



## Анотація

# СТАН ЗАПАСІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛУ РАПАНИ В ЧОРНОМУ МОРІ

Беліков Р.В., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

Рапана є важливим об'єктом промислу в Чорному морі, що має значний економічний потенціал завдяки високій попиту на її м'ясо. Однак інтенсивний вилов без належного контролю може призвести до зниження чисельності виду та дисбалансу в екосистемі. Дослідження стану запасів рапани та перспектив її промислу є актуальним для забезпечення сталого використання цього ресурсу, збереження екологічної рівноваги та підтримки економічної стабільності прибережних регіонів.

Метою кваліфікаційної роботи магістра було оцінити сучасний стан запасів рапани (*Rapana venosa*) в Чорному морі, визначити фактори, що впливають на їх чисельність, та розробити рекомендації щодо сталого промислу цього виду з урахуванням екологічних і економічних аспектів.

У роботі досліджено сучасний стан запасів рапани (*Rapana venosa*) в Чорному морі та перспективи її промислу. Проведено аналіз біологічних і екологічних особливостей виду, його адаптацій до середовища та впливу на екосистему регіону. Розглянуто динаміку чисельності рапани в Чорному морі за останні десятиліття, а також основні фактори, що впливають на її популяцію, зокрема антропогенний тиск, зміни температурного режиму та наявність природних хижаків. У роботі оцінено економічний потенціал промислу рапани, включаючи її використання в харчовій промисловості та як об'єкта експорту.

Кваліфікаційна робота магістра представлена на 65 сторінці і включає в себе 13 таблиць, 3 рисунки, 83 літературних джерела посилань.

*Ключові слова:* рапана, Чорне море, промисел, запаси, екосистема, біологічна оцінка.

**SUMMARY**  
**STATUS OF STOCKS AND PROSPECTS FOR RAPANA FISHING IN**  
**THE BLACK SEA**

**Belikov R.V., Master of the Water bioresources and aquaculture  
departmen**

Rapana is an important fishery in the Black Sea, with significant economic potential due to the high demand for its meat. However, intensive fishing without proper control can lead to a decline in the species' numbers and an imbalance in the ecosystem. The study of the state of rapana stocks and prospects for its fishing is relevant to ensure the sustainable use of this resource, preserve ecological balance and maintain the economic stability of coastal regions.

The purpose of the master's thesis was to assess the current state of rapana (*Rapana venosa*) stocks in the Black Sea, identify factors affecting their abundance, and develop recommendations for sustainable fisheries of this species, taking into account environmental and economic aspects.

The paper investigates the current state of rapana (*Rapana venosa*) stocks in the Black Sea and the prospects for its fishery. The biological and ecological features of the species, its adaptations to the environment and its impact on the ecosystem of the region are analyzed. The dynamics of the number of rapana in the Black Sea over the past decades, as well as the main factors affecting its population, including anthropogenic pressure, changes in temperature and the presence of natural predators, are considered. The paper assesses the economic potential of the rapana fishery, including its use in the food industry and as an export item.

The master's thesis is presented on 65 pages and includes 13 tables, 3 figures, 83 references.

*Keywords:* rapana, Black Sea, fishery, stocks, ecosystem, biological assessment.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
1 СТАН ДОСЛІДЖЕНОСТІ ПИТАННЯ .....	5
1.1 Біологія рапани в Чорному морі .....	5
1.2 Морфологічні особливості молюска.....	12
1.3 Особливості живлення в Чорному морі .....	16
2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	22
3.1 Залежність стану водних біоресурсів від абіотичні та біотичні чинники.....	22
3.1.1 Характеристика кліматичних умов.....	22
3.1.2 Гідролого-гідрохімічна характеристики акваторії.....	25
3.2 Гідробіологічні характеристика району досліджень .....	28
3.3 Особливості просторового розподілу рапани в акваторії Чорного моря.....	31
3.4 Особливості розповсюдження рапани за глибинами в ПЗЧМ.....	35
3.5 Відтворення, життєвий цикл, розмірно-вікова структура популяції.....	38
3.6 Стан запасів рапани у зв'язку з перспективами промислу.....	41
3.7 Методи лову рапани та їх вплив на донні біоценози.....	43
ВИСНОВКИ .....	54
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	56

## ВСТУП

«Червононогий молюск рапана *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) *Rapana thomasi* (Crosse, 1861) був знайдений в Чорному морі в середині минулого століття. Сьогодні це найпоширеніший і найбільш численний молюск у Чорному морі» [1,2].

Батьківщина рапани –Далекосхідні моря – Японське, Жовте і Східно-Китайське, де вона масово зустрічається на устричних банках.

В кінця 1960-х рр. рапану знайшли в Чорному морі, де вона дуже швидко поширилась по всій акваторії. Промисел рапани розпочався вже в 1970-х рр. в районі Керченської протоки і в Болгарського узбережжя. Особливо цінувалась мушля молюска яку використовували для виготовлення сувенірів. Використовувати м'ясо рапани, як цінний харчовий продукт почали тільки у кінці 1980-х рр.

Рапана вважалася «смітним» видом, небажаним вселенців, тому її вилов не обмежувався, а відповідно інформація щодо промислу до 1990-х років практично не було. За наявними, уривчастими даними, щорічний вилов рапани в цей період біля берегів СРСР складав від 4,5 – 16,5 млн. особин (до 2,5 т).

У 2000–200 роках в Українських територіальних водах виловлювали всього до 10 т рапани. В той же час біля берегів Болгарії щорічно виловлювали тисячі тонн, у водах Туреччини – десятки тисяч тонн молюска.

Існуючі оцінки запасу молюска в Чорному морі за наявними оцінками різняться на порядок, що пов'язано з різними методиками які застосовувались підчас облікових зйомок.

Запас рапани оцінювався в акваторіях Кавказа у 2000-2005 рр. оцінювали в 55–63 тис. т, 80% з них склали молюски промислових розмірів. [1,2]. Біологія рапани в басейні Чорного моря досліджена слабо. Наявна інформація носить уривчастий характер.

Мушлі рапани використовуються для виготовлення сувенірів, а м'ясо, має відмінні смакові якості і служить сьогодні цінним харчовим продуктом і суттєвою статтею експорту.

У курортних містах великим попитом користуються сувеніри з раковин рапани. В меню найкращих ресторанів чорноморського узбережжя сьогодні пропонують найрізноманітніші страви з м'яса рапани. Значну частку доходів країни складає заморожене м'ясо яке є важливою статтею експорту усіх Причорноморських країн.

Риси біології рапани в Чорному морі, останнім часом, зазнала значних змін. Мокюски стають статевозрілими у більш ранньому віці, спостерігається осіоння личинкк на субстрати в товщі води, змінився спектр харчування, молюск пристосувався до життя в опріснених акваторіях та ін.

Оскільки сьогодні, в Чорному морі рапана є одним з найважливіших промислових об'єктів пріоритетне значення має дослідження сучасного її запасів, розмірно–вікової структури популяції, рис біології.

**Мета роботи полягала** в дослідженні сучасної структури популяції *Rapana venosa*, особливостей її біології та розповсюдження в північно–західній частині Чорного моря, особливостей та перспектив промислу

# 1 СТАН ДОСЛІДЖЕНОСТІ ПИТАННЯ

## 1.1 Біологія рапани в Чорному морі

Рапа *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) – один із яскравих прикладів глобальної експансії гідробіонтів. Сучасна оригінальна назва виду має безліч синонімів: *Purpura venosa* (Valenciennes, 1846), *R. thomasiana* (Crosse, 1861), *R. marginata* (Valenciennes, 1846), *R. pechiliensis* (Grabau & King, 1928) та *R. pontica*, 1969). Природний ареал рапани – акваторії Жовтого, Бохайського, Східно-Китайського та Японського морів.

Молекулярні дослідження виявили високу генетичну різноманітність серед природних популяцій і те, що це не пов'язано з географічною роз'єднаністю популяцій [3,4].

Популяції молюска у далекосхідних морях постраждали від перелову та їх чисельність швидко скоротилася [5]. Тому сьогодні промислове використання рапани в морях материнського ареалу обмежане

Вперше за межами свого ареалу *R. Venosa* була зареєстрована в акваторії Чорного моря у 1947 році. За одними даними, цей вид був завезений з баластними водами, за іншими, на днищах радянських торпедних катерів, перекинутих з Японського моря.

За короткий термін, в 1950–1960-х рр., молюск заселив шельф Чорного. Не знаходили його тільки в найбільш опріснених ділянок у його північно-західній частині [1]. Заселяє піщано – черепашкові та черепашкові ґрунти до глибини 30 м. Нижнім кордоном для його розвитку є солоність 12‰, тому в Азовському морі його поширення лімітовано [2,4].

В 1960-х роках поширилася в Мармурове море, а далі в Середземне море, де в 1973 рапана була виявлена в Адріатичному морі (Savini et al., 2004), а в 1986 році Егейському морі (Koutsoubas & Voultziadou-Koukoura,

1991). Є кілька повідомлень про виявлення *R. Venosa* у Тірренському морі [6].

У 1997 році *R. venosa* була виявлений у Бретані, на атлантичному узбережжі Франції [7]. а у 1992 році – у Північному морі на південь від Доггер-банки [8].

На півдні Північного моря рапана була виявлена у 2005 році, а у 2007 році вона з'явилась на атлантичному узбережжі Іспанії [9].

Також *R. venosa* була виявлена в Чесапікській затоці на Східному узбережжі США, де вона була вперше знайдена в 1998 році, і в тому ж році її знайшли в річці Ла-Плата між Уругваєм і Аргентиною [10,11].

Передбачається, що ймовірним вектором її інвазії на узбережжі Америки, зокрема в тихоокеанських водах Північної Америки, була її інтродукція з культивованими справжніми устрицями, хоча цей факт достовірно не підтверджений.

Молекулярні та генетико-біохімічні дослідження встановили, що в районах інтродукції не відмічено мінливості за генами МТ ДНК та мікросателітами [12]. Таким чином, за генами МТ ДНК було виявлено один гаплотип, який є присутнім у двох місцевих популяціях Східно-Китайського та Японського морів, що вказує на те, що саме ці регіони є джерелом інтродукції у Чорне море та інші регіони [13].

Є думка [9], що вселення в Чорне море гребневиків-вселенців в 190-х роках, послужило пусковим механізмом для першого спалаху чисельності рапани, що пов'язують з неможливістю існування в планктоні достатнього для нормального заселення дна кількості пелагічних личинок двостулкових молюсків. Однак така гіпотеза достовірно не підтверджена.

У той же час у бентосних співтовариствах рапана стала повністю контролювати чисельність дорослих двостулкових молюсків. Темпи розселення молюска в Чорному та Азовському морях в останні десятиліття і в деяких інших морях Світового океану [2,14], свідчать про високу екологічну пластичність виду.

Висока плодючість і ненажерливість, здатність довго голодувати і легко перемикається на харчування найрізноманітнішою їжею – від великих і дрібних двостулкових молюсків до мертвих тварин і навіть живих крабів, дозволяє рапані жити в різних біоценозах аж до глибини 35 м, поступово змінюючи їх до зникнення деяких (наприклад, устриць) видів.

У північно-східних частині моря хижак став причиною значного скорочення чисельності двостулкових молюсків-фільтраторів (мідій та устриць), основних об'єктів його харчування. В результаті погіршення умов нагулу в цих районах, зменшились розміри самого молюска [11, 12].

Сьогодні, збільшення чисельності рапани спостерігається в північно-західній частині Чорного моря, що негативно впливаю на стан бентос них співтовариств [7, 8, 13,15].

Нерест рапани в Чорноморському басейні триває з червня по вересень, що відповідає температурному діапазону від 25 до 19°C; зустрічальність личинок у планктоні відзначено у липні-жовтні. У цей період відбувається їхнє осідання та перехід на харчування двостулковими молюсками [1, 2,7,8]. Молодь рапани використовує радулу як орган перфорації. Просвердлюючи раковини двостулкових молюсків, рапани виїдають м'яке тіло за допомогою хоботу [11].

У більших особин розвинена гіпобранхіальна залоза (іноді звана слинною), в якій виробляється біотоксин, аналогічний ацетилхоліну, так званий нейротрансмітер [5], що надає нервово-м'язову блокуючу дію [16]. Токсин, що виділяється рапаною в морську воду поблизу двостулкових молюсків, потрапляє на мускул-аддуктор, викликаючи його розслаблення. Раковина відкривається і рапана, вставляючи хобот між стулками, за допомогою радули розриває м'які тканини двостулкових молюсків. Залежно від температури води та розмірів, рапана споживає за добу від 13 до 140 мг/г живої маси [17].

Рапана стала причиною катастрофічного зменшення устриць в багатьох акваторіях, куди вселився молюск [17,18]. Це дозволяє стверджувати, що

однією з причин майже повного зникнення устриці *Ostrea edulis* у Чорному морі була рапана. Вказується також, що поширення рапани призвело до скорочення популяції мідії *Mytilus galloprovincialis* у Чорному морі [18,19]. Замість зникаючого виду *O. edulis* у 1980-х роках у Чорне море було інтродуковано гігантську устрицю *Crassostrea gigas* [20,21].

Великі особини хижака *R. venosa* можуть «атакувати» навіть крабів роду *Portunus*, *Carcinus* і раків-самітників *Diogenes*, що зариваються у пісок. В умовах харчового дефіциту рапана можливе поглинання трупів риб [5,22].

Зміна *R. venosa* об'єкта живлення *A. inaequalis* на *D. cornea* на піщано-мулистих ґрунтах відбулася внаслідок заміщення одного виду двостулкових молюсків іншим після явищ задухи в акваторії Опукського заповідника (Східний Крим, Чорне море) [20,23].

Вибірковість *R. venosa* у відборі з двостулкових молюсків *M. galloprovincialis*, *R. philippinarum* та *A. inaequalis* на користь останньої виявлена експериментальними дослідженнями в північній частині Адріатичного моря [14,24]. Неослабний прес хижака є реальною загрозою поселенням. Експериментальними дослідженнями в районі острова Зміїний у північно-західній частині чорного моря виявлено, що зниження чисельності мідій у поселенні в залежності від щільності популяції рапани може варіювати від 33 до 79 екз•добу<sup>-1</sup>•м<sup>-2</sup>, а інтенсивність харчування молюска *R. venosa* відповідає елімінації за добу однієї мідії середньої довжини 36,3±1,5 мм та загальною масою 3,9±0,2 г [25].

Актуальним залишається виявлення можливого вибору хижакком мідій, що відрізняються за морфологічними та фенотиповими ознаками. Так, для мідії *Mytilus edulis* раніше були виявлені морфологічні зміни, які в материнському ареалі виникають під впливом хижака – морської зірки [11,26].

В 1960-х роках в Чорне море вселили гігантську устрицю – *Crassostrea gigas*. Вид евритермний та евригалінний, стійкий до хвороби мушлі. Її вирощують у багатьох країнах Європи, Азії, Африки, Австралії та Америки.

Біотехніка культивування гігантської устриці в Чорному морі заснована на отриманні личинок в устричному розпліднику та підрощуванні спату в морі до товарного розміру у вирощувальних садках.

Такі сади з усіх боків промиваються водою, що входить крізь щілини, розмірами більше 1 см. Це забезпечує живлення та дихання устриць [11,22,27]. Разом з водою в устричні садки потрапляють личинки рапани, де і відбувається їхнє осідання та зростання за рахунок споживання устриць, що перебувають у садках. Тому рапана і її розповсюдження в чорноморському басейні негативно впливає на розвиток конхікультури.

*R. venosa* є хижим червононогим молюском, який в основному харчується двостулковими молюсками. Дрібні особини харчуються, свердлячи отвори в верхівках раковин, тоді як великі екземпляри можуть нападати і споживати двостулкові молюски, задушуючи їх [28].

У Чорному морі протягом першого року життя рапана зростає до 20–40 мм. Для особин другого року, середній розмір раковини становить 65, а для молюсків у шестилітньому віці – 92 мм. Тривалість життя *R. Venosa* може досягати 12-18 років [29].

*R. venosa* має широку екологічну пластичність. Вигляд евритермний, здатний мешкати в діапазоні температури від 4 до 27 ° C, і евритермний витримує змін солоності від 7 до 32 ‰. Стійкий до дефіциту кисню та забруднення (Mann & Harding, 2003), що, ймовірно, дозволяє цьому молюску переносити тривалі транспортування та заселяти все нові та нові території.

У водоймах вселення *R. venosa* віддає перевагу скелястим, кам'янистим, піщаним або піщано-листяним ділянкам морського дна [30,31]. У зв'язку з відсутністю природних ворогів у Чорному та Азовському морях рапана швидко розселилася і завдала значної шкоди фауні цих водойм.

Хоча польових спостережень за хижаками, які поїдають рапану в місцях інтродукції, немає, лабораторні експерименти показали, що деякі краби можуть харчуватися дрібними молюсками [32]. У природному ареалі і на освоєних територіях *R. venosa* демонструє стабільність основних

конхологічних ознак, тому легко піддається діагностиці. Статевий диморфізм у раковині рапани відсутній.

*R. venosa* один з найефективніших і найуспішніших інвазійних видів на всій широкій та різноманітній території свого нового ареалу характеризується вкрай низькою генетичною мінливістю (низька гетерозиготність, вкрай низька гаплотипічна та нуклеотидна різноманітність, низька міжгрупова підрозділність).

Як правило, дослідники намагаються пояснити парадокс репродуктивними та онтогенетичними особливостями рапани: високою плідністю, наявністю планктонної личинки (велігера), швидким онтогенезом та дозріванням [33]. Тому одним із пріоритетних напрямів досліджень є вивчення генетичної різноманітності *R. venosa* в інвазійних популяціях, які мешкають на шельфі Чорного моря.

Вивчення нуклеотидної структури гена COI підтвердило висновок, зроблений попередніми дослідниками про мономорфізацію в популяціях рапани на всьому її нещодавно освоєному ареалі [34,35]. Більше того, якщо врахувати, що експансія рапани почалася з Чорного моря, то гаплотипова однорідність COI у кримській акваторії наочно демонструє, що за більш ніж 70 років проживання молюска в цих умовах, накопичення різноманітності не спостерігається.

Слід зазначити, що популяція рапани Чорного моря знаходиться в періоді стабілізації, який характеризується періодичними стандартизованими коливаннями чисельності [36].

Незважаючи на інтенсивний промисел молюсків Чорноморської популяції, рапана демонструє досить стабільну щільність поселень, яка протягом багатьох років залишається в межах 0,01–0,05 екз./м<sup>2</sup> [37,38,39]. Було зроблено багато спроб пояснити такий унікальний стан інвазивних популяцій рапани, як з екологічної точки зору (активне хижацтво, відсутність ворогів, хороша кормова база, висока плодючість і швидке дозрівання, планктонна стадія – велігер, висока стійкість до коливань гідрологічних

гідрохім) [40,41], так і з генетичної точки зору (висока селективна цінність окремих гаплотипів, що розселяються в нових акваторіях) [42,43].

Пояснення останнього явища дається з позицій принципу засновника та ефекту пляшкової шийки [39,40,44].

Фактично, єдиним успіхом застосування цього принципу щодо рапани стало підтвердження того, що ймовірних інтродукцій та багаторазових вторгнень цього молюска з різних місць у Чорне море не відбувалося [45].

Однак, така значна генетична мономорфізація рапани в Чорному морі досіф немає пояснення. Зазначено лише, що тривала стабільність даної популяції неможлива [46], тоді як аналіз екологічних і морфологічних особливостей рапани на територіях, що знову освоюються, насамперед у Чорному морі, дозволив деяким авторам стверджувати, що дана популяція екологічно пластична і здатна еволюційно процвітати у майбутньому [47,48].

Найбільш значущим аргументом для цього твердження став аналіз тенденцій зміни зростання та особливостей габітуса раковини у особин рапани, які представляють різні популяції, так і на внутрішньопопуляційному рівні. Виявлено існування кількох екоморфологічних форм «типових» та «карликових», до останніх відноситься форма «Таїс» (*Stramonita*) у різних районах Чорного моря [49,50,51]. Про існування різних форм свідчать дані про особливості харчування та біотопу рапани.

Для дрібних форм характерніший свердлильний тип харчування. У той самий час для природної частини ареалу наявність екоморф рапани менш помітно, що стосується їх розмірно–вікової структури [52].

Виділення двох траєкторій розвитку (креодів онтогенезу) повністю підтверджує справедливість припущення про існування морфо екологічних форм рапани в Чорному морі.

Ясно видно утворення розкидів саме з другого компонента, що свідчить про розбіжності у програмах розвитку, безпосередньо з формуванням пропорцій раковини, а не її лінійного зростання. Це підтверджується, з одного боку, існуванням морфо-екологічних форм рапани,

а з іншого боку, пов'язує їх формування з лінійним зростанням, як передбачали попередні автори [49,53].

Спостережувана фенотипова дивергенція, що передбачає внутрішньовидову диверсифікацію [54,55], підтверджує одну з основних тез сучасної теорії біоінвазій про те, що найбільш яскраво механізми біоінвазій виражаються насамперед у реалізації адаптивного компромісу епігенетичної теорії еволюції [56].

## 1.2 Морфологічні особливості молюска

Багато дослідників, що вивчають популяції рапани в Чорному морі, відзначають високу екологічну пластичність виду, що може бути обумовлено специфічними біохімічними особливостями [57]. і великою різноманітністю його конхологічних ознак [58,59]. У багатьох роботах автори описують екоморфи, метапопуляції [58], та форми забарвлення раковини [58,59,60,1]. які підкреслюють неоднорідність, введено окремі назви.

Наприклад, надзвичайно подовжений морфотип відомий у літературі як «вежоподібний», а дрібні імаго як «карликові форми» [59].

Фенотипова пластичність, що зустрічається у *R. venosa*, пов'язана з деякими особливостями умов довкілля (наприклад, типом ґрунту), кормовою базою, потенційним видобутком [61,62,63]. та їх основою [58,59,62].

При високій морфологічній мінливості цього виду генетично показано дуже низьку нуклеотидну різноманітність у популяціях з регіонів інвазії [63,64]. Дослідження в межах природного ареалу виявило високий рівень генетичної мінливості (110 гаплотипів областей генів COI і NADH), в той час як зразки з усіх інтродукованих популяцій - показали повну відсутність генетичної різноманітності, і тільки один гаплотип був загальним для всіх інтродукованих у Японії та Кореї, особливо з острова Чеджу [65]. Низька різноманітність пояснюється тим, що виникла надзвичайна генетична

пляшкова шийка, тоді як особини з природного ареалу були інтродуковані в інвазивний ареал [66]. Під час польового обстеження популяції рапи в Одеській затоці було відзначено високу конхологічну мінливість.

Дослідження морфологічного розмаїття *R. venosa* з різних районів Північного Причорномор'я показали високу здатність цього молюска змінювати конхологію раковини під впливом умов середовища [67,68,69]. Всі систематичні ознаки раковин, включаючи загальну форму та фарбування, товщину стінок, наявність та розвиток аксіальних та спіральних ребер та борозенок, шипів та інших скульптурних елементів поверхні раковини, мінливі.

Передбачається, що найбільш поширеним та основним фактором змін є різні трофічні умови в місцях проживання [67,68,69]. Виснаження джерел їжі викликає уповільнення зростання, зменшення розмірів особин, і навіть зменшення розмірів у разі статевої зрілості [70].

Результати проведеного морфометричного аналізу виявили суттєві відмінності у формі раковини між виділеними морфотипами щодо подовження завитка: раковини варіюють від високої (витягнутої) до присадкуватий.

Така висока мінливість габітуса раковини може бути пояснена з місцем проживання, де зустрічаються харчові об'єкти: вузька і довга раковина більш пристосована для пересування піщаним дном і полювання на молюсків, що риються в піску [69]. Таким чином, передбачається, що висока різноманітність потенційних харчових об'єктів, наприклад в Одеській затоці, на які полює *R. venosa*, обумовлює високу морфологічну гетерогенність молюсків.

Вважається, що велика кількість їжі може впливати на товщину мушлі. Якщо кількість поживних речовин достатня, зростання більш менш постійне, а карбонатний шар відкладається на внутрішній поверхні раковини рівномірно в певну одиницю часу [70].

Результати морфометричного аналізу також не виявили відмінностей за формою раковини між статями в популяції північно-західного Причорномор'я. Проте за лінійними морфологічними вимірами були виявлені значні відмінності між самцями та самками у розмірах раковини (лінійні виміри), за формою раковини (геометрична морфометрія) підлоги не розрізнялися. [71]. Самці також мають більші розміри раковини, ніж самки.

Стать особини можна визначити як за розмірами, так і за конхологічними ознаками раковини, особливо за формою: у самців раковина вище і вужче, ніж у самок.

В популяції рапани Одеської затоки статевий диморфізм ні за формою, ні за товщиною раковини не виявлен.

В Одеської затоці морфологічний аналіз виявив філогенетичні зв'язки та нуклеотидну різноманітність популяції. Зокрема, всі зразки мали один і той же гаплотип [72], що добре узгоджується з попередніми даними про *R. venosa*, з північного Причорномор'я, особливо із акваторії Криму [73,74].

Низька генетична різноманітність моллюска, що спостерігається, може бути пов'язана з його подальшим поширенням в інших регіонах. Можливо успішні інвазія *R. venosa* є результатом цього одного специфічного гаплотипу, а низька генетична мінливість, є адаптацією до нових умов навколишнього середовища, що впливає на еволюційний порятунок у процесі вторгнення, спрямованого на натуралізацію вселенця [75,76].

Одноразова інтродукція виду яка супроводжується ефектом «пляшкової шийки», зазвичай призводить до виснаження генетичної мінливості і, відповідно, зниження фенотипного розмаїття інтродукованої популяції в цілому. Це пов'язано з тим, що інтродуцирується невелика частина популяції, і вона несе у собі всього генетичного розноманіття свого виду.

У рапани в Чорному морі спостерігається досить висока гетерогенність морфологічних характеристик: високу фенотипічну пластичність,

виникнення нових морфів у різних біотопах що свідчить про її високу адаптивність [77].

Порівняльний аналіз фенотипічної пластичності рапани з материнського ареалу та водойм вселення, показав, що:

– по-перше, є різниця в розмірах (одеські молюски дрібніші за інші). Середня висота мушлі становить 70–80 мм, тоді як раковини з Японського моря мають 161 і 163 мм

– по-друге, спостерігається різниця у скульптурі та масивності раковин. У особин з нативного району більш виражені шипи та товстостінніші раковини, ніж у особин з Одеської затоки.

Факт зменшення розмірів раковин у чорноморській популяції рапани раніше відзначався іншими дослідниками [78,79]. Проте досліджені мушлі рапани з Керчі, відібрані у 1972 р., мають розміри, близькі до одеської популяції – 79–92 мм. Причини зменшення розмірів мушлі наразі не відомі. Вони можуть бути зумовлені умовами середовища або «ефектом пляшкового шийки», що виник внаслідок інвазії.

Розміри молюска також можуть визначатися особливостями харчування. Якщо в раціоні переважають дрібні двостулкові молюски (хамелія, анадара, мітілястер та ін.) то рапана має невеликі розміри [79,80], компенсуючи таким чином витрати енергії на годування (розкриття стулоч раковини видобутку) [80].

Максимального розміру (21,2 см) мушля *R. venosa* досягає у материнському ареалі [81]. «Розміри мушлі молюсків з Японського моря варіюють від 75 до 168,7 мм» [67,68]. «У Чесапикській затоці (1998–1999 рр.) довжини раковин складала 67 – 160 мм (ICES, 2004); в естуарії Ріо-де-ла-Плата – 28-120 мм» (Giberto et al., 2006); «у Середземному морі біля Венеції – 78-139 мм [82].; біля берегів Румунії – від 50 до 95 мм» [70,77,80]; «біля берегів Туреччини - від 58 до 102 мм» [80,81].

Можливо, що успішна адаптація *R. venosa* в регіоні є результатом цього одного специфічного гаплотипу, а низька генетична мінливість –наслідок

успішної адаптації, що впливає на еволюційний порятунок у процесі вторгнення, спрямованого на закріплення вселенця в новиз умовах [83].

Одна з морф рапани отримала назву – «карлик». Вона становить особливий інтерес, оскільки має аномально малі розміри. Статевозрілі особони у 4 рази менші за звичайних. Вони зберігають стратегію харчування притаманну молоді рапани – свердління раковини своєї жертви. Великі молюски розкривають мушлі двостулкових молюсків за допомогою м'язів ноги [71,73, 78, 80].

Через таку стратегію харчування карликові форми здатні використовувати іншу харчову нішу [59].

Гіпотеза про фенотипову пластичність форми звичайних і карликових форм вимагатиме спеціальних досліджень.

### 1.3 Особливості живлення в Чорному морі

Після акліматизації у Чорному морі основу раціону рапани складала устриці. Вважалось що саме рапана стала причиною деградації устричних банок *Ostrea edulis* [19-21].

Після зникнення устриць основною їжею рапани стала мідія *Mytilus galloprovincialis* [2, 8], яка до цього часу остається найважливішим компонентом харчування молюска у більшості районів Чорного моря.

В кінці 1980–1990-х рр., біоценоз мідії на шельфі Чорного моря опинився в критичному стані, що змусило рапану перейти на інші об'єкти харчування, основним з яких став двостулковий молюск *Chamelea gallina* [2, 5]. Як потужній хижак, рапана істотно впливає на біоценози молюсків. В першу чергу під її харчовий прес попали молюски–фільтратори, за рахунок яких формувались чорноморські біоценози.

Крім двостулкових молюсків раціон рапани може включати і деяких черевоногих молюсків.

Мушлі двостулкових молюсків дорослі рапани відкривають за допомогою м'язової ноги, а молоді, більш дрібні особини просвердлюють в мушлях жертви круглі отвори (рис. 1.1).

В раціоні молоді рапани крім двостулкових молюсків зустрічаються баяниси, черевоногі молюски, гастроподи та інші види гідробіонтів [9, 10].

Склад їжі молюсків з різних районів моря відрізняється за складом їжі. Крім традиційних мідії і устриці рапана охоче поїдає вену сів, мию, абру, макрид та ін., а також, іноді, частки кривів, креветки та риби [11].

В різних акваторіях Світового океану їжа рапани складається з місцевих та інвазійних видів двостулкових молюсків [14, 15, 16, 7, 18, 19].

Наявність в раціоні рапани залишків риби, крабів, креветок та інших нехарактерних для неї об'єктів харчування пов'язують з нехваткою улюбленої їжі – двостулкових молюсків.

Спектр живлення *R. venosa* дуже різноманітний, він залежить від чисельності і наявності харчових об'єктів в акваторіях де мешкає молюск, але харчових переваг він завжди віддає двостулковим молюскам. Якщо в експерименті хижаку пропонували на вибір мідій і устриць, рапана завжди вибирала мідію, що пояснюється її більшою доступністю в зв'язку з наявністю більш тонкої раковини [10].

У складі живлення 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]. 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*.

Рапана віддає перевагу тим чи іншим об'єктам харчування керуючись також їхніми розмірами. Крупні молюски вибирають великі об'єкти харчування, дрібні – менші [11].

«У північно-західній частині Чорного моря основним об'єктом харчування рапани є *M. galloprovincialis* саме тому біоценоз мідії в цій акваторії серйозно потерпає від хижака» [20].

*Rapana venosa* легко переходить з одного об'єкта харчування на інший, тому, зважаючи на високій продуктивності і широким адаптивним можливостям молюск– хижак несе велику потенційну небезпеку як для природних так і для штучно сформованих біоценозів двостулкових молюсків – фільтраторів. За наявними даними «...дорослий екземпляр рапани розміром 140 мм, за одну годину, може з'їсти молюска (устрицю) довжиною раковини 80 мм» [15].

Такій апетит став причиною зникнення мідійних та устрічних біоценозів в різних акваторіях Чорного моря.

## 2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження служив червононогий молюск – вселенець *Rapana venosa*. Дослідження проводились у весняно–літній період 2020-2021 рр. Матеріал для аналізу відбирали з уловів бімтралу та драги Хижняка. Деяку кількість молюсків зібрали в Одеської затоки в районі Малого Фонтану, та в інших акваторіях північно-західного Причорномор'я на піщаних і кам'яних ґрунтах.

Температура поверхневих вод моря, в період збору матеріалу, коливалась від 14 до 25°C, на глибині в місці концентрації молюсків вона складала 10–11°C.

Морфометричними дослідженнями рапани визначали наступні показники: висоту мушлі (H), діаметр мушлі (W), апікальний кут ( $\alpha$ ). Визначали загальну масу молюсків із мушлею ( $M_1$ ), масу порожньої мушлі ( $M_2$ ), загальну масу тіла молюска ( $M_3$ ), масу тушки (масу молюска без внутрищів) ( $M_4$ ).

Досліджували габітус молюсків, відношення висоти до діаметру устя мушлі, відношення діаметру устя до його висоти. Розраховували вгодованість молюсків.

Морфометричні вимірювання проводили за допомогою лінійки та штангенциркуля ( $\pm 0.1$  мм). Для взважування використовували електронні ваги (від 0,1 до 400 г).

При біологічному аналізі молюсків рапани з популяцій північно–західного Причорномор'я визначали розмірно – ваговий склад, вікову структуру, співвідношення самців і самок. Відбирали матеріал для визначення складу їжі.

Паралельно, в місцях концентрації рапани, досліджували стан популяція мідії. Проби молюсків відбирали вручну, або за допомогою мідієвої драг.

В ході біологічного аналізу у мідій вимірювали довжину раковини (L), загальну масу (M), масу мушлі (MM) і сиру масу м'якого тіла мідій (MT). Для вимірювання використовували лінійку та штангенциркуль, взважували молюсків на електронних вагах.

Всього було проведено біологічний та морфо метричний аналіз понад 750 живих особин *R. Venosa*.

В роботу включені результати аналізу матеріалів, зібраних в ході досліджень ПівденНІРО в 2019–2021 рр. та промислового тралового лову молюска в північно–західній частині Чорного моря.

Отримані розмірно-масові характеристики рапани, охарактеризован її просторовий розподіл на чорноморському шельфі в межах стандартного полігону промислу (від устя Сухого лиману до с. Лебедівка).

У 2018– 2021 рр. дослідження стану популяції рапани поводити і прибережній акваторії північно-західної частини Чорного моря, розташованій між м. Одеса і авандельтою р. Дунай.

Промисел молюсків проводили на віддаленні до 1 милі від берега (район мідієвих банок) на глибинах до 40 м на різних типах ґрунтів. В ході експедиційних досліджень аналізували ефективність використанням тралів різної конструкції.

Для відбору бентосних проб при проведенні зйомок використовували дночерпач Петерсена (площа захвату 0,025 м<sup>2</sup>) і драга Хижняка з шириною захвату 1 м.

Екстракцію тіла молюска з мушлі вилучали методом глибокої заморозки. Свіжих молюсків заморожували при температурі до -30°C. Після їх відтаювання тіло витягали з мушлі спеціальним гачком.

За фактичними даними розраховували наступні показники:

- габітусу рапан визначали як відношення діаметру раковини до її висоті ( $W/H \times 100\%$ );
- коефіцієнт вгодованості, як відношення сирової маси м'яса тіла молюска до загальної маси з машлею ,

$$K = 100 \times MP-MT/H^3, \text{ де} \quad (1)$$

MP-MT - маса м'якого тіла в г,

H - висота раковини - в см),

Вік молюсків визначали за нерестовим мітками на раковині [27, 28], враховуючи що перша нерестова мітка утворюється у віці 2 +.

Отриманий матеріал оброблено статистично за допомогою спеціальних програм.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Залежність стану водних біоресурсів від абіотичні та біотичні чинники

##### 3.1.1 Характеристика кліматичних умов

Клімат північно–західної частини Чорного моря формується під впливом середземноморських та континентальних повітряних маси помірних широт. У період досліджень його умови наближалися до середне–багаторічних показників. Температурний режим наближався до середнє статистичного за сезонами року. Аномальні гідрометеорологічні явища не відмічались. Аномально високі температури повітря, як і у попередні роки, відмічалася в червні. Короткочасні опади випадали рідко.

Таблиця 3.1 – Характеристика погодних умов в ПЗЧМ у 2020-2021 рр.\*

Місяці	Температура повітря, °С			P0, мм рт. ст.	RRR, мм	Кількість днів з опадами
	midl	min	max			
1	2	3	4	5	6	7
2020 р.						
Листопад	4,1	-5,5	11,8	765	27	14
Грудень	0,9	-8,0	7,7	759	28	25
Січень	-0,4	-7,8	8,8	763	60	21
Лютий	2,7	-8,5	14,7	762	16	10

Продовження таблиці 3.1						
1	2	3	4	5	6	7
2021 р.						
Березень	7,2,	-4,2	19,2	759	12	9
Квітень	10,9	2,8	21,0	760	37	11
Травень	17,7	7,3	26,4	755	41	15
Червень	25,5	15,5	30,5	758	31	13
Липень	23,8	15,3	31,1	756	11	11

*\*за даними Одеського гідрометцентру*

В січні – лютому температура повітря в окремі дні знижалась до -4–5°С. Максимальна температура повітря відмічалась у липні – серпні – 26,5–28,7 °С. В цілому температурний режим регіону був близьким до попереднього періоду (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Динаміка температури повітря протягом року, °С\*

Температура	Місяці												Середнє річна
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середня	-1,7	-1,0	2,6	9,7	15,5	20,4	21,4	21,2	18,1	14,1	5,9	1,4	10,1
Денна максимальна	5	4	5	12	19	25	28	26	21	16	8	4	14
Нічна мінімальна	-4	-5	0	6	12	16	18	17	13	8	3	-1	7

*\*за даними одеського гідрометцентру*

Максимум приходився в липень та грудень. Річна сума опадів не перевищували 487 мм. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Середня кількість опадів, мм

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всього за рік
Опадів, мм	43	47	41	37	42	42	45	32	35	25	35	50	474

Весною і літній переважали вітри південних та південно-східних румбів. Осінню і зимою – північних, західних та північно-західних напрямків. Кількість штильових днів не перевищувала 3% загальної кількості за рік (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Розподіл вітрів різних напрямків протягом року, %

Напрямок вітрів	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний	Штиль
Тривалість, %	17,5	12,1	9,7	7,7	13,3	11,0	12,5	14,2	3,0

В зимовий період спостерігались найбільш сильні вітри (в середньому 4,0-5,5 м/с). Весною і літом швидкість вітру, в середньому, не перевищувала 3,3-3,7 м/с (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Розподіл вітрів за швидкістю протягом року, м/с

Місяці												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
4,5	4,4	4,5	3,5	3,7	3,0	3,1	3,3	3,5	4,0	4,3	4,5	4,0

Штормові вітри, (понад 12-16 м/с) відмічалися рідко і були короткочасними.

### 3.1.2 Гідролого-гідрохімічна характеристики акваторії

Гідрологічний режим північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) формують течії, які визначають гідрологічні, гідрохімічні та гідробіологічні акваторії. Режим та інтенсивність течій в цих мілководних акваторіях в основному визначає вітер, кільцева чорноморська течія, та стік великих рів які впадають в ПЗЧМ.

В останні роки, прибережні акваторії ПЗЧМ, піддаються періодичним придонним задухам, які розповсюджуються на більшу частину акваторії, включаючи прибережжя м. Одеси.

Іноді задуха охоплює значні акваторії від Тендровської коси до Дністровського лиману. У такі періоди вміст розчиненого у воді кисню не перевищує 1,0 - 2,0 мг•дм<sup>-3</sup>. Іноді вода має сильний запах сірководню.

Гідрохімічний режим досліджуваних акваторій ПЗЧМ, в останніх роки, є задовільним і спостерігається тенденція до нормалізації.

Кисневий режим шельфової зони є найважливішим фактором, який визначає умови існування бентосних біоценозів і впливає на динаміку вмісту біогенних. Вміст розчиненого у воді кисню змінюється від 4,5 до 12,0 мг/л при середній величині 8,5 мг/л. В літній період вмісту кисню у воді, в штилеві дні, може значно знижатися у передранкові часи, що пов'язано з «цвітінням» фітопланктону.

В останні роки, гідрохімічний режим, водних мас прибережних акваторій ПЗЧМ відповідає середнім, обогаторічним показникам властивим для антропогенно забруднених акваторій. Вміст біогенних елементів у воді змінюється в широких межах (табл. 3.6).

Основна форма азоту – органічна. Мінеральні форми складають незначну частину загального вмісту. В середньому концентрація амонійного азоту складає 0,8 мг/л.

Фосфор представлений в основному у формі фосфатів, концентрація яких знижується в холодну пору року.

Таблиця 3.6 –Результати гідрохімічного аналізу вод ПЗЧМ у 2020–2021 рр.

Показник	Межа коливань
О <sub>2</sub> , мг/л	2,58 – 12,77
рН	7,85 – 8,88
Фосфор загальний, мкг/л	17,0 – 115,0
Азот амонійний, мкг/л	60,0 – 260,0
Нітрати, мкг/л	5,0 – 49,0
Нітрити, мкг/л	0,0 – 900,0
Прозорість, м	1,4 – 2,8

Акваторія в значній мірі піддається забрудненню нафтопродуктами, рівень якого залежить від об'єму їх надходження та здатності екосистеми до самоочищення. Деструктивні функції в морському середовищі визначається наявністю у вод мінеральних формам біогенних речовин та кисню.

Процеси деструкції органічних речовин (в тому числі і нафтопродуктів), в теплий період року, можуть супроводжуватись дефіцитом кисню. Гіпоксія в придонних горизонтах в свою чергу викликає накопичення токсичних, важко окислюваних речовин у воді.

Вміст СПАР є значно нижчим за ПДК, а важких металів – знаходиться на фоновому рівні.

В цілому, у відповідності до просторового розподілу і добовій динаміці гідрохімічних показників, ПЗЧМ можна віднести до антропогенно-евтрофованих акваторій з високим вмістом біогенних речовин (переважано їх органічних форм). Це є наслідком зниженої окислювальної активності вод в результаті дефіциту кисню в придонному шарі в теплий період року.

Гідрохімічні показники прибережних акваторій моря за попередній період (табл. 3.7 і 3.8) свідчать про відносну стабільність гідрохімічного режиму.

Таблиця 3.7 – Основні гідрохімічні показники вод ПЗЧМ в 2017 по 2019 рр.

Показник	Од. вим.	Район акваторії ПЗЧМ		
		Гирло Тилігульського лиману	Одеська затока	Жебріянська бухта
рН		8,0	8,0	8,2
Солоність	‰	13,7	12,90	8,5
Розчин. кисень	мг/л	7,9	6,5	6,8
БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	2,5	3,2	3,2
Нітрити	мг/л	0,007	0,008	0,008
Аміак	мг/л	0,48	0,74	0,48
Нітрати	мг/л	3,0	3,3	3,1
Фосфор загальний	мг/л	0,029	0,031	0,030
Зважені речовини	мг/л	2,7	2,5	4,7
Прозорість	м	2,0	1,9	1,8

В районах досліджень не відмічалось значних змін каламутності води. Зміни були незначними і практично відповідали фоновим показникам для ПЗЧМ.

Всі інші, гідрохімічні параметри зіставні з середніми значеннями для північно-західної частини Чорного моря в літній період.

ПЗЧМ характеризується як середньо евтрофована. Останніми роками суттєвого погіршення умов існування гідробіонтів не відмічається. Основні гідрохімічні показники вод району не виходять за межі встановлених нормативів для рибогосподарських акваторій

### 3.2 Гідробіологічні характеристики району досліджень

Важливою складовою екосистеми ПЗЧМ є комплекс гідробіонтів (фіто– і зоопланктон, макрофіти, зообентос та ін.) які формують кормову базу, а відповідно і продуктивність екосистеми.

Якісні характеристики, чисельність і біомаса різних груп організмів так, чи інакше визначає формування популяцій та умови нагулу промислових водних живих організмів.

Важливим компонентом екосистеми є зоопланктон, який формує кормовий ресурс для молоді промислових риб і безхребетних. Тому дослідженню якісних та кількісних характеристик зоопланктоном спільноти приділялась значна увага. Кількісні та якісні особливості зоопланктону придунайського регіону представлені у табл. 3.8.

Формування зоопланктонного співтовариства зумовлено впливом потужного річкового стоку р. Дунай на ПЗЧМ. Найбільш істотну роль грали представники прісноводних копепод.

Найбільш масовою з кладоцер були *Ceriodaphnia reticulata*. Значну біомасу утворювали циклопиді (*Cyclopoida sp.*) та науплії. Найбільш масовими серед коловерток були *Brachionus calyciflorus* та *Keratella quadrata*.

Таблиця 3.8 – Склад та біомаса ( $\text{мг/м}^3$ ) організмів зоопланктону у поверхневому горизонті Придунайського району ПЗЧМ (червень 2020–2021 рр.)

Таксони	Біомаса	
	$\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$	%
Rotifera		
<i>Keratella quadrata</i> , c.	4,3	8,5
<i>Brachionus calyciflorus</i>	33,7	55,5
Copepoda		
<i>Cyclopoida</i> sp., (науплии)	18,3	29,2
Продовження таблиці 3.8		
Cladocera		
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	1,7	2,4
<i>Bosmina longirostris</i>	2,8	4,4
ВСЬОГО	63,5	100

Зниження біомаси організмів зоопланктону у під поверхневому горизонті спостерігалось на початку літа. У більш глибоких горизонтах товщі води, навпаки, біомаса організмів суттєво збільшилась.

Середня біомаса зоопланктону складала  $63,5 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ . Найбільшим якісним та кількісним різноманіттям відрізнявся зоопланктон поверхневого горизонту (5–0 см)

Для коловерток збільшилась до  $270 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ . Найбільшу біомасу утворювали рачки родин Copepoda та Cladocera. Їх значення у харчуванні личинок і молоді риб, а також личинкових стадій безхребетних дуже важлива.

Якісні та кількісні угруповання зоопланктону в 2020–2021 рр. були зіставні з попереднього періоду, що свідчить про досить сприятливі умови для нагулу промислових риб та безхребетних (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Біомаса зоопланктону авандельти Дунаю в горизонті 0–50

Таксони	Біомаса	
	мг/м <sup>3</sup>	%
Rotifera		
<i>Brachionus calyciflorus</i>	260,0	78,9
<i>Keratella quadrata</i>	15,0	4,7
<i>Asplanchna priodonta</i>	15,0	4,7
Cladocera		
<i>Chydorus sphaericus</i>	1,5	0,5
<i>Bosmina longistris</i>	10,5	3,4
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	9,5	2,9
Copepoda		
науплії <i>Cyclopoida</i>	16,5	4,9
Всього	328	100

Зоопланктон є основним харчовим ресурсом масових чорноморських риб – планктофагів (хамса, шпрот та ін.), личинок всіх промислових риб та безхребетних та їхніх личинкових стадій. Після інвазії гребневика *Mnemiopsis leidyi* у 1980-х рр. якісні характеристики і кількісні показники зоопланктону в Чорному морі зазнали суттєвих негативних змін., що привело до підриву кормової бази риб – короткоціклових планктофагів.

Мнеміопсіс став інтенсивно споживати зоопланктону, ікру і личинок риб і молюскі. Тим самим гребневик підірвав кормову базу гідробіонтів планктофагів. Споживачі зоопланктону в період нагулу практично

залишалися без їжі, що привело до різко погіршилося стану промислових популяцій.

Ситуація дещо покращилась після вселення в Чорне море – реброплава берое, їжею для якого служить мнеміопсіс. Розвиток реброплаву позитивно вплинув на стан кормової бази планктофагів у ПЗЧМ, але ситуація так і не стабілізувалась повністю

### **3.3 Особливості просторового розподілу рапани в акваторії Чорного моря**

В наступний період, після проникнення рапани в Чорноморський басейн, молюск поширився практично по всій його акваторії. Найбільші скупчення спостерігалися вздовж узбережжя Крима, та в Керченській протоці де був організований промисел. Поступово молюск опановував практично всі солонуватоводні морські акваторії Болгарії, Туретчини та Каказа.

До 1990-х років зона розповсюдження рапани обмежувалась районами моря з солоністю 15-18‰ [58,59].

На початку ХХІ століття вона пристосувалася до опріснених вод північно-західного Причорномор'я і почала в масі зустрічатися в районі Дунай-Дністровсько міжріччя, у Придніпровському районі, в акваторіях прилеглих до великих річок. Поступово молюск захоплював шельф північно-західної частини Чорного моря багатий двустулковими молюсками фільтраторами, які переважали в бентосі.

Двустулкові молюски-фільтратори (мідія, устриці, мітелястер, кардіум та ін.) служили їжею для рапани і забезпечували ріст її чисельності.

Природних ворогів у рапани в Чорному морі немає, тому її чисельність залежить виключно від наявності кормового ресурсу та інтенсивності промислу.

Вже в перші роки після натуралізації рапани в північно–західному Причорномор’ї були практично знищені основні багато чисельні колонії молюсків-фільтраторів. Стан прибережних морських біоценозів значно погіршився. Зросло накопичення органіки та мікроорганізмів, знизилась прозорість води, в окремих акваторіях спостерігається дефіцит кисню. Біоценози зазнали кординальних змін, почастишали явища задухи в літній період.

Чорноморського промислу рапана стала у 1960-х роках. В 1960–1970-х рр. найбільше її добували в Болгарії (3–4,9 тис. т на рік). Поступово, в південній частині моря, на перше місце за видобуванням рапани вийшла Туреччина (табл. 3.10).

М'ясо рапани є цінним і делікатесним харчовим продуктом і важливим об’єктом експорту в першу чергу в країни Азіатського регіону.

Зростання чисельності рапани у північно-західній частині Чорного моря сприяла інтенсифікації і порширенню промислу в територіальних водах Румунії і України.

Таблиця 3.10 – Промисел рапани причорноморськими країнами, тон.

Рік	Болгарія	Грузія	Румунія	РФ	Туреччина	Україна	Загалом
1	2	3	4	5	6	7	8
2000	3800	184	0	0	2140	913	7037
2001	3353	517	0	0	2614	395	6879
2002	2891	503	0	56	6241	91	9726
2003	2891	295	0	62	5500	149	8835
2004	2428	65	0	62	14034	159	16686
2005	2601	70	0	122	12153	161	14985
2006	2773	300	0	21	10910	156	14139
2007	4310	0	0	2	13106	201	17617

Продовження таблиці 3.10							
2008	2863	0	0	3	11268	135	14266
2009	2211	0	0	2	5460	190	7861
2010	4825	0	12	2	7770	225	12832
2011	3117	0	218	25	6347	180	9862
2012	3793	0	588	19	8893	509	13783
2013	4819	0	1338	50	8322	644	15173
2014	4740	0	1953	320	6199	200	13242
2015	4101	82	4460	1011	8217	369	18240
2016	3435	0	6504	88	9657	1060	21756
2017	3653	0	9244	150	8564	1375	24336
2018	3515	0	7330	116	9189	5562	22197
2019	4222	0	6814	142	10836	11043	33057
2020	2746	0	4115	103	7549	6305	20818
2021	3245	0	5785	111	7879	4574	21594
2022	3542	0	51234	121	8807	3453	67157

У 2010 році промисел рапани поступово поширився на суміжних опріснених акваторіях, швидко захоплюючи багаті кормом прибережні акваторії і затоки північно – західної частини Чорного моря.

Сьогодні рапана Одеську, Тендрівську, Каркінітську затоки та прибережній акваторії Дунайсько-Дністровського міжріччя.

Опріснені ділянки моря прилеглі до великих рік (Дністера, Дунаю, Дніпра) характеризуються високою біологічною продуктивністю, чисельністю і різноманіттям бентосної спільноти. Наявність скупчень мідій та інших двостулкових молюсків приваблює сюди рапану, яка швидко адаптувалась до життя в опрісненій воді.

З 2010 року улови України та Румунії, які ведуть лов в північно–західній частині Чорного моря, порчали стрімко зростати і вже до 2020 року склали близько 50 % від загального улову всіх чорноморських країн.

В умовах скорочення вилову риби – короткоциклових планктофагів, промисел рапани відіграє важливу роль для української економіки. Сьогодні в 2017 – 2020 рр. до 70% водних біоресурсів, які видобуває наша держава у Чорному морі складає рапана.

Вже найближчим часом рапана стане найважливішим об'єктом Чорноморського промислу морі, тому у відношенні до неї необхідно застосовувати заходи регулювання промислу. Таким чином *R. venosa* має велике значення для населення прибережних районів Чорного моря..

В українській частині північно-західного Причорномор'я після появи рапани улови тих самих традиційних для об'єктів промислу скоротились. Така ситуація пов'язана з погіршенням екологічних умов прибережних акваторій мілководного шельфу в результаті експансії мнеміопсіса, рапани, водорості десмарестії та ін.

Зросла евтрофікація, почастишали явища задухи, знизилась кількість бентосних та інших риби в наших водах.

Сьогодні встановлена пряма залежність між падінням уловів більшості видів гідробіонтів та появою *R. venosa* та інших вселенців у Чорному морі.

Промисел рапани не може компенсувати втрати рибальства, тому збереження високої чисельності рапани в економічній зоні України не є необхідним. Вчені дотримуються думки, що вилучати рапану необхідно без обмежень, що приведе до покращення екологічної ситуації.

В країнах причорноморського регіону рапана вже давно стала одним з найважливіших об'єктів промислу. Добича її ведеться практично без обмежень, всіма можливими знаряддями лову, від збору молюсків аквалангістами у прибережній зоні моря до використання активних знарядь різноманітних конструкцій. У Туреччині та Болгарії широко використовуються бімтрали різних конструкцій.

На долю активних знарядь лова (драги і трали) сьогодні припадає до 70% всього вилову.

В 80-х роках минулого століття у Керченській протоці промисел рапани дуже активно вівся бригадами аквалангістів–професіоналів. Використовували тільки мушлі молюсків, з яких виготовляли сувенірну продукцію.

Приблизно у той же період для промислу мідій і рапани почали використовувати драгу спеціальної конструкції, яку розробив Хижняк.

Драги випробувались на різних субстратах. В результаті визнали їх високу ефективність. Знаряддя такої конструкції біли дозволені для застосування на промислі.

Після зростання чисельності рапани у ПЗЧМ вітчизняні рибо добувні організації виявилися не готовими до масштабного промислу молюска у зв'язку з відсутністю відповідного промислового оснащення для добування рапани.

Активно проводилось тестування різноманітних типів тралів та драг, в тому числі драги Хижняка, для визначення їх ефективності. Прорівніння ручного збору молюсків (аквалангістами) та примислу з використанням драг, показало, що останній є більш ефективним і рентабельним.

Возможним питанням стала оцінка впливу активного промислу рапани тралами і драгами на оточуюче середовище, що оказало рішучий вплив на їх вибір.

### **3.4 Особливості розповсюдження рапани за глибинами в ПЗЧМ**

Рапана в пошуках їжі здійснює постійні кормові міграції. В межах конкретної акваторії вони можуть бути досить протяжними. Щільність молюсків в промислових районах значно змінюється в часі і просторі. На міграцію рапани, значно впливає температура і її динаміка у придонному шарі води. При пониженні температури води, наприклад при згінних явищах,

молюски закопуються в ґрунт і декілька діб можуть знаходитись там, аж до нормалізації температурного режиму.

В прибережних районах ПЗЧМ рапана розповсюджена до 3040 метрової ізобати, але щільність її сильно різниться у просторовому аспекті.

Зниження чисельності мідій, основного об'єкту харчування рапани, значно впливає на розповсюдження рапані, а навіть на ділянках, де мідія практично повністю зникла рапана зберігала свою присутність.

Вплинути на розподіл рапани можуть аномально низькі температури води, які іноді спостерігаються на глибинах до десяти метрів.

В окремі періоди в результаті охолодження води улови молюска значно зменшуються і зростають тільки після прогріва придонного шару води.

Оцінка щільності поселень рапани за результатами експериментального лову, показали, що щільність молюсків на один квадратний метр дна в районах промислу вірьює від 0,04 до 0,13 екземпляр, в залежності від типу знаряддя лову.

За результатами тралень провели розрахунок щільності поселень рапани в різних ділянках ПЗЧМ. Отримані результати свідчать про нерівномірність просторовий розподілу молюсків, так щільності скупчень на Одеській банці були значно вищою ніж у районі Лебедівки (рис. 3.1).

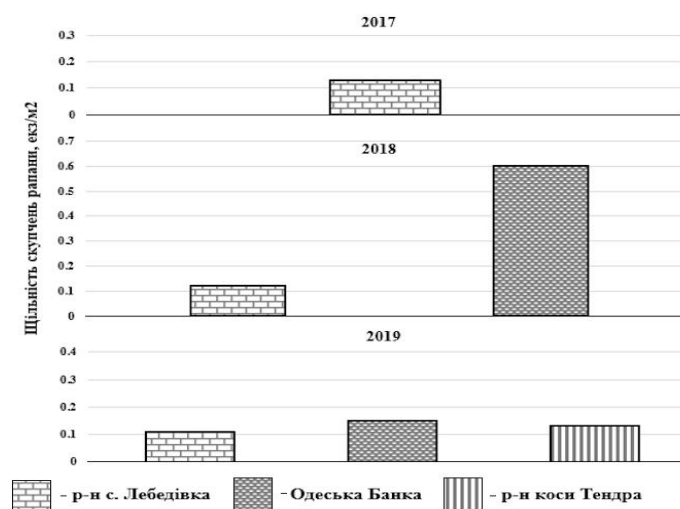


Рис. 3.1 – Просторовий розподіл рапани в основних районах промислу ПЗЧМ в 2017-2019 рр.

Щільність рапани в районі с. Лебедівки була відносно стабільною протягом останніх років. Висока чисельність молюска відмічалась в акваторії від Тузловських лиманів до гирла Дунаю. Інтенсивний промисел рапани, який тут проводився практично не впливає на численність молюсків в цій акваторії, що може бути пов'язано з інтенсивною міграцією із сусідніх, не доступних для промислу драгами територій дна.

Водолазна оцінка скупчень рапани на різних субстратах в Одеській затоці проведена літку 2019 року показала, що щільність скупчень молюска не рівномірна. Меншою вона була на піщаних ґрунтах, де зустрічалися одиничні особини. В біотопі скел, на кам'янистих грядках чисельність скупчень була максимальною – до 5 екз./м<sup>2</sup>.

На мілководді (до глибини 4–5 метрів) рапана практично відсутня, з глибиною чисельність молюсків зростає.

У період нересту (учервні-липні) рапана переміщується на кам'яні гряди і скелі, які служать їй нерестовим субстратом.

За результатами промислового лову бім-тралом було проведено розрахунок щільності концентрацій молюска в залежності від глибини району. Так на ізобаті 5-15 м середня щільність склала 0.13 екз/м<sup>2</sup> що добре узгоджується з результатами попередніх років. Ізобата 15-25 м характеризувалась меншою щільністю рапани – 0.1 екз/м<sup>2</sup>. На глибинах 25 – 35 м рапана майже не зустрічалась а значення її щільності склало 0.0016 екз/м<sup>2</sup>.

За результатами досліджень було визначено що саме бім-трали дозволяють отримати найкраще уявлення про просторовий розподіл молюсків і їхню чисельність.

Драга Хижняка менш ефективна і репрезентативна через значно більшу низьку уловистість цього знаряддя, що призводить до занижених значень даних щодо розподілу рапани. Водолазні обстеження не можуть в повній мірі забезпечити репрезентативну оцінку щільності поселень рапани через

неможливість обстеження водолазом великих площ морського дна, що в свою чергу вносить значну похибку в отримані результати. Також проведення водолазних робіт значно обмежено у застосуванні погодними умовами, високими глибинами та іншими обставинами.

### **3.5 Відтворення, життєвий цикл, розмірно-вікова структура популяції**

Нерест рапани в ПЗЧМ триває з липня до середини серпня. В місцях скіпчення молюсків практично всі мушлі (і живі і мертві) вкриті коконами з яйцями. При відсутності твердих ґрунтів молюски використовують власні мушлі як нерестовий субстрат.

Дуже інтенсивний нерест, який спостерігався в 2021 році значить зростання запасу рапани в наступний період.

В серпні, періодично реєструється масова загибель рапани в районах основного промислу (Тендра, Одеська банки, Кінбурнська коса, узбережжя від Санжейка до авандельти Дунаю). Причини цього явища невідомі.

Дослідження живлення рапани в районах масового промислу, показало, що її раціон складається з молюсків фільтраторів які мешкають на поверхні ґрунту або неглибоко закопуються в них.

Основний компанет харчування рапани на кам'янистих ґрунтах (скелі, гряди) є мідії. На піщаних ґрунтах в раціоні хижака в значній кількості зустрічається невеликий молюск хамелея *Chamelea gallina*, мія, кардіум та ін.

Розмірний склад рапани, не зважаючи на інтенсивний промисел залишається практично однаковим. В окремі роки спостерігається незначне зростання частки особин з розміром мушлі 60 – 75 мм, та зменшення долі молюсків більшого розміру (75 мм і більше).

В результаті інтенсивного відтворення, поповнення популяції переважає над елімінацією особин, про що свідчить постійне зростання частки молодих особин віком до 3 років і довжиною до 35 мм.

Модальну групу (до 75%) утворюють особини розміром від 55 до 80 мм (рис. 3.2). Рапана подібного розмірного складу досить добре відповідає сучасним вимогам промислу, що забезпечує підприємствам можливість вибирати з уловів молюсків майже без попереднього сортування за розміром.

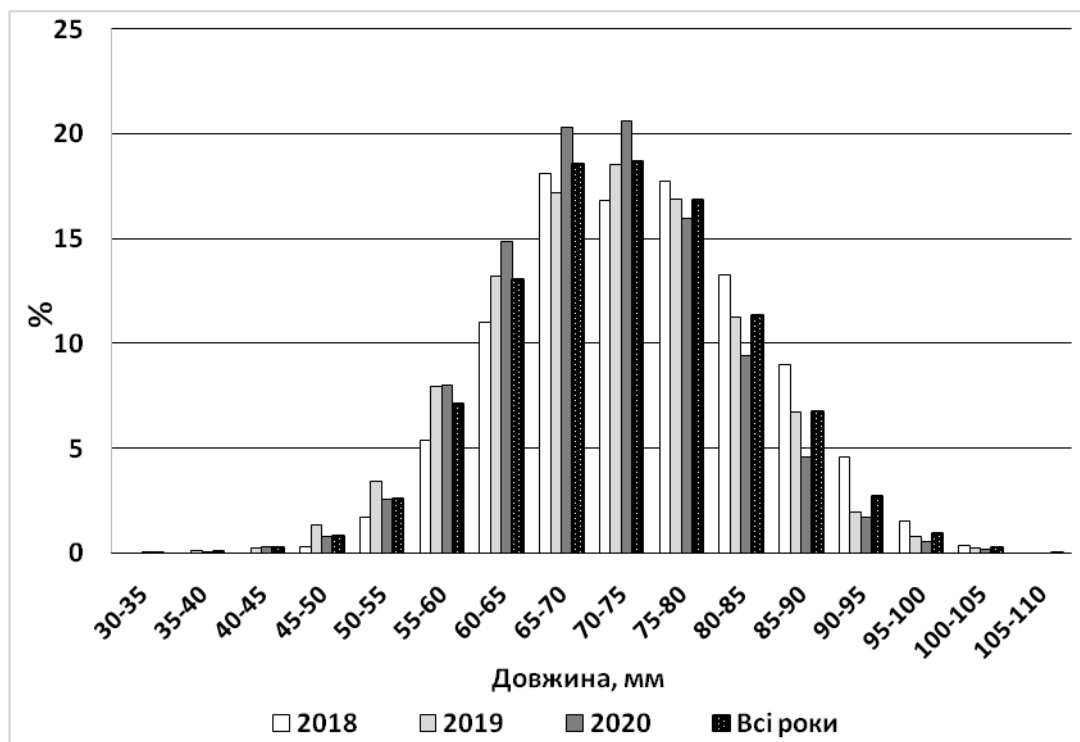


Рис. 3.2 – Розмірно–вагова структура популяції рапани в період з 2018 по 2020 рр.

Популяція молюска в ПЗЧМ включає 10 вікових груп (від 3 до 12-ти років). Переважали особини віком 7+ (31,7%). Молюски віком 6+ та 8+ складають відповідно 27,1 та 17,1 %.

Популяцію рапани Одеської банки формують молюски 7 вікових груп (від 4 до 10 років). Найбільш масові сімилітки (40,5%), та восьмилітки (29,4%).

В районі від Лебедівки до Дунаю популяція молюска складалась з дев'яти вікових груп ( від 4 до 12 років). Модальна група 7+ складала 35,3%, групи 6+ та 8+ (21,2 та 21,8%).

У 2019 році вікова структура популяції рапани в ПЗЧМ моря практично не змінилась (9 вікових груп, від 4 до 12-ти років). Переважали молюски віковом 7+ (32,9%), меншу частку складала вікова групи 8+ (28,3 %).

В 2020 році зустрічалися молюски дванадцяти вікових груп ( від 2+ до 13+), переважали особини віком 7 (49%) і 8 (54%) років (рис. 3.3).

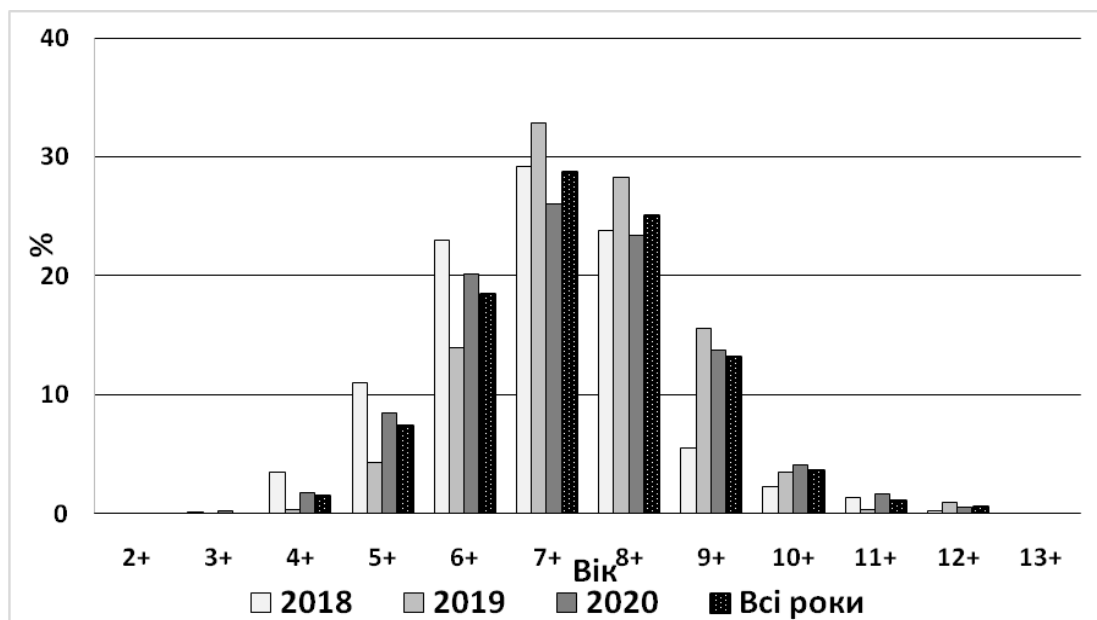


Рис. 3.3 – Вікова структура популяції рапани ПЗЧМ у 2018-2020 рр.

Скорочення молюсків старших вікових групах може бути пов'язаним з зростанням інтенсивності промислю, або природною смертністю (після досягнення критичного віку). В 2017 – 2021 рр. вилов рапани збільшився у 5–6 разів, але доля старшої вікової групи (9 років) в популяції не зменшилась, хоча саме вона є основою уловів. Це дозволяє зробити висновок, що зменшення долі молюсків старших вікових груп в популяції може бути

пов'язано з природною елімінацією рапани старших вікових груп, а не з зростанням пресу промисла.

В уловах 2020 року переважно поколіннями 2012-2014 рр. Це показує, що рівень промислу не сильно впливає на стан нерестової частини популяції рапани, а рівень її природного відтворення знаходиться на тому ж рівні що і на початку стрімкого росту її уловів в Українських водах. Таким чином відбувається постійне поповнення промислового запасу цього молюска без омолодження популяції, як це буває в умовах надмірного промислу.

### **3.6 Стан запасів рапани у зв'язку з перспективами промислу**

Виллов рапани у 2018 р. більше ніж у тричі збільшився порівняно з 2017 р. й склав 5,562 тис. т. У 2019 р. виллов зріс вдвічі і досяг 11,090 тис. т.

Уловистість бімтрала у 2019 р. становив 151 кг/годину, а в 2020–2021 рр. цей показник склав 168 кг.

Робота з оцінки запасу рапани в Чорному морі проводилась в рамках спільних досліджень з вченими всіх причорноморських країн.

В результаті математичного моделювання стану популяції рапани у Чорному морі встановлено, що рівень промислової смертності був суттєво нижчим припустимого. Об'єм запасів перевищує виловлення у 1,5–18 рази.

Розробка і застосування методів виявлення вікової структури популяції цього виду дозволило оцінити запаси рапани та вплив на них промислу.

Нерестовий запас рапани в Чорному морі змінюється з піками у 2003 та 2016 рр., але надмірне використання ресурсу протягом останніх років може привести до зниження запасу.

У 2018 р. нерестова біомаса в Чорному морі склала 66,1 тис т. Однак у 2019-2021 рр. очікується її скорочення.

Поповнення популяції оцінювали як кількість особин віком 0+ років за співвідношенням Бевертона-Холта. Воно досягло максимального значення

2,4 млрд. у 2009 р. та знизилось до 0,25 мільярда у 2015 р. З 2016 р. ситуація стала покращуватись починаючи У 2018 р. щорічне поповнення популяції оцінювалось в понад один мільярд особин.

Якщо промислові флоти мають значні відмінності за своїми технічними характеристиками або працюють у різних районах, це унеможлиблює достовірно охарактеризувати рівень експлуатації популяції моллюска, використовуючи стандартну модель.

Підхід на основі промислової смертності  $F$  безпосередньо стосуються частки популяції, що вилучається щороку, тоді як SPR підхід відображає кумулятивний ефект промислу, який враховує попередні роки.

Згідно з оцінкою SS3 по Чорному морю  $SPR_{MSY} = 0,34$ , тобто має тенденцію до спаду. Це показує, що до 2015 року ресурс рапани у Чорному морі в основному був помірно експлуатований, цей результат узгоджується з результатами, отриманими з використанням  $F$ -підходу.

Слід враховувати, що як динаміка біомаси та рівень промислової експлуатації запасів моллюска у ПЗЧМ суттєво відрізнялись від показників розрахованих в цілому для Чорного моря.

Ріст рапани впродовж 2018-2021 рр. був стабільним. Зростання моллюсків найбільш відбувалось в перші 5-7 років життя з подальшим скороченням інтенсивності росту, що є типовим для більшості гастропод.

У розрахунках ProdBioM використовувався R-скрипт. У 2021 році було використано нову версію цього скрипту, який було запропоновано на останньому засіданні робочої групи ГКРС.

В акваторії України згідно математичної моделі LB-SPR використовували коефіцієнти відношення між довжиною і масою та довжиною і віком моллюсків. У результаті математичного моделювання встановлено, що біомаса нерестового стада моллюска в зоні України у 2020–2021 рр. була вище оптимальної. Такий висновок був підтверджений в ході прямого тралового обліку. За результатами якого у 2020–2021

роках біомаса цього молюска оцінюється в 72000 тон, що виключає загрозу для популяції *R. Venosa* внаслідок промислу в територіальних водах України.

Популяція молюска відновлюється за рахунок високої біомаси і чисельності молюсків на суміжних акваторіях.

В цей час, як показав проведений аналіз наявних даних про стан популяції рапани знаходиться на високому рівні. Тому немає необхідності в лімітуванні вилову рапани. Разом з тим, зважаючи на скрутний стан прибережних біоценозів, які потерпають від експансії *R. venosa* вважаємо за доцільне здійснювати промисел без обмеження.

### **3.7 Методи лову рапани та їх вплив на донні біоценози**

Виходячи з досвіду сусідніх причорноморських держав, найбільш перспективними знаряддями лову рапани від самого початку вважали бімтралі. Тому експериментам по застосуванню цього типу знарядь у різних модифікаціях було приділено багато уваги.

Історично бімтралі почали застосовувати в Північному морі для лову малорухомих донних організмів таких як камбалові види риб та креветки. Сьогодні промисловий вилов рапани підприємства ведуть драгами Хижняка та ручним водолазним збором.

В 2017-2019 рр. проводився експериментальний промисел рапани драгою Хижняка та бім-тралами різних модифікацій.

Розмірний склад уловів і уловистість випробуваних знарядь лову були задовільними, однак, селективність застосовуваних на цьому етапі знарядь виявилась не високою. Високим був прилов молоді риб (калкани, глоси та ін.), крабів та деяких інших гідробіонтів (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Прилови риб та безхребетних бім-тралами вітчизняної конструкції

Об'єкти вилову	Загальна маса улову, кг	Утилізована частина улову	
		кг	%
1	2	3	4
<i>Севрюга</i>	1,0	1,0*	100,0
<i>Стерлядь</i>	1,0	1,0*	100,0
<i>Камбала-калкан</i>	129,6	129,6**	100,0
1	2	3	4
<i>Глоса</i>	33,4	28,6**	85,6
<i>М. язик</i>	0,7	0,7	100,0
<i>Бички</i>	122	122**	100,0
<i>М. коник</i>	0,5	0,5*	100,0
<i>Піскарка сіра</i>	0,3	0,3*	100,0
<i>Риба-качечка двоплямиста</i>	0,1	0,1*	100,0
<i>Барабуля</i>	0,2	0,2**	100,0
<i>Зіркогляд</i>	0,4	0,4	100,0
<i>М. собачки</i>	72	72	100,0
<i>Іглиця довгорила</i>	0,1	0,1	100,0
<i>Скорпена</i>	0,15	0,15	100,0
<i>Креветка крангон</i>	0,1	0,1	100,0
<i>Кревет кам'яний</i>	3,32	3,32	100,0
<i>Краб трав'яний</i>	93,24	93,24*	100,0
<i>Краб волохатий</i>	28,15	28,15*	100,0

Продовження таблиці 3.11			
<i>Краб навігатор</i>	41,77	41,77	100,0
<i>Рак-діоген самітчик</i>	2,16	2,16	100,0
<i>Краб брахінотус</i>	22,57	22,57	100,0
<i>Блакитний краб</i>	0,25	0,25	100,0

**Примітка:** \* Види занесені до Червоної книги України (випущені у живому вигляді) \*\* Особини не промислового розміру випущен в море в живому вигляді

Більшість гідробіонтів, які випадково потрапили у трал живі та непошкоджені поверталися в море, алесастина організмів (в основному молоді риби), які знаходяться серед маси молюсків була пошкоджена їхніми мушлями і загинула. Їхня частка не перевищувала 10–15%.

В період з 2018 по 2019 рр. були опробовані конструкцій бім-тралів виготовлені українськими підприємствами.

В 2020 році експериментальні лови проводились бім-тралом, конструкція якого була запропонована турецькими фахівцями.

Такий тип знаряддя лову виготовлявся з легких труб діаметром 24–42 мм. Загальна вага тралу не перевищувала перевищувала 60 кг, що було істотно менше ваги тралів які використовували українські підприємства на першому для промислового лову рапани.

Параметри експериментального тралу були зіставні з вітчизняними конструкціями. Ширина захвату складалі 3 метри. За рахунок меншої ваги такий експериментальний трал надавав значно меншого тиску на ґрунт, а відстань від ґрунту до нижньої підбори (11 см) і. виступаюча вперед велика за площею напівкругла рама, за яку трал буксировали зменшували попадання в трал риби та інших гідробіонтів.

Випробування цього експериментального знаряддя лову проводили в найбільш сприятливий для промислу період – на початку осені 2020 року.

Температура води в цей період трималась в межах 20-21°C. Знаряддя лову продемонструвало досить добрим показником уловистості.

Розмірний склад молюсків в уловах, також залишався сприятливим для випуску з неї якісної продукції.

Таким чином, дана конструкція бім-трала цілком може бути використана для промислових цілей. У той же час за величиною прилову супутніх гідробіонтів експериментальне знаряддя значно відрізнялось в кращу сторону. Прилов всіх груп тварин значно знизився (табл. 3.12).

Таблиця 3.12 – Прилови риб та безхребетних експериментальним бім-тралами турецької конструкції

Об'єкти вилову	Загальна маса улову, кг	Утилізована частина улову	
		кг	%
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Рапана</i>	1916,62	–	–
<i>Севрюга</i>	–	–	–
<i>Стерлядь</i>	–	–	–
<i>Камбала-калкан</i>	–	–	–
<i>Глоса</i>	0,16	0,16**	100,00
<i>М. язик</i>	–	–	–
<i>Бички</i>	1,97	1,97**	100,00
<i>М. коник</i>	0,05	0,05*	100,00
<i>Піскарка сіра</i>	–	–	–
<i>Риба-качечка двоплямиста</i>	0,03	0,03*	100,00

Продовження таблиці 3.12			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Барабуля</i>	0,04	0,04	100,00
<i>Зіркогляд</i>	–	нема	нема
<i>М. собачки</i>	0,08	0,08	100,00
<i>Іглиця довгорила</i>	0,01	0,01	100,00
<i>Скорпена</i>	0,04	0,04	100,00
<i>Креветка крангон</i>	–	нема	нема
<i>Кревет кам'яний</i>	0,01	0,01	100,00
<i>Краб трав'яний</i>	0,34	0,34*	100,00
<i>Краб ксанто</i>	5,78	5,78*	100,00
<i>Краб волохатий</i>	4,65	4,65*	100,00
<i>Краб навігатор</i>	0,79	0,79	100,00
<i>Рак-діоген самітчик</i>	0,20	0,20	100,00
<i>Краб брахінотус</i>	1,75	1,75	100,00
<i>Блакитний краб</i>	–	–	–

**Примітка:** \* Види занесені до Червоної книги України (випущені у живому вигляді) \*\* Особини не промислового розміру випущен в море в живому вигляді

Цей підтверджує раніше зроблений висновок про необхідність скасувати для трав'яного краба та краба ксанто статус рідкісних видів, що знаходиться під загрозою зникнення.

З видів вселенців, що недавно з'явилися в Чорному морі, був відзначений блакитний краб *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896), який протягом останніх ста років широко розселився від атлантичного узбережжя Америки до Середземноморського басейну. Спійманий екземпляр був самкою з розміром карапакса 18 см.

Хоча краби та інші ракоподібні регулярно приловлювались в трали цього типу, практично всі вони у живі та непошкоджені поверталися в море при промиванні улову і самого трала.

У той же час, при висвантажуванні улову рапани на палубу частка організмів (в основному риб), які знаходяться серед твердих раковин молюска, зазнавала механічних пошкоджень.

Особливо серйозної шкоди завдається молоді камбал та безхребетним, які спочатку випадають на палубу з кутця бім-трала, а потім опиняються під завалами великої маси раковин.

Механічні пошкодження часто є причинами загибелі молоді риб та інших гідробіонтів. Це стосується тих типових для українських підприємств конструкцій бім-тралів, які були апробовані в період 2018-2019 рр.

У 2020 році проводили експериментальні лови бім-тралом, конструкція якого була запропонована для науково-дослідного обліку рапани Генеральною Комісією з Рибальства в Середземному морі (GFCM - FAO).

Такий тип знаряддя лову був розроблений фахівцями турецького науково-дослідного центру на замовлення зазначеної міжнародної організації.

Трал виготовляли з тонких труб діаметром 24–42 мм. Його загальна вага, без кільчуги і сіткової частини, не перевищувала 60 кг, що було істотно менше ваги тралів які використовували українські підприємства на першому для промислового лову рапани.

Параметри експериментального тралу були зіставні з такими більшості вітчизняних тралів. Ширині смуги облову складала 3 метри. Експериментальній трал за рахунок меншої ваги надавав значно меншого механічного тиску на ґрунт. Також його відмінною рисою була дуже низька висота вхідного гирла. Відстань від ґрунту до нижнього краю біма становила всього 11 см. При цьому вперед виступала велика за площею напівкругла рама, за яку трал буксировали.

Така конструкція не передбачала використання заглибленого в ґрунт підсічного троса. Попереду нижньої підбори кріпились тільки два легких ланцюги вагою близько 3,0–3,5 кг кожен. Нижня пласть була виготовлена з кольчуги з внутрішнім діаметром кілець 42 мм. Вона також кріпилась до легкого ланцюга, який і слугував нижньою підборою трала. Все знаряддя було сконструйовано таким чином, щоб завдавати мінімального впливу на морське дно.

Випробування цього експериментального знаряддя лову проводили в найбільш сприятливий для промислу період – на початку осені 2020 року.

Температура води в цей період трималась в межах 20-21°C, що сприяло постійному перебуванню молюсків на поверхні ґрунту.

Тралення охоплювали всі ділянки українського шельфу ПЗЧМ доступні для промислу рапани в даний період – від о. Зміїний на півдні до меридіана 32°00' на сході. Всього було виконано 53 тралення тривалістю 30 хвилин кожне.

На основних ділянках концентрації рапани її улов за півгодини тралення становив 140 - 200 кг, що є досить добрим показником уловистості для знаряддя.

Розмірний склад молюсків в уловах, також залишався сприятливим для випуску з неї якісної продукції.

Таким чином, дана конструкція бім-трала цілком може бути використана для промислових цілей. У той же час за величиною прилову супутніх гідробіонтів експериментальне знаряддя значно відрізнялось в кращу сторону. Прилов всіх основних груп гідробіонтів істотно знизився. В уловах повністю були відсутні осетрові і камбала калкан, молодь глоси була представлена лише п'ятьма екземплярами, які були випущені в живому вигляді (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – Склад уловів донних бім-тралів конструкції ГКРС-ФАО, прилови і випуски нецільових видів в період спостережень в 2020–2021 рр.

Вид	Виловлено	Вивантажено на берег або використано екіпажем		Викиди	
		Маса, кг	Маса, кг	Частка, %	Маса, кг
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Рапана</i>	1916,62	1916,62	100	–	–
<i>Севрюга</i>	–	–	–	–	–
<i>Стерлядь</i>	–	–	–	–	–
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Камбала-калкан</i>	–	–	–	–	–
<i>Глоса</i>	0,16	–	–	0,16**	100,00
<i>М. язик</i>	–	–	–	–	–
<i>Бички</i>	1,97	–	–	1,97**	100,00
<i>М. коник</i>	0,05	–	–	0,05*	100,00
<i>Піскарка сіра</i>	–	–	–	–	–
<i>Риба-качечка двоплямиста</i>	0,03	–	–	0,03*	100,00
<i>Барабуля</i>	0,04	–	–	0,04	100,00
<i>Зіркогляд</i>	–	–	–	нема	нема
<i>М. собачки</i>	0,08	–	–	0,08	100,00
<i>Іглиця довгорила</i>	0,01	–	–	0,01	100,00
<i>Скорпена</i>	0,04	–	–	0,04	100,00
<i>Креветка крангон</i>	–	–	–	нема	нема

<i>Кревет кам'яний</i>	0,01	–	–	0,01	100,00
<i>Краб трав'яний</i>	0,34	–	–	0,34*	100,00
<i>Краб ксанто</i>	5,78	–	–	5,78*	100,00
<i>Краб волохатий</i>	4,65	–	–	4,65*	100,00
<i>Краб навігатор</i>	0,79	–	–	0,79	100,00
<i>Рак-діоген самітчик</i>	0,20	–	–	0,20	100,00
<i>Краб брахінотус</i>	1,75	–	–	1,75	100,00
<i>Блакитний краб</i>	–	–	–	–	–

**Примітка:** \* - випуск «червонокнижних» видів ,  
\*\* - випуск особин непромислового розміру.

На відміну від бім тралів українських підприємств які застосовувались раніше (в рамках програми), запропонований ГКС - ФАО трал мав істотно менший вертикальний розмір вхідного гирла – лише 11 см. Завдяки цьому камбала та інші риби могли краще бачити верхню частину трала (бім), реагували на нього і швидко підіймалися на цю невелику висоту.

Риба не сприймала трал як якийсь «притулок» з великим входом. Поперечний бім що насувався впритул до ґрунту відлякував рибу та інших рухомих мешканців морського дна і таким чином вони уникали вилову.

При застосуванні звичайних тралів, риба що опиняється в зоні роботи трала вважає, що там вона буде в безпеці сама йде в кутець. В даному ж випадку в кутець в основному потрапляли малорухливі молюски, в тому числі рапани. Рамайка тралу, яка кріпиться до бічних стійок, завдяки заглибленим в ґрунт бічним пластинам, при русі також суттєво відлякувало рибу яка знаходилась в смузі тралення.

Саме конструктивні особливості та вага трала запропонованого ГКС - ФАО (мала відстань від біма до ґрунту і напівкругла буксировочна

рама) вигідно відрізняли його від вітчизняної конструкції і дозволяють рекомендувати до впровадження в нашій країні.

Крім того, з метою зниження впливу на біоценози бенталі, не слід перевищувати рекомендовані граничні вагові характеристики знаряддя – 60 кг без урахування кольчуги і кутця.

При дотриманні цих умов виготовлення бім-трала для промислу рапани, його вплив на донні біоценози і інших мешканців донної спільноти буде мінімальним. Таке знаряддя може застосовуватися для промислу рапани в українських водах Чорного моря з обмеженням, а саме – «при появі небажаного прилову район лову повинен закриватися для промислу за рішенням органів рибоохорони, що базується на висновку наукової організації».

Додатково до діючих правил необхідно обумовити неприпустимість лову рапани при підвищеному прилові молоді калкана. Промисел бім тралами слід починати тільки після закінчення масового нересту калкана.

У зимовий період, коли рапана ставатиме недоступною для вилову (закопується в ґрунт) також не слід дозволяти вихід суден на лов через те, що плавзасоби можуть використовуватися для лову цінних видів риб на зимівлі.

Встановлено що промисел рапани охоплює незначну частку акваторії шельфа України в північно-західній частині моря – не більш 20%. Це зумовлено тим, що на значній акваторії моря на дні зустрічаються різні підводні перешкоди – камені, скелі, банки, каньйони, затоплені судна. В цих умовах використання полегшеного тралу конструкції ГКРС-ФАО, який відрізняється високою селективністю в принципі не може серйозно вплинути на екологічну ситуацію в північно-західній частині моря.

Паралельно з бім тралами підприємства можуть використовувати в ті ж терміни і традиційну для лову молюсків драгу Хижняка. Її екологічна

безпека була підтверджена раніше спеціальними дослідженнями ПівденНІРО

Будь-які прилови риби або інших цінних гідробіонтів в драгу Хижняка не були відмічені. Жорстка металева решітка, яка покладена в конструкцію цієї драги дозволяє уникати небажаних приловів.

Проведені роботи по апробації різних конструкцій активних знарядь водах Чорного моря дозволяють зробити однозначний висновок про можливість використання на промислі полегшеної конструкції даного знаряддя запропонованої ГКРС - ФАО.

## ВИСНОВКИ

В результаті комплексного дослідження популяції *R. Venosa* ПЗЧМ встановлено:

- Фенотипова пластичність рапани може бути пов'язана з деякими особливостями умов довкілля (типом ґрунтів, кормовою базою, пресом промислу). Морфологічне розмаїття *R. venosa* з різних районів ПЗЧМ свідчить про високу здатність молюска змінювати конхологію раковини під впливом умов середовища.
- Рапана з одеського регіону дрібніша ніж в інших акваторіях. Середня висота мушлі становить 70–80 мм, тоді як раковини з Японського моря мають 161 і 163 мм.
- Спостерігається різниця у скульптурі та масивності раковин. У особин з нативного району більш виражені шипи та товстостінніша раковини, ніж у особин з Одеської затоки.
- Після акліматизації в Чорному морі раціон рапани складала устриці *Ostrea edulis*, а після зменшення їх чисельності – мідії *Mytilus galloprovincialis* та інші молюски.
- Розповсюдження рапани до 1990-х років обмежувалось районами моря з солоністю 15-18‰. На початку XXI століття молюск пристосувався до опріснених вод і поступово захоплював північно-західної шельф моря.
- Вже в перші роки після натуралізації рапани в північно– західному Причорномор'ї були практично знищені основні колонії молюсків-фільтраторів, устричні та мідійні банки в результаті чого стан прибережних морських біоценозів значно погіршився.
- *R. venosa* в ПЗЧМ розповсюджена до глибини 35 метрів, просторовий розподіл популяції нерівномірний. Навіть в акваторіях,

де біомаса молюсків- фільтраторів (основної їжі) впала практично до нуля, рапана зберігала свою присутність.

- У 2020 році відбулось незначне збільшення частки особин з класів довжини 60–75 мм та зменшення особин довжиною більше 75 мм на рівні 2-3%. Вікова структура популяції рапани має складний характер і налічує до 12 вікових груп. Особини старшого віку і більшого розміру переважають в усіх досліджених акваторіях.
- Спостерігається природна елімінація молюсків рапани, які досягли віку понад 8–9 років.
- Стан запасів рапани визначений методом математичного дозволив оцінити можливу величину максимально стійкого вилову у 20,8 тис. т, та загальну біомасу молюска у 116 тис. т.
- Поповнення популяції (кількість особин віком 0+ років) оцінюється в 2,4 млрд. у 2009 р. У 2015 р. воно складало – 0,25 мільярда, а у 2020–2021 рр. в понад один мільярд особин.
- Найбільш перспективними знаряддями лову рапани від самого початку вважали бім-трали. Однак, селективність лову цього знаряддя виявилась низькою. У прилові в значній кількості зустрічалась молодь камбалових риб (чорноморського калкана і глоса), червонокнижних ракоподібних та інших гідробіонтів.
- Експериментальний примірник бім-тралу запропонований ГКСР–ФАО значно відрізнявся від вітчизняних образців, мав менший вертикальний розмір вхідного гирла меншу вагу та ін. конструктивні особливості. При промислі рапани, його вплив на донні біоценози, включаючи молодь цінних видів риб був мінімальним, а уловистість значно більшою.

**ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ**

1. Перелад М.В. Сучасний стан популяції та особливості біології рапани (*Rapana venosa*) у північно-східній частині Чорного моря: електронний ресурс pereladov@vniro.ru.;
2. Чухчин В.Д.. Розмноження рапани (*Rapana bezoar* L.) у Чорному морі. Праці Севастопольської Біологічної Станції, 1961. - № 14. - С. 163-168.
3. Мілютін Д.М., Вілкова О.Ю. 2005. Чорноморські молюски-вселенці рапана та анадари: сучасний стан популяції та динаміка запасів // Рибне господарство, № 4. - С. 50-54.
4. Чухчин В.Д. Екологія червононогих молюсків Чорного моря. – Київ: Наукова думка, 1968 – 176 с.
5. Чухчин В.Д. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутській устричній банці. // Праці Севастопольської Біологічної Станції. 1961с. - № 14. - С. 178-187.
6. Старк І.М. 1950. Сировинна база та розподіл устриць на Гудаутській банку // Праці АзЧерНІРО. Вип. 14. - С. 247-262.
7. Перелад М.В. Сучасний стан популяції чорноморської устриці // Прибережні гідробіологічні дослідження. – К., 2005. – С. 254–274.
8. Bondarev I. P. Morphogenesis of the shell and intraspecific differentiation of the rapana *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) / I. P. Bondarev // *Ruthenica*, – 2010, – 20, No. 2. – P. 69 90.
9. Топтіков В.А., Ковтун О.А., Алексєєва Т.Г. Вивчення морфології та фізіології брюхоногого молюска *Rapana venosa*. Навчально-методичний посібник, Одеса, 2016. – 83 с.
10. 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.

11. 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 pociogony in Gastropods // J. Moll. Stud. N. 55.— P. 67–78.
12. Ревков Н.К Деякі зауваження щодо складу та багаторічної динаміки фауни молюсків пухких ґрунтів південно-східного Криму (Чорне море) // Карадаг-2009: Збірник наукових праць, присвячених 95-річчю Карадазької наук.— Севастополь: ЭКОСИ-Гид 2009.— С. 251–261.
13. Дорст Ж. До того как умрет природа / Ж. Дорст. – М.: Прогресс, 1968. – 415 с. – (Dorst J. Before the nature dies. 1965)
14. Заика В. Е. Вселенці в донній макрофауні Чорного моря: Поширення та вплив на спільноти бенталі / В. Е. Заика, Н. Г. Сергеева, Е. А. Колесникова // Морський екологічний журн. – 2010. – Т. IX, № 1. – С. 5–7.
15. Золотарев П. Н. Зміни у спільнотах макробентосу Гудаутської устричної банки / П. Н. Золотарев, А. С. Терентьев // Океанологія. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 251–257.
16. Іванов Д. А. Вплив вселенця рапани (*Rapana venosa*) на донні біоценози у східній частині Чорного моря. / Д. А. Іванов // Водні біоресурси та їх відтворення. – 2012. – № 2. – С. 3–7.
17. Іванов Д. А. Трансформація донних біоценозів Керченської протоки після вселення хижого молюска *Rapana thomasiana* та двостулкових *Mya arenaria* та *Cunearca cornea* / Д. А. Іванов, И. А. Сінегуб: Матеріали III-й Межнар. конф. [«Сучасні. пробл. Азово-Чорноморського регіона»], (Керчь 10–11 ноя- бря 2007) / Керчь: ЮГНИРО, 2008. – С. 45–51.
18. Атраментова Л. О. Статистичні методи в біології / Л. О. Атраментова, О. М. Утєвська – Х: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
19. Бондарев И. П. Морфогенез мушлі та внутрішньовидова диференціація рапани *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) / И. П. Бондарев // Ruthenica. – 2010. – V. 20, № 2. – С. 69–90.
20. Варігін А. Ю. Зміна форми раковини в процесі адаптації до умов довкілля / 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.

21. Гаевская А. В. Паразити, хвороби та шкідники мідій (*Mytilus*, *Mytilidae*). II. Моллюски (*Mollusca*) / А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 100 с.

22. Гудимович П. К. Новый моллюск «рапана» в Черном море / П. К. Гудимович // Природа. – 1950. – № 6. – С. 80–81.

23. Дорст Ж. До того как умрет природа / Ж. Дорст. –: Прогресс, 1968. – 415 с. – (Dorst J. Before the nature dies. 1965)

24. Заика В. Е. Вселенці в донній макрофауні Чорного моря: Поширення та вплив на спільноти бенталі / В. Е. Заика, Н. Г. Сергеева, Е. А. Колесникова // Морський екологічний журн. – 2010. – Т. IX, № 1. – С. 5–7.

25. 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 та штучної смертності фауни: Тези доповідей Міжнародної конференції, Азов, 15–18 июня, 2003. – Керч, 2003. – С. 91–92.

26. Золотарев П. Н. Зміни у спільнотах макробентосу Гудаутської устричної банки / П. Н. Золотарьов, А. С. Терентьев // Океанологія. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 251–257.

27. Иванов Д. А. Вплив вселенця рапани (*Rapana venosa*) на донні біоценози у східній частині Чорного моря / Д. А. Иванов // Водні біоресурси та їх відтворення. – 2012. – № 2. – С. 3–7.

28. Иванов Д. А. Трансформація донних біоценозів Керченської протоки після вселення хижого моллюска *Rapana thomasiana* та двостулкових *Mya arenaria* та *Cunearca cornea* / Д. А. Иванов, І. А. Синегуб: Матеріали III-й Міжн. конф. [«Сучасний. пробл. Азово-Чорноморського регіону»], (Керч 10–11 листопада 2007) / Керч: ЮгНІРО, 2008. – С. 45–51.

29. Истоміна А. А. Реакція антиоксидантної системи у масових видів моллюсків затоки Петро Великого в умовах дефіциту кисню та дії іонів  $\text{Cu}^{2+}$ :

автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.02.08 «Екологія» / О. А. Істоміна. - Київ, 2012. - 16 с.

30. Колючкіна Г. А. Біомаркери впливу забруднень на двостулкові молюски Північно-Кавказького узбережжя Чорного моря: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.18 «Гідробіологія»/Г. А. Колючкіна. - М., 2009. - 27 с.

31. Косьян А. Р. Екологічний стан популяцій *Rapana venosa* у північній частині Чорного моря/А. Р. Косьян// Наук. зап. Тернопіль. нац. пед. у-ту. Сер. Біол. - 2010. - № 3 (44). - С. 122-127.

32. Куракін А. П. Інтенсивність споживання мідій рапаною *Rapana venosa* у Північно-Західній частині Чорного моря / А.А. П. Куракін, І. А. Говорін // Гідробіол. журн. - 2011. - Т. 47, № 4. - С. 15–22.

33. Максимова Т. І. Морфологічний та генетичний аналіз молюсків сімейства *Vulinidae* (Gastropoda, Pulmonata) фауни Росії та суміжних територій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.08 «Зоологія»/Т. І. Максимова. - Смоленськ, 1995. - 22 с.

34. Панасюк Н. Ст. Мідія (*Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819) у біоіндикації забруднення Чорного моря/Н. Ст. Панасюк, Н.М. Ст. Лебедева // Вісник Південного наукового центру РАН. - 2008. - Т. 4, № 4. - З. 68–73.

35. Промислове розведення мідій і устриць / [Ред.-сост. І. р. Жиликова]. - М.: ТОВ «Видавництво АСТ»; Донецьк: Сталкер, 2004. - 110 с.

36.36. Раутіан А. З. Відносини хижак-жертва у філогенетичному масштабі часу. Екосистемні перебудови та еволюція біосфери. Випуск 4./А. З. Раутіан, А. р. Сенніков. - М.: Видання Палеонтологічного інституту, 2001. - С. 29–46. Вісник ОНУ. Сер.: Біологія. 2014. Т. 19, вип. 2(35)

37. Саєнко Є. М. Внутрішньопопуляційні зміни рапани російських прибережних вод Чорного моря / Є. М. Саєнко, В. Н. Шевченко: Мат. 8 між-ний конф [«Біологічна різноманітність Кавказу», Ч. 3. Екологія, валеологія, економіка], (Нальчик, 12-15 Жовтня, 2006 р.). - Нальчик, 2006. - С. 66-67.

38. Сидоренко Є. В. Методи математичної обробки у психології / Є. В. Сидоренко. - СПб.: ТОВ «Мова», 2000. - 350 с.
39. Сон М. О. Молюски-вселенці в прісних і солонуватих водах Північного Причорномор'я / М. О. Сон. - Одеса: Друк, 2007. - 132 с.
40. Сясіна І. Г. Морфофункціональна характеристика репродуктивної системи червононогих молюсків *Littorina brevicula*, *L. mandshurica* та *Nucella heuseana* з незабруднених та забруднених районів затоки Петра Великого // Біологія моря. - 2011. - Т. 53, № 6. - С. 340-355
41. І. Г. Сясіна, А. В. Щєблыкіна // Біологія моря. - 2007. - Т. 33, № 6. - С. 440-445.
42. Фіненко Г. А. Екологічна енергетика чорноморської мідії / Г. А. Фіненко, З. А. Романова, Г. І. Абол-масова // Біоенергетика гідробіонтів. - К.: Наукова думка, 1990. - С. 32-71.
43. Фроленко Л. н. Характеристика зообентосу північно-східної частини Чорного моря / Л. н. Фроленко, С. П. Воловик, О. І. Студенікіна // Изв. вишів. Півн.-Кавк. регіон. природ. н. - 2000. - № 2. - С. 69–71.
44. Чухчин Ст. Д. Зростання рапани (*Rapana besoar* L.) у Севастопольській бухті / Ст. Д. Чухчин // Тр. Севастопольський. біол. ст. АН УРСР. - 1961. - № 14. - С. 169-177.
45. Чухчин Ст. Д. Функціональна морфологія рапани / В. Д. Чухчин. - К.: Наукова думка, 1970. - 138 с.
46. Чухчин Ст. Д. Екологія червононогих молюсків Чорного моря / В. Д. Чухчин. - К.: Наукова думка, 1984. - 176 с.
47. Шадрін Н. Ст. Далекі вселенці у Чорному та Азовському морях: екологічні вибухи, їх причини, наслідки, прогноз / Н. Ст. Шадрін // Екологія моря. - 2000. - № 51. - С. 72–78.
48. Шадрін Н. Ст. Харчування та розподіл *Rapana venosa* (Vallenciennes, 1846) в акваторії Опукського заповідника (Східний Крим, Чорне море) / Н.Н. Ст. Шадрін, Т. А. Афанасова // Морський екологічний журнал. - 2009. - Т. 8, № 2. - С. 24.

49. Шиганова Т. А. Чужорідні види в екосистемах південних внутрішніх морів Євразії територій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук: спец. 03.00.18 «Гідробиологія»/Т. А. Шиганова. - К., 2009. - 56 с.

50. Шурова Н. М. Структурно-функціональна організація популяції мідій *Mytilus galloprovincialis* Чорного моря/Н. М. Шурова. - К.: Наукова думка, 2013. - 208 с.

51. Шурова Н. М. Зміна популяційних характеристик чорноморської мідії в умовах евтрофування та гіпоксії морських прибережних вод/Н. М. Шурова, О. Ю. Варігін, З. Ст. Стадниченко // Екологія моря. - 2004. - В. 65. - С. 94-99. 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.

52. Catsiki V. A. Monitoring of the effects of pollution along the Saronic gulf / V. A. Catsiki, C. Kozanoglou, E. Strogyloudi // Report. 2001–2002 NCMR. – 2003. – 51 p.

53. 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.

54. 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.

55. 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.

56. 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.

57. 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.

58. 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.

59. 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.

60. 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.

61. 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.

62. 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.

63. 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.

64. 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.

65. Vaquer-Sunyer R. Sulfide exposure accelerates hypoxia-driven mortality / R. Vaquer-Sunyer, C. M. Duarte // *Limnol. Oceanogr.* – 2010. – 55 (3). – P. 1075–1082.

66. 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.

67. Говорін І. А. Оцінка впливу хижого черевного моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1864) на фільтраційний потенціал мідій *Mytilus galloprovincialis* Lam. / І. А. Говорін, А. П. Куракін // Екол. безпека прибереж. та шельф. зон та комплекс. використ. ресурсів шельфу: зб. наук. ін. - 2011. - 25, Т. 1. - С. 435–442.

68. Закурдаєв Ст. І. До питання про можливість культивування рапани (*Rapana thomasiana* Crosse) у Чорному морі / Ст. І. Закурдаєв, О. І. Беляєва // Еволюція морських екосистем під впливом вселенців та штучної смертності: тез. доп. межд. конф. (м. Азов, 15–18 червня 2003 р.) – Ростов Дону, 2003. – С. 91–92. 79 ISSN 2077-174

69. Іванов А. І. Деякі дані про кількісний розподіл рапани (*Rapana bezoar* L.) у східній частині Чорного моря та Керченській протоці та про зменшення її розмірів / А. І. Іванов // Докл. АН УРСР. - 1961. - 141, № 2. - С. 467–468.

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

71. Куракін А. П. Інтенсивність споживання мідій Рапана *Rapana venosa* в північно-західній частині Чорного моря / А. П. Куракін, І. А. Говорін // Гідробіологіч. журн. - 2011. - 47, № 4. - С. 15–22.

72. Кучерук Н. В. Макрозообентос кавказького узбережжя Чорного моря: вплив пелагічних та донних видів-вселенців / Н. В. Кучерук // Матеріали X наукової конференції Біломорської біологічної станції ім. Н. А. Перцова біологічного факультету КДУ (Київ, 9–10 серпня 2006 р.). - К., 2006. - С. 68–70.

73. Промислові біоресурси Чорного та Азовського морів / Ред. В. Н. Єремєєв, А. В. Гаєвська, Г. Є. Шульман, Ю. А. Загородня; НАН України, Інститут біології південних морів НАН України - Севастополь: ЕКОСІ - Гідрофізика, - 2011. - С. 172 - 188.
74. Снігірьов С. М. Сучасний стан рапани жилкуватою *Rapana thomasiana thomasiana* Crosse, 1861 в прибережних водах острова Зміїний (СЗЧМ) / С. М. Снігірьов // Сучасні рибогосподарські та екологічні проблеми Азово-чорноморського регіону: Мат. VII Міжнар. конф. (м. Керч, 20 – 23 червня 2012 р.) – Керч, 2012. – С. 137140.
75. Снігірьов С. М. Дослідження розподілу мідії *Mytilus galloprovincialis* у прибережних водах о. Зміїний / С. М. Снігірьов, В. І. Мединець // Екологічні проблеми Чорного моря, Одеса. - 2012. - С. 85 88.
76. Чухчин В. Д. Зростання рапани (*Rapana besoar* L.) у Севастопольській бухті / В. Д. Чухчин // Тр. Севастопольської біол. ст. АН УРСР. - 1961. - 14. - С. 169 177.
77. Чухчин В. Д. Функціональна морфологія рапани / В. Д. Чухчин. - Київ: Наук. думка, 1970. - 138 с.
78. Яхонтова І. В. Розмірна та статева структура поселення рапани (*Rapana thomasiana* Grosse) на акваторії мідійного господарства у східній частині Чорного моря / І. В. Яхонтова // IX З'їзду Гідробіологічного товариства України: тези доповідей (м. Київ, 18-22 вересня 2006 р.), 2. - К: ІЕВБ РАН, 2006. - 281 с.
79. Адилова А.С., Бітютський Д.Г., Гамаюнов О.А. 2009. Рапана в екосистемі Чорного моря: шкода та користь // Рибне господарство України (Рибне Господарство України). № 4 (63). - С. 19-24.
80. Бондарєв І.П. 2010. Морфогенез раковини та внутрішньовидова диференціація рапани *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) // *Ruthenica*. V. 20, N. 2. - С. 69-90.
81. Єршов В.Є. Рапана // <http://www.shellclub.ru> Золотарьов П.М., Євченко О.В. 2010. Деякі риси біології та оцінка запасу рапани *Rapana*

thomassiana thomassiana (Gastropoda: Muricidae) у північно-східній частині Чорного моря у 1988–1994 роках. // Питання рибальства. С. 442-452.

82. 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.

83. 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.