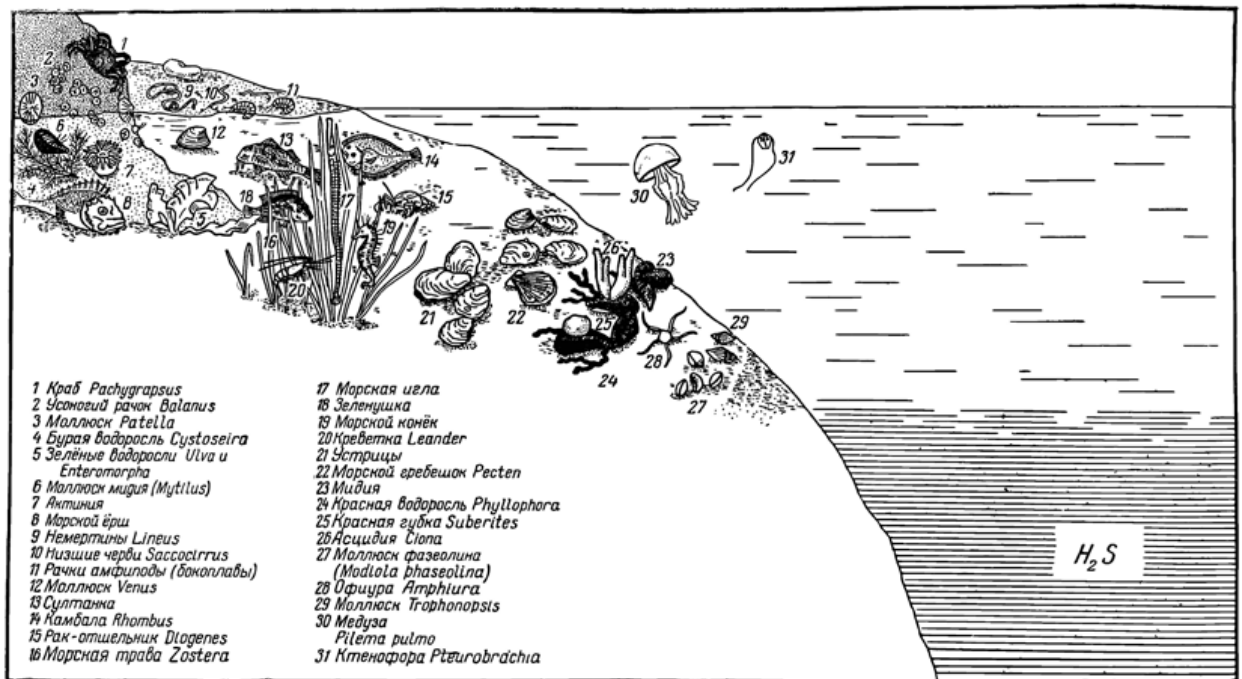


Рисунок 2.1 - Вертикальна зональність Чорного моря (за Зерновим).

Понтичні (каспійські) релікти приурочені до найбільш опріснених ділянок моря, головним чином до гирлових областей. Серед цих форм відсутні рослини, а з тварин найбільш характерні моллюски - монодакна, дрейсена і мікромеланія, поліхети - гіпанія і гіпаніола, численні представники амфіпод, ізопод, кумацей і мізид з вищих ракоподібних, а з риб перкаріна, оселедці і різноманітні бички.

З прісноводних форм особливо характерні коловертки і гіллястовусі ракоподібні. З середземноморських вселенців особливо численні у фауні Чорного моря гідроїди, поліхети, веслоногі ракоподібні, амфіподи, ізоподи, декаподи, моллюски і риби, т. Е. В основному - ракоподібні, кільчасті черви, моллюски і риби, що представляють собою найбільш еврибіонтні морські групи. Завоювання Чорного моря середземно-морською фауною - процес ще далеко не закінчений, і постійно в ньому несподівано з'являються нові, невідомі до того вселенці з Середземного моря. Та й весь процес заселення Чорного і Азовського морів середземноморською фауною - процес молодий. Це впливає з того, що в Чорному морі встигли сформуватися свої,

чорноморські форми в дуже невеликій кількості, переважна ж більшість ідентично середземноморським.

З 105 видів «середземноморських» риб тільки 10 встигли утворити тут самостійні форми. Очевидно, зовсім недавно проникли в Чорне море омар, пеламіда, тунець і деякі інші. Всі ці форми зараз, мабуть, вже можуть і розмножуватися в Чорному морі. Поповнюється фауна Чорного моря і випадковими вселенцями з більш далеких країн. Так, в попередні кілька років виявлено масове розселення в Бузькому та Дніпровському лиманах краба *Rithropanopeus harrisi* Subsp. *tridentata*, завезеного сюди кораблями, подібно до того як був завезений китайський краб в Європу. Таким же чином новітнім вселенців в Чорне море з Японського моря виявився і великий черевоногих молюск рапана (*Rapana bezoar*), який рясно розселився по східній стороні Чорного моря і став дуже серйозним шкідником устричних банок (рис. 2.2).

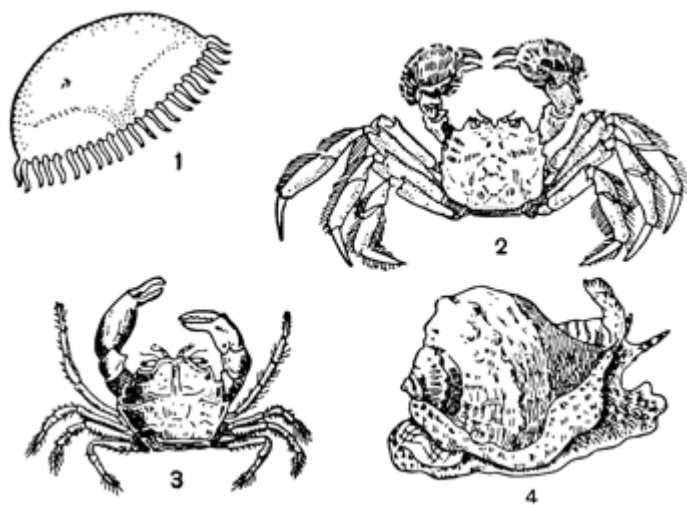


Рисунок 2.2 _ Океанічні переселенці в Чорне море 1 — *Rithropanopeus harrisi* (із Зюйдерзее); 2— *Eriocheir sinensis* (з Балтійського моря); 3 — *Blackfordia virginiana* (з Північної Америки); 4 — *Rapana bezoar* (з Японського моря).

Деякі середземноморські тварини, оселившись в Чорному морі, знайшли в ньому особливо сприятливі умови для розвитку і, незважаючи на більш дрібні розміри, утворюють тут надзвичайно щільні популяції.

З них особливо слід відзначити філофору і цистозіру з водоростей, корабельного хробака (*Teredo*) і їстівну серцевидку (*Cardium edule*), корбуломію (*Corbulomya maeotica*) і фазеоліну (*Phaseolina adriatica*) з молюсків, деяких nereїд (*Nereis succinea* і *N. diversicolor*) з хробаків і ряд інших форм.

Склад риб Чорного моря за їх генезисом представлений 31 видом понтичних реліктів, 112 видами середземноморських мігрантів і 37 видами прісноводних. Серед всіх трьох груп є і форми великого промислового значення. З понтичних реліктів - це оселедець і осетрові, з прісноводних - судак, лящ, сазан, тарань, з середземноморських - хамса, тюлька, скумбрія, пеламіда, кефаль і багато інших. Загальний характер розподілу донної фауни від урізу води до глибини 200 м, тобто до верхнього горизонту сірководневої зони був представлений в працях с. Зернова. (таб.2.1), (рис. 2.3).

Вище рівня води на скелях, які омиваються прибою, а іноді всього лише бризками, знаходять притулок найбільш витривалі рослини і тварини. Разом з деякими зеленими, бурими і червоними водоростями (*Enteromorpha*, *Scithosiphon*, *Ceramium*, *Corallina*) які виходять з води, іноді на 2-3 метра вище її рівня, молюски літорина (*Littorina neritoides*), блюдце (*Patella pontica*) і аплексі (*Aplexia myosotis*), морський жолудь (*Chtamalus stellatus*), краби (*Pachygrapsus marmoratus* і *Eriphia spiritifrons*) і ізоподи лігія (*Lygia brandtii*).

Таблиця 2.1 – Вертикальний розподіл основних донних біоценозів Чорного моря

Глибина, м	Скали	Пісок
0 – 15 і вище урізу води на 1-3 м	Біоценоз, який населяє прибережні скали, які тільки іноді змочуються водою	Біоценоз, який мешкає на піску біля рівня моря і вище нього
1 -10	Біоценоз верхнього ярусу заростей цистозіри (<i>Cystoseira</i>)	Біоценоз заростей цистозіри (<i>Cystoseira</i>)
10 -25	Мулистий пісок,, пісчаний або і мул	Біоценоз черепашкового піску
10 - 55	Біоценоз черепашника, іноді устричника	
30 - 65	Біоценоз мідієвого і теребеллідного мулу	
55 - 180	Біоценоз фазеолінового мулу	
	Сірководень	

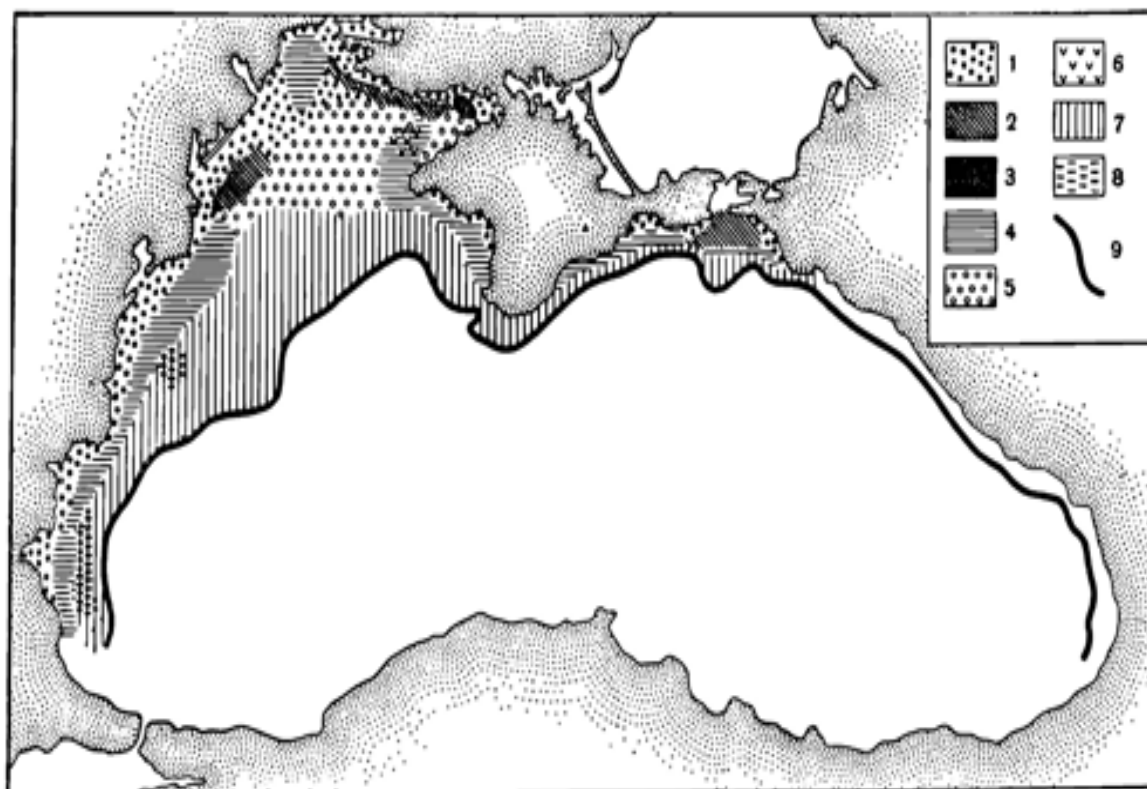


Рисунок 2.3 – Розподіл донних біоценозів Чорного моря (за Зерновим):

1 — біоценоз прибережного піску і мулу; 2 — біоценоз розсипів черепашнику; 3 — зарості зостери; 4 — мідієвий мул; 5 — філлофора; 6 — накопичення відмерлої зостери; 7 — фазеоліновий мул; 8 — теребеллідний мул; 9 — нижня межа життя.

На більш пологих берегах, особливо всередині заток і бухт, часто можна зустріти вище урізу води викиди зоостери і водоростей. У цих купках мертвих рослин, під ними і біля них селиться спеціальна фауна викидів - маса олігохет, амфіпод, ізопод і личинок комах. На піщаних пляжах, часто далеко від води, можна бачити безліч швидко стрибають ракоподібних - амфіпод талітрід і полюють за ними жуків-ціцинделід. У самому піску, вище рівня води і лише змоченим морської вологою, мешкають рясні поселення молюска донації (*Donacia cornea*), амфіпод орхестій (*Orchestia bottae*) і поліхети офелії (*Ophelia bicornis*).

Зараз же нижче рівня води на кам'янистих і скелястих ґрунтах розташовуються густі зарості цистозіри і інших водоростей, які огортають всі скелі щільним покривом і покриті в свою чергу поселеннями мідій (*Mytilus galloprovincialis*). У цих заростях селяться також різноманітні червононогі молюски, амфіподи, ізоподи, краби і креветки, губки, гідроїди, мошанки і поліхети. Кам'яні породи проточуються ходами молюсків-каменеточців і головним чином «морського фініка» (*Pholas dactylus*) і петриколи (*Petricola lithophaga*), палі і днища човнів знищуються різними деревоточцями - корабельним хробаком (*Teredo navalis* і ін.) і ракоподібними (*Limnoria* і *Chelura*). (рис. 2.4).

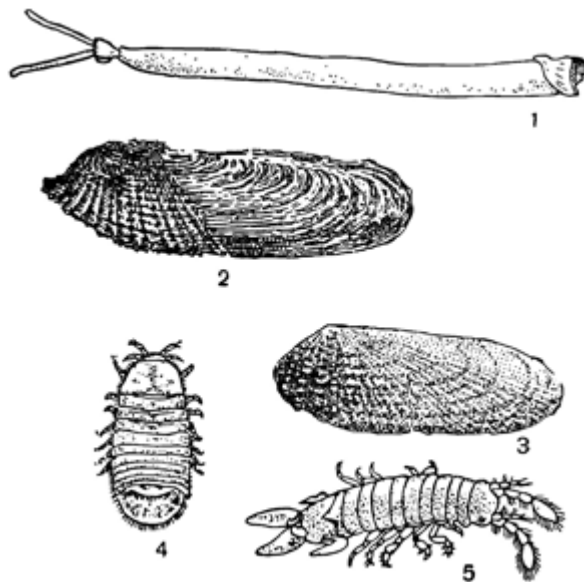


Рисунок 2.4 – Чорноморські каменеточці: 1 — тередо; 2— фолас; 3— петрикола; 4— лимнорія; 5— хелюра.

Біля узбережжя Чорного моря щільність життя досягає часто дуже високих показників. На мідієвому черепашнику біомаса може досягати 3 - 4 кг/м². У самого урізу води хробаки і молюски, що мешкають в піску, можуть давати до 1 - 2 кг/м². Навіть на фазеоліновому мулі біомаса донного населення може досягати 800 г/м². Весь бентос Чорного моря становить приблизно , за винятком рослин, біля 15-20 млн. т

За видовою різноманітністю іхтіофауна Чорного моря приблизно вдвічі багатшими іхтіофауна Каспійського і на 25% - Баренцового моря. Характерна відмінність її від фауни Баренцового моря - це набагато більша розмаїтість промислових риб. У Баренцовому морі промислом охоплено близько 10 %, а в Чорному не менше 20 % усієї кількості видів риб.

Навесні через Босфор у великій кількості заходять в Чорне море хамса, скумбрія, пеламіда, луфарь, ставрида, тунець, шпрот, сардина і деякі інші риби. Ще недавно існувала думка, що ні скумбрія, ні пеламіда, ні тунець в Чорному морі не розмножуються, а тільки відгодовуються. Однак в подальшому виявилось, що принаймні дві останні риби розмножуються і в Чорному морі. Поряд з входженням в Чорне море маси риби з Середземного

чорноморські риби в настільки ж величезній кількості мігрують в свою чергу на відгодівлю з західної половини моря в північно-західну його частину, а зі східної, через Керченську протоку, в Азовське море.

3 ЕКОЛОГІЯ ДЕЯКИХ ВИДІВ - ВСЕЛЕНЦІВ В ЧОРНЕ МОРЕ

Рапана жилковата (*Rapana venosa*) вид хижих черевонігих моллюсків - житель Японського моря, в середині минулого століття раптом з'явився в Чорному морі. В наші води рапана потрапила на днищах кораблів, що приходять з далекосхідних морів. За кілька десятиліть рапана настільки розплодилася, що проникла в сусіднє Мармурове море і зустрічається навіть в Середземному.

Поява чужинця призвело до суттєвих змін в екосистемі Чорного моря. Першою жертвою хижої рапани, що живиться двостулковими моллюсками, стали чорноморські устриці. Раніше устричні банки, які очищають прибережні води, зустрічалися всюди, а нині чорноморські устриці на межі повного зникнення, прикладом чому слугує зникнення Гудаутської устричної банки. Завдяки тому, що в Чорному морі через низьку солоності немає головних природних ворогів - морських зірок, рапани дуже швидко розповсюдились. Морські зірки поїдають рапан на їх батьківщині - в Тихому океані.

Інші чорноморські двостулкові моллюски - морські гребінець, морський живець, донакс, венерка, серцевидка і мідія стали винищуватися рапаном. Роблячи дірочку в раковині моллюска, рапана вприскує паралізуючу речовину і поїдає моллюска.

У багатьох північно-східних районах Чорного моря рапана вже стала причиною значного скорочення чисельності мідій і інших аборигенних видів двостулкових моллюсків-фільтратів - основних кормових об'єктів хижака. При цьому в недостатньо сприятливих кормових умовах районах здрібнів і сам моллюск, що зробило його промисел нерентабельним [11, 12].

Однак, в даний час відзначено значне збільшення чисельності рапани в північно-західній частині Чорного моря і в акваторії о. Зміїний [7, 8, 13], тому передбачити, коли донні співтовариства організмів по всьому Чорному

морю прийдуть до рівноважного стану поки не представляється можливим. Вважається [1], що «чорноморська метапопуляція рапани складається з окремих популяцій, в тій чи іншій мірі ізольованих ареалом і що тривалий розвиток всередині кожного ареалу визначило набір специфічних конхіологічних характеристик, що відображають різні екологічні умови існування рапани». Таким чином, рапана може служити індикатором змін екосистеми, оскільки цей молюск динамічно реагує на зрушення в екосистемі зміною морфоструктури раковини.

З огляду на величезний вплив рапани на функціонування такої частково ізольованою морської екосистеми, як Чорне море, прогноз подальшого розвитку популяції цього вселенця є однією з найважливіших фундаментальних завдань екології та гідробіології, що і визначає актуальність досліджень.

Так як в першу чергу по зовнішніх змінах і морфологічним параметрам можна оперативнo відстежити стан популяції хижака в різних за екологічними умовами акваторіях північно-західної частини Чорного моря.

3.1 Рапана жилковата (*Rapana venosa*)

Рапана жилковата (*Rapana venosa*) вид хижих черевоногих молюсків - житель Японського моря, в середині минулого століття раптом з'явився в Чорному морі. В наші води рапана потрапила на днищах кораблів, що приходять з далекосхідних морів. За кілька десятиліть рапана настільки розплодилася, що проникла в сусіднє Мармурове море і зустрічається навіть в Середземному.

Поява чужинця призвело до суттєвих змін в екосистемі Чорного моря. Першою жертвою хижої рапани, що живиться двостулковими молюсками, стали чорноморські устриці. Раніше устричні банки, які очищають прибережні води, зустрічалися всюди, а нині чорноморські устриці на межі повного зникнення, прикладом чому слугує зникнення Гудаутської устричної

банки. Завдяки тому, що в Чорному морі через низьку солоності немає головних природних ворогів - морських зірок, рапани дуже швидко розповсюдились. Морські зірки поїдають рапан на їх батьківщині - в Тихому океані.

Інші чорноморські двостулкові молюски - морські гребінець, морський живець, донакс, венерка, серцевидка і мідія стали винищуватися рапаном. Роблячи дірочку в раковині молюска, рапана вприскує паралізуючу речовину і поїдає молюска.

У багатьох північно-східних районах Чорного моря рапана вже стала причиною значного скорочення чисельності мідій і інших аборигенних видів двостулкових молюсків-фільтратів - основних кормових об'єктів хижака. При цьому в недостатньо сприятливих кормових умовах районах здрібнів і сам молюск, що зробило його промисел нерентабельним [11, 12].

Однак, в даний час відзначено значне збільшення чисельності рапани в північно-західній частині Чорного моря і в акваторії о. Зміїний [7, 8, 13], тому передбачити, коли донні співтовариства організмів по всьому Чорному морю прийдуть до рівноважного стану поки не представляється можливим. Вважається [1], що «чорноморська метапопуляція рапани складається з окремих популяцій, в тій чи іншій мірі ізольованих ареалом і що тривалий розвиток всередині кожного ареалу визначило набір специфічних конхіологічних характеристик, що відображають різні екологічні умови існування рапани». Таким чином, рапана може служити індикатором змін екосистеми, оскільки цей молюск динамічно реагує на зрушення в екосистемі зміною морфоструктури раковини.

З огляду на величезний вплив рапани на функціонування такої частково ізольованою морської екосистеми, як Чорне море, прогноз подальшого розвитку популяції цього вселенця є однією з найважливіших фундаментальних завдань екології та гідробіології, що і визначає актуальність досліджень.

Так як в першу чергу по зовнішніх змінах і морфологічним параметрам можна оперативнo відстежити стан популяції хижака в різних за екологічними умовами акваторіях північно-західної частини Чорного моря.

Матеріал і методи досліджень. Для вивчення розмірно-масових характеристик і морфології раковин рапан були обрані дві приблизно рівновіддалених один від одного району в північній частині Чорного моря, різних за гідролого-гідрохімічних і екологічних умов: акваторія, прилегла до острову Зміїний і Одеської затоки в районі м.Одеси (Малий Фонтан).

З використанням акваланга молюсків вручну безвиборочним способом збирали на глибинах 5-15 м на одних і тих же ділянках на твердих субстратах в вищевказаних районах в 2008-2012 рр. Матеріалом для роботи слугували молюски загальним числом 1657 особин, зібрані в нерестовий період (липень-серпень), коли статевозрілі особини припиняють зростання раковини і формують річну нерестовий мітку одночасно з нарощуванням товщини краю (рис. 3. 1, 1). У деяких випадках, коли на зрізі видно множинні нерестові мітки (рис. 3.1, 2), вік молюска вважали таким, як у однорозмірних особин з тієї ж акваторії моря. Ювенільні особини, кількість яких у зборах незначно, аналізувалися окремо.

За допомогою штангенциркуля з точністю до 0,1 мм визначали: висоту раковини (H), її ширину (діаметр) (W), висоту (H_a) і ширину гирла (W_a). Загальну сиру масу молюска (M₁), раковини (M₂), його м'якого тіла (M₃), і їстівного білого тіла (M₄) вимірювали на електронних вагах з точністю до 0,1 г. Для вилучення тіла молюска з раковин рапан заморожували (до - 18 °С), після чого у міру вивчення матеріалу відтавали і м'яке тіло легко витягували з раковини. За зовнішнім статевими ознаками визначали стать молюска.



Рисунок 3. 1- Річні нерестові мітки на поперечном розрізі мушлі *Rapana venosa* з Одеської затоки (1) і о. Зміїний (2)

Вік визначали за річними нерестовими мітками на раковині [15, 16] або на зрізі, так як перша нерестова мітка утворюється у віці 2 +, до числа нерестових міток додавали 2 (року). У деяких випадках вік визначали після вивчення зрізу раковин рапан, на яких краще видно нерестові мітки (рис. 3.1).

За результатами досліджень встановлено, що чисельність *R. venosa* в значній мірі залежить від забезпеченості рапана кормом. Відомо, що в перші роки після вселення спостерігається інтенсивне зростання чисельності молюсків, пізніше, після знищення рапанами харчових об'єктів, відзначається різке зниження темпу зростання, зменшення розмірів статевозрілих особин [6], а також формування потовщеної мушлі [17]. Подібна динаміка розвитку популяції рапани відзначена багатьма дослідниками в Криму, на Кавказі і в південній частині Чорного моря.

Для оцінки стану поселень рапани в північній частині Чорного моря було проведено морфометричний аналіз молюсків з прибережних водах (табл. 3.1).

В акваторії о. Зміїний рапану збирали на західному підводному схилі острова на глибині 7-10 м на невеликій ділянці, так як щільність її поселень в

цей період тут дуже висока і досягає в нерестових скупченнях чисельності понад 100 особ.·м².

Таблиця 3.1 - Пластичні ознаки *Rarana venosa* з акваторій о. Зміїний і Одеської затоки

Показник, Стать		РАЙОНИ ВІДБОРУ ПРОБ			
		о. Зміїний (02.08.08 р)	о. Зміїний (02.07.12 р)	Одеська затока, Біостанція (10.09.10)	Одеська затока, Біостанція (01.08.12)
1		2	3	4	5
N, особин	♂	157	227	95	97
	♀	159	177	89	77
H, мм	♂	55,6±0,57	69,1±0,50	73,7±0,71	80,0±0,71
	♀	53,4±0,75	61,7±0,55	71,1±0,82	75,3±0,58
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001
W, мм	♂	40,7±0,56	59,4±0,47	56,9±0,82	67,1±0,86
	♀	38,7±0,62	52,4±0,52	55,4±0,71	63,2±0,49
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001
Ha, мм	♂	43,2±0,67	49,9±0,40	55,1±0,81	61,8±0,58
	♀	33,8±0,57	43,2±0,46	53,6±0,58	57,3±0,47
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001
Wa, мм	♂	25,8±0,39	35,7±0,34	31,5±0,51	38,8±0,49
	♀	23,5±0,38	30,6±0,37	30,3±0,38	34,7±0,39
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001

Продовження табл. 3.1

1		2	3	4	5
M _I , г	♂	58,3±1,69	65,5±1,39	64,0±2,62	90,2±2,42

	♀	44,9±1,54	48,4±1,23	58,4±1,9*3	77,1±1,83
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001
M ₂ , г	♂	38,5±1,38	39,2±0,83	32,6±1,52	50,3±1,27
	♀	31,3±1,09	30,5±0,75	29,0±1,37	44,2±1,10
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001
M ₃ , г	♂	19,8±0,68	26,2±0,62	31,1±1,53	39,9±1,25
	♀	13,7±0,54	18,0±0,52	29,0±1,36	32,9±0,91
P	♂♀	<0,001	<0,001	=	<0,001
M ₄ , г	♂	-	-	-	22,0±0,86
	♀	-	-	-	16,3±0,74
P	♂♀	-	-	-	<0,001

Примітка: N - обсяг вибірки, особини.; H, W, Ha, Wa - відповідно, середня висота, ширина (діаметр) мушлі, висота гирла і ширина гирла; M1-M4 - відповідно, середня, загальна маса молюска (включаючи раковину), маса мушлі, сира маса м'якого тіла, маса їстівного білого тіла; P - рівень достовірності нульової гіпотези; = - достовірних відмінностей не встановлено; $M \pm m$ - середнє значення показника і його стандартна помилка.

У районі Малого Фонтану в Одеській затоці рапану збирали на кам'яній гряді в 50 м від берега на глибині 5-7 м. Молюски на цій ділянці не утворюють масових скупчень, а розосереджені окремими групами, іноді в період розмноження до 5-10 особин.

Температура води протягом року в цьому районі коливається від -1,0 °C в січні до +29,0 °C в серпні (в середньому в 2010 р - 14,4 °C, у 2010 році - 13,6 °C), солоність - від 5,57 ‰ в березні до 17,97 ‰ в січні (в середньому в 2012 р - 14,47 ‰, в 2010 р - 13,84 ‰) (дані моніторингу Гідробіологічної станції ОНУ).

Певний по спилляли вік таких «карликових» молюсків в середньому становив 4 роки, в той же час однорозмірних особини з Одеської затоки в більшості випадків були ще ювенільними.

Показник масивності раковини (M_2/H) характеризує стан рапани і може відрізнитися більш ніж на порядок. Мінімальний показник ($M_2/H = 0,15-0,24$)

відомий для рапан з глибоководної частини популяції бухти Ласпі (східний Крим), максимальний ($M_2/H = 2,59$) зареєстрований для далекохідного примірника з висотою раковини 152 мм [1]. У порівнюваних нами районах найнижчі значення M_2/H відзначені для дрібних «карликових» особин з Тарханкуту в 2009 р ($M_2/H = 0,39-0,41$ у самок і самців відповідно).

Найбільші рапани (до 212,3 мм) виявлено в далекохідному ареалі. В Чорному морі (Румунія) відомі рапани висотою до 175 мм. Розмір раковин у дослідженій частині Чорного моря становив в середньому 50 до 80 мм, максимальний розмір - 91 мм. Рапани з акваторії о. Зміїний в середньому були значно більші і масивніші, ніж з акваторії Тарханкуту. У 2008 р розподіл особин за морфометричних характеристик носило складний характер. [1].

Розподіл по висоті раковини (Н) у особин з акваторії о. Зміїний полімодальних, переважали особини розмірних груп 60,1-75,0 мм (60,4%).

Найчастіше в 2008 р зустрічалися рапани з висотою раковини 60,1-70,0 мм (25,96%) (рис. 3.2). Максимальна Н - 97,6 мм, мінімальна - 36,2 мм, складаючи в середньому 62,1 мм (табл. 3.2). Особин з Н більше 100 мм не виявлено.

Найбільша кількість самців (22,3 %) мало висоту раковини 70,1-75,0 мм, для самок найбільш типовим (27,7 %) був розмір 60,1-65,0 мм. У 2010 р найбільше число особин (80,2 %) мало висоту раковини 55-75 мм. Найбільша самка мала висоту 82,6 мм, самець - 94,6 мм. Ці дані узгоджуються з даними С. М. Снігирева [13], який вказує, що протягом 2009-2011 рр. в прибережних водах о. Зміїний зменшується кількість особин рапани, висота раковин яких перевищує 50 і, тим більше, 100 мм.

В середньому самці виявилися значно масивніший ($65,5 \pm 1,39$ г) самок ($48,4 \pm 1,23$ г) (табл. 1). З 2008 р по 2010 р відзначена тенденція до збільшення як Н (від $61,7 \pm 0,55$ до $69,1 \pm 0,50$ мм у самок і самців соотв.), Так і M_1 (від $48,4 \pm 1,23$ до $65,5 \pm 1,39$ г у самок і самців соотв.). Маса м'якого тіла молюска (M_3) була в 2-3 рази більше, ніж у кримських молюсків

і становила в середньому $18,0 \pm 0,52$ у самок і $26,2 \pm 0,62$ г у самців (табл. 3.2).

В Одеській затоці основні розмірні показники відрізнялися від отриманих для особин з акваторій о. Зміїний і Тарханкуту. У 2008 р середня H раковин складала $71,7 \pm 0,71$ у самок і $73,7 \pm 1,00$ мм у самців. У 2012 р цей показатель виріс - $75,3 \pm 0,58$ у самок і $80,0 \pm 0,70$ мм у самців, що відображає тенденцію поліпшення стану популяції, ймовірно у зв'язку з відносно

хорошою кормовою базою. Найбільша кількість особин в 2008 р мало H від 65 до 80 мм (68,3%), особи з більш 85 мм зустрічалися одинично. У 2012 р картина дещо змінилася - зросла кількість великих самців з H від 75 до 90 мм (75,3%), при цьому найбільшу кількість самок (84,4%) мало висоту раковини (H) 68-80 мм (рис. 3.2). Загальна сира маса молюсків (M_1) в 2012 р в порівнянні з 2008 р дещо зросла (з $64,0 \pm 2,62$ до $90,2 \pm 2,42$ г у самців і з $58,4 \pm 1,93$ до $77,1 \pm 1,83$ г у самок), а маса м'яких тканин (M_2) в середньому становила від $50,3 \pm 1,27$ до $44,2 \pm 1,10$ г у самців і самок відповідно (табл. 3.2).

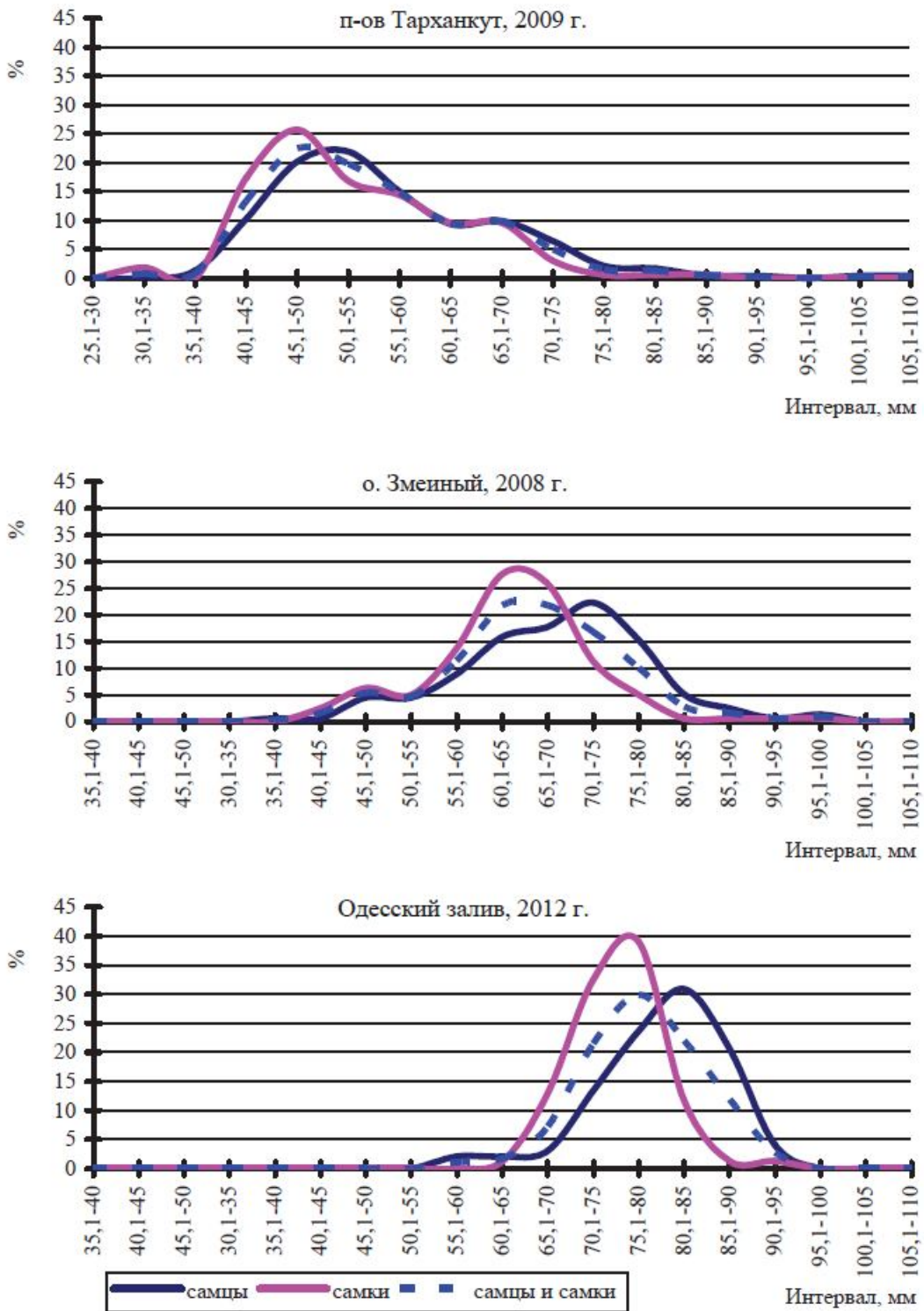


Рисунок 3.2 - Статевий склад різних за розмірними параметрами угруповань рапани (%) в різних місцях проживання (акваторії півострова Тарханкут, N = 400; о. Зміїний, N = 316; Одеської затоки, N = 174)

На осі абсцис вказані класи особин по висоті раковини; на осі ординат - їх частка в популяції коливання температури води біля берега, забезпеченість молюсків кормовими об'єктами.

Маса їстівного білого тіла (M_4) у молюсків становила 16,3-22,0 г (21,1-24,4% від M_1) (табл. 3.2), що є переконливим показником хорошої кормової бази рапан в цій акваторії.

У зв'язку з тим, що в даний час в багатьох місцях проживання рапан в спільнотах кормових об'єктів відбуваються значні кількісні і якісні зміни, в структурі окремих угруповань рапани також відбулися значні адаптивні перебудови. В першу чергу в багатьох районах моря [10, 11, 13] у рапан деяких акваторій змінилися розмірно-масова, вікова і статева структури, зокрема зменшилася частка старших вікових груп, збільшилася частка самців, знизилися темпи зростання. Розподіл рапан по M_1 в різних районах північної частини Чорного моря дуже різниться.(таб. 3.3).

Рапана з акваторії о. Зміїний в даний час знаходиться на піку свого розвитку, з тенденцією переходу до депресивного стану. Необхідно відзначити, що навіть в цій невеликій акваторії в різні роки добре помітно «хвилеподібний» вплив рапани з різних сторін острова на мідієвий біоценоз.

З північної і західної сторони острова рапана практично повністю знищила велику мідію до глибини 5-6 м. За даними І. А. Говоріна і А. П. Куракіна [3], виходячи з розрахунків по щільності спільноти рапани в районі шельфу о. Зміїний, показано, що елімінація мідій рапаною варіює від 33 до 79 особ.·доб·м⁻² (0,130-0,314 кг·доб·м⁻²), при цьому зниження обсягів фільтрації мідійного поселення становить від 922,1 до 2235,6 л доб·м⁻². У роботі С. М. Снігірьової і В. І. Мединця [14] також вказується, що однією з причин деградації мідієвих поселень біля острова є негативний вплив на мідієвий біоценоз молюска рапани. За їх даними, в 2010 - 2012 рр. чисельність і біомаса живих мідій на глибинах 13-23 м скоротилася в 100 разів і в даний час не перевищує 5 особин на 1 м². На глибині 15 м на черепашнику живих мідій не виявлено.

Таблиця 3.3 – Розподілення самців і самок рапани за загальною сирою масою (M_1)

Інтервал	Границі інтервалу, г	Сума частоти варіанту інтервалу, в % від загальної чисельності		
		п-ов Тарханкут 2009 / 2012 рр	О Зміїний 2008 / 2010 рр	Одеська затока 2008/2009/2012 рр
1	0,1-10	1,0/-	0,3/0,2	-/-/1,1
2	10,1-20	20,5/20,1	6,3/2,2	-/0,5/0,6
3	20,1-30	38/23,5	9,8/4,7	0,6/1,5/0,6
4	30,1-40	15,8/15,1	14,9/11,4	10,6/4,5/1,7
5	40,1-50	9,8/14,5	24,4/17,6	20,6/12,0/1,7
6	50,1-60	7,0/7,3	15,5/22,3	23,3/22,5/10,2
7	60,1-70	4,3/5,6	11,1/16,6	22,2/30,0/8,5
8	70,1-80	2,3/2,8	7,6/11,9	10,0/17,0/17,5
9	80,1-90	0,3/3,9	3,8/6,4	2,2/8,0/18,1
10	90,1-100	0,8/2,8	3,2/2,7	3,3/2,0/18,1
11	100,1-110	0,3/1,1	1,6/2,5	0,6/1,0/8,5
12	110,1-120	-/0,6	0,6/0,7	2,8/1,0/7,9
13	120,1-130	0,3/1,1	0,3/0,2	2,2/-/5,1
14	130,1-140	-/-	-/0,2	0,6/-/0,6
15	140,1-150	-/0,6	0,3/0,2	1,1/-/-
16	150,1-160	-/1,1	-/-	-/-/-
17	160,1-170	-/-	0,3/-	-/-/-

Примітка: Дані за 2009 р в Одеській затоці розраховані по 200 особ. Інші значення за таблицею 3.2.

Більшість рапани в 2008 - 2010 рр. мало M_1 40-60 г, що значно менше ніж у рапани з Одеської затоки, де на момент досліджень мідієвий біоценоз знаходився в задовільному стані. Індекс вгодованості M_1/M_3 у молюсків з

шельфу о. Зміїний особливо у самок, що наочно вказує на брак забезпеченості кормом (табл.3.2).

Таким чином, проведений аналіз показав, що в різних акваторіях північній частині Чорного моря в різних екологічних умовах і, особливо в умовах дефіциту живлення, рапана формує адаптовані до місцевих умов морфи, що розрізняються за більшістю морфометричних характеристик. Тим самим підтверджується висока еврибіонтність і екологічна пластичність цього моллюска.

У зв'язку з катастрофічним зменшенням чисельності мідій, яка в деяких районах Чорного моря зникає через глобальні екологічні проблеми і природні флуктуацій, а крім того, через масове виїдання її рапаною, важко погодитися з пропозиціями культивувати рапану в спеціальних морських резерваціях [5], так як в цьому випадку личинки рапани будуть поширюватися на сусідні ділянки моря і ще більше сприяти знищенню природни

х популяцій мідій, роль яких як природних фільтраторів і об'єкту промислу дуже важлива.

4 ЗМІНА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ ОБРОСТАННЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ВСЕЛЕННЯ ЕКЗОТИЧНИХ ВИДІВ

Процес навмисного і випадкового переселення екзотичних організмів безпосередньо пов'язаний з господарською діяльністю людини і на своїх початкових етапах визначався рівнем розвитку техніки. Так, одним з перших поштовхів до інтенсивного переселення водних організмів з'явився винахід в 1897 р двигуна внутрішнього згоряння - основи створення швидкохідного флоту. Деякі з перенесених на корпусах кораблів і з баластними водами вселенців успішно адаптувалися до нових умов, стали витісняти аборигенну флору і фауну, стаючи домінуючими видами донних і пелагічних угруповань. Слід зазначити, що часто на перших етапах вселення екзотичні види в умовах неконтрольованого (хижаками, харчовими конкурентами, паразитами і ін.) розвитку можуть надавати відчутний згубний вплив на водну екосистему в цілому.

Наприклад, виявлений в 1987 р в одиничних кількостях у відкритих районах західної частини Чорного моря гребневик мнеміопсис [170] став причиною різкого зниження запасів кормового планктону, а також чисельності хамси – найбільш масової риби Чорного моря. В період максимуму свого розвитку (1990-1991) загальна біомаса гребневика оцінювалася в 1 млрд т [520].

Аналізуючи появу більш 50 видів екзотичних організмів в Чорному морі протягом ХХ ст., можна виділити три періоди їх інтродукції, пов'язані з діяльністю людини, які мають безпосереднє відношення до прибережної зони моря. Перший (1920-1950-ті роки) - період інтенсивного розвитку судноплавства, будівництво портів. В цей період зареєстровано 8 вселенців з середньою інтенсивністю появи: 1 вид - кожні 4 роки. Якщо не брати до уваги риб і устрицю, які були переселені в море навмисно, практично всі інші організми проникли з обростання судів.

Другий період (1950-1980-ті роки) характеризувався посиленням процесу проникнення нових видів. Всього за 30 років було виявлено 24 види. Якщо не враховувати спроби штучної інтродукції риб і ракоподібних, швидкість вселення чужорідних організмів в цей період досягла 1 вид - кожні 2,5 року. До другого періоду відноситься також проникнення багатьох мешканців Чорного моря, в тому числі вселенців, в Азовське море в зв'язку з його осолоненням після заповнення Цимлянського водосховища в 1952 р і зарегулювання стоку Дону і Кубані.

Третій період (1980-1990-ті роки) відрізнявся інтенсивним вселенням чужорідних організмів, що було пов'язано з порушенням стійкості екосистеми Чорного моря через антропогенне евтрофування, а також появою великотоннажних суден, що використовують в якості баласту морську воду. Інтенсивність вселення протягом третього періоду склала в середньому 1 вид за рік [459, 512]. На переважне проникнення вселенців з баластними водами вказує та обставина, що 2 нових види - гребневики *Mnemiopsis leidyi* і *Beroe ovata* - є планктонними організмами на всіх етапах свого розвитку.

Близько 41% вселенців (14 видів), не рахуючи риб, потрапили в Чорне море за допомогою суден, тобто їх життєвий цикл тісно пов'язаний з твердим субстратом. Підтвердженням факту завезення нових видів рослин і тварин водним транспортом служать місця їх перших виявлень. Як правило, це райони великих портів, зокрема Варненської і Одеської затоки, Севастопольської та Новоросійської бухти.

Оскільки місцем проживання проникли організмів служать головним чином тверді субстрати, їх вплив відобразився на прибережних біоценозах. В даний час основа обростання моря представлена видами-вселенцями, які в середньому складають понад 90% загальної біомаси. Незважаючи на те що видом-едифікатором угруповання обростання Чорного моря є його «корінний» мешканець - мідія *M. galloprovincialis*, на частку якої припадає понад 70% біомаси прикріплених організмів, занесені організми, зокрема балянуси і гідроїди, також вносять суттєвий вклад в життя крайових спільнот.

Популяційна структура чорноморської мідії істотно змінилася в результаті утворення життєздатних гібридів з чужорідними видами: *M. edulis* з Атлантичного і *M. trossulus* - з Тихого океану. За даними В.Н. Золотарьова (персональне повідомлення), отриманим на основі спеціально виконаних досліджень в 2001 р, гібридні особини мідій в акваторії Одеського порту склали в середньому близько 20 %. Додатковою і не менш важливою причиною стрімкого збільшення кількості видів-вселенців, що змінюють вигляд екосистеми Чорного моря, в тому числі угруповання обростання, як за біологічною структурою, так і за функціональною активністю, стало евтрофування.

Порушення гомеостазу екосистеми, викликане істотним збільшенням надходження в море біогенних речовин, призвело до стимулювання розвитку дрібних високопродуктивних організмів. Сформовані протягом тисячоліть трофічні зв'язки стали розриватися, звільняючи екологічні ніші. Більшість гідробіонтів-вселенців характеризуються максимальною питомою продукцією, що дозволяє їм здобути перемогу в конкурентній боротьбі з аборигенними видами, краще пристосуватися до потоку ОР [35].

Відомо, що для відображення трофічних і функціональних змін в екосистемі переважно не використовують найменші показники чисельності і біомаси, так як в першому випадку це призводить до переоцінки значення дрібних, а в другому - великих організмів. Для оцінки функціональної ролі угруповань, які істотно відрізняються за розмірами, більш надійним показником є продукція [298]. Разом з тим при вивченні різних життєвих форм гідробіонтів традиційно застосовують показники, які відрізняються що ускладнює виявлення загальних закономірностей. Зокрема, для водоростей продукція виражається в кількості речовини (або енергії), виробленого за одиницю часу (години або добу - для фітопланктону, місяць або рік - для макрофітів).

При вивченні продукції тварин частіше використовують безрозмірний показник добової (зоопланктон) або річний (зообентос) питомої продукції (С

"= P / B, де P- продукція, B- біомаса, виражені в однакових одиницях виміру).

Для виявлення загальних закономірностей зміни біологічного різноманіття екосистеми Чорного моря в якості єдиного показника функціональної активності виду була використана добова питома продукція його популяції (розрахована за значенням середньої біомаси).

Для характеристики періоду, що передує евтрофікації, були обрані види, які домінували до 1970-х років і яких в даний час можна віднести до категорії зникаючих або рідкісних. Індикаторами сучасного стану були визначені нині масові види, а також гідробіонти вселенці, які успішно акліматизувалися в Чорному морі і є тепер його масовими мешканцями.

Для аналізу довгострокових змін, пов'язаних зі вселенням чужорідних організмів внаслідок інтенсифікації господарської діяльності людини, а також порушенням стійкості екосистеми Чорного моря через евтрофікації були використані дані по основним життєвим формам гідробіонтів: фітопланктон [293, 470, 587], макрофітобентос [146, 275], зоопланктон [476, 617, 673], макрозообентос [178, 255]. При цьому питому продукцію фітопланктону обчислювали з урахуванням середнього обсягу клітин і інтенсивності фотосинтезу [403]. Для макрофітів її розраховували за середньою продукцією і біомасою популяції водоростей [273]. Для недавніх вселенців - гребневіка *Mnemiopsis leidyi* і *Beroe ovata*, були використані усереднені дані прямих вимірювань [96]. Середнє значення для одноклітинних водоростей - за рівнянням, для макрофітів - за даними табл. 4.1.

Отримані результати дозволили інтерпретувати зміни біологічного різноманіття пелагічних і бентичних угруповань Чорного моря з позиції їх фізіологічної адаптації до нових трофічних умов. Зокрема, в результаті евтрофікації інтенсивність первинної продукції в пелагіалі зросла в порівнянні з бенталлю більш ніж в 200 разів, однак в даний час за рахунок розвитку більш продуктивних видів макрофітів ці відмінності знизились до 174-кратного рівня.

Таблиця 4.1 - Деякі біоенергетичні характеристики макрофітів Чорного моря (Р. Стратмана, 1967)

Відділ, таксономічна група, вид	Питома поверхня S/W, м ² ·кг ⁻¹	Зольність, %	Питома калорійність, кДж·г ⁻¹	
			DW	AFDW
1	2	3	4	5
CHLOROPHYTA				
<i>Bryopsis adriatica</i> (J. Ag.) Menegh.	46,24	19,3	21,97	27,22
<i>B. plumosa</i> (Huds.) Ag.	39,90	10,9	18,86	21,17
<i>Chaetomorpha crassa</i> (Ag.) Kiitz.	14,38	17,2	16,96	20,48
<i>C. linum</i> (Mull.) Kiitz.	21,55	30,0	17,40	27,79
<i>Cladophora albida</i> (Huds.) Kiitz.	76,17	7,1	17,75	19,11
<i>C. liniformis</i> Kiitz.	122,77	11,8	18,44	20,91
<i>C siwaschensis</i> C. Meyer	136,48	5,9	19,92	21,17
<i>Cl. vagabunda</i> (L.) Hock.	65,65	14,7	18,35	21,51
<i>Cladophora</i> sp.	56,87	25,1	18,92	25,26
<i>Codium vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje	4,50	6,8	19,73	21,17
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth) Grev	61,83	17,1	16,18	19,52
<i>E. flexuosa</i> (Wulf.) J. Ag.	53,43	8,0	19,75	21,47
<i>E. intestinalis</i> (L.) Link	31,31	14,3	16,52	19,30
<i>E. linza</i> (L.) J. Ag. 33,88 14,3 16,52 19,30	33,88	14,31	16,52	19,30
<i>Ulva rigida</i> Ag.	33,08	20,6	13,79	17,37
PHAEOPHYTA				

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
<i>Cystoseira barbata</i> (Good, et Wood.)	8,42	8,2	16,46	18,00
<i>Desmarestia viridis</i> (Mull.)	76,72	7,5	21,74	23,50
<i>Dilophus fasciola</i> (Roth) Howe	14,93	18,9	16,79	20,70
<i>Ectocarpus confervoides</i> (Roth) Le	213,9	26,5	19,27	26,28

Jolis				
<i>Punctaria latifolia</i> Grev.	18,63	9,3	18,7	20,62
<i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellm.	152,90	15,3	19,93	23,53
RHODOPHYTA				
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turn.) J. Ag.	28,98	18,1	15,31	18,69
<i>Ceramium ciliatum</i> (Ell.) Duel.	30,54	5,9	20,75	22,05
<i>C. elegans</i> Duel.	22,59	7,8	18,48	20,04
<i>C. pedicullatum</i> (Duby) J. Ag.	26,43	6,7	19,01	20,38
<i>C. rubrum</i> (Huds.)	32,82	15,03	19,45	22,69
<i>Ceramium</i> sp.	29,35	10,8	20,46	22,94
<i>C. tenuissimum</i> (Lyngb.) J. Ag.	41,51	16,01	18,53	22,06
<i>Dasya pedicellata</i> (Ag.) Ag.	375,5	17,0	27,70	23,53
<i>Gelidium crinale</i> (Turn.) Lamour.	9,48	17,6	20,89	25,08
<i>G. latifolium</i> (Grev.) Born et Thur.	8,95	5,9	19,74	20,98
<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Ag.	8,26	47,7	12,66	24,21
<i>Laurencia coronopus</i> J. Ag.	6,48	17,6	17,96	21,80
<i>L. obtusa</i> (Huds.) Lamour.	9,34	15,3	15,94	18,82
<i>L. paniculata</i> J. Ag.	6,28	7,6	18,58	20,11
<i>L. papillosa</i> (Forsk.) Grev.	8,76	7,9	17,69	19,21
<i>Nemalion helminthoides</i> (Veil.) Batt.	4,30	2,4	11,82	12,11
<i>Phyllophora nervosa</i> (DC.) Grev.	8,3	11,4	14,27	16,11
<i>Polysiphonia denudata</i> (Diltw.) Kiitz.	45,27	14,5	19,10	22,34
<i>P. elongata</i> (Huds.) Harv.	6,98	8,7	16,99	18,61

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
<i>P. sanguinea</i> (Ag.) Zanard	80,33	16,2	18,70	22,32
<i>P. subulifera</i> (Ag.) Harv.	21,49	8,0	20,59	22,38
<i>Porphyra leucosticta</i> Thur.	71,6	18,5	9,60	20,51

Примітка: DW - суха маса; AFDW – суха беззолна органічна речовина

Середня питома продукція водоростей і безхребетних, що населяють ці життєві зони, близька по чисельним значенням, що підтверджує специфіку умов проживання на дні і у водній товщі. Виходячи з кількісних критеріїв виділення екосистеми як об'єднання угруповань організмів і середовища їх проживання, в якому обсяг внутрішнього обміну речовини більше зовнішнього [139], отримані результати не тільки підтверджують факт існування пелагічної і бентичної екосистеми Чорного моря, але і свідчать про істотне зростання відмінностей між ними при евтрофікації.

Зміни функціональної активності планктону і бентосу внаслідок перебудов їх біологічної структури виявилися подібними і досягли 2-кратного рівня в порівнянні з 1960 1970-ми роками. Цікаво відзначити, що в більшості видів нові для Чорного моря види гідробіонтів-вселенців - характеризуються максимальними значеннями питомої продукції, очолюючи списки домінуючих видів за цим показником. Ця обставина ще раз свідчить про те, що в умовах мінливої екосистеми при підвищенні трофічного статусу відбувається порушення її стійкості і формуються екологічні ніші яку захоплюють високопродуктивні види, більш пристосовані до нових умов.

Неконтрольоване завезення баластних вод сприяє появі нових конкурентів, ще більше дестабілізуючих систему. За оцінками Міжнародної морської організації, у всьому світі щорічно переміщується близько 10 млрд т водяного баласту, що містить 3000 видів тварин і рослин [333].

Таким чином, господарська діяльність людини в ХХ в. привела до великих змін екосистеми Чорного моря; вона стала більш продуктивною, менш різноманітною за видовим складом і стійкою щодо зовнішніх впливів. При цьому інтенсивність обороту органічної речовини (ОР) в морі помітно посилилася внаслідок зміни структури екосистеми. Особливо помітні відмічені зміни в прибережній зоні, де ключову роль в трансформації речовини та енергії відіграють угруповання обростань.

ВИСНОВКИ

Головні причини успішного освоєння вселенцями Чорного моря – це інтенсифікація судноплавства і нерегульоване скидання баластних вод суднами. Види-вселенці можуть істотно змінювати місця життя аборигенних видів, ставати конкурентами або хижаками аборигенних видів і витіснити їх, переносити або самі викликати хвороби, бути паразитами аборигенних видів. Необхідно відмітити, що вплив вселенців на біологічну різноманітність, структуру і функціонування водних екосистем не завжди негативний, але однозначно безповоротний. Отже, проблема інвазій стає найважливішою в плані забезпечення екологічної безпеки як окремих регіонів, так і Чорного моря в цілому.

Основними джерелами антропогенних інвазій є будівництво водних каналів, марикультура і акваріумістика, а також різні аспекти судноплавства, в тому числі перевезення організмів в складі угруповання обростання корпусів суден і с водяним баластом.

Найбільш яскравим прикладом негативних наслідків інвазії, як слідства акваріумного розведення організмів, є вселення в Середземне море з акваріума Океанографічного музею в Монако тропічної водорості *Caulerpa taxifolia* [26]. Ця водорість стала витіснити нативний вид морської трави *Posidona oceanica* з усім комплексом характерного співтовариства, що включає безхребетних і риб. Однак біологічні інвазії з водним транспортом за своїми масштабами непорівнянні з усіма іншими джерелами.

Аналіз спеціальної літератури показав, що за останні 200 років в різних районах Світового океану зареєстровано значне число видів-вселенців, успішно адаптувалися до нових умов існування. Загальна кількість виявлених екзотичних видів, як правило, пропорційно величині досліджуваних акваторій і інтенсивності судноплавства, яка визначається числом портів і транспортних торгових шляхів.

Основними чинниками переселення організмів в Світовому океані є судноплавство (51 % зареєстрованих випадків інвазій), рибальство (15 %), судноплавство і рибальство (22 %)

Відповідно до Програми «ГлоБалласт», відбулося базове біологічне дослідження в порту Одеса і за період досліджень в Одеському порту було виявлено 548 видів гідробіонтів, що становить 15 % видового складу водоростей, безхребетних і риб, зареєстрованого в північно-західній частині Чорного моря.

Серед мешканців водної товщі, обростання твердих субстратів і пухких ґрунтів порту Виявлено 29 екзотичних видів, складових 64% від загального числа вселенців, коли-небудь зареєстрованих на північно-західному шельфі. Така пропорція видового різноманіття нативних і інвазивних організмів наочно підтверджує значення портів в розселенні гідробіонтів, що перевозяться з судновим баластом.

Велика частина виявлених вселенців (19 видів) вперше вказуються для порту і прилеглих районів Одеської затоки, 15 з них є новими для Чорного моря. Серед нових видів 8 відносяться до динофітових водоростей (*Pyrrophyta*). Частина з них була виявлена в донних накопиченнях і потім успішно проращена в лабораторних умовах на чорноморській воді.

Серед незвичайних знахідок слід зазначити виявлення гібридів чорноморської мідії *Mytilus galloprovincialis* з *M. edulis* і тихоокеанський *M. trossulus*.

Практично всі випадково завезені організми є типовими мешканцями прибережних вод, а не відкритих районів океану. У зв'язку з цим заміна баласту на мілководді, з точки зору можливого захоплення організмів, набагато небезпечніше і небажане, в порівнянні з глибоководними районами морів і океанів.

Аналіз походження нових вселенців також показав їх зв'язок з Середземним морем. Таким чином, ризик завезення чужорідних організмів з баластними водами пропорційний їх об'ємному вкладу. Можна припустити,

що велика частина виявлених екзотичних видів була завезена в останні роки з Адріатичного моря, узбережжя Італії.

Отримані в ході базових біологічних досліджень дані свідчать про те, що найбільш небезпечним для Чорного моря вектором проникнення нових видів гідробіонтів з водним транспортом є Північна і Східна Атлантика, включаючи Середземне море.

Порушення гомеостазу екосистеми, викликане істотним збільшенням надходження в море біогенних речовин, призвело до стимулювання розвитку дрібних високопродуктивних організмів. Сформовані протягом тисячоліть трофічні зв'язки стали розриватися, звільняючи екологічні ніші. Більшість гідробіонтів-вселенців характеризуються максимальною питомою продукцією, що дозволяє їм здобути перемогу в конкурентній боротьбі з аборигенними видами, краще пристосуватися до потоку ОР

Зообентос Чорного моря в порівнянні з фітобентос за якісним різноманіттям значно поступається середземноморському, складаючи лише 1/4, 1/5 його частину. Всі групи тварин представлені в Чорному морі набагато меншим числом видів, а деякі, як, наприклад, головоногі молюски, сифонофори і ін., зовсім не можуть заселити його через знижену солоності і частково через низькі зимові температури, а для окремих форм через присутність на невеликій глибині сірководневого бродіння.

Це якісне збіднення вихідної фауни повносоленої водойми (Середземного моря) з переходом до знижених солоностей Чорного моря має приблизно той же характер, що і в Білому, і в Балтійському морях. Однак при цьому слід пам'ятати, що це «збіднення» стосується тільки якісного різноманіття. Тобто до складу рослинного і тваринного населення входить менше число видів; що ж стосується кількісного розподілу, то, в порівнянні з Середземним морем, фауна і флора Чорного моря виявляються набагато багатшими.

Деякі середземноморські тварини, оселившись в Чорному морі, знайшли в ньому особливо сприятливі умови для розвитку і, незважаючи на більш дрібні розміри, утворюють тут надзвичайно щільні популяції.

З них особливо слід відзначити філофору і цистозіру з водоростей, корабельного хробака (*Teredo*) і їстівну серцевидку (*Cardium edule*), корбуломію (*Corbulomya maeotica*) і фазеоліну (*Phaseolina adriatica*) з молюсків, деяких nereїд (*Nereis succinea* і *N. diversicolor*) з хробаків і ряд інших форм.

Склад риб Чорного моря за їх генезисом представлений 31 видом понтичних реліктів, 112 видами середземноморських мігрантів і 37 видами прісноводних. Серед всіх трьох груп є і форми великого промислового значення. З понтичних реліктів - це оселедець і осетрові, з прісноводних - судак, лящ, сазан, тарань, з середземноморських - хамса, тюлька, скумбрія, пеламіда, кефаль і багато інших. Загальний характер розподілу донної фауни від урізу води до глибини 200 м, тобто до верхнього горизонту сірководневої зони був представлений в працях с. Зернова.

Вище рівня води на скелях, які омиваються прибою, а іноді всього лише бризками, знаходять притулок найбільш витривалі рослини і тварини. Разом з деякими зеленими, бурими і червоними водоростями (*Enteromorpha*, *Scithosiphon*, *Ceramium*, *Corallina*) які виходять з води, іноді на 2-3 метра вище її рівня, молюски літорина (*Littorina neritoides*), блюдце (*Patella pontica*) і аплексі (*Aplexia myosotis*), морський жолудь (*Chtamalus stellatus*), краби (*Pachygrapsus marmoratus* і *Eriphia spiritifrons*) і ізоподи лігія (*Lygia brandtii*).

Рапана жилковата (*Rapana venosa*) вид хижих черевоногих молюсків - житель Японського моря, в середині минулого століття раптом з'явився в Чорному морі.

Поява чужинця призвело до суттєвих змін в екосистемі Чорного моря. Першою жертвою хижої рапани, що живиться двостулковими молюсками, стали чорноморські устриці. Раніше устричні банки, які очищають прибережні води, зустрічалися всюди, а нині чорноморські устриці на межі

повного зникнення, прикладом чому слугує зникнення Гудаутської устричної банки. Завдяки тому, що в Чорному морі через низьку солоності немає головних природних ворогів - морських зірок, рапани дуже швидко розповсюдились. Інші чорноморські двостулкові молюски - морські гребінець, морський живець, донакс, венерка, серцевидка і мідія стали винищуватися рапаном.

Акліматизація гідробіонтів в нових місцях проживання - це складова частина відтворення їх запасів, можливість підвищити продуктивність екосистем і збільшити улови цінних видів риб і безхребетних. Аналіз результатів інтродукції риб і безхребетних в морські акваторії показує, що вселення нових видів доцільно лише в тому випадку, якщо у водоймі є вільні екологічні ніші, не порушилися умови життя для аборигенів або вводиться рекрут цінніший, ніж аборигени, більш повно використовує біотоп і кормові ресурси.

Крім чисто рибогосподарського аспекту інтродукція видів-екзотів повинна бути розглянута як біологічна проблема. Трансокеанічних перевезення представляють один з видів біологічного забруднення, а вселенці - різновид біологічних поллютантів. Вселенці починають змінювати екосистему Чорноморського басейну і цей процес практично є незворотним.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Хайлов КМ. Океан, активные поверхности и жизнь. — Л.: Гидрометеиздат, 1979- — 192 с.
2. Алеев Ю.Г. Экоморфология. — Киев: Наук, думка, 1986. — 423 с.
3. Александров Б.Г. Возможности и перспективы использования сообщества обрастания твердых искусственных субстратов для мелиорации прибрежных морских акваторий // Тр. Междунар. симп. «Управление и охрана побережий северо-западного Причерноморья» (Одесса, 30 сент.—6 окт. 1996). - Одесса, 1996. - С. 8.
4. Александров Б.Г. Влияние берегозащитных сооружений на качество морской среды и состояние морской экосистемы // Тр. Междунар. симп. «Управление и охрана побережий северо-западного Причерноморья» (Одесса, 30 сент.—6 окт. 1996). — Одесса, 1996. — С. 9.
5. Александров Б.Г. Калорийность беспозвоночных Черного моря. 1. Зоопланктон и мейобентос // Экология моря. — 2001. — 55. — С. 5—10.
6. Александров Б.Г., Теплинская Н.Г., Андриенко А.А. Формирование обрастания на твердых субстратах различной природы // Экологические проблемы городов, рекреационных зон и природоохранных территорий. — Одесса: ОЦНТЭИ, 2000. - С. 93-100.
7. Александров Б.Г., Теплинская Н.Г., Андриенко А.А. Роль микроорганизмов в формировании морского обрастания твердых субстратов различной природы // Вісн. Одес. нац. ун-ту. — 2001. — 6, вип. «Біологія». —С. 3-7.
8. Анистратенко В.В. Три новых вида брюхоногих моллюском в фауне Азовского моря (Mollusca, Gastropoda) / В.В. Анистратенко, О.Ю. Анистратенко// Вестник зоологии. - 2007. - 41, No 3. - С.212.

9. Бекман М.Ю. Материалы для количественной характеристики донной фауны Черного моря у Карадага //Тр. Карадаг. биол. ст. – Вып. 9. – Киев. 1952. – С. 50–67.
- 10.Бондарев И.П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes,1846) // vol. 20. No 2. 69-90 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ruthenica.com/documents/Vol20_BONDAREV_69-90.pdf (дата обращения: 10.11.2014).
- 11.Виноградова З.А. Материалы по биологии моллюсков Черного моря // Тр. Карадаг. биол. ст. – Вып. 9. – Киев,1950. – С. 100–159.
- 12.Вылканов А. Черное море / А.А.Вылканов, Х.П.Данов // Сборник. - 1983 - Л.: Гидрометиздат. - 480 с.
- 13.Гетманенко В.А. Проникновение скафарки в Азовское море / В.А. Гетманенко - Рыбное хозяйство. - 1996. - No1. - С.51.
- 14.Гетманенко А.Н., Губанов Е.П. *Scapharcasornea* (Reeve) - особенности вида и роль моллюска в трофической цепи Азовского моря / А.Н. Гетманенко, Е.П. Губанов // Рыбное хозяйство Украины. - 2007. - No 3 - 4/ - С.31 - 38.
- 15.Гришин А.Н. Как выживает гребневик мнемнопсис в Черном море?/ А.Н. Гришин,В.В. Михнева, Е.Н. Хинева и др. // Рыбное хозяйство Украины. - 2006. - N 3 - 4. - С. 3 - 7.
- 16.Губанов Е.П. Экологические аспекты состояния биоресурсов Черного моря / Е.П. Губанов // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна. Материалы II международной конференции, 26 - 27 июня 2006 г., Керчь, ЮгНИРО. - Керчь, 2006. - С. 10-16.
- 17.Елецкий Б.Д. Использование мидий (*Mytilus galloprovincialis*), культивируемых на мидийных коллекторах как тест-биоиндикатора качества морской среды / Елецкий Б.Д [и др.] // Наука Кубани, 2000. – В. 2. Ч. 1. – С. 134–135.

18. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря: моногр. / Ю.П. Зайцев. – Одесса: Эвен, 2006. – 224 с.
19. Киселева М.И., Валовая Н.А., Новоселов С.Ю. Видовой состав и количественное развитие бентоса в биотопе песка района Карадагского заповедника // Экология моря. – 1984. – Вып. 17. – С. 70–75.
20. Ковалева М.А., Болтачева Н.А., Костенко Н.С. Многолетняя динамика состояния поселения Mutilidae на скалах Карадага (Черное море) // Морський екологічний журнал. – № 2. Т.ХІ. – 2012. – С. 39–44.
21. Котова Н.П., Ларионов Н.В., Ларионов М.В. Экологическая характеристика водных экосистем Саратовской области // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 12. – С. 115–119. № 12 (30). 2016 г.
22. Комисарова М. С. Популяційна структура та екологічна роль масових видів молюсків на шельфі острова Зміїний / М. С. Комисарова, І. Г. Смелянов, Е. О. Дикий // Доповіді Національної академії наук України, – 2011. – № 7. – С. 188-192.
23. Куракин А. П. Интенсивность потребления мидий рапаной *Rapana venosa* в северо-западной части Черного моря / А. П. Куракин, И. А. Говорин // Гидробиологич. журн. – 2011. – 47, № 4. – С. 15-22.
24. Ларионов М.В. Биомониторинг воздушного бассейна зон жилой зоны застройки в малых городах Саратовской и Волгоградской областей // Научная жизнь. – 2015. – № 1. – С. 195–201.
25. Ларионов М.В., Ларионов Н.В. Экологическое состояние водных объектов Среднего Поволжья // Вестник ОГУ. – 2010. – № 12. – С. 56–60.
26. Ларионов М.В. Экологический мониторинг городской среды: монография. – Саратов, 2015. – 104 с.
27. Лосовская Г.В. Распределение и количественное развитие донной фауны Черного моря в районе Карадага // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1960. – Вып. 16. – С. 16–29.

28. Лебедевская М.В. Влияние бактериальной микропленки на интенсивность оседания спата гигантской устрицы (*Grassostrea Gigas Thunberg*) // Заповедники Крыма – 2007. Материалы IV международной научно-практической конф. (Симферополь 2 ноября 2007 г.). Ч. II. Зоология. – Симферополь, 2007. – С. 109–114.
29. Мазлумян С.А., Болтачева Н.А., Ревков Н.К. Изменение биоразнообразия бентоса в биотопе песка в акватории Карадагского природного заповедника (юго-восточное побережье Крыма) // Карадаг – 2009: сб. науч. тр., посвященный 95-летию Карадаг. науч. ст. и 30-летию Карадаг. природ. заповед. Национ. акад. наук Украины; ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 382–400.
30. Пиркова А.В. Выращивание личинок и молоди рапаны *Rapana venosa Valenciennes, 1846 (Gastropoda: Muricidae)* в питомнике / А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина. 2014. – 18 с. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://repository.ibss.org.ua/dspace/bitstream/99011/3899/1/Pirkova_Vyrashchivanie_Lichinokpdf (дата обращения: 10.07.2014).
31. Ревков Н.К. Некоторые замечания по составу и многолетней динамике фауны моллюсков рыхлых грунтов юго-восточного Крыма (Черное море) // Карадаг – 2009: сб. науч. тр., посвященный 95-летию Карадаг. науч. ст. и 30-летию Карадаг. природ. заповед. Национ. акад. наук Украины; ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова. – Севастополь, 2009. – С. 251–261.
32. Саенко Е.М. Характеристика популяции рапаны в Азово-Черноморском бассейне // Наука, техника и высшее образование: проблемы и тенденции развития: сб. науч. тр. междунар. конф. Вып. 4. – Ростов-на-Дону, 2011. – С. 192–106.
33. Чухчин В.Д. Рост рапаны (*Rapana venosa L.*) в Севастопольской бухте // Тр. Севастопол. биол. ст. – М., 1961. – Т. 14. – С. 169–177.

34. Чухчин В.Д. Функциональная морфология рапаны. – Киев: Наукова думка, 1970. – 134 с.
35. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1984. – 176 с.
36. Micu D., Todorova V. Biodiversity of the Western Black Sea «Black Sea» MarBEF. Newsletter. Autumn 2007. P. 26–2
37. Strathmann R.R. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume // Limnol. Oceanogr. — 1967. — 12. — P. 411-418.
38. Taguchi S., Ishii H. Shipboard experiments on respiration, excretion and grazing of *Calanus cristatus* and *C. plumchrus* (Copepoda) in the northern Pacific // Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean / Ed. By A.Y. Takenouti. — Tokyo: Idemitsu Shoten, 1972. — P. 419—431.
653. Taylor IV.D., Shuter B.J. Body size, genome size, and intrinsic rate of increase in ciliated protozoa // Amer. Naturalist. — 1981. — 118. — P. 160—172.
39. Tedengren M., Andre C, Johannesson K., Kautsky N. Genotypic and phenotypic differences between Baltic and North Sea populations of *Mytilus edulis* evaluated through reciprocal transplantations. 3. Physiology // Mar. Ecol. Prog. Ser. - 1990. - 59. - P. 221-227.
- 40.. Tenore K.R., Gonzalez N. Food chain patterns in the Ria de Arosa, Spain: an area of intense mussel aquaculture // Proc. 10th Eur. Mar. Biol. Symp. / Ed. By G. Persoone, E. Jaspers. - Ostend: IZWO, 1976. - Vol. 2. - P. 601-619.
41. Thorson G. Reproduction and larval development of Danish marine bottom invertebrates with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Oresund) // Medd. Dan. Komm. Havunders og fisk. Ser. Plankton. — 1946. — 4, N 1. - S. 1-523.