

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра водних біоресурсів та
аквакультури

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «СТАН ЗАПАСІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОМИСЛУ
ЧЕРЕВОНОГОГО МОЛЮСКА РАПАНИ *RAPANA VENOSA*
VALENCIENNES, 1846 В ЧОРНОМУ МОРІ»

Виконала: студентка 2 курсу, групи МВБ – 20
Спеціальності 207 «Водні біоресурси та
аквакультура»
Переверзева Аліна Олександрівна

Керівник док.с-г.н., професор _____
Шекк Павло Володимирович

Рецензент Смірнов Денис Вікторович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Природоохоронний

Кафедра водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти: магістр

Спеціальність 207 «Водні біоресурси та аквакультура»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк П.В.

д.с.-г.н., проф.

“ 28 ” жовтня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Переверзевій Аліні Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Стан запасів та особливості промислу червоного моллюска рапани *Rapana venosa* VALENCIENNES, 1846 в Чорному морі

керівник роботи Шекк Павло Володимирович, док.с-г.н., професор

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

затверджені наказом

вищого навчального закладу від « 18 » жовтня 2021 року № 216 «С»

2. Строк подання студентом роботи 16 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: Робота присвячена дослідженню стану запасів, та перспектив промислу червоного моллюска рапани в північно-західній частині Чорного моря.

Мета роботи: оцінка запасів рапани та рекомендації щодо промислового використання популяції

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

Аналіз наявної в літературі інформації щодо біології, розповсюдження та чисельності та запасів молюска рапани в північно-західній частині моря.

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
	Немає		

7. Дата видачі завдання _____ 28.10.2021 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 літератури за тематикою досліджування. Написання першого розділу магістерської роботи	28.10.21 – 11.11.21	91	Відмінно
2	Оцінка стану популяції рапани в північно-західній частині Чорного моря	12.11.21 – 21.11.21	91	Відмінно
3	Рубіжна атестація	22.11.21- 26.11.21	91	Відмінно
4	Аналіз стану запасів рапани та перспектив її промислу. Написання третього розділу магістерської роботи	27.11.21 – 30.11.21	91	Відмінно
5	Аналіз та узагальнення отриманих результатів дослідження. Формулювання висновків за результатами магістерської роботи	01.12.21 – 04.12.21	91	Відмінно
6	Написання висновків магістерської роботи. Оформлення магістерської роботи.	05.12.21 – 06.12.21	91	Відмінно
7	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	07.12.21 – 09.12.21	91	Відмінно
8	Перевірка роботи зав. кафедрою	10.12.2021		
9	Отримання рецензії	13.12.2021		
10	Перевірка роботи на плагіат	14.12.2021		
11	Підготовка презентації	14.12.2021		
12	Попередній захист роботи на кафедрі	15.12.2021		
13	Надання роботи до деканату	16.12.2021		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		91	Відмінно

Студент _____ Переверзева А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Шекк П.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

СТАН ЗАПАСІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОМИСЛУ ЧЕРЕВОНОГОГО МОЛЮСКА РАПАНИ *RAPANA VENOSA VALENCIENNES*, 1846 В ЧОРНОМУ МОРІ

Переверзєва А.О., магістр кафедри водних біоресурсів та аквакультури

Rapana venosa (Valenciennes, 1846) = *Rapana thomasi* (Crosse, 1861) з'явилась у Чорному морі в 1947 р., в наступний період, поширилася по всій акваторії.

Показано, що в період досліджень, незважаючи на значний антропогенний прес, серйозного погіршення умов існування водних біоресурсів та явищ задухи в акваторії ПЗЧМ не відмічалось.

Природних ворогів рапана в Чорному морі не має, її чисельність обмежує тільки наявність та доступність їжі та промисел.

Встановлено, що розповсюдження рапани в акваторії ПЗЧМ неоднорідно. Більша частина досліджених акваторій характеризувалася щільністю моллюска – 0,1-1 екз./м², хоча на окремих ділянках зустрічалося до 15 екз./м². Скупчення рапан активно переміщуються в межах одного біотопу. В період нересту рапана мігрує до кам'янистих ґрунтів.

Скорочення частки особин рапани старшого віку (8-9 років), є результатом природної елімінації моллюсків.

Дана оцінка загального стану популяції рапани у Чорному морі. Її загальна біомаса сягає 116 тис. т, а максимально стійкий вилов (MSY) оцінюється у 20,8 тис. т.

Промисловий розмір та ліміт вилучення рапани в Чорноморському басейні не встановлюються. Для промислу рапани в ПЗЧМ можна використовувати бімтрал та драгу Хижняка, негативний вплив яких на довкілля та донні біоценози мінімальний.

Ключові слова: рапана, умови середовища, вплив на гідробіонтів, розповсюдження, чисельність, запаси, промисел, знаряддя лову.

SUMMARY

STOCK STATUS AND FISHING CHARACTERISTICS OF THE GASTROPOD MOLLUSC *RAPANA* *VENOSA* (VALENCIENNES, 1846) IN THE BLACK SEA

Pereverz AA, Master of the Water bioresources and aquaculture department

Rapana venosa (Valenciennes, 1846) = *Rapana thomasi* (Crosse, 1861) appeared in the Black Sea in 1947, in the following period, spread throughout the water area. It is shown that during the research period, despite the significant anthropogenic pressure, no serious deterioration of the conditions of existence of aquatic bioresources and suffocation phenomena in the water area of PZCHM was observed.

Rapana has no natural enemies in the Black Sea, its number is limited only by the availability and availability of food and fishing.

It is established that the distribution of rapana in the waters of PZCHM is heterogeneous. Most of the studied waters were characterized by mollusk density - 0.1-1 specimens/m², although in some areas there were up to 15 specimens/m². Rapana clusters are actively moving within a single habitat. During spawning, rapana migrates to rocky soils. The reduction in the proportion of rapana in the elderly (8-9 years) is the result of the natural elimination of mollusks.

An assessment of the general state of the *Rapana* population in the Black Sea is given. Its total biomass reaches 116 thousand tons, and the maximum sustainable yield (MSY) is estimated at 20.8 thousand tons.

The industrial size and limit of rapana extraction in the Black Sea Basin are not set. Bimtral and Khyzhnyak's dredge can be used for fishing for rapana in PZCHM, the negative impact of which on the environment and bottom biocenoses is minimal.

Key words: rapana, environmental conditions, impact on aquatic organisms, distribution, number, stocks, fishing, fishing gear.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. СТАН ДОСЛІДЖЕНОСТІ ПИТАННЯ.....	10
1.1 Розповсюдження рапани в світовому океані та інвазія в Чорноморський басейн.....	11
1.2 Морфологічні особливості моллюска.....	17
1.3 Будова раковини і скульптура зовнішньої поверхні.....	19
1.4 Особливості харчування і перспективи розвитку і розповсюдження рапани в Чорному морі.....	19
2. МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
3.1 Оцінка впливу біотичних і абіотичних чинників на стан водних біоресурсів.....	32
3.1.1 Кліматичні умови району досліджень.....	32
3.1.2 Гідрологічні та гідрохімічні характеристики.....	35
3.2 Гідробіологічні характеристики, які є значними для формування біоресурсів в регіоні.....	39
3.3 Сучасний стан запасів водних біоресурсів і ліміти та прогноз їх припустимого вилову у північно-західній частині Чорного моря	43
3.3.1 Можливості та засоби промислу рапани в північно- західній частині Чорного моря	44
3.3.2 Оцінка запасів та перспективи промислу рапани в ПЗЧМ	51
3.3.3 Розмірно–масовий склад популяції рапани.....	57
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	73

ВСТУП

Рапана *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) = *Rapana thomasi* (Crosse, 1861)) в цей час один з найпоширеніших, відомих і численних видів молюсків які населяють Чорне море. Цей великий (до 18 см в висоту) червононогих молюск з'явився в Чорному морі лише в середині минулого століття [1,2].

Родина рапани моря Далекого Сходу. Найбільш чисельна вона в Японському, Жовтому і Східно-Китайському морях. У Японському морі, її завжди можна знайти на устричних банках, які вона залишає тільки в період розмноження.

У російських водах на Далекому Сході рапана нечисельна, зустрічається лише в найпівденнішій частині Японського моря.

До кінця 1960-х рр. минулого століття цей молюск поширився по всій акваторії Чорного моря, і в 1970-х рр. почалася експлуатація його запасу. Спочатку рапану стали добувати як сировину для сувенірної продукції, а з кінця 1980-х рр. стали заготовлювати і м'ясо.

Оцінити масштаб цього промислу важко, так як рапана вважалася «смітним» видом, небажаним вселенців і обмежень на її вилов (і відповідно, обліку видобутку) практично не було. За експертною оцінкою можна припустити, що тільки біля берегів СРСР в 1970-1980-х рр. щорічно видобувалося від 5 до 15 млн. особин рапани, що становило не менше 1-2 тис. т.

На початку ХХІ ст. Коли в водах Росії офіційно виловлювали перші тонни рапани, в водах України добувалися вже десятки тонн, біля берегів Болгарії тисячі тонн, а біля берегів Туреччини - десятки тисяч тонн молюска.

Відомостей, які характеризують загальний запас рапани в акваторії всього Чорного моря, на жаль, немає, а наявні оцінки у різних авторів різняться на порядок в залежності від методики оцінки яка застосовувалась.

У територіальних водах Росії в 2004-2005 рр. загальний запас рапани варіював від 55 до 63 тис. т, з яких близько 45-50 тис. т становили промислові молюски з висотою раковини більше 50 мм [3-5]. Так як рапана в якості об'єкта промислу довгі роки не входила в спектр обов'язкових рибогосподарських досліджень, її біологія в період ранньої інтродукції та становлення чорноморської популяції практично не вивчена.

Сучасний стан популяції та особливості біології *R. venosa* в північно-східній частині Чорного моря вивчалися М.В. Переладова [1,4]. Однак ці відомості носять уривчастий характер і далеко не повні.

Рапана популярна не тільки завдяки яскравій зовнішності, що контрастує з невеликими і непоказними чорноморськими молюсками, а й за рахунок відмінних смакових якостей м'яса.

Таким чином весь моллюск йде в переробку. З раковини виготовляють різну сувенірну продукцію, а м'ясо використовують, як цінний білковий продукт для виробництва делікатесів. У курортних містах широко продаються сувеніри з раковин рапани, а в меню ресторанів можна знайти найрізноманітніші страви з м'яса рапани. Заморожене м'ясо моллюска стало дохідною статтею експорту в усіх Причорноморських країнах.

В останні роки біологія чорноморської популяції рапани значно змінилася. Відзначаються раннє статеве дозрівання і нерест, осідання личинок на субстрати в товщі води, стирання регіональних морфологічних відмінностей та ін.

На підставі аналізу наявних даних обґрунтовується гіпотеза, згідно з якою зміни в біології рапани відбувалися через зміну лецитотрофного типу розвитку личинок в роки з високим забезпеченням кормом на планктотрофний тип розвитку в роки з низькою біомасою кормового бентосу.

Оскільки в даний час рапана в Чорноморському басейні має велике промислове значення, важливим є вивчення сучасного стану її запасів,

структури популяції і біологічних особливостей виду у водоймі вселення, що і послужило предметом нашого дослідження.

1 СТАН ДОСЛІДЖЕНОСТІ ПИТАННЯ

Біологія і розподіл популяції рапани в акваторії водойми вселення системно не вивчався. У роботах В.Д. Чухчіна описується біологія і розмноження рапани в Севастопольській бухті в 1950-х рр. і зміни бентосу які зазнала донна спільноіа Гудаутської бухти в період масової появи рапани [5,6]. Автор вважає, що рапана є основною причиною загибелі чорноморської устриці.

Аналіз зміни бентосу Гудаутської банки наводиться, також, в роботах І. Д. Старка [8], який також вважає рапану головною причиною зникнення устриць на чорноморських банках.

В більш пізніх роботах з вивчення харчового раціону рапани показано, що устриця не є кращим об'єктом харчування молююска [9,10]. Крім того, на північному заході Чорного моря спалах смертності серед устриць почався ще до масової появи рапани. Таким чином, питання про негативний вплив рапани на поселення устриць Чорного моря до цього часу залишається дискусійним і мабуть воно не мало такого рішучого впливу на їх зникнення, як це вважалося в попередні роки [9].

У 1990-х рр., Коли почалася перебудова чорноморської екосистеми, рапана рідко потрапляла в поле зору дослідників. На тлі таких масштабних явищ, як, спалахи чисельності іншого небажаного чорноморського інтродуцента - гребневика, падіння чисельності і видового різноманіття зообентосу, колапс рибного промислу, доля рапани мало кого цікавила.

Після розпаду СРСР глобальні, системні біологічні дослідження на Чорному морі припинилися майже на 10 років і були продовжені тільки на початку ХХІ ст.

Виявилось, що за цей період в біології рапани відбулися істотні зміни. Незважаючи на те що промисел рапани залишався всі ці роки на мінімальному рівні, чисельність її популяції різко скоротилася, зменшився

максимальний розмір, в спарюванні стали брати участь дрібно розмірні особини і різко знизився коефіцієнт вгодованості.

Ці зміни традиційно стали пов'язувати із загальною деградацією бентосних спільнот і відсутністю для рапани достатньої кількості їжі. Була розроблена концепція сучасної циклічності змін зообентоса, яка пов'язує кліматичні типи року, інтенсивність розвитку гребневика, осідання двостулкових молюсків і їх періодичне виєдання рапаною [10,11].

Відповідно до запропонованої моделі рапана стала для Чорного моря ключовою ланкою, що визначає стабільність донної екосистеми. У ці ж роки неодноразово зазначалося інтенсивне осідання молоді рапани на субстратах в товщі води (особливо на колекторах для вирощування мідій і устриць), харчування іншими молюсками шляхом просвердлювання їх раковини радулою, проникнення рапани в чорноморські лимани і навіть напад рапани на крабів (мережеві і усні повідомлення різних авторів).

Докладний аналіз деяких особливостей біології і внутрішньовидової диференціації рапани зроблений І. П. Бондарєвим, проте вони стасуються переважно особливості морфогенезу раковини і в меншій мірі причин змін в біології та відтворенні, що відбуваються [11]. Особливості біології, вікової структури популяції, морфології і еології молюска присвячені роботи [11-18,19-23].

1.1 Розповсюдження рапани в світовому океані та інвазія в Чорноморський басейн

Поява рапани в Чорному морі досі точно пояснити не вдається. Є.І. Драпкін, випадково виявив рапану в Новоросійській бухті в 1947 р і повідомив про свою знахідку на сторінках журналу [1-2]. Він припустив, що молюск випадково потрапив в Чорне море разом з баластними водами суден.

У рапани достатнє тривала плаваюча личиночна стадія - до декількох тижнів, завдяки чому личинки не осідали в суднових танках.

Однак, таке пояснення наврядчи можна вважати задовільним. Важко уявити, щоб судно з Японського моря пройшло південним шляхом, через Індійський океан і Суецький канал, без зупинок. Крім того, баластні води необхідні для збереження постійної осадки судна, а при переході через Суецький канал з Червоного моря в Середземне, а тим більше в Чорне море, солоність яких (і відповідно щільність води) набагато нижче, відкачується значний об'єм баластних вод. Тому, можна було очікувати появи рапани спочатку в Середземному або західній частині Чорного моря.

Проте, швидше за все молюск дійсно спочатку виявилася в районі Новоросійська, а потім його популяція поширилася на захід.

Оселившись в Чорне море, вид швидко захопив всю його акваторію, майже повністю знищивши устриць. Широко відома історія зникнення Гудаутської устричної банки. Однак рапана виявилася дуже пластичною і незабаром перемкнулася на харчування іншими двостулковими молюсками, зокрема мідіями і венерідами. Це, ймовірно, сприяло її швидкому поширенню в Чорному морі.

Через кілька років рапана проникла в Азовське і Середземне моря. У наступні роки інтервенція молюска продовжилася. Він поступово захоплював все нові акваторії і регіони.

У літературі стали з'являтися повідомлення про знаходження *R. venosa* то в акваторії поблизу Нової Зеландії (мертві раковини були знайдені в 1972 р), то в Північному морі (на початку 1990-х рр.). Однак ніде за межами свого ареалу, який тепер включав крім далекосхідних, Чорне, Азовське і Середземне моря, вид не утворював стабільні популяції, здатні до самовідтворення.

Влітку 1998 року фахівці Віргінського інституту морських досліджень (США) під час тралень в гирлі Чесапикської затоки виловили дві великі

особини невідомого червононогих молюска і послали їх для визначення в Музей природної історії у Вашингтоні.

Фахівці музею визначили їх як *Rapana venosa*. Оскільки розведення устриць в Чесапікській затоці традиційно важлива галузь бізнесу штату, не дивно, що знахідка цього хижого молюска, який становить потенційну небезпеку для устричних ферм, викликала серйозне занепокоєння.

Проблема рапани на деякий час зайняла перші смуги в місцевих газетах. Всі здобуті в Чесапікській затоці екземпляри рапани відрізнялися дуже великими розмірами, до 15 см, що, судячи з темпів зростання виду в Японському і Чорному морях, свідчить про те, що популяція в затоці існувала не менше 10 років.

Спочатку чорноморські рапани також були вельми великими і дуже походили на своїх родичів з Японського моря, проте досить скоро їхні розміри стали меншими, а молюски, значно швидше, при менших розмірах раковини, досягати статевої зрілості.

Через короткий час виявилось, що рапана досить численна і широко розповсюджена в затоці, проте, на щастя, як і в Чорному морі, молюск перейшов від харчування устрицями до поїдання інших двостулкових молюсків.

У Чесапікській затоці основною жертвою рапани став промисловий, хоча і значно менш цінний, ніж устриці, вид - великий (60- 90 мм) з товстою і міцною раковиною двостулковий молюск мерценарія (*Mercenaria mercenaria*). Цих двустворок рапани відкривають м'язовим зусиллям ноги.

У більш дрібних (в Чорному морі) вони просвердлюють отвір в місці змикання стулочок і потім виїдають м'ясо жертви.

Таким чином, в Чесапікській затоці протягом декількох років непомічено існувала життєздатна популяція рапани, здатна до самовідтворення у водоймі вселення.

Генетичний аналіз, проведений фахівцями Віргінського інституту, показав, що рапана потрапила сюди з Чорного моря. У порівнянні з іншими її

подорожами кидок через Атлантику можна вважати прогулянкою. В даному випадку проникнення виду в затоку з баластними водами здається значно більш ймовірним, тим більше що існує активне судноплавство між Чорним морем і Чесапикською затокою.

Не минуло й року, як з'явилося повідомлення про те, що рапану виявили в Уругваї (Південна Америка). Так що подорож цього равлика по світу поки не закінчилося.

Слід зазначити, що зазвичай рапану виявляють в тому чи іншому регіоні значно пізніше її інтродукції, адже приваблюють увагу великі особини, віком не менше п'яти – шести років. Тому не виключено, що сучасний ареал рапани вже є значно більшим ніж ми це вважаємо.

Широке поширення рапани по акваторії Світового океану (так чи інакше пов'язане з судноплавством), що унікально для великих червононогих молюсків.

Аналогічний випадок стався з видом *Ocenebra inornata* тієї ж родини мурексових. Материнський ареал розповсюдження цього молюска – Східно-Китайське та Японське моря. Його основна їжа, як і у рапани – устриці. Під час інтродукції тихоокеанської устриці він був занесений спочатку на північно-східне узбережжя США (відзначений в 1976 р.), а потім до Франції (2000 р.). Цей молюск значно дрібніший за рапану, не більше 3-4 см в довжину.

Крім біологічних загадок з рапаною пов'язана і одна історична. В першій половині XIX століття у 1836 р. з Гавра (Франція) вирушила навколосвітня експедиція на борту фрегата «Венус» під командуванням капітана А.А. дю Петітуара.

Експедиція тривала протягом трьох років. З 9 по 25 липня 1837 р. фрегат знаходився в Гонолулу на Гавайях, а потім відправився на Камчатку. 30 серпня корабель ошвартувався в Петропавловську, де знаходився до 15 вересня, а 18 жовтня він уже був у Сан-Франциско [11-17, 22-29]..

В офіційній літопису експедиції проте немає ніяких відомостей про стоянках по дорозі. Під час експедиції суднові хірурги Неба і Лекланше, зібрали зоологічну колекцію, в тому числі близько 400 видів (понад 1500 примірників) Моллюсків.

У 1840 р. колекція моллюсків була передана в Музей природничої історії в Парижі, де зберігається до цих пір.

У 1846 р. був опублікований Зоологічний атлас моллюсків, в якому відомий французький зоолог А. Валенсієнн привів дуже високоякісні, розфарбовані вручну зображення 86 видів, з них 62 - нових для науки. У підписах вказувалися лише назви видів, але не наводилося ніяких даних про їхнє поширення і походження примірників. Пізніше повинні були бути опублікований опису нових видів, але цього так і не відбулося.

Серед нових видів виявилось три з російських вод (зауважте, що «Венус» був тільки на Камчатці). Два з них - дійсно живуть в Авачинській губі, а ще один відома нам рапана (яка, щоправда, описана під двома назвами - *Purpura venosa* і *Purpura marginata*).

Як ми знаємо, рапана поширена на північ тільки до Примор'я, так що в збори «Венус» вона потрапити не могла. І найцікавіше – якщо на етикетках інших моллюсків з Камчатки чітко вказано «Авача», то на етикетці рапани відсутні будь які відомості про місце збору. Причому екземпляри свіжі, явно зібрані живими [31-37].

Виникає питання, звідки ж могли потрапити ці раковини в розпорядженні експедиції і чи дійсно вони були зібрані нею?

Ймовірно, моллюски були зібрані іншою експедицією і лише помилково включені в Атлас Валенсієнном але, ніяких відомостей про таку експедицію знайти не вдалося.

Можливо, що «Венус» мав секретне завдання, для виконання якого він таємно відвідував або Південне Примор'я (тоді практично не населене), або Корею? Інтерес французького військового міністерства до нових заморських територій в ХІХ столітті відомий.

Для Чорного моря характерна наявність практично повного набору факторів, що визначають його високу інвазійність і сприяють внедренню видів-інтродуцентів [30]. Це призвело до появи в екосистемі Чорного моря значного числа чужорідних видів [8, 30, 32].

Негативні наслідки вселення ряду інтродуцентів стали помітними відразу після інвазії. Одним з видів-інтродуцентів, який істотно порушив біологічне рівновагу екосистеми Чорного моря, є рапана (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) [50].

Цей червононогий молюск має комплекс властивостей, що забезпечують йому успішну інвазію:

- 1) особливості біології виду, що сприяють прискореному розселенню;
- 2) швидкі темпи розвитку і досягнення репродуктивного віку;
- 3) мала кількість ворогів в новому місці помешкання;
- 4) висока продуктивність [23, 48].

До цього переліку слід додати, що вселенець, як правило, займає вільну екологічну нішу і має високу адаптивність [7].

Про надзвичайну пристосованість і пластичність рапани свідчить її вселення в різні регіони Світового океану [39].

Рапана характеризується стійкістю до гіпоксії і забруднення середовища [28, 50], евригалінністю і Еврітермністю [5, 8, 42, 50]. Крім того, особини цього виду здатні до тривалого голодування [8], дуже стійкі до паразитарних інвазій [5] і мають високу пластичність щодо споживаної їжі [29, 31, 46].

У північно-західній частині Чорного моря основним джерелом харчування рапани є мідія (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) [16]. Є спірне, на наш погляд, пропозиція про використання мідійних маригосподарство для розведення рапани [9].

Для оцінки впливу рапани на популяції промислових двостулкових молюсків Чорного моря істотний інтерес представляє зіставлення екологічних властивостей зазначених видів молюсків, що складають

конкуруючі ланки трофічного ланцюга. Такий аналіз показує яку харчову нішу займає рапана в Чорноморському басейні і з якими гідробіонтами вступає в харчову конкуренцію.

1.2 Морфологічні особливості молюска

Раковина рапани сферична, коротка і з великим завитком. Колір варіює від сірого до червоно-коричневого з темно-коричневими смугами на спіральних ребрах [1, 29-37, 67-70]. Зсередини раковина яскраво-помаранчева (рис.1.1).



Рис. 1.1 – Зовнішній вигляд рапани *Rapana venosa* Valenciennes, 1846

Діаметр мушлі чорноморської рапани може досягати 120 мм. Основна її їжа – дрібними двостулкові молюски. *R. venosa* досягає статевої зрілості у віці 2 років. Нерест зазвичай триває 15-20 діб, з початку липня до середини

серпня. У кладці міститься 100-500 коконів, які мають форму стручка, білого або світло-бузкового кольору, в кожному коконі від 200 до 1000 яєць [1, 3, 56-67]. Довжина одного кокона від 15 до 42 мм (рис. 1.2).

Тіло рапани, як правило, асиметричне. Раковина добре розвинена, спірально закручена, формується за участю мантиї і являє собою вапняне утворення.



Рис. 1.2 – Яйця – кокони рапани *Rarapa venosa* Valenciennes, 1846

Мушля рапани має три основних шари [1, 3]:

- зовнішній (утворений особливими білковими речовинами);
- середній - порцеляновий, або призматичний (утворений вапном);
- внутрішній - перламутровий (також вапняний).

Нога добре розвинена, мускулиста, з широкою підошвою, яка рясно зволожена слизом, що виділяється шкірними залозами. Завдяки такому пристрою ноги, рапана може пересуватися навіть по абсолютно гладких поверхнях. У разі небезпеки тварина ховає в раковині голову і ногу, при втягуванні останньої кришечка закриває устя раковини.

1.3 Будова раковини і скульптура зовнішньої поверхні

У будові раковини всіх черевоногих молюсків прийнято виділяти кілька елементів. Нами представлено типову будову черевоногих молюска [4, 19-23, 78-98].

Завиток утворений верхніми оборотами раковини. Останній оборот раковини відкривається гирлом. Верхня частина завитка закінчується вершиною. На ній часто виявляється зародкова раковина. Шов являє собою кордон між двома оборотами. Устя раковини прикрите кришечкою. Вона може бути вапняної або рогової і зазвичай має конічну, округлу форму [1,3,4, 8-19].

Основне призначення раковини рапани – захист життєво важливих органів і м'якого тіла в цілому від впливу зовнішнього середовища. При цьому раковина повинна дозволити максимально ефективно здійснювати життєдіяльність організму і надійно захищати м'які частини молюска від можливих хижаків.

Раковина оснащена горбками і шипами, розташованими на плечі і найбільш потужних спіральних ребрах. Утворення шипів відбувається без помітного уповільнення інтенсивності росту раковини [33-65].

1.4 Особливості харчування і перспективи розвитку і розповсюдження рапани в Чорному морі

Сьогодні черевоногих молюск рапана є одним з найбільш екологічно значущих мешканців бенталі Чорного моря. У материнському ареалі *R. venosa* воліє до розпріснених зон морів північно-західної частини Тихого океану.

У Японському морі *R. venosa* можна знайти на устричних банках, які він залишає тільки в період розмноження. Спочатку в Чорному морі рапана

також спочатку виявлялася переважно на устричних банках і навіть вважалася основним фактором зникнення устриць *Ostrea edulis* L., 1758 (Ostreidae) в Чорному морі [19-21, 47,56].

Інвазія рапани в чорноморський басейн на початку 1940-х років [10, 12] дійсно збіглася за часом з деградацією і подальшим зникненням устричного біоценозу в Чорному морі.

Незважаючи на те, що основною причиною загибелі устричного біоценозу є процеси замулення [23-25] і, ймовірно, епізоотії [1], але не виключено, що рапана могла зіграти фатальну роль для окремих популяцій устриць [2, 4, 80-97].

Після зникнення устриць рапана «переключилася» на харчування мідією *Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819 (Mytilidae) [2, 8], яка до цього часу є основою її раціону в багатьох районах Чорного моря.

В кінці 1980–1990-х рр., Коли Мідійний біоценоз на величезних просторах шельфу Чорного моря знаходився в кризовому стані, рапана була змушена перейти на більш дрібні об'єкти харчування.

Основним харчовим об'єктом для рапани в цей час стала венеріда *Chamelea gallina* (L., 1758) (Veneridae) [2, 5].

Будучи активним хижаком, рапана може істотно впливати на біоценози фільтраторов, виїдаючи ценозообразуючих молюсків, масових і супутніх видів.

Спектр харчування рапани крім двостулкових включає і деякі види черевоногих молюсків, яких вона паралізує отрутою гіпобранхіальної залози, виїдаючи їх м'яке тіло радулою за допомогою хобота. Дорослі особини для відкривання стулок жертви використовують м'язову силу ноги, а молодь здатна просвердлювати в раковинах жертви круглі отвори (рис. 1.3).

Цьоголітки рапани можуть їсти баянусів *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854). В акваріумі рапани поїдають двостулкових молюсків Родин: *Mytilus*, *Ostrea*, *Venus*, *Cardium* і черевоногих молюсків *Patella* [9, 10, 99-100].

Список гастропод – жертв рапани включає і Calyptraeidae (*Calyptraea chinensis* L., 1758).



Рис. 1.3 – Мушлі мідії *Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819 з отворами, просверленими рапаною

Крім венерід, кардіід і мітілід серед двустворок молюсків, об'єктів харчування чорноморської рапани виявлені представники Scrobiculariidae (рід *Abra*), а також Mastridae (*Spisula subtruncata* da Costa, 1778), яких знаходили в раціоні рапани яка мешкала на піщаних ґрунтах на глибині 5-12 м з районі Севастополя (Блакитна бухта).

У придунайському районі одним з основних об'єктів полювання рапани є *Mya arenaria* (Myidae). Набагато рідше в список об'єктів харчування рапани потрапляють: Pectinidae *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889), Solenidae *Solen vagina* L., 1758 (б. Кругла, 2,5-3.0 м). Останні

два види більш рідкісні в Чорному морі і менш доступні для рапани в силу особливостей їх біології.

У р-ні м. Опук в 2002-2004 рр. основним об'єктом харчування рапани була *Anadara kagoshimensis* (Arcidae) [60-69] (більш широко відома в літературі по Чорному і Середземному морях як *Anadara inaequalvis*. У 2005 р. анадари в цьому районі практично зникла, можливо, через задуху, а рапана харчувалася переважно *Donacilla cornea* (Mesodesmatidae), що мешкає на мілководді близько до урізу води на глибині до 1.5-2 м [11].

В інших регіонах світу список видів-жертв рапани також переважно складається з місцевих, а також інвазійних двостулкових моллюсків – фільтраторів [14-19, 78-98].

Рапани можуть харчуватися також падлом. В акваріумі вони поїдають м'ясо мідій, устриць, мертвих риб і крабів [10, 90-97]. У природному середовищі біля берегів Криму (Карадаг), рапана харчувалася мертвою рибою і крабами.

За результатами натурних спостережень в Чесапикській затоці (атлантичне узбережжя США) [15, 60-78] і районі Cesenatico (Emilia-Romagna, Italy) рапана, на відміну від інших мурексових, не харчується трупами [19]. Можливо, це пов'язано з достатньою кількістю двостулкових моллюсків, що дозволяє рапані не вдаватися до нетрадиційної дієти.

Згаданий випадок канібалізму [11, 90-91] в р-ні м. Опук не можна повністю виключати. Разом з тим таке твердження викликає сумнів, оскільки більше ніде і ніколи випадки канібалізму не відзначалися, навіть в умовах явного дефіциту їжі, а в зазначеному районі за наявними даними об'єктів доступних для рапани харчування вистачає.

Одного разу був зафіксований випадок, коли більший екземпляр (L-74 мм) рапани утримував всередині раковини значно більш дрібну особину (L-34мм), як це характерно для жертви. Однак після вилучення дрібної особини виявилось, що вона не має видимих пошкоджень м'яких

тканин і є самкою віком 4 роки, яку одновозрастній більший самець утримував, очевидно, в процесі спарювання.

Зазвичай спаровуються особини рапани знаходяться поруч гирлом один до одного, але істотні відмінності в розмірах обумовлюють необхідність утримування всередині гирла для ефективного запліднення.

Незважаючи на те, що спектр харчування рапани дуже різноманітний, можна говорити про наявність харчових переваг у цього виду.

Коли рапанам в акваріумі давали одночасно мідій і устриць, вони явно воліли до перших. Це можливо пояснюється тим, що раковина мідій тонше, ніж раковина устриць і рапанів легше в неї проникнути [10].

Оскільки в нативному ареалі і на початковому етапі адаптації в Чорному морі рапана мешкала переважно на устричних банках, можна припустити, що вибір на користь мідії свідчить про вироблення переваг, а не тільки простотою відкривання мушлів цих двустулкових молюсків. Це підтверджують натурні спостереження, які свідчать, що рапана залишається на поселеннях венерід при сусідстві з мідією.

У складі харчування рапани в 1988-1994 рр. в північно-східній частині Чорного моря відзначено переважання *C. gallina* (90%) над *M. galloprovincialis* (10%) розміром не менше 10 мм [5, 56-78]. Схожа картина має місце і в інших районах Чорного моря.

На локальних поселеннях скельної мідії відзначаються тільки поодинокі особини рапани, в той час як на кордоні піску зі скелями рапана масово харчується *C. Gallina*.

Уподобання спостерігаються як по об'єктах харчування, так і за їх розмірами. Біля мису Опук рапана також демонструвала селективність в об'єктах харчування, активно поїдаючи *D. cornea* і не звертаючи уваги на досить велику мідію, яка в значних кількостях перебувала на прибережних скелях і валунах у видаленні 200 метрів від скупчення. В цей же час на інших валунах, що знаходяться на схід від, було скупчення дрібних (9-50 мм) рапан,

що харчуються цьоголітками мідії і дрібними гастроподами, а також ракоподібними [11, 56-97].

Розмірний спектр донацілл, виявлений в рапанів, був дещо іншим, ніж в поселенні в піску. У популяції особини розміром 6-14 мм становили 29.1%, а в рапанів більшого розміру тільки 12.2%.

У популяції модальна група була 15-16 мм, а в рапанів модальної групою були раковини 17-18 мм. В природній популяції особини максимальних розмірів 19-21 мм становили всього 1.1%, а в раціоні рапан - 12.2%. Це демонструє наявність в харчуванні рапани селективності за розміром жертв, з перевагою найбільш великих особин донацілл [11, 78-100].

У північно-західній частині Чорного моря (р-н о. Зміїний) *M. galloprovincialis* залишається основним об'єктом харчування рапани, тому біоценоз мідії в цій акваторії серйозно потерпає від хижака [20, 76-78].

У Середземному морі біля берегів Італії було поставлено експеримент по виявленню харчових переваг рапани, в якому використовувалися три види двостулкових молюсків: *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) (Veneridae), *M. galloprovincialis* і *Anadara inaequalis*. Перші два види є об'єктами комерційного промислу, а останній вид - вселенець вважається небажаним елементом екосистеми, оскільки витісняє аборигенні види молюсків.

Експеримент, проведений в природному середовищі. Відібраних особин рапани розміром 99-110 мм і більше та перелічених двостулкових молюсків в кількості 20, 10 і 20 екземплярів, відповідно, утримували у спеціальному боксі, який був встановлений безпосереднє на дні.

Уподобання в харчуванні двостулковими молюсками аналізувалося за двома розмірним класам (SC): *R. philippinarum*, *A. inaequalis* SC1 = 15-30 мм (по 10 екз.), SC2 = 31-45 мм (по 10 екз.), *M. galloprovincialis* SC1 = 20-60 мм (5 екз.), SC2 = 61-90 мм (5 екз.).

Тестовані 8 екз. *R. venosa* були поміщені в центрі боксу таким чином, щоб хижак був рівновіддалений від кожного з розмірних класів двостулкових

молюсків. Досвід показав, що рапана воліє особин малорозмірних класу (15-30 мм) *R. philippinarum*, *A. inaequalvis*, при цьому явну перевагу було віддано анадарі [19, 78-79].

Оскільки для даного району досліджень анадари є небажаним вселенців, конкуруючим з аборигенними видами, то встановлену перевагу оцінено як позитивний ефект впливу на екосистему вселенця-хижака рапани [19].

Однак з огляду на інтенсивність харчування, легкість переходу з одного об'єкта на інший, високу репродуктивну здатність і можливість розселення за допомогою планктонної личинки не можна недооцінювати потенційну небезпеку рапани для сформованого або зміненого біоценозу молюсків - фільтраторів.

Встановлено, що кожна особина *R. venosa* з'їдає в середньому одного двостулкового молюска на добу [18-19]. Ніяких змін в інтенсивності харчування протягом 24 годин не було зафіксовано, що призводить до висновку про безперервність добового циклу харчування рапани.

Свіжа мідія вагою 0.92-2.19 г повністю перетравлюється рапаною масою 47 г протягом 6-8 годин. *R. venosa* з довжиною раковини (SL) 67.5 мм з'їдає 2.5 г *M. galloprovincialis* за 160 хвилин (2.7 години) [18-34].

Великий дорослий екземпляр рапани розміром 140 мм здатний повністю виїсти молюска довжиною раковини 80 мм менше ніж за 1 годину [25-34].

Такі темпи і обсяги харчування є причиною руйнації мідійного біоценозу в різних районах Чорного моря.

Дослідження у о. Зміїний, проведені в 2004-2012 рр., Показали істотне зниження запасів *M. galloprovincialis* за рахунок хижацтва *R. venosa*, кількість якої сягала 120 екз./м², а біомаса - 8.1 кг/м². Загальна площа поселення мідії в районі досліджень скоротилася з 78 га в 2004-2006 рр. до 19 га в 2009-2012 рр., а біомаса знизилася з 8300 т до 3700 т, відповідно [20].

Дані по різних районах проживання *R. venosa* показують, що крім селективності рапана демонструє і консерватизм в харчуванні. Можливо харчові переваги можуть вироблятися на базі звикання до певного виду харчування або вироблення механізму вилучення, специфічного для конкретного виду, і тоді можна говорити про прояв консерватизму. Консерватизм виражається в тому, що рапана вважає за краще залишатися в межах одного біоценозу, незалежно від наявності інших об'єктів харчування поблизу.

Вибірковість рапани спектру за розмірами жертв, ймовірно, визначається відповідністю їх харчовим перевагам хижака.

У свою чергу, розмір особин рапани безпосередньо залежить від розміру жертв. Дослідження в бухтах Севастополя в 2015 р. показали, що найменший розмір рапани (модальний розмірної групи - 46 мм) відповідає району Блакитної бухти, де розміри жертви - *C. gallina* найменші (модальний розмір - 12 мм).

При тому ж об'єкті харчування, але більшого розміру, розміри хижака також більше. У бухті Круглій модальний розмір *C. gallina* - 21 мм, а *R. venosa* - 63 мм. Найбільшого середнього розміру (82 мм) рапана досягає в популяції, що мешкає на мідійному поселенні в Стрілецькій бухті. Модальний розмір *M. galloprovincialis* на обстеженій ділянці склав 38 мм. Таким чином, в різних районах Чорного моря формуються різнорозмірні екоморфи. Фенотипічно різні локальні просторово розділені популяції складають метапопуляцію рапани [2,3, 24-27, 67-78].

Селективність і консерватизм в харчуванні є значимими факторами при формоутворенні, яке може розглядатися як основа дивергентного механізму в еволюції виду *R. venosa*.

«Всеїдність» дозволяє рапанів легко адаптуватися до нових умов проживання з невідомими для неї раніше об'єктами харчування. Особливості розмноження не дозволяють штучно обмежувати поширення рапани. Тому в

найближчій і віддаленій перспективі рапана буде присутній в екосистемі Чорного моря.

Небезпека для біоценозів фільтраторов можуть представляти спалаху чисельності *R. venosa*, а в екологічно проблемних районах і просто її наявність.

Особливості харчування однозначно говорять про нерентабельність культивування рапани. Спроби обґрунтувати промислове розведення рапани в Чорному морі є економічно не виправданими і екологічно неприпустимими.

Можливо, саме цим пояснюється висока інвазивність рапани і виражена депресія ця інших видів (устриць і мідій) в умовах Чорного моря. Відомо, що рівновага в системах «хижак-жертва" не установлюється миттєво і автоматично. Воно встановлюється в результаті тривалої адаптації видів один до одного і до середовища свого проживання, таким чином, що природні вороги не знищують повністю популяцію своєї жертви.

Коли в екосистемі з'являються види з інших спільнот, рівновага між популяціями, часто, виявляється неможливим. Для встановлення рівноваги між популяціями хижака і жертви необхідна наявність відмінностей хижаків і жертв за їхньою плодючістю, адаптивній реактивності і швидкості накопичення інадаптивного вантажу [20-34].

Зіставляючи екологічні властивості рапани і мідії можна відзначити наступне:

- 1) у своїй екологічній ніші рапана як хижак не має в Чорному морі конкуруючих з нею видів;
- 2) інші види, що харчуються двостулковими моллюсками, істотно не впливають на харчову базу рапани;
- 3) Даний червононогих моллюск в дорослому стані не має в досліджуемій акваторії ворогів (не враховуючи людини);
- 4) пелагична стадія розвитку рапани знаходиться в практично рівному становищі з мідією;

5) биотичний потенціал рапани можна порівняти з таким мідії. Одна сам-ка рапани продукує за сезон 180-400 тис. яєць [5, 15-36], плодючість мідії з-ставляють 2-10 млн. яєць [33-37]. Однак у рапани запліднення внутрішнє, у мідії - зовнішнє, що значно знижує його ефективність.

Наявні данні дозволяють зробити висновок, що в північно-західній частині Чорного моря чисельність вижившої молоді мідії від кількості вимітаних самками яєць становить лише 0,0005% [33, 45], тобто не більше 5000 особин від однієї самки.

Яйця і личинки рапани мають захист у вигляді пурпура [28, 76-78]. Завдяки досить високій рухливості, розвиненій мускулатурі рапани для розтину стулок двостулкових молюсків, наявності паралізуючої отрути і свердлючого апарату, є вельми успішним мисливцем.

В разі виснаження основний трофічної бази, рапана, здатна легко переходити на інші джерела їжі.

Рапана, як і мідія, добре переносить значні коливання солоності. Стійкість до такого важливого фактору в північно-західній частині Чорного моря як замори у рапани вище, ніж у мідії. Все це свідчить про те, що в цілому рапана не поступається мідії за своїми адаптивним можливостям, а дещо перевищує їх.

Формальний аналіз відомого рівняння Лотки-Вольтерри на основі вищеприписаного співвідношення властивостей хижака і жертви, показує, що в такій системі неможливо стабільно - рівноважний стан [2, 60-76].

В системі з низьким видовим розноманіттям (а такою є північно-західна частина Чорного моря) при значному биотичному потенціалі і високій пристосованості хижака виникають коливання дуже великої амплітуди і її практично неможливо повернути до стабільного стану.

Дійсність підтверджує цей висновок. Поява в Чорному морі такого чужорідного виду як рапана не тільки призвело до знищення в багатьох регіонах аборигенних промислових двостулкових молюсків, але і стало

однією з найважливіших причин порушення донних біоценозів з усіма витікаючими з цього наслідками [6, 10, 11, 47, 78-90].

2 МАТЕРІАЛІ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкти дослідження - рапана чорноморська. Дослідження включали аналіз вікового, статевого та розмірного складу чорноморської рапани. Морфометричні визначення проведено за такими Показники: висота мушлі (H), ширина (діаметр) мушлі (W), апікальний кут (α), маса моллюсків Із Мушля (M_1), маса мушлі (M_2), сира маса м'якого тела з нутрощами (M_3), маса їстівної частини (M_4). Також досліджені показателі, що відображають масивність мушлі, габітус моллюсків, відношення устя до висоти мушлі та відношення устя до його висоти, визначили вгодованість рапани в досліджуваній супраліторалі Чорного моря. Вік моллюсків визначили за річними віковими мітками на поверхні мушлі.

Дослідження морфологічних ознак проведено з допомогою штангенциркуля (вимірювання з точністю до 0.1 мм) и лабораторних вагів (вимірювання з точністю до 0.1 г).

Моллюсків для проведення досліджень відбирали з уловів бім тралу, або драги Хижняка, а також збирали вручну безвиборочним способом на кам'яній гряді Одеської затоки в районі Малого Фонтану в 50 м від берега на глибині 5-7 м., та в інших районах північно-західного Причорномор'я.

Збір моллюсків (мідії та рапани) проводили з травня по вересень 2019-2020 рр. Температура повітря в період збору моллюсків складала від 15 до 28°C, температура поверхневого шару води коливалась від 14 до 25° С, на глибині в місці розташування моллюсків вона в середньому складала 11°C.

Всього було досліджено понад 850 живих особин кожного виду з одного біотопу. Температуру контролювали за допомогою електронного термоіндикатора LogTag.

Середньодобова температура становила $+22,6 \pm 0,05$ ° С з коливаннями в інтервалі від 20,6° С до 23,7°C.

Лінійні розміри вимірювали за допомогою штангенциркуля з точністю до 0,1 мм, масу визначали на електронних вагах з точністю до 0,1 г.

У мідій вимірювали довжину раковини (L), загальну масу (ММ- Σ), масу раковини (ММ-Р) і сиру масу м'якого тіла мідій (ММ-МТ).

У рапан визначали висоту (H) і ширину (діаметр) раковини (W), загальну масу з раковиною (МР- Σ), масу раковини (МР-Р) і сиру масу м'якого тіла (МР-МТ).

Проведено також аналіз даних, зібраних в ході підводних спостережень та тралового лову рапани в Чорному морі за період з 2017 по 2019 рр.

В ході цих досліджень були отримані дані з розмірно-масових характеристик рапани та її розподілу (вибірка близько 150 особин) в прибережній зоні моря від м. Чорноморське до с. Лебедівка. Проби відбиралися з використанням лёгководолазного спорядження на скелях і піщаному ґрунті від урізу води до глибини 13 м, а також з уловів трала.

Проби молюсків відбиралися на всіх типах ґрунтів в діапазоні глибин від урізу води до 46 м з використанням лёгководолазного спорядження і тралів різної конструкції.

При проведенні суднових бентосних зйомок для відбору проб використовувалися дночерпач Петерсена з площею облову 0,025 м² і драгу Хижняка з шириною захвату 1 м, оснащена мереживим полотном з вічком 5 мм.

Драгування проводили на відстані до 1 милі від берега в районі розташування банок.

Сучасний стан популяції та особливості біології рапани (*Rapana venosa*) мідії наглубіне від 40 до 60 м. Час драгування варьировало від 5 до 15 хвилин. У період з 2018 по 2020 рр. спостереження за рапанів походились в різних точках у прибережній зоні північно-західної частини Чорного моря.

Для вилучення тіла рапан з раковин використовували метод глибокої заморозки (до -28°C), після чого моллюсків відтавали і м'яке тіло витягали з раковини.

При аналізі габітусу рапан визначали такі показники, як відношення ширини раковини до її висоти ($W/H \times 100\%$), відношення сирої маси м'якого тіла до загальної маси тварини ($(MP-MT/MP-\Sigma) \times 100\%$), коефіцієнт вгодованості

$$(K = 100 \times MP - MT / H^3, \text{ де}$$

$MP - MT$ - маса м'якого тіла в г,

H - висота раковини - в см),

Вік визначали за річними нерестовим мітками на раковині [27, 28]. Так як перша нерестовий мітка утворюється у віці 2+, до певного на раковині числу нерестових міток додавали 2 роки.

Порівняння кривих смертності досліджуваних видів моллюсків і динаміки змін розмірно-масових показників проводили на підставі критерію χ^2 [1].

Дослідження зоопланктону проводили у поверхневому горизонті води. При цьому 100 літрів води профільтровували через конус, виготовлений з млинного газу (№ 50). Для дослідження вертикального розподілення, біомаси і видового складу зоопланктонного співтовариства використовували сітку Апштейна (газ-сито № 50). Обловлювали всю товщу води від дна до поверхні. Відбір проб у поверхні проводили за допомогою сітки Джеді.

Статистичний обробка Отримання результатів виконан в середовищі MS Excel [14, 66-87].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Оцінка впливу біотичних і абіотичних чинників на стан водних біоресурсів

3.1.1 Кліматичні умови району досліджень

Клімат регіону формується під впливом як середземноморських, так і континентальних повітряних мас помірних широт, та характеризується як помірно теплий, відносно сухий.

Кліматичні умови періоду кінця 2018 року - літа 2020 року були загалом наближені до середніх показників за багаторічний період. Температурні коливання відповідали сезонам року. Аномальних гідрометеорологічних явищ не спостерігалось. Як і у попередні роки в червні встановилася аномально спекотна погода. Опади, в основному, спостерігалися рідко і були короткочасними.

Таблиця 3.1 - Статистика погоди в Одеському регіоні ПЗЧМ у 2019-2020 рр.*

Місяць, рік	Температура повітря (Т), °С			Атмосферний тиск (P0), мм рт. ст.	Сумма опадів (RRR), мм	Кількість днів з опадами
	середня	min	max			
1	2	3	4	5	6	7
Лист. 2019	4,3	-5,8	12,8	766	27	11

Продовження табл. 3.1						
1	2	3	4	5	6	7
Груд. 2019	0,9	-8,0	7,7	761	30	23
Січ. 2020	-0,2	-9,9	9,8	755	55	22
Лют. 2020	2,7	-8,5	15,2	762	16	10
Бер. 2020	6,7	-4,2	19,2	759	10	8
Квіт. 2020	9,8	2,5	22,0	760	37	10
Трав. 2020	16,6	6,3	26,4	755	40	14
Черв. 2020	24,8	16,5	32,5	758	31	13
Лип. 2020	22,8	15,3	31,1	756	11	11

**за даними гр5.ua*

Мінімальна температура повітря спостерігалась в січні –лютому. В окремі періоди вона опускалась до -4°C . Максимальна температура припадала на липень – серпень – $26,0^{\circ}\text{C}$. Вцілому температурний режим регіону мало відрізнявся від такого в попередні роки (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Середня температура повітря за місяцями, $^{\circ}\text{C}$ *

Температура	Місяці												Середнє річна
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середня	-1,7	-1,0	2,6	9,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4	10,1
Денна максимальна	1	1	5	12	19	24	26	26	21	15	8	4	14
Нічна мінімальна	-4	-4	0	6	12	16	18	17	13	8	3	-1	7

**за даними гр5.ua*

Найбільша кількість опадів відмічалась в липні та грудні. В цілому за рік опади не перевищували 464 мм. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Середня кількість опадів, мм

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	В цілому за рік
Опадів, мм	42	41	31	34	39	42	49	34	36	26	42	48	464

Як і в попередні роки в регіоні в весняно-літній період переважали південні та південно-східні вітри. Восени і в зимовий період – північні, західні і північно-західні вітри. Дні зі штильовою погодою не перевищувала 2% від загальної кількості (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Повторюваність вітру різних напрямків, %

Напря м вітрів	Північний	Північно- Східний	Східний	Південно- Східний	Південний	Південно- Західний	Західний	Північно- Західний	Штиль
Тривалість, %	17,3	11,1	8,6	7,0	14,3	10,9	14,7	14,1	2,0

Найбільш сильні вітри (в середньому 4,3-4,6 м/с) спостерігались в зимовий період. В весняно-літній період середня швидкість вітрів не перевищувала 3,8-3,9 м/с. В окремі періоди спостерігалися шторміві вітри зі швидкістю 11,5-15,8 м/с, але їх такі погодні умови траплялися рідко і були не тривалими (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Показники швидкості вітру протягом року, м/с

Місяці												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
4,6	4,6	4,3	3,8	3,4	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9	4,3	4,3	3,9

3.1.2 Гідрологічні та гідрохімічні характеристики.

Суттєвий вплив на формування гідрологічного режиму акваторії північно-західної частини Чорного моря (далі - ПЗЧМ) здійснюють течії, які в значній мірі визначають розподіл гідрологічних та біологічних характеристик в районі. Основними факторами, які визначають режим течій мілководної акваторії ПЗЧМ є вітер, струмінь кільця чорноморських течій та стік річок.

Комплексні дослідження останніх років, що проведені в різних районах ПЗЧМ, включаючи акваторію, яка прилягає до Одеської затоки, показали, періодичну схильність більшої частини акваторій придонним задухам.

При найбільш потужних явищах задухи, цими явищами охоплюється весь глибоководний жолоб між Одеською банкою і берегом, акваторія від Одеської затоки до Дністровського лиману і до західної частини острова Тендра. У ці періоди відзначаються смуги води, які візуально відрізняються білястим кольором, з сильним запахом сірководню і вмістом розчиненого кисню на рівні 1,5 - 2,2 мг/л.

В цілому, спостереження останніх років, що проведені на акваторії ПЗЧМ, показали, що зміна водних мас нормалізує гідрохімічний режим досліджуваних акваторій.

Кисневий режим шельфової зони ПЗЧМ є одним з головних факторів, що визначає життєдіяльність пелагічних і донних біоценозів та динаміку біогенних речовин в екосистемі. Концентрація кисню у воді звичайно

змінюється від 6,5 до 11,0 мг/л при середній величині 8,0 мг/л. Мінімальні величини вмісту кисню, що зареєстровані, приходяться на літний період.

Спостереження останніх років, які проведені на акваторії ПЗЧМ, показали, що водні маси прибережних акваторій, які досліджуються, характеризуються параметрами гідрохімічного режиму, що відповідають середньобогаторічним показникам для антропогенно забруднених акваторій. Усереднений вміст біогенних елементів змінюється в широких межах (табл. 3.6).

Основною формою азоту в районах, що досліджуються, є органічна, на мінеральні форми залишається лише незначна частина загального вмісту азоту. Вмісту амонійного азоту досить небагато, в середньому 0,8 мг/л. Переважною формою фосфору є фосфати. Їх концентрація в холодний період року знижується.

Таблиця 3.6 - Показники якості води в ПЗЧМ

Показник	Межа коливань	Розмірність
O ₂	2,88 – 14,77	мг/л
pH	7,81 – 8,91	-
Фосфор загальний	17,0 – 115,0	мкг/л
Азот амонійний	60,0 – 260,0	мкг/л
Нітрати	5,0 – 49,0	мкг/л
Нітрити	0,0 – 900,0	мкг/л
Прозорість	1,4 – 2,8	м

Одним з основних видів забруднення акваторій є нафтопродукти. Фонове нафтове забруднення, в основному, представляє собою частково трансформовані, які втратили фракції, що легко окислюються, нафтопродукти. Рівень забруднення нафтопродуктами залежить не тільки від

величин їх потрапляння, але і від здатності середовища до самоочищення. Швидкість деструкції нафтопродуктів в морському середовищі визначається забезпеченістю вод мінеральними формами біогенних речовин та кисню.

Розклад органічних речовин, в т.ч. і нафтопродуктів, особливо в теплий період року, може призводити до дефіциту кисню (гіпоксії) в придонних горизонтах та викликати накопичення в воді речовин, що важко окислюються та є токсичними.

Вміст СПАР в районі, що досліджується, значно нижче за ПДК. Вміст важких металів знаходиться на фоновому рівні для ПЗЧМ.

Аналіз просторового розподілу і добової динаміки гідрохімічних параметрів показує, що в цілому досліджувані акваторії ПЗЧМ можуть бути віднесені до категорії антропогенно-евтрофованих. Вони характеризуються високим вмістом біогенних речовин з переважанням їх органічних форм, що є наслідком зниженої окислювальної активності вод та дефіциту кисню в придонному шарі в теплий період року.

В попередні роки проводилися періодичні гідрохімічні спостереження на прибережних акваторіях, де здійснювали контрольні промислові операції. Їхні результати представлені в табл. 3.7, 3.8.

Таблиця 3.7 – Основні гідрохімічні параметри водного середовища в прибережній зоні ПЗЧМ

Показник	Од. вим.	Морські акваторії		
		На траверзі Тилігульського лиману	Одеська затока	Жебріянська бухта
рН		8,1	8,0	8,0
Солоність	‰	13,8	12,90	8,6
Розчин. кисень	мг/л	6,9	6,7	6,6

Показник	Од. вим.	Морські акваторії		
		На траверзі Тилігульського лиману	Одеська затока	Жебріянська бухта
БСК ₅	мгО/л	2,5	3,2	3,2
Азот нітритний	мг/л	0,007	0,010	0,009
Азот аміачний	мг/л	0,52	0,85	0,43
Азот нітратний	мг/л	2,9	3,1	3,0
Фосфор загальний	мг/л	0,033	0,044	0,032
Взваж. речовина	мг/л	2,7	2,3	4,5
Прозорість	м	2,0	1,9	1,6

Основні гідролого-гідрохімічні параметри, на тлі аномально високих літніх температур, практично не змінилися порівняно з минулими роками та відповідають середньобогаторічним для ПЗЧМ.

Як показав аналіз проб води на вміст зважених речовин, каламутність в них змінювалась незначно і складала на ділянках, що досліджуються, порядку 1,8-7,8 мг/л, що практично відповідає фоновим показникам.

Всі основні гідролого-гідрохімічні параметри, що визначені, укладаються в середні значення для літнього періоду, що властивий північно-західному регіону Чорного моря. Високий вміст біогенних речовин є наслідком зниженої окислювальної активності вод та періодичним дефіцитом кисню в придонному шарі в теплий період року.

В цих акваторіях основні гідролого-гідрохімічні параметри укладаються в середні значення для теплого періоду року, які властиві для водойм які піддаються значному антропогенному навантаженню.

За сукупністю параметрів, що проаналізовані, ці акваторії можуть бути віднесені до категорії середньо антропогенно-евтрофованих. Має місце досить високий вміст біогенних речовин з переважанням їх органічних форм, що є наслідком пониженої окислювальної активності вод.

Загалом показники гідролого-гідрохімічного режиму акваторії ПЗЧМ свідчать про те, що, незважаючи на значний антропогенний прес, серйозного погіршення умов існування водних біоресурсів в останні роки не відмічається. Водні маси, що апробовані, в цілому, відповідають вимогам, що пред'являються до рибогосподарських водойм і їх можна віднести до помірно забруднених акваторій.

3.2 Гідробіологічні характеристики, які є значними для формування біоресурсів в регіоні.

Стан популяцій промислових гідробіонтів суттєво залежить від розвитку харчових організмів. Особливо важливими для формування нормальної чисельності поповнення популяцій є умови нагулу на ранніх стадіях життя. Зазвичай в цей період життя промислові об'єкти споживають харчовий зоопланктон.

Компоненти зоопланктону формують основу кормової бази багатьох промислових риб і, в першу чергу, їх молоді. В останні роки при дослідженнях в річці Дунай та її авандельти, основну увагу приділяли оцінці розвитку кормового зоопланктону на ділянках нагулу личинок і мальків. У зв'язку зі змінами в екосистемі дельти Дунаю, зумовленими прокладанням нових судноплавних шляхів, гідробіологічні станції розташовували переважно у районі днопоглиблювальних робіт у гирлі Бистре.

В основному, відбір проб зоопланктону проводили у гирлі Бистре у поверхневому горизонті води (табл. 3.9). При цьому відбиралися якісні та кількісні проби зоопланктону поверхневого горизонту і всієї товщі води (від дна до поверхні). Результати дослідження зоопланктону придунайської акваторії ПЗЧЯМ представлен в таблицях 3.9 та 3.10.

Характерною рисою зоопланктону у поверхневому горизонті вод є наявність організмів річкового комплексу зоопланктону, який обумовлений

географічним поширенням організмів та екологічними умовами, які історично склалися у річці. Частота народження реліктових, а також морських форм зоопланктону в цьому шарі мала.

Як і раніше, в пробах істотну роль грав копеподітний прісноводний комплекс, що характерний для цього району. До його складу входили *Cyclopoida sp.*, науплії. З коловерток переважали *Brachionus calyciflorus* та *Keratella quadrata*. З рачків кладоцер домінували *Ceriodaphnia reticulata*.

Обробка проб зоопланктону, відібраних у червні місяці, показала зниження біомаси в пробах, зібраних під поверхнею води. Вертикальний облов товщі води показав навпаки, суттєве збільшення біомаси об'єктів, що, мабуть, пов'язано зі зміною температури в різних шарах.

Ці компоненти річного зоопланктону зберігають домінуюче становище в угрупованні протягом усього періоду гідробіологічних досліджень на р. Дунай - з кінця сорокових років двадцятого століття.

Таблиця 3.9 - Біомаса (мг/м³) компонентів зоопланктону у поверхневому горизонті Придунайського району ПЗЧМ. (червень 2020 р.)

Зоопланктон	Біомаса, мг/м ³	% від загальної біомаси
Rotifera		
<i>Keratella quadrata</i> , с.	2	4
<i>Brachionus calyciflorus</i>	31	62
Copepoda		
<i>Cyclopoida</i> sp., (наупліи)	15	30
Cladocera		
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	0,1	-
<i>Bosmina longirostris</i>	2	4
ВСЬОГО	50	100

Середнє значення біомаси в районі обстеження, склало 50 мг/м³. Обробка даних вертикального лову, горизонт 5-0, показав найбільше якісне та кількісне різноманіття зоопланктону.

Найбільша біомаса припадала на рачка *Cyclopoida sp.*, який, як відомо, грає суттєву роль у харчуванні риб. Збільшилася і частка коловерток – 260 мг/м³. В пробах зустрічалися рачки *Diaphanosoma* з комплексу кладоцер. Одиначно були відмічені статобласти прісноводних мшанок, личинки дрейсен. Зустрічалися рачки *Leptodora*. Незначний відсоток займали личинки моллюсків (*L. Bivalvia*).

Зіставлення отриманих результатів з даними минулих років показує, що 2020 рік за рівнем кормової бази відповідає нормі для цього району.

У цілому, дослідження 2020 року показали, що, незважаючи на періодичні днопоглиблювальні роботи в авандельті Дунаю, зберігаються досить сприятливі умови для нагулу промислових риб та безхребетних.

Таблиця 3.10. - Біомаса (мг/м³) зоопланктону авандельти Дунаю за горизонтами

Період досліджень	Червень 2020 р.	
Горизонт	5-0 м	
Таксони	Біом. (мг/м ³)	%
Rotifera		
<i>Brachionus calyciflorus</i>	250	83
<i>Keratella quadrata</i>	10	3
<i>Asplanchna priodonta</i>	10	3
Cladocera		
<i>Chydorus sphaericus</i>	1	-
<i>Bosmina longistris</i>	10	3

Період досліджень	Червень 2020 р.	
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	8	3
Соперода		
<i>Cyclopoidea sp.</i> , науплії	15	5
Всього	304	100

Угрупування зоопланктону, який формує в Чорному морі основу харчової бази для масових чорноморських промислових риб (хамса, шпрот, ставрида та ін.), а також молоді більшості донних і демерсальних риб (кефалі, калкан та ін.), та безхребетних, в останні десятиріччя зазнало досить суттєвих трансформацій негативного характеру.

Це обумовлено випадковою інтродукцією з баластними водами наприкінці 1980-х років атлантичної ктенофори *Mnemiopsis leidyi*.

Мнеміопсис став інтенсивно споживати харчовий зоопланктон, а також ікру і личинок риб. Після декількох років тотальної експансії мнеміопсису, при якій в літній сезон риби практично не знаходили харчів, відтворення промислових популяцій різко погіршилося.

ПЗЧМ, куди впадають найбільш великі ріки (Дунай, Дністер, Дніпро) завжди розглядалася, як зона максимальної продукції харчового зоопланктону. Навіть в умовах інтенсивного забруднення та евтрофікації моря, що мали місце в 1970-1980-х роках минулого століття ПЗЧМ оставалася основною зоною нагулу риб планктофагів. Але, при «спалахах» розвитку мнеміопсису умови для нагулу риб серйозно погіршувалися і в цьому районі моря.

Більш сприятливі умови складаються в періоди розвитку іншого атлантичного вселенця - реброплава беросе, який споживає мнеміопсиса. Тому моніторинг розвитку цих жететілих організмів поряд з традиційною оцінкою біомаси харчових компонентів зоопланктону є найважливішими завданнями, які необхідно вирішувати при розробці прогнозів умов існування риб і формування їх ресурсів.

3.3 Сучасний стан запасів водних біоресурсів і ліміти та прогноз їх припустимого вилову у північно-західній частині Чорного моря

В останні п'ять років експлуатація біологічних ресурсів Чорного моря українськими підприємствами здійснюється в умовах втрати найважливіших традиційних районів промислу, які розташовуються біля узбережжя Кримського півострова. Тимчасова окупація цих акваторій спричинила істотне скорочення вилову, насамперед, тих об'єктів, які мігрують на зимівлю до кримських берегів (хамса, ставрида) (рис. 3.11).

Таблиця 3.11 - Динаміка уловів (т) України за основними промисловими об'єктами в 2013-2018 рр.

Роки	Шпрот	Хамса	Ставрида	Барабуля	Калкан	Рапана
1	2	3	4	5	6	7
2013	12866	35371*	847,4	107	193,4	644
Продовження табл. 3.11						
1	2	3	4	5	6	7
2014	2115	125	93,0	0,0	102	200
2015	2237	248	1,4	0,5	88,4	369
2016	1683	129	4,0	1,7	148	1060
2017	2160	31	14,9	3,0	101,7	1375
2018	1603	72	7,1	1,8	123	5562

* - включаючи азовську хамсу

Також різко зменшилися можливості для облову шпрота та калкана чорноморського та інших об'єктів промислу у ПЗЧМ. Включення складає тільки рапана об'єми добичі якої постійно зростають.

3.3.1 Можливості та засоби промислу рапани в північно-західній частині Чорного моря

Рапана є випадковим інтродуцентом (вселенцем) в Чорному морі. Перші знахідки цього молюска в Чорному морі датуються 1947 роком [13]. В наступні 10 років рапана поширилася у всьому Чорному морі. Однак, до 1990-х років в розпріснених водах ПЗЧМ рапана практично не зустрічалася [4,6-8].

В останні 20 років вона пристосувалася також до води із зниженою солоністю та з'явилася в масі навіть на мілководдях, які прилягають до гирл великих річок.

За типом харчування рапана належить до всеїдних хижаків. Її основними жертвами є дрібні двостулкові молюски-фільтратори, раковини яких вона просвердлює за допомогою радули або відчиняє за допомогою мускульної сили ноги. Рапани нападають також на крабів усіх видів. В певних умовах ці молюски можуть харчуватися трупами інших тварин.

Відомо, що природних ворогів рапана в Чорному морі не має, вона є трофічним глухим кутом. Її чисельність контролюється наявністю, кількістю та доступністю харчових об'єктів та промисловою діяльністю людини.

Біотопи, заселені рапаною, залежать від наявності харчової бази – молюсків-фільтраторів. Внаслідок розселення рапани було практично знищено багато поселень аборигенних молюсків-фільтраторів, передусім устричні та мідійні банки.

У зв'язку з винищенням молюсків-фільтраторів, які відіграють вкрай важливу роль в процесах самоочищення моря, життєдіяльність рапани опосередковано сприяє накопиченню органічних речовин та мікроорганізмів у воді, зниженню її прозорості та насиченості киснем, та в цілому суттєво змінює біоценози ПЗЧМ, які історично склалися [84]. Зокрема, рапана є одним з факторів, які сприяють почастишанню заморів риби влітку.

Об'єктом промислу у Чорному морі рапана є з 1960-х років. По-перше, найбільша кількість рапани добувалася в Болгарії – від 3 до 4,9 тис. тон на рік. Незабаром найбільших уловів досягла Туреччина (табл.3.12).

Таблиця 3.12– Улови рапани причорноморськими країнами, т

Рік	Болгарія	Грузія	Румунія	РФ	Туреччина	Україна	Загалом
1	2	3	4	5	6	7	8
1992			110		3439	14	3563
1993			45		3668	3	3716
1994	3000				2599	5	5604
1995	3120	700			1198	303	5321
1996	3260	711			2447	376	6794
1997	4900	118			2020	476	7514
1998	4300				3997	369	8666
1999	3800				3588	619	8007
2000	3800	184			2140	913	7037
2001	3353	517			2614	395	6879
2002	698	503		56	6241	91	7589
2003	325	295		62	5500	149	6331
2004	2428	65		62	14034	159	16748
2005	511	70		122	12153	161	13017
2006	2773	300		21	10910	156	14160
2007	4310			2	13106	201	17619
2008	2872			3	11268	135	14278
2009	2214			2	5460	190	7866
2010	4381			2	7770	225	12378
2011	3119		218	25	6347	180	9889
2012	3793		588	19	8893	509	13802

Продовження табл.3.12							
1	2	3	4	5	6	7	8
2013	4819		1357	50	8322	586	15134
2014	4732		1953	320	6199	200	13404
2015	4101	82	4459	1011	8217	369	18239
2016	3435		6505	88	9657	1060	20745
2017	3653	0	9244		8564	1375	22836

Особливий інтерес для промисловості представляє експорт м'яса рапани в країни Південно-Східної Азії. Найбільш серйозною і важливою подією для промислу рапани в Чорному морі стала її поява у ПЗЧМ в прибережних водах Румунії і водах, прилеглих до узбережжя Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

Спочатку процес адаптації рапани до життя та відтворення в водах з меншою солоністю, які характерні для ПЗЧМ, відбувався досить повільно. До 2000 року вона практично була відсутня на захід від мису Тарханкут. Однак в наступні 10 років цей молюск різко прискорив своє поширення і в цей час став звичайним і навіть масовим видом в Одеській, Тендрівській, Каркінітській затоках. Досить несподіваним виявилася масоваприсутність рапани поблизу гирл річок Дністер, Дунай, Дніпро. Ці найбільш розпріснені ділянки моря завжди відрізняються високою біологічною продуктивністю, у тому числі бентосної спільноти.

Безсумнівно, що саме наявність великої кількості мідій, інших молюсків приваблює сюди рапану. Настільки швидкої адаптації рапани до вод зі зниженою солоністю могла сприяти генетична мутація поширена в її популяції.

На думку більшості експертів Генеральної комісії з рибальства у Середземному морі (GFCM) і Європейського союзу рапана вже стала

об'єктом традиційного рибальства у Чорному морі і у відношенні неї слід застосовувати заходи регулювання промислу.

Європейські Експерти звертають увагу на ту обставину, що цей об'єкт придбав велике соціально-економічне значення для громад населення прибережних районів, які зайняті використанням морських біоресурсів. З цієї причини збереження даного ресурсу вже визнається важливим завданням. В основному, такий похід до цього об'єкта заснований на тій ситуації, котра спостерігається в рибальстві країни, домінуючою за обсягами видобутку всіх видів у Чорному морі - Туреччини.

Дійсно, Туреччина до теперішнього часу розвинула інтенсивний і прибутковий лов рапани і в той же час підтримує досить масштабний і прибутковий промисел найбільш масових видів риб – хамси, шпрота, ставриди, барабулі та ін. Хоча і в цій країні відзначено зменшення в 1,5 - 2,0 рази вилову тієї ж хамси.

В зоні України в ПЗЧМ на тлі появи рапани відбувалося зовсім драматичне скорочення уловів тих же традиційних для рибалок об'єктів промислу - чорноморської хамси, шпрота, ставриди. Наприклад, улови ставних неводів за останні 30 років по зазначеним видам риб впали приблизно в 100 разів.

Таке значне скорочення українського прибережного рибного промислу пояснюється погіршенням умов проживання риб на мілководному шельфі, що безпосередньо пов'язано з появою таких недавніх вселенців зі світового океану, як реброплав мнеміопсіс, молюск рапана, водорості десмарестії та ін.

Вважається, що зникнення мідійних банок після розселення рапани спричинило різке скорочення здатності моря до самоочищення, і відповідно, посилилася евтрофікація і частота явищ задухи. Впала чисельність бичків, які втратили субстрати, що формують їх середовище існування. Падіння уловів риб у наших берегів пов'язують саме з такою негативною трансформацією екосистеми.

І хоча серйозні комплексні дослідження впливу вселенців на екосистему в цій частині моря ще до кінця не здійснені, прямий зв'язок між появою даного молюска і падінням уловів інших видів вже не викликає сумніву.

Це стає цілком зрозумілим, якщо взяти до уваги, що саме мілководна розпріснена зона у ПЗЧМ завжди була основним районом нагулу і розмноження масових промислових риб. Сучасне погіршення екологічної ситуації тут відразу позначилося на уловах як, в водах України, так і в зоні Румунії. При цьому сам по собі промисел рапани став давати відчутні результати лише в останні два роки. Але обсяги її видобутку ніяк не можуть компенсувати значні втрати риболовства, що виникли внаслідок катастрофічного скорочення популяцій масових риб у розглянутому районі. Тому, в нашій країні повністю відсутня підтримка ідеї збереження популяції рапани на високому рівні для забезпечення її стабільного промислу. Навпаки, вилучення рапани без обмежень за обсягом вилову і дотримання промислової міри, вважається заходом який, принаймні, сприятиме зниженню її негативного впливу на донні біоценози.

За досвідом інших причорноморських країн, які вже багато років ведуть промисел рапани, добича цього об'єкта повинна здійснюватися як водолазним способом так і активними знаряддями лову.

У Туреччині та Болгарії в якості активних знарядь лову рапани вже протягом більше 10 років застосовуються бімтрали (рис. 3.1) різних конструкцій. На їх частку припадає більше половини всього вилову.

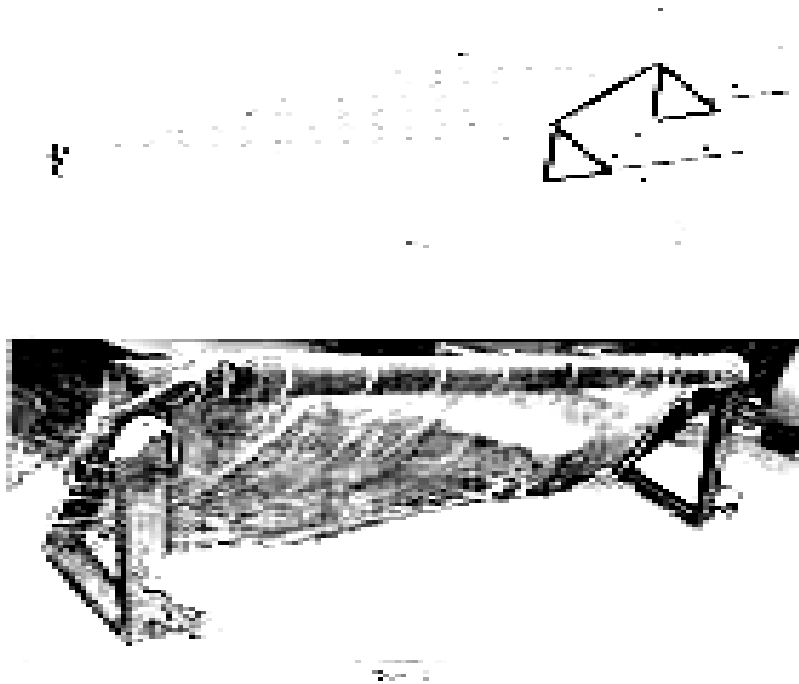


Рис. 3.1 Бимтрал для промисла донних безхребетних і риб

В СРСР рапана добувалася, в основному, водолазним способом і після вилучення використовувалася тільки раковина. У той же час для видобутку мідій в кінці 1980-х років в Криму стали застосовувати так звану драгу Хижняка, в яку приловлювалася і рапана.

Саме цей тип драги після випробувань на різних субстратах визнали найбезпечнішим для використання в якості знаряддя для лову молюсків у Чорному морі.

Відповідно, бимтрал дозволили до застосування і в Україні згідно з діючими правилами промислового рибальства.

Однак, у зв'язку з розповсюдженням рапани в ПЗЧМ, українські видобувні організації виявилися не настільки готові в плані оснащення засобами її добування, як їх іноземні колеги. Турецькі і болгарські рибалки накопичили великий досвід у використанні активних знарядь лову рапани і

деякі зразки їх знарядь надійшли в Україну для експериментального використання. При цьому промислові організації в ці ж роки досить активно застосовували як водолазний збір, так і драгу Хижняка (рис. 3.2).

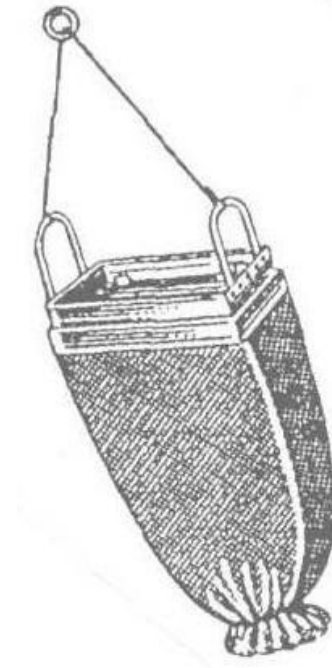


Рис. 3.2 Драга Хижняка для промислу донних безхребетних

Однак, саме використання драг дозволило за три роки збільшити (до 2018 р.) добування рапани у п'ять разів - з одного до п'яти тисяч тон. Безсумнівно, що використання активних знарядь лову на мілководному шельфі може мати негативні наслідки для донних біоценозів.

Завдання подальшого впровадження, більш ефективних знарядь, тих же бімтралів, повинна, перш за все, супроводжуватися оцінкою їх впливу на донні угруповання.

3.3.2 Оцінка запасів та перспективи промислу рапани в ПЗЧМ

До 2017 року роботи з оцінки ресурсів рапани проводилися на невеликих глибинах - від 3 до 12 м. Більша частина виявлених скупчень була знайдена на глибинах біля 9 м.

В 2018 році з початком розширення програми робіт діапазон глибин, що обстежували збільшили в межах від 5 до 15 м.

Найбільша мінливість за розмірами молюсків відмічалась на піщаних субстратах, що свідчило про те, що харчова база рапани на цих ділянках шельфу зазнає серйозного виснаження. Очевидно, нечисленні поселення мідій вже не забезпечують повною мірою потреби популяції рапани. На користь висновку про те, що рапана досягла межі чисельності популяції, яка може бути забезпечена харчовою базою, говорять також дані про зниження уловів за добу лову порівняно з сезонами 2011-2012 рр.

В цілому, незважаючи на візуальне зниження чисельності дорослих особин рапани, ознаки її високої харчової активності спостерігались усюди. Повсемірно на всіх обстежених ділянках дна виявлено різке зниження чисельності молюсків-фільтраторів. В ході підводних зйомок також усюди спостерігались кладки рапани. На багатьох раковинах рапани, особливо на тих, що мешкали на піщаному ґрунті, відмічались пучки нитчастих водоростей.

В 2015-2016 рр. більша частина обстежених біотопів була заселена рапаною вкрай неоднорідно. Поруч з ділянками, де щільність складала понад 15 екз./м², більша частина досліджених акваторій характеризувалася меншими значеннями цього показника – 0,1 екз./м² (практично відсутні), та 1 екз./м² (табл. 3.13). Слід зазначити, що середня щільність поселень на місцях занурень недостатньо характеризує загальну картину поширення цього молюска.

Можна припустити, що скупчення рапан активно переміщуються в межах одного біотопу, що й зумовлює знищення молюсків-фільтраторів. За

спостереженнями минулих років, на активність рапани, в тому числі харчову, помітно впливають перепади температури в придонному шарі води (термоклин).

Таблиця 3.13 – Розподіл рапани відносно субстрату та глибин в Одеській затоці у 2016 р.

Глибина, м	Субстрат	t°, C	Щільність поселення, екз./м ²
10,7	мул, поодинокі валуни	16	практично відсутня
2,6	піщано-кам'янистий	12	практично відсутня
8,8	піщано-кам'янистий	12	5
7,6	піщано-кам'янистий	10	4
6,4	піщаний	13	5
5,9	піщаний	12	5
5,4	піщаний	12	6
6,1	кам'янистий	11	5
5,4	кам'янистий	12	5
5,6	кам'янистий	12	3

За умов різкого зниження температури в придонному шарі води, який, зазвичай, буває при згінних вітрах, рапана на протязі доби закопується та не виявляє активності протягом 2-3 діб навіть після нормалізації температури.

Отримані результати свідчать про практично повсюдну присутність рапани в межах районів моря, що були предметом дослідження, до глибини 35 метрів. На всіх досліджуваних ділянках дна виявлено різке зниження біомаси моллюсків-фільтраторів. На протязі двох періодів року внаслідок харчової активності рапани зник цілий ряд поселень мідій. При цьому навіть

в цих місцях, де біомаса молюсків-фільтраторів падала практично до нуля, рапана зберігала свою присутність.

Зйомка, що виконана влітку 2016 року із застосуванням драги з шириною гирла 2 м, виявила досить високу щільність поселень рапани на всьому шельфі, прилеглому до Одеської затоки і гирла Дністровського лиману з глибинами менше 15 метрів. Найбільш висока біомаса рапани на одному квадратному метрі – до 100-200 грам була відзначена у районі узбережжя від Кароліно-Бугаза до Затоки і Шаболатського лиману.

До другої половини 2016 р. всі обстежені ділянки характеризувалися високою щільністю скупчень рапани. До кінця літа 2016 року чисельність рапани стала знижуватися. Збільшилася кількість порожніх раковин і мертвих молюсків.

У 2017 році ця тенденція збереглася, також різко скоротився і середній розмір раковин (табл. 3.14). У першій половині літа 2017 р улови драг різних конструкцій, що застосовувалися при науково-дослідному лові також зменшились.

Таблиця 3.14 – Розмірно-ваговий склад рапани з уловів драг та водолазних зборів

Довжина, мм	41- 45	46- 50	51- 55	56- 60	61- 65	66- 70	71- 75	76- 80	81- 85	86- 90	91- 95	96- 100	101- 105	Сума
с. Лебедівка, серпень														
Кількість, шт		1	4	9	29	33	70	87	82	44	16	4	1	380
Вага, г														35500
Одеська банка, вересень														
Кількість, шт	2	7	22	29	23	11	6							100

Вага, г	55	261	935,5	1570	1443	789	622								5675
---------	----	-----	-------	------	------	-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	------

Серйозним фактором, який не дозволяв рапані активно розселятися та харчуватися, стали в тому числі аномально низькі температури води в придонному шарі (6-8°C) на глибинах близько 10 м.

Ситуація на промислі нормалізувалася тільки в кінці літа 2017 р., коли прогрівся придонний шар моря до глибини 15-20 метрів і молюски стали виходити з ґрунту і активно харчуватися. Улови фелюг з драгами різко зросли особливо в районі Тендрівської затоки. Добові улови тут досягали 5-6 тон на одну фелюгу.

В ході науково-дослідного лову були отримані перші дані які дозволили порівняти уловистість бімтралів різних конструкцій: класичного бімтрала з розміром гирла 4 метри, оснащеного мутником та бімтрала з трикутною рамою з розміром гирла – 3 метри та підсічним тросом, з глибиною занурення в ґрунт 3 – 5 см.

Для класичного бімтрала середній улов на годину тралення склав 47,5 кг, а для бімтрала з трикутною рамою та тросом цей показник був зафіксований на рівні 118,7 кг. Розрахунки показали, що при середній вазі молюска з раковиною – 93 гр., класичний бімтрал збирав з одного квадратного метра – 0,04 екз., а трал з тросом – 0,13 екз.

Дані щодо щільності скупчень рапани за оцінкою уловів бімтралів в різних ділянках свідчать про досить нерівномірний просторовий розподіл популяції.

Район Одеської банки характеризувався значно вищими показниками щільності скупчень, ніж район Лебедівки. В районі с. Лебедівка щільність поселень рапани в останні роки була приблизно в п'ять разів нижча, ніж на Одеській банці (рис 3.14). Тут впродовж двох років щільність скупчень рапани була приблизно на одному рівні. Слід відмітити, що на ділянці від с. Миколіївка і ще п'ять кілометрів від с. Лебедівка в бік напрямку гирла Дунаю на ізобатах від 5 до 15 м вже декілька років драгами Хижняка

працюють промислові судна в середній кількості 5 одиниць в день зі сприятливою погодою. Досить впевнено можна визначити, що високий рівень видобутку (приблизно 1,5 – 4 т рапани за судовий вихід) майже не впливає на кількість молюсків на цій ділянці.

Очевидно, що такий масштаб видобутку рапани підтримується її міграціями із сусідніх ділянок, які недоступні для промислу драгами.

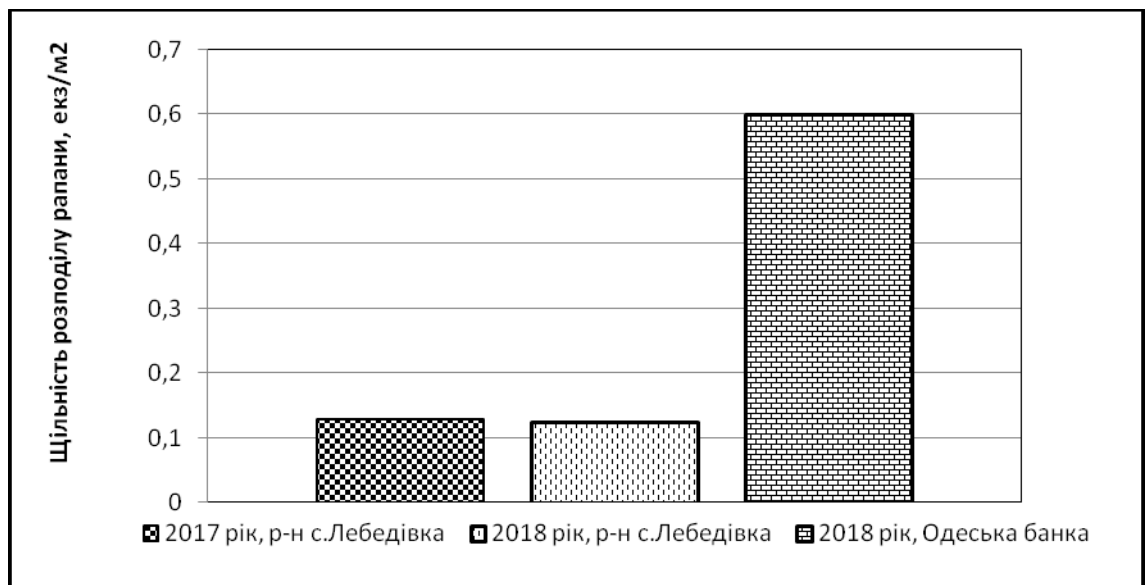


Рис. 3.3 - Щільність скупчень рапани в різних районах північно-західної частини Чорного моря

Влітку 2018 року була проведена водолазна зйомка у Одеській затоці на глибинах 4-8 м. При цьому здійснювали оцінку чисельності рапани на піщаних та кам'янистих субстратах, а також ручний збір молюсків для біологічного аналізу. Щільність скупчень була нерівномірною – на піщаних ґрунтах зустрічалися поодинокі особини, тоді як на кам'янистих субстратах відзначена більш велика кількість молюсків (3–5 екз./м²).

У червні-липні у рапани відбувався активний нерест, тому в цю пору дуже часто молюсків, що паруються можна було зустріти в невеликих групах по 3 – 6 екз. біля коконів з яйцями.

Очевидно, що рапана у період нересту мігрує до кам'янистих ґрунтів, які використовує в якості нерестового субстрату, що і пояснює таку нерівномірність розподілу. Досить часто водолази з першого погляду оцінювали приблизну кількість рапани на промисловій ділянці за чисельністю коконів, що значно виділяються на фоні дна завдяки світлому забарвленню. Було виявлено, що в Одеській затоці на глибинах менше чотирьох метрів рапана практично відсутня, що на нашу думку пов'язано з активним любительським ловом в Одеській затоці. Більші глибини менш доступні для любителів, тому чисельність рапани на них була значно вища.

В кінці липня – середині серпня 2018 р. в районі с. Лебедівка спостерігався дуже інтенсивний нерест рапани – 95% раковин живих та мертвих моллюсків були вкриті великою кількістю коконів з яйцями рапани, які сильно ускладнювали переборку улову. Відсутність твердих ґрунтів на цій ділянці моря призвела до того, що моллюски були вимушені використовувати власні раковини в якості нерестового субстрату. Така інтенсивність нересту не спостерігалась в попередні роки, і в тому випадку, якщо нерест цього року буде успішним, через декілька років слід очікувати значне зростання запасу цього моллюска.

Було виявлено, що у весняну пору року спостерігається частка мертвих рапан на рівні 5–10%. Вочевидь, це відбувається з природних причин, коли після тривалого стану анабіозу у послаблених моллюсків підвищується смертність.

В серпні 2017 р. з невідомих причин була виявлена масштабна загибель рапани в районі Гендрівської затоки, Одеської банки, Кінбурнської коси, біля узбережжя с. Санжейки та с. Лебедівки. В цей період в уловах бімтралів 30% особин рапани були загиблими та вивалювались із раковин, і ще близько 20% улову складали порожні раковини раніше загиблих моллюсків. В 2018 році в липні-вересні загиблі рапани зустрічались поодинокі, а кількість порожніх раковин трималась на рівні 20% як і у попередніх роках.

Довжина, мм	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	Сума
4	1	10	7	2		1					
5	1	1	23	31	6	3					
6			7	25	45	12	4		2		
7			1	7	21	21	13	3			
8					2	10	7	1			
9									1		
10										1	
11										1	
Вага, г	87	311	1495	3105	4330	3280	1998	314	249	235	15404

Порівняльний аналіз вікового складу особин рапани з уловів бімтралів та проб водолазних зборів проведений для різних районів моря виявив 10 вікових груп, віком від 3 до 12-ти років. Найбільш чисельними в уловах були особини вікової групи 6+ (34,8%), меншу частку склали вікові групи 5+ та 7+ (23,8 та 24,2 %). Частка особин в інших вікових класах була значно меншою (табл. 3.16).

Таблиця 3.16 – Розмірно-віковий склад рапани в різних районах північно-західної частини Чорного моря, 2018 р.

	Район досліджень							
	Лебедівка		Одеська затока		Одеська банка		Всі райони	
Вікова група	Середня довжина (мм)	(%)	Середня довжина (мм)	(%)	Середня довжина (мм)	(%)	Середня довжина (мм)	(%)
3+	-	-	47,8	0,7	-	-	47,8	0,2
4+	53,6	0,9	56,1	7,7	52,8	0,8	54,1	2,7
5+	65,2	10,4	61,5	23,7	58,2	9,5	61,6	13,7

	Район досліджень							
	Лебедівка		Одеська затока		Одеська банка		Всі райони	
Вікова група	Середня довжина (мм)	(%)	Середня довжина (мм)	(%)	Середня довжина (мм)	(%)	Середня довжина (мм)	(%)
6+	71,9	21,2	67,2	34,8	67,0	40,4	68,7	27,1
7+	75,6	35,3	71,3	24,2	71,1	29,4	72,7	31,7
8+	81,2	21,8	74,5	7,3	77,8	14,3	77,8	17,1
9+	86,2	8,0	87,8	0,4	80,3	4,8	84,7	5,6
10+	90,3	1,6	92,8	0,4	87,8	0,8	90,3	1,2
11+	94,0	0,6	92,8	0,4	-	-	93,4	0,5
12+	92,8	0,2	92,8	0,4	-	-	92,8	0,2

В уловах бімтралів на акваторії Одеської банки на траверзі м. Южне було знайдено 7 вікових груп віком від 4 до 10 років. Як і в Одеській затоці домінувала вікова група 6+ (40,5%) наступною за чисельністю була група 7+ (29,4%).

В районі Лебедівки було виявлено 9 вікових груп віком від 4 до 12 років. На цій ділянці моря переважала вікова група 7+ (35,3%), меншими за чисельністю, та приблизно рівними, були групи 6+ та 8+ (21,2 та 21,8%).

Загальна вікова структура рапани в ПЗЧМ свідчить про те, що в цей час велика частка популяції представлена поколіннями 2011-2012 рр. Вочевидь, в ці роки відбувався високоефективний нерест, в результаті якого залишилися багаточисельні покоління, які сьогодні мають високу частку в промислі.

На всіх досліджуваних ділянках спостерігалось різке скорочення частки особин старших вікових груп (старше восьми років). Це свідчить про те, що природна смертність рапани різко зростає при досяганні віку у 8-9 років.

Зважаючи на те, що вікова структура уловів на 83,3% складається із статевозрілих особин віком старше шести років, які неодноразово приймали участь у нересті, та на 56,2% з особин, що помруть у наступні рік-два, варто зробити висновок про недоцільність встановлення промислової міри на цей вид біоресурсів. Сьогодні накопичено достатньо матеріалів, які дозволяють отримати оцінку запасу рапани. Улов рапани в Україні суттєво збільшився у 2018 році порівняно з попереднім роком і склав майже 5 тис. т. При цьому улов на зусилля при лові експериментальною драгою (бімтралом) становив 197 кг/ч. На малюнку 3.4 наведено порівняння вилову України та усіма країнами Причорномор'я. У останні роки приблизно половина загального вилову рапани припадала на Туреччину.

У 2017 році на основі отриманих у ході спільного з іншими експертами причорноморських країн Комітету з рибальства Єврокомісії (STECF) математичного моделювання стану запасів риб у Чорному морі була отримана загальна для моря оцінка стану популяції рапани.

В основу застосованої моделі CMSY (Froese, 2017) покладено продукційне рівняння Шефера та стохастичний метод обчислення Монте-Карло.

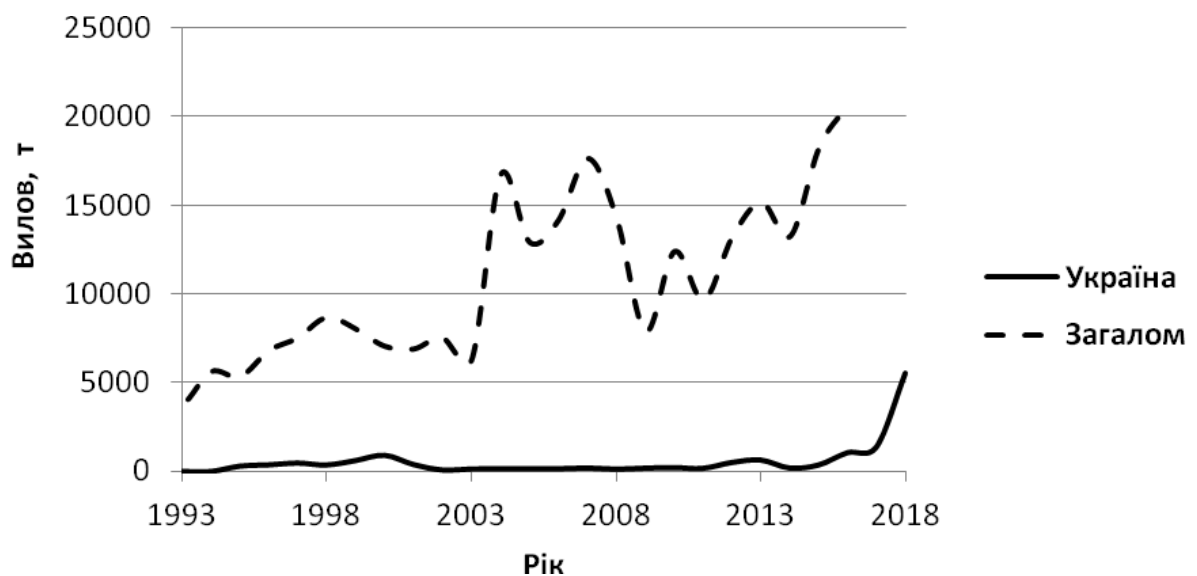


Рис. 3.4 – Величини улову рапани в Україні та країнами Причорномор'я загалом

Результатом явилась оцінка MSY (максимально стійкого вилову) який оцінюється у 20,8 тис. т та загальної біомаси у 116 тис. т, а також відносні значення біомаси B / B_{MSY} та миттєвого коефіцієнту промислової смертності F / F_{MSY} (рис. 3.5). Згідно з цим аналізом було встановлено, що рівень промислової смертності F був суттєво нижчий за оптимально допустимий F_{MSY} на протязі усього періоду дослідження (1988-2016 рр.). Рівень біомаси перевищував значення B_{MSY} більше ніж у 1,5 рази. Це характеризує стан запасу рапани у Чорному морі як дуже добрий (рис. 3.5).

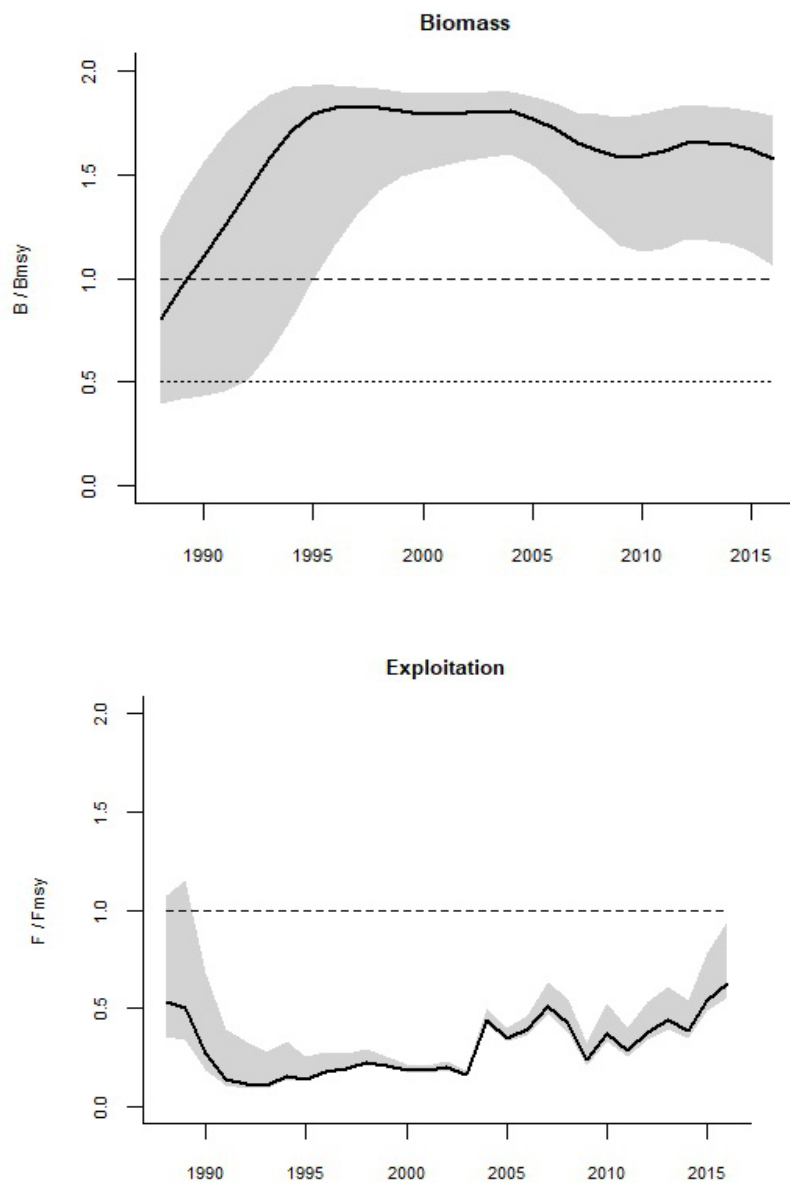


Рис. 3.5 – Оцінка рівня біомаси та експлуатації рапани уцілому у Чорному морі (за даними моделювання у міжнародній групі експертів ГКРС)

Також у 2017 році співробітниками ОдЦ ПівденНІРО, у складі групи експертів Генеральної комісії з рибальства у Середземному морі (FAO GFCM), були проведені оцінки запасу рапани на підставі даних розмірного складу з уловів Румунії та Туреччини.

Для оцінки рівня експлуатації у цьому випадку була застосована VIT модель (Leonart, 1997), яка реалізує псевдо-когортний аналіз. Було розглянуто декілька сценаріїв, при яких термінальне значення миттєвого коефіцієнту промислової смертності F_{term} (тобто значення для останньої розмірної групи) змінювалося від 0,2 до 0,8.

За результатами аналізу було прийнято рішення про надмірну експлуатацію запасу рапани. Але такий висновок не є цілком надійним, внаслідок відсутності даних про віковий склад уловів, та можливості достовірно встановити, наскільки поточний рівень експлуатації переважає допустимий.

Окрім того, цей висновок в більшій мірі відносився до Туреччини, оскільки для розрахунків, головним чином, використовувалися її дані. Такий висновок може пояснюватися тією обставиною, що в водах Туреччини промисел відрізняється найбільшою інтенсивністю при відносно невеликій площі шельфу, заселеного рапаною.

З боку міжнародної комісії ГКРС країнам Причорномор'я було рекомендовано приділити більше уваги дослідженню популяції, зокрема, її вікової структури. Це дозволить надалі отримати більш надійні результати стосовно стану запасу та рівня експлуатації рапани у Чорному морі.

У 2017 і 2018 роках були проведені дослідження розмірно-вікового складу рапани у водах України. На малюнках 3.6 та 3.7 надано порівняння розмірного та вікового складу відповідно. У 2017 році особини більш крупні за розміром (понад 70 мм) та віком понад 7 років спостерігалися в уловах у більшій кількості порівняно з 2018 роком.

Для застосування математичних моделей CMSY і VIT, які використовуються у робочих групах STECF та GFCM для оцінки стану

запасу та рівня експлуатації рапани, нами були розраховані коефіцієнти відношень «довжина-вага», «довжина-вік» та природної смертності рапани у водах України.

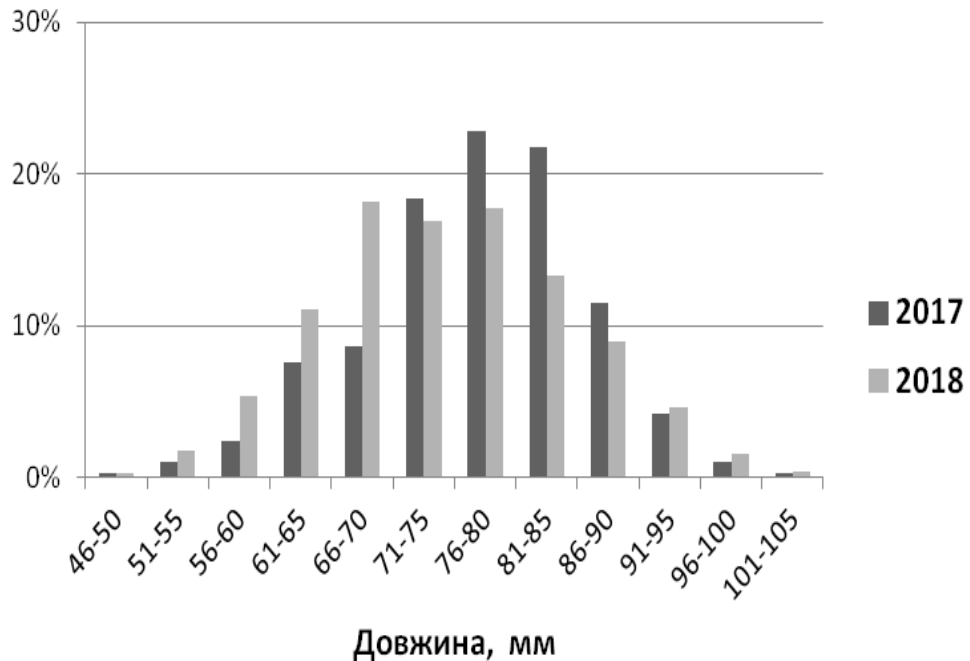


Рис. 3.6 –Розмірний склад рапани в Українській акваторії ПЗЧМ

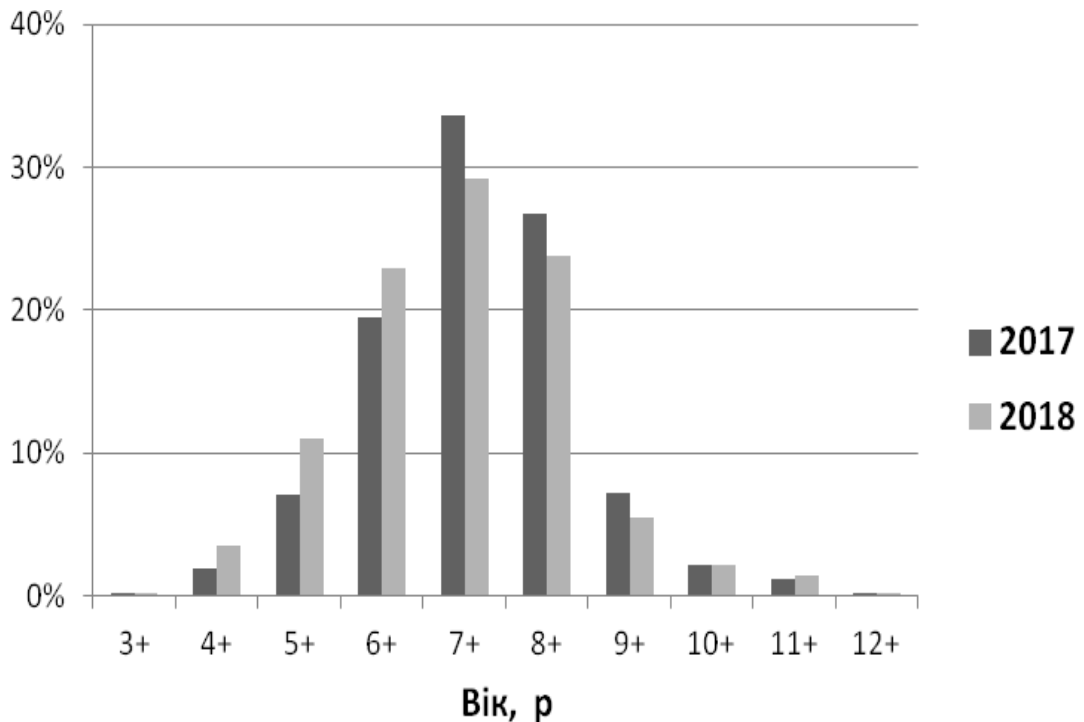
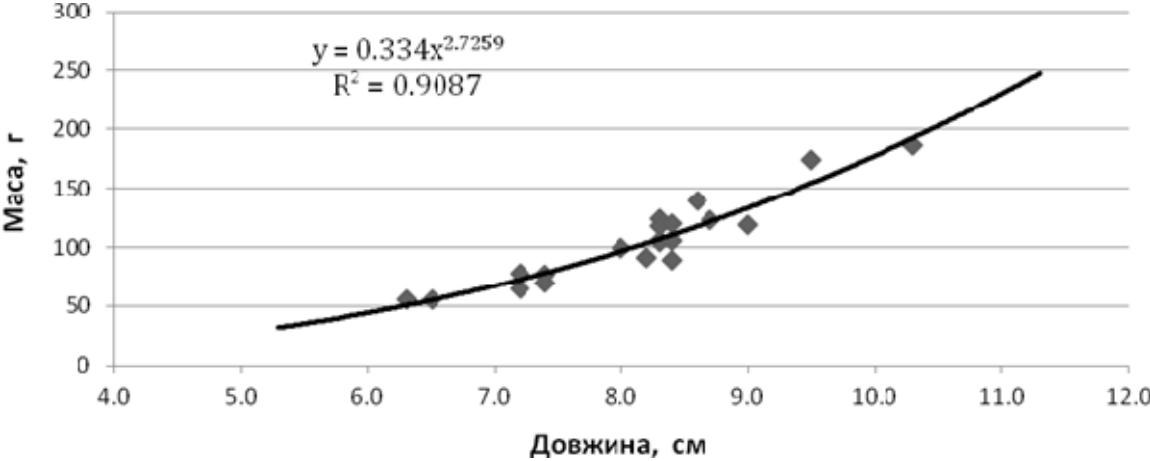
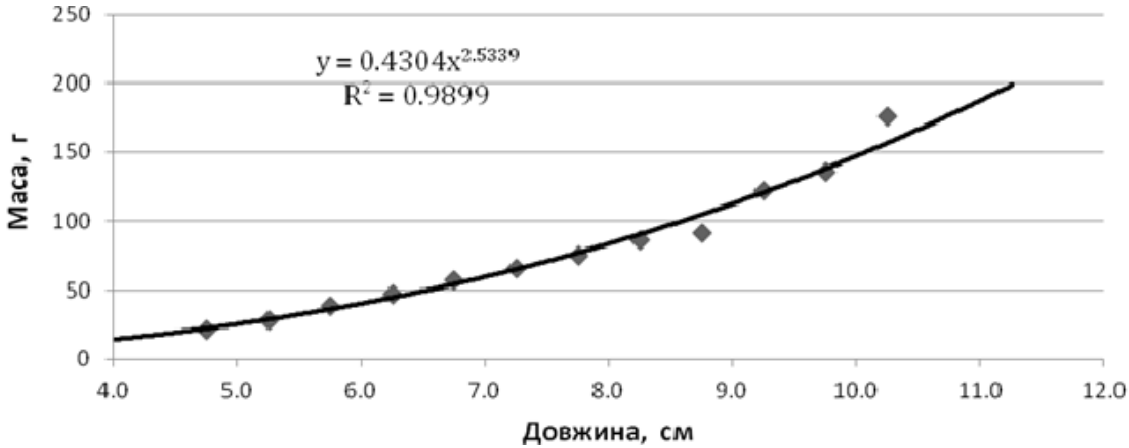


Рис. 3.7 –Віковий склад рапанів в Українській акваторії ПЗЧМ

На малюнку 3.8 представлено графіки рівнянь Гекслі (відношення довжина-вага) у 2017-2018 роках.



а.



б.

Рис. 3.8 –Відношення «довжина-вага» рапанів в Українській акваторії ПЗЧМ в 2017 р. (а) та 2018 р. (б).

Коефіцієнти рівняння Берталанфі відношення «довжина-вік» виявилися приблизно однакові у 2017-2018 роках. Відповідні графіки представлені на рис. 3.9.

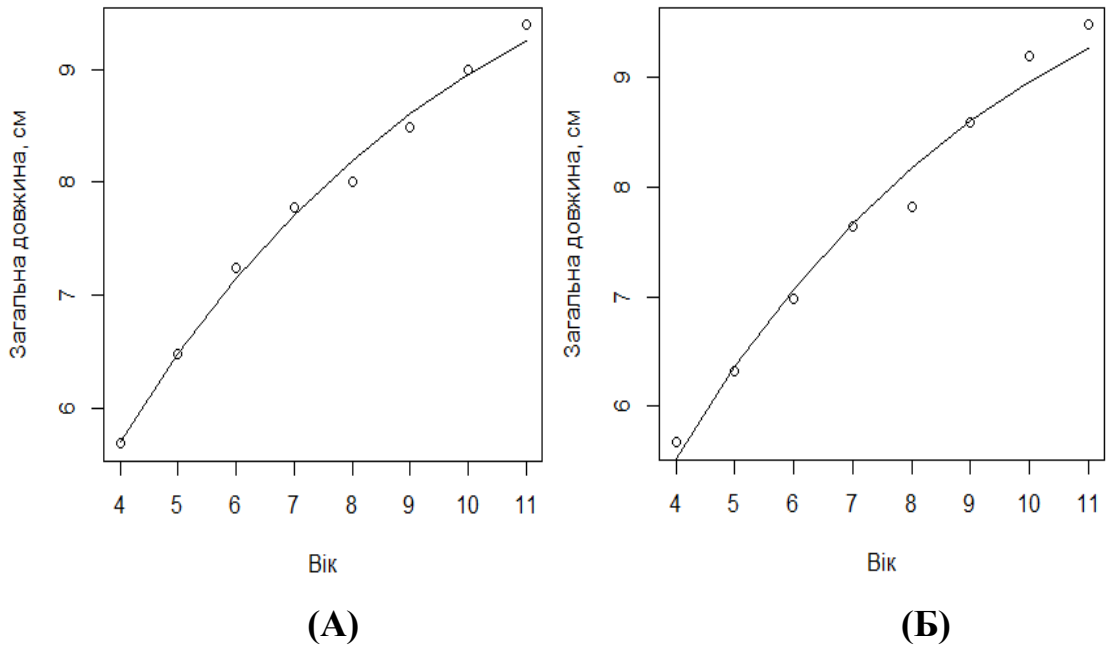


Рис. 3.9 –Відношення «довжина-вік» рапани в в Українській акваторії ПЗЧМ 2017 р. (А) та 2018 р. (Б)

У таблиці 3.52 наведено значення коефіцієнтів відношень «довжина-вага» та «довжина-вік» рапани. Ці значення використовувалися для розрахунку коефіцієнтів природної смертності M відносно віку для обох статей разом (табл. 3.17) за методом Prodbiom, який рекомендовано застосовувати для донних видів.

Таблиця 3.17– Коефіцієнти відношень «довжина-вага» та «довжина-вік» рапани в Українській акваторії ПЗЧМ, 2017-2018 рр.

Вік	L_{∞}	K	t_0	a	b
2017	10.94	0.17	-0.19	0.334	2.726
2018				0.430	2.534

Таблиця 3.18– Коефіцієнти природної смертності рапани в Українській акваторії ПЗЧМ 2017-2018 рр.

Вік	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+,11+
<i>M</i>	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18

Значення коефіцієнтів приведені у таблицях 3.17 та 3.18 були застосовані для оцінки рівня біомаси та експлуатації рапани в в Українській акваторії ПЗЧМ згідно математичним моделям CMSY і VIT.

Встановлено, що рівень біомаси у водах України (1992-2018 рр.), як і у випадку усього Чорного моря, перевищував значення B_{MSY} більше ніж у 1,5 рази (рис. 3.10).

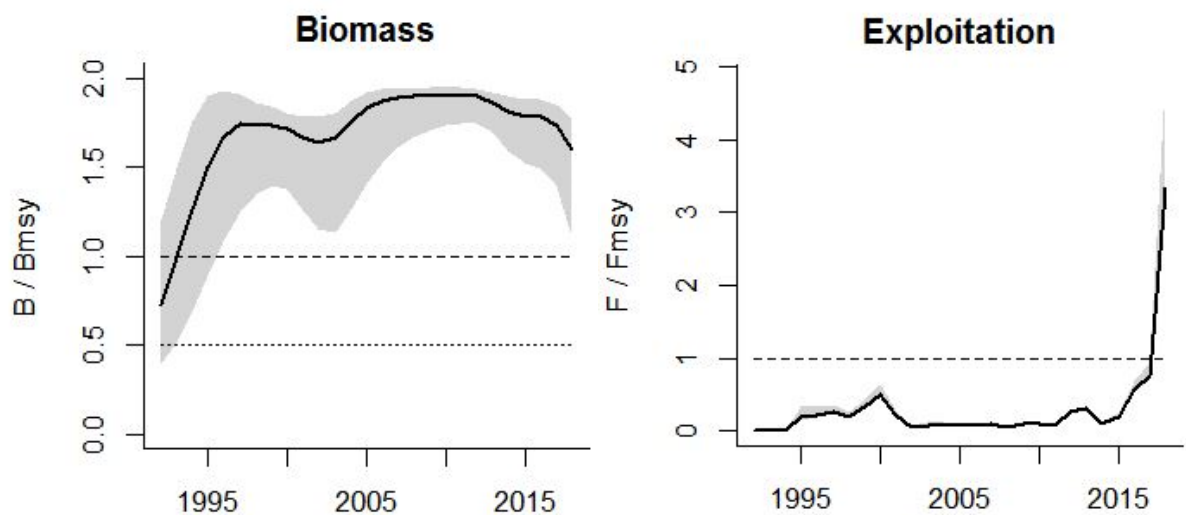


Рис. 3.10 – Оцінка рівня біомаси та експлуатації рапани

У 2018 році величина запасу дорівнювала 28,9 тис. т. Рівень експлуатації залишався відносно низьким до 2018 року, у якому перевищив оптимальний.

Точні значення за 2017-2018 рр. наведено у таблиці 3.20. Слід зауважити, що високе значення рівня експлуатації могло бути отримане внаслідок різкого зниження чисельності рапани на ділянках шельфа України, які розглядаються. Як було зазначено вище, на стан запасу могла вплинути

масова загибель рапани з невідомих причин у минулому році. На нашу думку таке трапляється внаслідок відсутності достатньої кормової бази, або з причини літніх придонних задух, які супроводжуються накопиченням сірководню у придонних шарах моря. в Українській акваторії ПЗЧМ

Таблиця 3.20– Відносні показники біомаси та експлуатації рапани в Українській акваторії ПЗЧМ

Відносний показник	2017	2018
B / B_{msy}	1,73	1,59
F / F_{msy}	0,78	3,37

На рис. 3.11 відображено графік кривої «улов на поповнення» Y/R та значення, які відповідають поточному рівню промислової смертності F_{curr} та оптимальному $F_{0.1}$ при $F_{term} = 0,5$ у 2017-2018 рр.

Результати, що отримані за допомогою моделі VIT узгоджуються з результатами, розрахованими згідно CMSY, – за підсумками двох років поточний рівень експлуатації у зоні вилову у 2,35 рази перевищує оптимальний, головним чином, за рахунок вилову у 2018 році. Однак, цей висновок застосовується тільки для частини акваторії шельфу, на якій здійснювався лов приблизно 20% від усієї акваторії України.

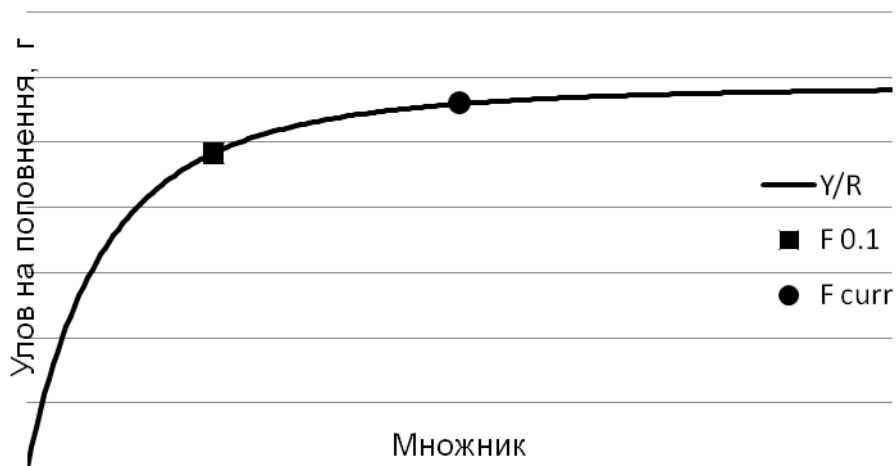


Рис.3.11 –Показник«улов на поповнення» на підставі розмірно-вікової структури улову рапани в Українській акваторії ПЗЧМ, 2017-2018 рр.

Біомаса молюска і в 2018 р. залишалася вище оптимально припустимої. Це вказує на відсутність загрози для популяції цього об'єкту внаслідок промислового вилову. Популяція має можливість відновлюватися за рахунок територій, на яких не здійснюється вилов.

Це підтверджується високим рівнем загальної біомаси в українській частині моря, на яку вказують результати моделювання (рис. 3.5, табл. 3.10). Для остаточного рішення питання про ступінь впливу промислу на ресурс рапани доцільно у подальшому вивчити для порівняння склад популяції, на незачеплених, або малоексплуатуємих ділянках.

На сьогоднішній день, слід вважати, що стан популяції в Україні знаходиться на достатньо стабільному рівні. Біомаса рапани в водах України у ПЗЧМ оцінена методами математичного моделювання на рівні 28,9 тис. т. Оцінка запасу для всього моря, отримана експертною групою Генеральної комісії з рибальства у Середземному морі (GFCM) і Європейського союзу склала 116 тис. т.

В 2018 р. загальний вилов в Україні збільшився в 4 рази та досяг рекордної величини більше 5 тис. т. У зв'язку з цим промислова смертність перевищила оптимальний рівень F_{msy} . Проте математична моделювання

запасу виявило, що біомаса продовжує залишатися на високому рівні. Вочевидь, це пояснюється тим, що промисел використовує менше 20% акваторії заселених рапаною.

Цілком очевидно, що аномальне розповсюдження рапани в Чорному морі та серйозне погіршення морського середовища, яке спричинено нею, потребують прийняття дієвих заходів. В цій ситуації доцільно заохочувати вилов рапани всіма можливими силами і засобами, які не наносять шкоди екосистемі.

В останні роки ані промисловий розмір, ані ліміт вилучення для рапани не встановлюються. Це сприяє росту промислової добичі та збільшенню експорту м'яса рапани в країни Далекого Сходу.

У цій ситуації **немає ніякої необхідності встановлювати обмеження за обсягом видобутку рапани (ліміт або прогноз допустимого вилову)**. Обмеження за термінами та районами лову, в разі здійснення ручного збору рапани, також недоцільні.

Єдиним правильним і необхідним заходом може бути лише регламентація промислу драгами щодо кількості, ділянок та термінів промислу. Встановлення таких обмежень буде створювати умови для відновлення донних біоценозів за рахунок безперешкодного осідання молоді мідій та інших організмів після нересту.

ВИСНОВКИ

1. Кліматичні умови в період проведення досліджень (2018-2020 рр.) були загалом наближені до середніх показників за багаторічний період. Температурні коливання відповідали сезонам року. Аномальних гідрометеорологічних явищ не спостерігалось. Як і у попередні роки в червні встановилася аномально спекотна погода. Опади, в основному, спостерігалися рідко і були короткочасними.

2. Кисневий режим шельфової зони ПЗЧМ є одним з головних факторів, що визначає життєдіяльність пелагічних і донних біоценозів та динаміку біогенних речовин в екосистемі. Концентрація кисню у воді змінювалась від 6,5 до 11,0 мг/л при середній величині 8,0 мг/л.

Мінімальні величини вмісту кисню, що зареєстровані, приходяться на літний період. Явища задухи періодично охоплювали весь глибоководний жолоб між Одеською банкою і берегом та акваторію від Одеської затоки до Дністровського лиману і до західної частини острова Тендра.

3. Загалом показники гідролого-гідрохімічного режиму акваторії ПЗЧМ свідчать про те, що, незважаючи на значний антропогенний прес, серйозного погіршення умов існування водних біоресурсів в останні роки не відмічається.

4. Перші знахідки рапани в Чорному морі датуються 1947 роком. В наступні 10 років рапана поширилася у всьому Чорному морі. Однак, до 1990-х років в розпріснених водах ПЗЧМ рапана практично не зустрічалася.

В останні 20 років вона пристосувалася до акваторій із зниженою солоністю та масово присутня на мілководдях, які прилягають до гирл великих річок.

5. Рапана всеїдний хижак. Її основними жертвами є дрібні двостулкові молюски-фільтратори, вона нападає також на крабів усіх видів. В певних умовах ці молюски можуть харчуватися трупами інших тварин.

6. Природних ворогів рапана в Чорному морі не має, вона є трофічним глухим кутом. Її чисельність контролюється наявністю, кількістю та доступністю харчових об'єктів та промисловою діяльністю людини.

7. В ПЗЧМ на тлі появи рапани відбувалося скорочення уловів таких традиційних об'єктів промислу як чорноморська хамса, шпрот, ставрида, та ін.

8. Для промислу рапани в ПЗЧМ дозволено використовувати бімтрал та драгу Хижняка, як знаряддя лову які наносять мінімальний негативний вплив на довкілля та донні біоценози.

9. Більша частина обстежених біотопів заселена рапаною вкрай неоднорідно. Поруч з ділянками зі щільністю понад 15 екз./м², більша частина досліджених акваторій характеризувалася меншими значеннями цього показника – 1 екз./м² та 0,1 екз./м² (практично відсутні).

10. Скупчення рапан активно переміщуються в межах одного біотопу, що й зумовлює знищення молюсків-фільтраторів. На активність рапани, в тому числі харчову, помітно впливають перепади температури в придонному шарі води (термоклин).

11. У період нересту рапана мігрує до кам'янистих ґрунтів, які використовує в якості нерестового субстрату, що і пояснює нерівномірність її розподілу.

12. На всіх досліджуваних ділянках спостерігалось скорочення частки особин рапани старших вікових груп (понад восьм років). Це свідчить про те, що природна смертність рапани різко зростає при досяганні віку у 8-9 років.

13. За оцінки експертами причорноморських країн Комітету з рибальства Єврокомісії (STECF) була отримана загальна для моря оцінка стану популяції рапани у Чорному морі. MSY (максимально стійкий вилов) оцінюється у 20,8 тис. т та загальна біомаса у 116 тис. т.

14. В останні роки ані промисловий розмір, ані ліміт вилову для рапани не встановлюються. Це сприяє росту промислової добичі та збільшенню експорту м'яса рапани в країни Далекого Сходу.

У цій ситуації немає ніякої необхідності встановлювати обмеження за обсягом видобутку рапани (ліміт або прогноз допустимого вилову). Обмеження за термінами та районами лову, в разі здійснення ручного збору рапани, також недоцільні.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Переладов М.В. Современное состояние популяции и особенности биологии рапаны (*Rapana venosa*) в северо-восточной части Чёрного моря // Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). E-mail: pereladov@vniro.ru;
2. Чухчин В.Д. 1961а. Размножение рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Чёрном море // Труды Севастопольской Биологической Станции. № 14.— С. 163–168.
3. Милютин Д.М., Вилкова О.Ю. 2005. Черноморские моллюски-вселенцы рапана и анадара: современное состояние популяции и динамика запасов // Рыбное хозяйство, № 4.— С. 50–54.
4. Переладов М.В. Современное состояние популяции и особенности биологии рапаны (*Rapana venosa*) в северо-восточной части Чёрного моря - //Труды ВНИРО. Том 150. Промысловые виды и их биология / - 2013 г. – С. 8-20.
5. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря. - Киев: Наукова думка, 1968 - 176 с.
6. Чухчин В.Д. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутской устричной банке. // Труды Севастопольской Биологической Станции. 1961с.— № 14.— С. 178–187.
7. Чухчин В.Д. 1968. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря.— Киев.: Наукова думка.— 176 с.
8. Старк И.Н. 1950. Сырьевая база и распределение устриц на Гудаутской банке // Труды АзЧерНИ- РО. Вып. 14.— С. 247–262.
9. Переладов М.В. 2005. Современное состояние популяции черноморской устрицы // Труды ВНИРО. Т. 144. Прибрежные гидробиологические исследования.— М.: Изд-во ВНИРО.— С. 254–274.
10. Кучерук Н.В., Басин А.Б., Котов А.В., Чикина М.В. 2002. Макрозообентос рыхлых грунтов Северо-Кавказского побережья Чёрного

- моря: многолетняя динамика сообщества // Комплексные исследования северо-восточной части Чёрного моря: Сб. работ.— М.: Наука.— С. 289–297.
11. Бондарев И. П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) / И. П. Бондарев // *Ruthenica*, – 2010, – 20, № 2. – С. 69-90.
12. Топтиков В.А., Ковтун О.А., Алексеева Т.Г. Изучение морфологии и физиологии брюхоногого моллюска *Rapana venosa*. Учебно-методическое пособие, 2016. – 83 с.
13. Драпкин Е. И. Новый моллюск в Черном море / Е. И. Драпкин // *Природа*. – 1953. – № 9. – С. 92–95.
14. Harding J.M. 2003. Predation by Blue Crabs, *Callinectes sapidus*, on Rapa Whelks, *Rapana venosa*: Possible Natural Controls for an Invasive Species // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. N. 297.— С. 161–177.
15. Bosch D.T., Dance S.P., Moolonbeck R.G., Oliver P.G. 1995. Seashells of Eastern Arabia.— Dubai.: Emirates Printing Press.— 124 p. Boushet P. 1989. A review of phylogeny in Gastropods // *J. Moll. Stud.* N. 55.— P. 67–78.
16. Ревков Н.К. 2009. Некоторые замечания по составу и многолетней динамике фауны моллюсков рыхлых грунтов юго-восточного Крыма (Чёрное море) // *Карадаг-2009: Сборник научных трудов, посвященных 95-летию Карадагской научн. станции и 30-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины.*— Севастополь: ЭКОСИ-Гид Таблица 2. Особенности биологии рапаны в разные периоды развития её популяции в Чёрном море офизика.— С. 251–261.
17. Новый моллюск «рапана» в Черном море / П. К. Гудимович // *Природа*. – 1950. – № 6. – С. 80–81.
18. Дорст Ж. До того как умрет природа / Ж. Дорст. – М.: Прогресс, 1968. – 415 с. – (Dorst J. Before the nature dies. 1965)
19. Заика В. Е. Вселенцы в донной макрофауне Черного моря: Распространение и влияние на сообщества бентали / В. Е. Заика, Н. Г.

- Сергеева, Е. А. Колесникова // Морський екологічний журн. – 2010. – Т. IX, № 1. – С. 5–7.
20. Золотарев П. Н. Изменения в сообществах макробентоса Гудаутской устричной банки / П. Н. Золотарев, А. С. Терентьев // Океанология. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 251–257.
21. Иванов Д. А. Влияние вселенца рапаны (*Rapana venosa*) на донные биоценозы в восточной части Черного моря / Д. А. Иванов // Водні біоресурси та їх відтворення. – 2012. – № 2. – С. 3–7.
22. Иванов Д. А. Трансформация донных биоценозов Керченского пролива после вселения хищного моллюска *Rapana thomasiana* и двустворчатых *Mya arenaria* и *Cunearca cornea* / Д. А. Иванов, И. А. Синегуб: Материалы III-й Междун. конф. [«Современ. пробл. Азово-Черноморского региона»], (Керчь 10–11 ноября 2007) / Керчь: ЮгНИРО, 2008. – С. 45–51.
23. Атраментова Л. О. Статистичні методи в біології / Л. О. Атраментова, О. М. Утєвська – Х: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
24. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций / А. Д. Базыкин. – Москва–Ижевск, 2003. – 368 с.
25. Бондарев И. П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) / И. П. Бондарев // *Ruthenica*. – 2010. – V. 20, № 2. – С. 69–90.
26. Варигин А. Ю. Изменение формы раковины в процессе адаптации к условиям среды обитания / А. Ю. Варигин // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: Зб. праць. НАН України, МП ОФ ІнБПМ. – Вип. 9. – Севастополь, 2003. – С. 277–283.
27. Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). II. Моллюски (*Mollusca*) / А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 100 с.
28. Гудимович П. К. Новый моллюск «рапана» в Черном море / П. К. Гудимович // Природа. – 1950. – № 6. – С. 80–81.

29. Заика В. Е. Вселенцы в донной макрофауне Черного моря: Распространение и влияние на сообщества бентали / В. Е. Заика, Н. Г. Сергеева, Е. А. Колесникова // Морський екологічний журн. – 2010. – Т. IX, № 1. – С. 5–7.
30. Закурдаев В. И. К вопросу о возможности культивирования рапаны (*Rapana thomasiana*) в Черном море / В. И. Закурдаев, О. И. Беляева // Эволюция морских экосистем под влиянием вселенцев и искусственной смертности фауны : Тезисы докладов Международной конференции, Азов, 15–18 июня, 2003. – Ростов на Дону, 2003. – С. 91–92.
31. Золотарев П. Н. Изменения в сообществах макробентоса Гудаутской устричной банки / П. Н. Золотарев, А. С. Терентьев // Океанология. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 251–257.
32. Истомина А. А. Реакция антиоксидантной системы у массовых видов моллюсков залива Петр Великого в условиях дефицита кислорода и действия ионов Cu^{2+} : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. биол. наук : спец. 03.02.08 «Екологія» / А. А. Истомина. – Владивосток, 2012. – 16 с.
33. Колючкина Г. А. Биомаркеры воздействия загрязнений на двустворчатых моллюсков Северо-Кавказского побережья Черного моря: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. биол. наук: спец. 03.00.18 «Гідробіологія» / Г. А. Колючкина. – М., 2009. – 27 с.
34. Косьян А. Р. Экологическое состояние популяций *Rapana venosa* в северной части Черного моря / А. Р. Косьян // Наук. зап. Терноп. нац. пед. у-ту. Сер. Біол. – 2010. – № 3(44). – С. 122–127.
35. Куракин А. П. Интенсивность потребления мидий рапаной *Rapana venosa* в Северо-Западной части Черного моря / А. П. Куракин, И. А. Говорин // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 4. – С. 15–22.
36. Максимова Т. И. Морфологический и генетический анализ моллюсков семейства *Vulinidae* (Gastropoda, Pulmonata) фауны России и сопредельных территорий: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. биол. наук: спец. 03.00.08 «Зоологія» / Т. И. Максимова. – Смоленск, 1995. – 22 с.

37. Панасюк Н. В. Мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819) в биоиндикации загрязнения Черного моря / Н. В. Панасюк, Н. В. Лебедева // Вестник Южного научного центра РАН. – 2008. – Т. 4, № 4. – С. 68–73.
38. Промышленное разведение мидий и устриц / [Ред.-сост. И. Г. Жиликова]. – М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: Сталкер, 2004. – 110 с.
39. Раутиан А. С. Отношения хищник-жертва в филогенетическом масштабе времени. Экосистемные пере-стройки и эволюция биосферы. Выпуск 4. / А. С. Раутиан, А. Г. Сенников. – М.: Издание Палеонтологического института, 2001. – С. 29–46.
40. Вісник ОНУ. Сер.: Біологія. 2014. Т. 19, вип. 2(35) 21. Саенко Е. М. Внутрипопуляционные изменения рапаны российских прибрежных вод Черного моря / Е. М. Саенко, В. Н. Шевченко: Мат. 8 между-ной конф [«Биологическое разнообразие Кавказа», Ч. 3. Экология, валеология, экономика], (Нальчик, 12–15 окт., 2006 г.). – Нальчик, 2006. – С. 66–67.
41. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб.: ООО «Речь», 2000. – 350 с.
42. Сон М. О. Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья / М. О. Сон. – Одесса: Друк, 2007. – 132 с.
43. Сяпина И. Г. Морфофункциональная характеристика репродуктивной системы брюхоногих моллюсков *Littorina brevicula*, *L. mandshurica* и *Nucella heuseana* из незагрязненных и загрязненных районов залива Петра Великого // Биология моря. – 2011. – Т. 53, № 6. – С. 340- 355
44. И. Г. Сяпина, А. В. Щерблыкина // Биология моря. – 2007. – Т. 33, № 6. – С. 440–445.
45. Финенко Г. А. Экологическая энергетика черноморской мидии / Г. А. Финенко, З. А. Романова, Г. И. Абол- масова // Биоэнергетика гидробионтов. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 32–71.
46. Фроленко Л. Н. Характеристика зообентоса северо-восточной части Черного моря / Л. Н. Фроленко, С. П. Воловик, Е. И. Студеникина // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. естеств. н. – 2000. – № 2. – С. 69–71.

47. Чухчин В. Д. Рост рапаны (*Rapana besoar* L.) в Севастопольской бухте / В. Д. Чухчин // Тр. Севастопольск. биол. ст. АН УССР. – 1961. – № 14. – С. 169–177.
48. Чухчин В. Д. Функциональная морфология рапаны / В. Д. Чухчин. – К.: Наукова думка, 1970. – 138 с.
49. Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря / В. Д. Чухчин. – К.: Наукова думка, 1984. – 176 с.
50. Шадрин Н. В. Дальние вселенцы в Черном и Азовском морях: экологические взрывы, их причины, последствия, прогноз / Н. В. Шадрин // Экология моря. – 2000. – № 51. – С. 72–78.
51. Шадрин Н. В. Питание и распределение *Rapana venosa* (Vallenciennes, 1846) в акватории Опукского заповедника (Восточный Крым, Черное море) / Н. В. Шадрин, Т. А. Афанасова // Морський екологічний журн. – 2009. – Т. 8, № 2. – С. 24.
52. Шиганова Т. А. Чужеродные виды в экосистемах южных внутренних морей Евразии территорий: автореферат дис. на здобуття наук. ступеня докт. биол. наук: спец. 03.00.18 «Гідробіологія» / Т. А. Шиганова. – М., 2009. – 56 с.
53. Шурова Н. М. Структурно-функциональная организация популяции мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря / Н. М. Шурова. – К.: Наукова думка, 2013. – 208 с.
54. Шурова Н. М. Изменение популяционных характеристик черноморской мидии в условиях эвтрофирования и гипоксии морских прибрежных вод / Н. М. Шурова, А. Ю. Варигин, С. В. Стадниченко // Экология моря. – 2004. – Вып. 65. – С. 94–99.
55. Bailey R. C. Within-basin variation in the shell morphology and growth rate of a freshwater mussel / R. C. Bailey, R. H. Green // Canadian Journal of Zoology. – 1988. – Vol. 66, N 7. – P. 1704–1708.

56. Catsiki V. A. Monitoring of the effects of pollution along the Saronicos gulf / V. A. Catsiki, C. Kozanoglou, E. Stroglyoudi // Report. 2001–2002 NCMR. – 2003. – 51 p.
57. Ecology and distribution of the veined rapa whelk *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in Sinop peninsula (Southern central Black sea), Turkey / M. Culha, L. Bat, A. Dogan [et al.] // J. Anim. Vet. Adv. – 2009. – Vol. 8, No. 1. – P. 51–58.
58. Harding J. M. Influence of environmental factors and female size on reproductive output in an invasive temperate marine gastropod *Rapana venosa* (Muricidae) / J. M. Harding, R. Mann, C. W. Kilduff // Marine Biology. – 2008. – Vol. 155, No. 6. – P. 571–581.
59. International Council for the Exploration of the Sea. Alien Species Alert: *Rapana Venosa* (veined whelk) / [Ed. R Mann, A. Occhipinti, J. M. Harding]. – ICES Cooperative Research Report, 2004. – No. 264. – 14 p.
60. Loddington R. Marine invertebrates in hypoxia: developmental, behavioural, physiological and fitness responses / R. Loddington // The Plymouth Student Scientist. – 2011. – Vol. 4, No 2. – P. 267–277.
61. Luoma S. N. The developing framework of marine ecotoxicology: pollutants as a variable in marine ecosystems / S. N. Luoma // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1996. – Vol. 200. – P. 29–55.
62. Mann R. Salinity tolerance of larval *Rapana venosa*: implications for dispersal and establishment of an invading predatory gastropod on the North American Atlantic coast / R. Mann, J. M. Harding // Biol. Bull. – 2003. – N. 204. – P. 96–103.
63. Müller D. Growth and age structure of the swan mussel *Anodonta cygnea* (L.) at different depths in Lake Mattsee (Salzburg, Austria) / D. Müller, R. A. Patzner // Hydrobiologia. – 1996. – Vol. 341. – P. 65–70.
64. Characterization of *Rapana thomassiana* as a indicator of environmental quality of the Black Sea coast of Bulgaria / J. Namiesnik, P. Szefer, S. Moncheva [et al.] // Environmental Thechnology. – 2012. – Vol. 33, N 2. – P. 201–209.

65. Salazar M. H. Mussels as bioindicators: effects of TBT on survival, bioaccumulation, and growth under natural conditions / M. H. Salazar, S. M. Salazar // *Organotin*. – London, Chapman and Hall. – 1996. – P. 305–330.
66. Savini D. Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea / D. Savini, A. Occhipinti-Ambrogi // *Helgol. Mar. Res.* – 2006. – Vol. 60. – P. 153–159.
67. Rapa welk controls demersal community structure off Zmiinyi Island, Black Sea / S. Snigirov, V. Medinets, V. Chichkin [et al.] / *Aquatic Invasions*. – 2013. – Vol. 3, I. 3. – P. 289–297.
68. Stohlgren T. J. Risk analysis for biological hazards: what we need to know about invasive species/ T.J. Stohlgren, J. L. Schnase // *Risk analysis*. – 2006. – Vol. 26, N. 1. – P. 163–173.
69. Vaquer-Sunyer R. Sulfide exposure accelerates hypoxia-driven mortality / R. Vaquer-Sunyer, C. M. Duarte / *Limnol. Oceanogr.* – 2010. – 55 (3). – P. 1075–1082.
70. Zolotarev V. The Black Sea ecosystem changes related to the introduction of new mollusk species / V. Zolotarev // *PSZNJ: Mar. Ecology*. – 1996. – Vol. 17 (1–3). – P. 227–236.
71. Гаевская А. В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). II. Моллюски (*Mollusca*) / А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – С. 30-44.
72. Говорин И. А. Оценка влияния хищного брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) на фильтрационный потенциал мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. / И. А. Говорин, А. П. Куракин // *Экол. безпека прибереж. та шельф. зон та комплекс. використ. ресурсів шельфу: зб. наук. пр.* – 2011. – 25, Т. 1. – С. 435-442.
73. Закурдаев В. И. К вопросу о возможности культивирования рапаны (*Rapana thomasiana* Crosse) в Черном море / В. И. Закурдаев, О. И. Беляева // *Эволюция морских экосистем под влиянием вселенцев и искусственной*

смертности: тез. докл. межд. конф. (г. Азов, 15–18 июня 2003 г.) – Ростов на Дону, 2003. – С. 91-92. 79 ISSN 2077-174

74. Комисарова М. С. Популяційна структура та екологічна роль масових видів молюсків на шельфі острова Зміїний / М. С. Комисарова, І. Г. Ємельянов, Е. О. Дикий // Доповіді Національної академії наук України, – 2011. – № 7. – С. 188-192.

75. 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.

76. Кучерук Н. В. Макрозообентос кавказского побережья Черного моря: влияние пелагических и донных видов-вселенцев / Н. В. Кучерук // Материалы X научной конференции Беломорской биологической станции им. Н. А. Перцова биологического факультета МГУ, (Москва, 9-10 августа 2006 г.). – М., 2006. – С. 68-70.

77. Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, – 2011. – С. 172 – 188.

78. Саенко Е. М. Особенности состояния популяции вселенца-рапаны в российской прибрежной зоне Черного моря / Е. М. Саенко, В. Н. Шевченко // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: Тез. докл. Междунар. конф. (5-8 июня 2007 г.). – Ростов-на-Дону, – 2007. – С. 57-58.

79. Саенко Е. М. Современное состояние популяции рапаны в Азово-Черноморском бассейне / Е. М. Саенко, В. Н. Шевченко // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: Сб. научных трудов (2006–2007 гг.) АзНИИРХ. – Ростов на Дону: – Диалог, 2008. – С. 188-192.

80. Снигирев С. М. Современное состояние рапаны жилковатой *Rapana thomasiana thomasiana* Crosse, 1861 в прибрежных водах острова Змеиный

- (СЗЧМ) / С. М. Снигирев // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-черноморского региона: Мат. VII Междунар. конф. (г. Керчь, 20 – 23 июня 2012 г.) – Керчь, 2012. – С. 137-140.
81. Снигирев С. М. Исследования распределения мидии *Mytilus galloprovincialis* в прибрежных водах о. Змеиный / С. М. Снигирев, В. И. Мединец // Экологічні проблеми Чорного моря, Одесса. – 2012. – С. 85-88.
82. Чухчин В. Д. Рост рапаны (*Rapana besoag* L.) в Севастопольской бухте / В. Д. Чухчин // Тр. Севастопольск. биол. ст. АН УССР. – 1961. – 14. – С. 169-177.
83. Чухчин В. Д. Функциональная морфология рапаны / В. Д. Чухчин. – Киев: Наук. думка, 1970. – 138 с.
84. Яхонтова И. В. Размерная и половая структура поселения рапаны (*Rapana thomassiana* Grosse) на акватории мидийного хозяйства в восточной части Черного моря / И. В. Яхонтова // IX Съезда Гидробиологического общества РАН: тезисы докладов (г. Тольятти, Россия, 18-22 сентября 2006 г.), 2. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. – 281 с.
85. Адылова А.С., Битютский Д.Г., Гамаюнов О.А. 2009. Рапана в экосистеме Чёрного моря: вред и польза // Рыбное хозяйство Украины (Рибне Господарство України). № 4 (63).— С. 19–24.
86. Бондарев И.П. 2010. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) // *Ruthenica*. V. 20, N. 2.— С. 69–90.
87. Вершинин А.О. 2003. Жизнь Чёрного моря.— М.: Изд-во «Макцентр».— 175 с. Вершинин А.О. // [blacksea-education.ru molluski.shtml](http://blacksea-education.ru/molluski.shtml)
- Драпкин Е.И. 1953. Новый моллюск в Чёрном море // *Природа*. № 9.— С. 92–95.
88. Ершов В.Е. Рапана // <http://www.shellclub.ru> Золотарёв П.Н., Евченко О.В. 2010. Некоторые черты биологии и оценка запаса рапаны *Rapana thomassiana thomassiana* (Gastropoda: Muricidae) в северо-восточной части Чёрного моря в 1988–1994 гг. // *Вопросы рыболовства*.— С. 442–452.

89. Карпевич А.Ф. 1998. Акклиматизация гидробионтов и научные основы авакультуры // Избранные труды: в 2 т. Том 2.— М.: Изд-во ВНИРО.— 870 с.
90. Кантор Ю.И. 1998. О нахождении рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) у восточного побережья США // *Ruthenica*, 8 (2).— 90 с.
91. Кантор Ю.И. 2003. Биологические и исторические тайны рапаны // *Природа*. № 5.— С. 25–29.
92. Лемачко Б.В., Яровой В.В. 1991. Краткий очерк деятельности Русского общества пароходства и торговли // «Гангут». Вып. 1.: Санкт-Петербург: ЛЕН-КО, изд-во «Гангут».— С. 77–93.
93. Разин А.И. 1934. Морские промысловые моллюски Южного Приморья // *Известия ТИНРО*. Вып. 8.— 175 с.
94. Levin L.A., Creed E.L. 1986. Effect of Temperature and Food Availability on Reproductive Responses of *Streblospio benedicti* (Polychaeta: Spionidae) with Planktotrophic or Lecithotrophic Development // *Marine Biology*. V. 92. N. 1.— P. 103–113.
95. Mann R., Harding J.M. 2003. Salinity Tolerance of Larval *Rapana venosa*: Implications for Dispersal and Establishment of an Invading Predatory Gastropod on the Современное состояние популяции и особенности биологии рапаны (*Rapana venosa*) North American Atlantic Coast // *Biological Bulletin*. N. 204.— P. 96–103.
96. Сетевая ссылка 1: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
97. Сетевая ссылка 2: <https://delvaneo.ru/fishing/carassius/effektivnye-nasadki-dlya-lovli-morskikh-karasej/molyusk-rapana.html>