

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра водних біоресурсів та
аквакультури

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: **АКУЛИ СВІТОВОГО ОКЕАНУ (БІОЛОГІЯ, РОЗПОВСЮДЖЕННЯ,
РИБОГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ)**

Виконала студентка групи ВБ-18

спеціальності 207 Водні біоресурси
та аквакультура

Плачинда Аліна В'ячеславівна

Керівник док.с-г.н., професор

Шекк Павло Володимирович

Рецензент д.е.н., доц.

Сербов Микола Георгійович

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет

Природоохоронний

Кафедра Водних біоресурсів та
аквакультури

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 207 Водні біоресурси та
аквакультура

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Охорона, відтворення та раціональне
використання
гідробіоресурсів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк

П.В.

“ 02 ” _____ 03 _____ 2022

року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Плачинді Аліні

В'ячеславівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Акули Світового Океану (біологія, розповсюдження, рибогосподарське значення)

керівник роботи Шекк П.В., док.с-г. н., професор

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “21” 12 _____ 2021 року № 267-С

2. Строк подання студентом роботи 02.06.2022
р. _____

3. Вихідні дані до роботи Робота присвячена наданню характеристики змін розповсюдження акул відповідно до екологічних умов, орієнтуванню акул в океані, розповсюдженню екологічних груп, та видам акул Чорного моря

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз наявної в літературі інформації щодо наявних представників акул різних видів в природних умовах існування

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють види досліджень та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02.03.2022
р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого та другого розділу розділу	02.03.2022 - 20.03.2022 р.	95,0	відмінно
2	Характеристика найбільш розповсюджених екологічних груп. Написання третього розділу.	19.05.2022- 22.05.2022 р.	95,0	відмінно
3	Рубіжна атестація	23.05.2022- 27.05.2022 р.	95,0	відмінно
4	Орієнтування акул в океані, та природні вороги акул. Написання четвертого та п'ятого розділу	28.05.2022- 30.05.2022 р.	95,0	відмінно
5	Акули Чорного моря, та поняття SHARK FINNING. Написання шостого та сьомого розділу	31.05.2022- 03.06.2022р.	95,0	відмінно
6	Написання висновків бакалаврської кваліфікаційної роботи	04.06.2022- 06.06.2022 р.	95,0	відмінно
7	Оформлення роботи згідно ДОСТу. Написання доповіді. Підготовка презентації.	07.06.2022- 09.06.2022 р.	95,0	відмінно

8	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку Перевірка роботи зав. кафедрою Отримання рецензії Попередній захист роботи на кафедрі Надання роботи до деканату	10.06.2022	95,0	відмін
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95,0	відмін

Студент _____

Плачинда А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

ШеккП.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Анотація**АКУЛИ СВІТОВОГО ОКЕАНУ (БІОЛОГІЯ, РОЗПОВСЮДЖЕННЯ,
РИБОГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ)****Плачинда А.В.**, бакалавр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

Акули хижі риби, котрі займають вищі рівні в харчовому ланцюзі, вони виступають в ролі регулятора чисельності живих організмів, що мешкають в морських глибинах. Всебічне вивчення акул та розробка рекомендацій щодо їхнього використання є цілком своєчасними та актуальними.

Метою даної роботи було схарактеризувати існуючі на разі види акул та їх морфологічну будову, посилаючись на наукові джерела та доробки наукових установ. Також мали на меті, порівняти окремі види акул за відмінностями існування в певних середовищах; особливостями їх розповсюдження залежно від кліматичних та екологічних умов і зміни в їхній

поведінці та способу життя залежно від впливу на них цих чинників, визначити можливі шляхи та напрями господарського використання.

Таким чином, у даній роботі акцентувалася увага на проблеми які сприяють зменшенню видової чисельності акул. Через незбалансований вилов акул браконьєрами й рибалками. Найбільшою проблемою є кліматичні зміни які згубно впливають на біоту світового океану в тому числі і на акул які дуже вразливі до дії комплексу несприятливих абіотичних факторів. Доведено, що за останні 50 років популяція акул і скатів в світовому океані скоротилася більше ніж на 70%.

Бакалаврська кваліфікаційна робота представлена на 77 сторінці і включає в себе 10 рисунків, 55 переліків джерел посилань.

Ключові слова: акули, хрящові риби, селахії, магнітне поле, електрорецептори, біорізноманіття, sharkfinning(фіннінг).

ЗМІСТ

ВСТУП	14
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДУ.....	16
1.1 Особливості внутрішньої будови та процесів життєдіяльності.....	17
2 ЯК ЗМІНЮЄТЬСЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ АКУЛ ВІДПОВІДНО ДО ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ	33
3 РІЗНОМАНІТТЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ГРУП АКУЛ.....	37
3.1 Прісноводні акули.....	41
3.2 Холодноводі акули.....	42
3.3 Глибоководні акули та акули, що світяться	43
3.4 Теплокровні акули.....	46
4 ОРІЄНТУВАННЯ АКУЛ В ОКЕАНІ.....	49
4.1 Орієнтування акул за запахом	49
4.2 Особливості мозку акул.....	50
4.3 Електрорецептори акул (ампули Лоренцині, біла лінія живота)	51
4.4 Вплив зміни магнітного поля на акул	51
5 ПРИРОДНІ ВОРОГИ АКУЛ.....	53
5.1 Косатки.....	53
5.2 Дельфіни.....	56
5.3 Невидимі вороги, паразити та хвороби акул.....	58
6 АКУЛИ ЧОРНОГО МОРЯ.....	65
7 ПОНЯТТЯ SHARKFINNING (ФІННІНГ)	71
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	81

ВСТУП

Актуальність дослідження. Одна з найдавніших груп риб – хрящові риби. Клас широко поширений у відкритих і прибережних водах Світового океану. Хрящові риби, а саме акули є важливою ланкою трофічного ланцюга в шельфових та океанічних екосистемах, вони відіграють значущу роль у біології Світового океану; без них неможливо уявити і пояснити багато процесів, що протікають, насамперед, процеси формування біологічної та промислової продуктивності того чи іншого району. Акули хижі риби, котрі займають вищі рівні в харчовому ланцюзі, вони виступають в ролі регулятора чисельності живих організмів, що мешкають в морських глибинах. Знищують слабких і хворих особин, завдяки чому поширення інфекцій в певній популяції виду зменшується в рази.

В останні десятиліття, враховуючи розвиток та інтенсифікацію океанічного промислу, а також новітні досягнення науки в галузі технології переробки рибних продуктів, біохімії, медицини, фармакології, до акул виявляється стійкий інтерес як до потенційних об'єктів видобутку, оскільки вони, на відміну від інших риб, володіють унікальними технологічними особливостями і можуть використовуватися, крім харчового та технічного, у різних напрямках. Акули, відносяться до числа легко доступних для промислу риб, рибалкам і переробникам випадають широкі можливості для повної утилізації м'яса, плавників, шкіри і навіть хрящів цих риб, не кажучи вже про печінку, яка є джерелом багатим на вітамін А. Без уваги не залишаються і внутрішні орган, що використовуються для виготовлення медичних препаратів та отримання біологічно активних речовин [32].

Найбільший інтерес проявляється у зв'язку з абсолютною несприйнятливістю акул до утворення злоякісних пухлин. Вчені з Ізраїлю в

2016 році досліджували кров акули і виявили в ній антитіла, які можуть чинити опір раковим клітинам. Вони стверджують, що незабаром зможуть синтезувати високоефективний препарат, здатний допомогти онкохворим в боротьбі з недугою [31].

Таким чином, всебічне вивчення акул та розробка рекомендацій щодо їхнього використання є цілком своєчасними та актуальними.

Мета роботи. Метою даної роботи було схарактеризувати існуючі наразі види акул та їх морфологічну будову, посилаючись на наукові джерела та доробки наукових установ. Також мали на меті, порівняти окремі види акул за відмінностями існування в певних середовищах; особливостями їх розповсюдження залежно від кліматичних та екологічних умов і зміни в їхній поведінці та способу життя залежно від впливу на них цих чинників, визначити можливі шляхи та напрями господарського використання.

Об'єкт дослідження– представники акули різних видів в природних умовах існування.

Предмет дослідження: Роль, місце та значення представників акул в екосистемі світового океану.

Методи дослідження: теоретичні та емпіричні.

Матеріалом дослідження: послужили результати аналізу наявних в сучасній науковій літературі даних щодо систематичного положення, біолого-екологічних характеристик, толерантності до умов середовища, розповсюдження та ролі в океанічних водних екосистемах представників родини акул.

Практичне значення: Теоретичні передумови щодо вдосконалення підходів до промислового використання акул.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДУ

Хрящові риби – клас хребетних тварин, які, на відміну від кісткових риб, мають хрящовий скелет. Хрящові риби підрозділяються на два підкласи: пластинозяброві (*Elasmobranchii*) і суцільноголові (*Holocephali*). У свою чергу, пластинозяброві складають два надряди: акули (*Selachomorpha*) і скати (*Batomorpha*). Суцільноголові представлені одним рядом химероподібних (*Chimaeriformes*) [2].

Форма тіла серед підкласів хрящових риб відрізняються між собою. Так серед представників пластинозябрових: акули мають торпедовидну (веретеновидну) форму тіла. Тіло добре обтічне, здатні до тривалих і швидких пересувань. Скати мають плоску форму тіла, якестиснуте в спинно-черевному напрямі [47].

Головний відділ у акул має певні особливості – рostrум, що виступає над нижньою щелепою вперед. Наявність роstrума характеризується не характером живлення представників даного класу, в основному вони хижаки, роstrум виконує гідродинамічні функції. У багатьох акул рот досягає великих розмірів. Зуби більшості акул мають форму гострих конусів і сидять на хрящах верхньої та нижньої щелеп. Зуби регулярно змінюються в міру випадання або зношування за принципом конвеєра — їх заміна постійно підростає з внутрішньої сторони. За своєю будовою і походженням це видозміна плакоїдної луски. Зяброві отвори розташовані біля грудних плавників та не мають зябрової кришки, зазвичай кількість щілин складає 5, але є окремі види шестизяберних та семизяберних акул, назва котрих сама говорить про кількість зяберних щілин [46].

Акули мають парні та непарні плавці. Парні – черевні та грудні, відіграють роль рулів. Непарні – спинний, хвостовий та анальний. Хвіст

закінчується хвостовим нерівнолопатеvim плавцем (верхня лопать має більші розміри, ніж нижня), який є органом руху.

Покриви тіла–шкіраз великою кількістюслизових залозта плакоїдною лускою.Плакоїдна луска – побудована з особливої речовини (дентин та емаль), що входить до складу зубів усіх хребетних. Зверху кожен такий плакоїдний шип покриває вітродентин – емалеподібна речовина. За хімічним складом шкірні зуби акул немає відмінності від зубів ссавців.Луска складається з дентинові пластинки, розташованої в дермі, та вкритого тонким шаром емалі зубця, який пронизує епідерміс.Кількість плакоїдних лусочок зростає зі зростанням хижака. Однак якщо шкіра морського хижака буде пошкоджена - нова луска не виросте, просто пластинки, що лежать позаду, просунуться вперед. Шкіра хрящових риб виділяє слиз, який запобігає проникненню крізь покриви бактерій і зменшує тертя під час руху.Шкіра акул може витримувати навантаження більш ніж півтони на квадратний сантиметр. У деяких місцях товщина луски досягає 10 сантиметрів. Крім того, м'язовий шар на животі хижаків занадто тонкий, тому плакоїдна луска виконує також опорні функції, підтримуючи органи[14].

1.1 Особливості внутрішньої будови та процесів життєдіяльності.

Опорно-рухова система. М'язова системаскладається з окремих метамерних сегментів,поділених прошарками зі сполучної тканини; добре диференційовані лише м'язи плавців і щелеп [49].

Скелет є хрящовим,не костеніє впродовж життя та складається з таких відділів: скелет голови(череп), який об'єднує мозковий і вісцеральний (щелепи та зяброві дуги) відділи; хребет, що складається з хрящових хребців,між тілами яких містяться залишки хорди; скелет плавців (рис. 1.1).

Будова хрящової риби

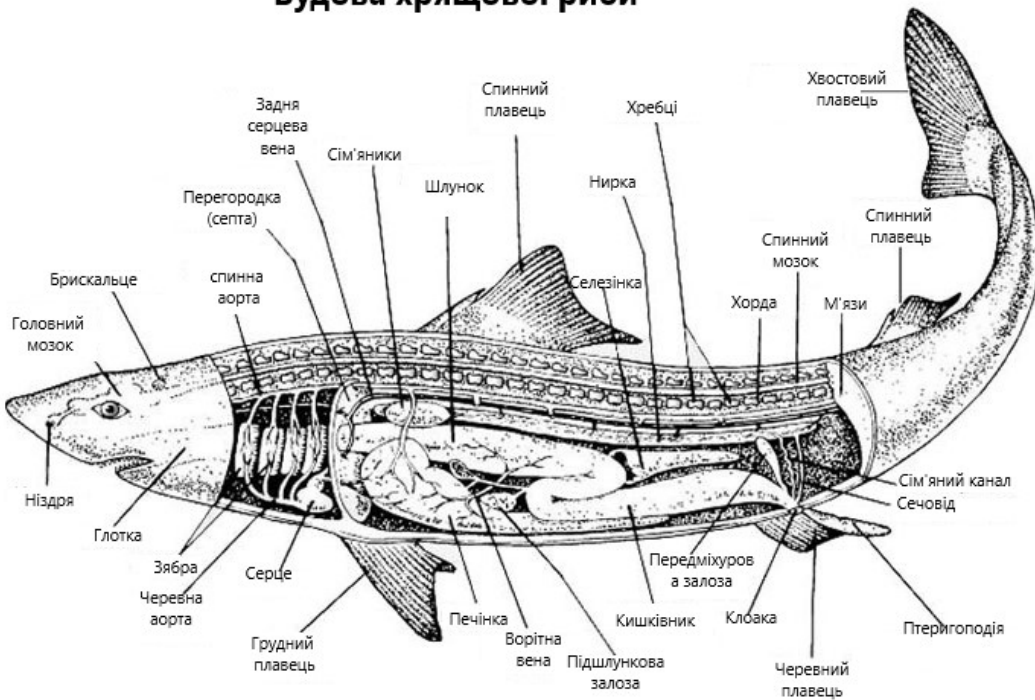


Рисунок 1.1 – будова хрящової риби.

Джерело: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/biologija-akul/vnutrennee-stroenie-akuly.html> внутреннее строение акулы - анатомия акул.

Травна систем. Живляться акули доволі різноманітною їжею. Вони мають доволі міцний шлунок може перетравити абсолютно все, що рибі довелося проковтнути. Шлунковий сік, який рясно виділяється, у своєму складі має соляну кислоту, яка дуже швидко розчиняє поживні речовини. Саме тому у акул немає почуття ситості та вони завжди відчувають голод [42]. На думку деяких вчених, шлунковий сік у акул настільки їдкий, що може розчинити лак, яким покривають палубу. Також, поступово можуть розчинити навіть металеві предмети, які проковтнули.

Травний тракт акули, що має примітивну анатомічну будову, складається із шлунка та кишківника зі спіральним каналом. Цей травний тракт має форму латинської літери Z. Їжа потрапляє в рот, що знаходиться

злівого кінця верхньої перекладини. З цього місця і приблизно до лівого кінця нижньої перекладини йде шлунок, де не відбувається майже ніякого перетравлення їжі. Вся ця частина, не що інше, як комора для харчових запасів. І тільки коли їжа потрапляє в нижню перекладину Z-кишківника, - по-справжньому починається травний процес. У первісних хребетних, функції шлунково-кишкового такту ділилися саме таким чином: у шлунку їжа тільки сортувалася, а в кишечнику розщеплювалася на прості речовини, які всмоктувалися стінками кишечника і йшли далі у всі клітини тіла. У своїх основних рисах система ця досі збереглася в акул. Кишечник акули представлений сигароподібною трубкою, що перетравлення їжі забезпечує - спіральний клапан (рис. 1.2).

Будова травної системи акули



Рисунок. 1.2 – будова травної системи акули.

Джерело: <https://lakwatsero.me> Comparative Anatomy Digestive System at Anatomy

Найбільше спіральний клапан нагадує штопор. Їжа йде вниз по спіралі, гвинтоподібним рухом, і завдяки цьому її зіткнення з кишками значно збільшується. Кінцевим результатом цього процесу є закручені спіраллю випорожнення [6].

Плавальний міхур відсутній, плавучість забезпечується жироподібною речовиною, яка накопичується в печінці [48].

Кровоносна система. Замкнена, складається з двокамерного серця, яке знаходиться в передній частині тулуба, біля зябер. Складається з двох камер: передсердя та шлуночка, через які венозна кров надходить до зябрової артерії. Зворотному струму крові зі шлуночка в передсердя і з зябрової артерії в шлуночок перешкоджають клапани. Перед передсердям знаходиться розширення – венозний синус, після шлуночка ще одне розширення кров'яного русла – артеріальний конус (рис. 1.3)

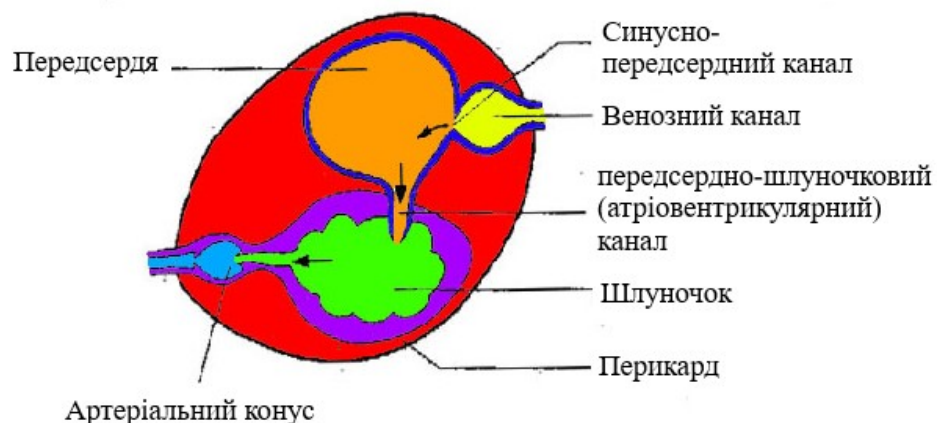


Рисунок 1.3 – будова серця акул.

Джерело: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/kak-rabotaet-serdce-akuly.html> Как бьётся сердце акулы

Спочатку скорочується передсердя, виштовхуючи кров у шлуночок. Серцевий м'яз шлуночка при цьому розслаблений. Потім скорочується шлуночок, кров йде в зяброву артерію, а передсердя тим часом відпочиває. За рахунок послідовної роботи м'язи камер серця захищені від перевтоми, звичайно, якщо немає надмірних навантажень. Серцевий м'яз акул, як і всіх хребетних, має властивість автоматії, тобто здатна скорочуватися під впливом імпульсів, що виникають у ній самій [12].

Дихальна система. Представлена зябрами(5-7 зябрових щілин), які одним кінцем відкриваються в ротоглоткову порожнину, другим – на поверхню тіла. Між внутрішньою поверхнею глотки та поверхнею тіла з боків головної частини тіла знаходяться зяброві мішки. Зяброві щілини добре видно у вигляді ліній перед грудними плавниками. Між ними знаходяться широкі перегородки, хрящовою основою яких служать зяброві дуги, утворені хрящем. На внутрішніх поверхнях зябрових мішків знаходиться велика кількість темно-червоних складок, які за форму та кольором назвали зябровими пелюстками. Пелюстки мають значну загальну площу поверхні та пронизані величезною кількістю кровоносних капілярів [50].

Для акул характерна проточна вентиляція - зябра омиваються водою, що заходить у рот і виходить із зябрових щілин під час руху. Причому вода і кров у капілярах зябрових пелюсток рухаються за принципом протитечії - у взаємно протилежних напрямках. Акули також здійснюють і дихальні рухи, при яких спочатку через бризкальце та рот, у глотку, яка розширюється потрапляє вода, через внутрішні зяброві щілини проникає до пелюсток і далі в порожнину перед зовнішніми закритими тиском води зябровими щілинами. Так відбувається вдих.

Видих починається зі зближення зябрових дуг і внаслідок цього зменшення обсягу глотки. Зближені пелюстки не дають воді потрапити

знову горлянку, вона вся прямує в зовнішні зяброві порожнини і під тиском кисень, що всмоктався, і насичена вуглекислим газом вода виходить назовні. При швидкому русі достатньо однієї проточної вентиляції.

Дослідники часто виловлюють акул для встановлення супутникових радіопередавачів. Для такої процедури потрібно не менше 10-20 хвилин, оскільки пристрої прикручують на спинний плавець масивними болтами. Весь цей час акула знаходиться на повітрі.

Щоб риба могла дихати, їй у рот вставляють шланг із потужним натиском морської води, яка витікає через зяброві щілини. Великі білі акули, а тим більше дрібніші види, успішно виживають після установки передавача і ще довго потім повідомляють про своє місцезнаходження, допомагаючи вивчати життя своє і своїх одноплемінниць[11].

Видільна система. Складається з парних тулубових нирок та видільних каналів (сечоводів), що відкриваються безпосередньо в клоаку. З органів сечової системи акул мають нирки, які у самців виконують функцію придатка сім'яника, і сечоводи [51].

Варто відзначити унікальну особливість внутрішньої будови організму полярної акули – відсутність нирок та сечовивідних шляхів. Сеча та аміак, що міститься в ній, вимиваються кров'ю та виводяться прямо через шкіру акули. Аналогічний механізм ретельної переробки сечі мають усі види акул, але полярні ставляться до своєї сечі уважніше. Справа в тому, що, наприклад, у сечі сухопутних ссавців міститься багато цінних мікроелементів та прісної води, яку вони марнотратно видаляють через сечовивідні шляхи. Акули в цьому плані дуже економні. Кожна крапелька прісної води, як і частка цінних мікроелементів, витягується з сечовини, перш ніж все непотрібне виділиться через пори в шкірі. Таке дбайливе ставлення акул до своєї сечовини призвело до надзвичайного насичення м'яса полярних акул аміаком, що надає йому неприємного запаху[20].

Особливості нервової системи. Фактична довжина мозку великої білої акули дорівнює 60 сантиметрам (він не круглий – витягнутої Y-подібної форми). Звичайно, в порівнянні з розмірами мозку людини мозок акули багаторазово програє – його вага близько 50 грам, людського - близько 1400 грам, але порівнювати їх тільки за вагою некоректно, адже вони влаштовані зовсім по-різному (рис.1.4).

До речі, найбільший мозок мають два представники хрящових риб – китова акула та скат манта. Причини, через які розміри їх мозку по відношенню до маси тіла такі великі, досі не встановлені.

Найменшого розміру мозок (пропорційно масі тілі) належить невеликим донним акулам, що пов'язані з монотонністю їх життя.

У 1996 році мозок великої білої акули був досліджений іхтіологами Гленом Норкатом та Леонардо Демським, об'єктом досліджень став дорослий самець завдовжки 3,6 метра та загальною вагою 430 кг, вага його мозку становила 35 грам. Структура мозку білої акули, за результатами дослідження Норката і Демскі, схожа на мозок мако і гігантської акули: спинний мозок поступово переходить у Y-подібну задню частину головного, що складається з двох довгастих частин і мозочка.

До задньої частини мозку приєднано безліч нервів, що відповідають за сигнали від внутрішнього вуха, електрорецепторів та бічної лінії акули. Ці нервові введення настільки товсті, що їх раніше вважали м'язами [52].

Вивчаючи мозок білої акули, іхтіологи не знайшли ділянок, які відповідають за аналіз акустичної та вібраційної інформації – Демський та Норкат вирішили, що велика біла акула не потребує таких даних. Задня частина мозку білої акули містить мигдалеподібне ядро - мозковий центр, який вирішує тікати або нападати акулі.

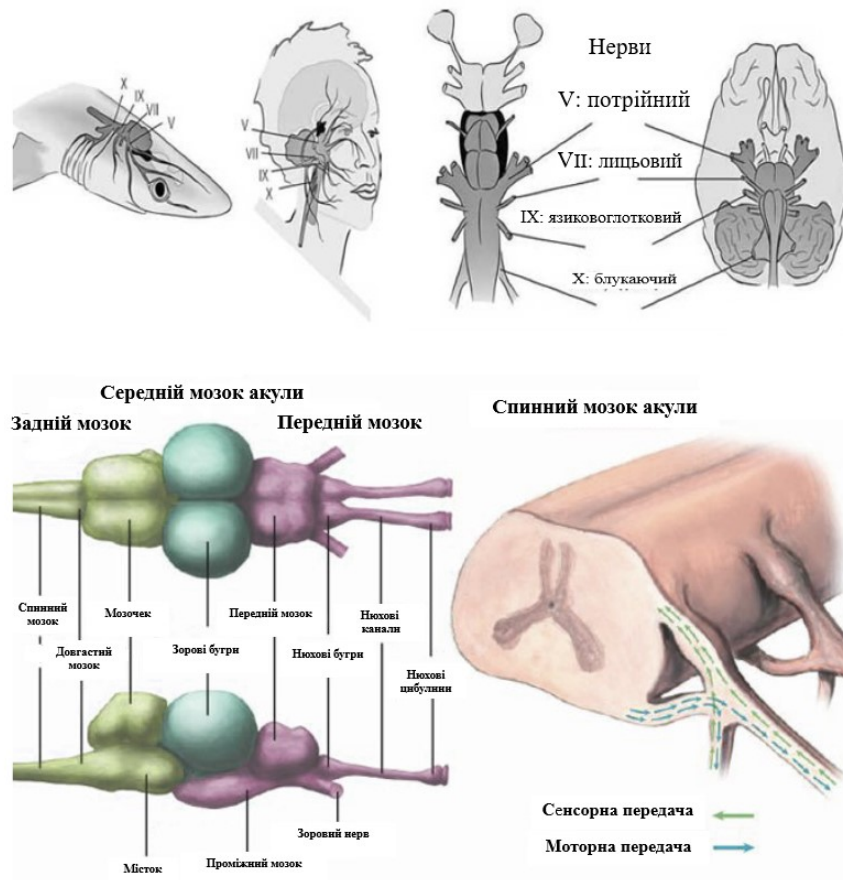


Рисунок 1.4 – будова головного мозку акули.

Джерело: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/mozg-akuly.html> мозгакулы

Наприклад, ми відсуваємо руку або ногу лише після того, як відчуємо осколок скла, а біла акула почне діяти швидше, ще до того, як зовнішня інформація буде оброблена її мозком.

Мозочок розташований між передньою та задньою частинами мозку великої білої акули, він добре розвинений і має асиметричну форму.

Мозок акул, як і людей, відповідає за скорочення м'язів відповідно до сигналів від рецепторів. Тобто, коли акула різко повертається на вібрацію або розвертає голову до джерела електричного сигналу – її тілом у цей момент управляє мозок.

Середній мозок акули у його верхній частині складається з двохзорових бугрів, які відповідають за обробку візуальних даних. Через невеликий розмір середньої частини мозку акули, іхтіологи висловили припущення, що білі акули бачать лише загальну картину навколишнього світу, не помічаючи деталей.

Проте – у 1985 році – вчені-іхтіологи Семюел Груббер і Джоел Коен висловлювали протилежну думку: очі великої білої акули та відповідні їм центри мозку забезпечують акулу відмінним кольоровим зором, що розпізнає найдрібніші деталі. Відповідно до їх досліджень, очі цих акул оснащені сітківкою особливої конструкції, вони великого розміру і до них підведені товсті нерви. Більш того, великі м'язи, що рухають очні яблука, здатні передавати їм тепло, значно підвищуючи швидкість та якість візуальної інформації.

Найбільший інтерес має передній мозок акули, що складається з нюхових зон і великих півкуль мозку. Раніше вважалося, що близько 70% переднього мозку великих білих акул відведено під нюхові центри, але така думка була невірною. Мозок акули спочатку порівнювався з мозком інших хребетних, нюхові центри яких справді займають більшу частину переднього мозку.

Унікальність сімейства акул у тому, що нюхові зони хіба що оберігають великі півкулі, охоплюючи їх із зовнішньої сторони як букви "Y". До речі, у багатьох підручниках з іхтіології півкулі переднього мозку акул продовжують помилково називати "нюховими зонами".

Безсумнівно, ділянки переднього мозку акули, відповідальні за нюх, мають значення для акул, але вони лише сприймають інформацію. А ось рішення як вчинити – проігнорувати, атакувати, спливати чи вивчити – приймає передній мозок акули, народжуючи його у нейронах великих півкуль.

На думку вчених, центральна частина мозку відповідає за соціальну та статеву поведінку, варто зауважити, що у великих білих акул вона набагато менша, ніж, наприклад, у китових акул.

Мозок будь-якої акули містить у собі безліч пов'язаних між собою камер, наповнених цереброспінальною рідиною – рідина, яка циркулює у порожнинах шлуночків головного мозку [53], призначення камер та рідини в них невідоме, вважається, що через них відбувається хімічне регулювання процесів у мозку. Найбільше таких камер у мозку великих білих акул, по суті, їхній мозок повністю складається з камер-осередків, покритий лише тонкою зовнішньою оболонкою.

Гіпоталамус акул, що працює у зв'язці з гіпофізом, відповідає за всі біологічні процеси всередині організму, включаючи життєво важливі, керуючи ними за допомогою гормонів, що виділяються. Мозок білої акули містить одну з найважливіших загадок - невідомо, як відбувається обробка вхідної інформації, переведення її в хімічні сигнали з подальшою передачею команд тілу[13].

Органи чуття. Представлені органами зору очі, у яких є кулястий кришталік і плоска рогівка, завдяки чому ці тварини можуть бачити лише на близькій відстані. Очі у одних видів акул не рухомі, у інших «мигають» за допомогою меготливої перегородки, котра не опускається, а навпаки підіймається догори. Розміри очей акул можуть бути різними, від найбільших (глибоководні види), до порівняно маленьких очей великої білої акули. У багатьох видів нічних акул, очі знаходяться в рудиментарному стані. Родина електричних скатів *Tuphlonarke* взагалі сліпі. Деякі Південноафриканські акули (*Haploblepharus edwardsi* та *Holohalaelurus regain*), яких зазвичай виловлюють в ночі, намагаються викрутитись та закрити очі хвостом від надто яскравого світла [6].

Органи слуху та рівноваги, знаходяться у внутрішньому вусі. Акули виявляють та реагують на звукові коливання середовища. Також вони здатні виявляти і реагувати на коливання низьких частот, наприклад, схожі на ті, що видаються рибою, котра б'ється на гачку. Такі коливання не можуть бути виявлені за допомогою слуху, в нашому розумінні [6].

Органом «шостого чуття» у акул є бічна лінія. Це сплетіння нервових каналів, які йдуть вздовж всього тіла акули, а також зосереджені на її голові та щелепах. Бічна лінія складається з каналів, заповнених рідиною специфічного іонного складу, ампул і поверхневих епідермальних органів. У стінках цього каналу проходять нервові закінчення, по яких передаються сигнали з навколишнього середовища [55].

Основними механорецепторними одиницями органів бічної лінії є нейромасти, кожен з якої містить кілька чутливих волоскових клітин. Ці волоскові клітини подібні до сенсорних клітин органів слуху і вестибулярного апарату, знаходяться у випуклій желеподібній куполі, розмір якої зазвичай становить 0,1 — 0,2 мм. Крім нейромастів всередині каналів у риби є так звані вільні нейромасти, розміщені на поверхні шкіри, переважно на голові. На рецепторних клітинах нейромастів закінчуються розгалуження аферентних і еферентних нервових волокон. Подразниками рецепторів служать потоки води і низькочастотні коливання середовища.

Органи бічної лінії сприймають напрямок і швидкість течії, дозволяють тварині обходити перешкоди й орієнтуватися, не користуючись зором. Важливість бічної лінії була підтверджена дослідженнями. Акула, яка була позбавлена можливості користуватись слухом та зором, реагувала на коливання води. Також дослідники довели, якщо перерізати нервові волокна, які йдуть безпосередньо до мозку, акула перестає реагувати на будь-які коливання у воді [6].

Крім бічної лінії у акул, порівняно з іншими класами риб, дуже розвинені ампули Лоренціні. Вони зосереджені в основному на голові риби

поблизу рила, навколо очей та ніздрів, але присутні на інших частинах тіла. Виконують функцію ізольованих провідників електрики, що з'єднують поверхню тіла риби з ампулою. Вони являють собою досить довгі (до декількох сантиметрів) трубочки-канали всередині тіла риби, заповнені желеподібною слизовою оболонкою і відкриваються на поверхні тіла порами. На рострі багатьох акул ці пори добре помітні і утворюють цілу мережу невеликих отворів діаметром 1-2 мм [3, 45].

Усередині тіла канали закінчуються ампулоподібним розширенням. Довжина каналів різна. Так, у середнього за розміром ската шириною 40 см найдовший канал досягав 160 мм при діаметрі 2 мм; найменший - 5 мм у довжину та 0,5 мм у діаметрі. Форма ампули залежить від виду риби[4].

Найбільш розвинені ампули Лоренцині у акул-молот. Команда морських біологів провела дослід, який показав, що акула-молот під час полювання орієнтується, в свою чергу, більше на сприйнятті ампулами Лоренцині електричні імпульси, аніж довіряє органам нюху та зору. Під час експерименту команда помістила в пісок плиту, яка виділяла електричні імпульси, а поряд закріпили шмат м'яса і привабили рибу запахом, проте акула-молот надала перевагу електричним імпульсам.

Органи нюху(парні нюхові капсули, які відкриваються назовні ніздрями), що складається з каналів-ніздрів, що подають воду, що містять всередині рецепторні пластини, і спеціальної ділянки мозку, що оцінює їх сигнали. Вода надходить через капсулоподібні отвори ніздрів, розташованих по обидва боки рила акул. Далі вона проникає в довгі нюхові канали, стінки яких утворені безліччю пластин, "ялинкою" виступають у порожнину кожного каналу. Поверхня пластин покрита нюховими рецепторами, а "ялинкоподібна" конструкція дозволяє багаторазово збільшити площу та число хімічних аналізаторів. Під час руху мережа рецепторів досліджує хімічні речовини, розчинені у морській воді. Дистанція, де акула безпомилково обчислить джерело запаху, дорівнює приблизно 400 метрам.

Один осередок будь-якого з рецепторів реагує на певну хімічну речовину, що розпізнається за принципом "дверного замка" - тільки один ключ підійде до нього і зможе "відкрити замок", тобто. контакт рецептора з цією речовиною викликає негайну електрохімічну реакцію, яка буде передана до мозку. Сигнал від рецептора буде тим сильнішим, чим більше збігів хімічного "запаху" із шаблоном, "записаним" у рецепторній клітині. Таким чином, нюх акул – складний та вкрай важливий інструмент хижачок [6].

Статева система. Роздільностатева з чіткими відмінностями між самцями і самками (статевий диморфізм): у самців є парувальний орган, сім'яники та сім'япроводи; у самок є парні яєчники та яйцепроводи, що відкриваються в клоаку [2].

Розмноження

У акул запліднення відбувається безпосередньо статевим шляхом. У період розмноження самець хватає самицю за плавник або кусає за шию, перевертає на спину і здійснює запліднення за допомогою птеригоподів (міксоптеригій), придатків, які розташовані на череві біля анального отвору. Кожен самець має два птеригопотія. Всередині птеригоподів знаходиться сім'яний канал, з якого витікає сперма.

Самка має два статеві отвори, по черзі або одночасно, під час спарювання самка використовує обидва отвори. У деяких видів процес запліднення може коливатися в проміжку 20 хвилин.

Акули виношують свою молодь по різному в залежності від виду. Є яйцекладучі види, котрі відкладають яйця. Живородящі – народжують молодь, яку виношують у лоні матері. Представники останнього виду – яйцеживородящі. Вони відкладають яйця в своєму череві, потім «викльовуються» зародки і тільки після цього з'являються на світ.

У яйцекладучих акул запліднення яйцеклітини проходить по двом яйцепровадам до залози, яка продукує оболонку або капсулу навколо

яйцеклітини. Капсули різняться за формою: овальні, грушоподібні, спіральні. Та за кольором: кремові, жовті, чорні та коричневі, які утворюються з речовини, подібної до кератину. Зовнішня поверхня капсули гладенька або дрібно ребриста. Деякі капсули мають довгі вусика – відростки, за допомогою яких вони прикріплюються до каменів або іншим предметів на дні моря. Проте плямиста котяча акула (*Chiloscyllium punctatum*), котра прикріплює свої яйця до водоростей, підвішуючи їх на шовковистих нитках, закріплених на водоростях петлями. Є твердження, що самка акули закручує петлю своїм власним ротом, або ж плаває навколо предмета, до якого хоче прикріпити яйце. Різнозуба акула (*Heterodontus portus-jacksoni*) відкладає спіральні яйця, котрі закріплені так міцно, що єдиний спосіб їх виягти – це викрутити [54].

Більшість акул живородячих або яйцеживородячих, тобто у двох випадках, котрі народжують живих дитинчат. Їх розвиток відбувається так само як у ссавців, в утробі матері. Майже у всіх ссавців зародок і мати з'єднанні пуповиною або плацентою. Між живородячою акулою та зародком також існує зв'язок, проте його не можна назвати плацентарним. На ранніх стадіях розвитку зародок живиться жовтком своєї яйцеклітини. Через деякий час та частина яйцеклітини, де був жовток, перетворюється в окремий жовтковий мішок, який з'єднаний з зародком довгою тонкою трубкою. Поступову жовтковий мішок прикріплюється до утробної стінки і живлення зародка відбувається за рахунок материнської крові, яка поступає до зародка через шлунковий мішок.

У яйцеживородячих акул немає зв'язку між жовтковим мішком та утробою матері. Навколо зародка утворюється тимчасова оболонка. Потім ця оболонка проривається та зародок продовжує свій розвиток всередині черева матері за рахунок секретів які вона виділяє.

Дитинчати акул-молот (родина *Sphyrnidae*) і колючої акул (*Squalus acanthais*), у котрих попереду спинного плавця стирчать колючки,

народжуються живими без будь-якої шкоди для матері. Голова ново народженого дитинчати акули-молот м'яка та піддатлива, підчас народження частини ростр уму «молота» відгинаються назад. Колючки колючої акули при народженні вкриті своєрідними чохлами з хрящової тканини, котрі скидаються безпосередньо після народження[5].

У багатьох видів акул присутнє таке явище, як зародковий канібалізм. Це явище (оофагія) може відбуватися тільки в утробі яйцеживородних акул, до яких належить більшість сучасних видів. Тільки на перших стадіях розвитку зародок не потребує їжі, тому що використовує запасні речовини жовткового мішка, а для подальшого розвитку йому потрібна велика кількість поживної їжі.

Розвиваючись у задніх розширених відділах (так званих маткових частинах) яйцеводів самок, личинки не мають можливості харчуватися чимось, крім того, що є в цьому вузькому та темному місці. А є там тільки інші личинки і яйця, що знову формуються. Організм яйцеживородної самки виробляє незапліднені яйця у надмірній кількості спеціально для харчування більших личинок. Вигодовується за рахунок своїх братів і сестер найперша з личинок, що вилупилися з яйця, у кращому випадку 2-3 "первістки". Завдяки такій калорійній дієті молода акула народжується досить великою і розвиненою, здатною самостійно харчуватися і нападати на будь-яку видобуток, що підходить за розміром.

Зародок піщаної акули починає самостійно харчуватися, досягнувши довжини всього 5 см. У шлунку 10-сантиметрового ембріона знайшли 7 зародків розмірами до 4 см. Зубний апарат цього зародка відрізняється від зубів дорослої акули лише розмірами. Спостерігаючи за внутрішньоутробним життям дитинчат акул в останні з 12 місяців вагітності за допомогою відеокамер, можна побачити, як єдине дитинча активно плаває в навколоплідних водах серед порожніх капсул від виїдених яєць, і поїдає нові порції незапліднених дозрілих яйцеклітин.

Нащадок оселедцевих акул живиться в утробі матері переважно незаплідненими яйцями. У піщаної акули під час вагітності в матці дозріває 24 000 яєць. А народжуються 15-20 акулят. Для найбільш відомих своєю агресивністю та кровожерністю видів – великої білої акули та акули-мако – характерна оофагія. Ці жорстокі істоти стають убивцями ще до народження. Можливо, оофагія спостерігається і у стародавнього рідкісного виду – плащеносної акули. На це вказує тривала вагітність (близько двох років) та мала кількість потомства (від 3 до 12 дитинчат). Якщо кількість дитинчат у яйцеживородящих видів досить велика, то швидше за все їх дитинчата не харчуються один одним. Наприклад, шестижаберна акула, у якої народжується 65-100 акулят, або акула-нянька, що виношує до 28 зародків. У акул із внутрішньоутробною оофагією плодючість зазвичай дуже низька - 1-5 великих новонароджених [10].

2 ЯК ЗМІНЮЄТЬСЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ АКУЛ ВІДПОВІДНО ДО ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ

Глобальна кліматична криза сьогодні турбує багатьох вчених світу. Зміна клімату здатна повністю перевернути сталий біоценоз та забезпечити зникнення цілих видів і появу нових. Окремою темою в доповідях біологів є зміна ареалів проживання хижаків – акул.

Першими зв'язок між потеплінням вод і акулами помітили австралійські вчені, які спостерігають дві популяції сірих акул-нянбок: одну біля західного узбережжя, іншу – біля східного. Ця група розділена холодною течією Вікторія вже понад сто тисяч років. Сьогодні води Вікторії нагріваються, і протягом найближчих 50 років няньки вільно зможуть перетинати раніше недоступний холодний шельф. Після пронеслася звістка про помічену у водах Баренцева моря довгокрилу акулу та про напади великих білих акул біля берегів Сахаліну.

Цим видам акул, що підкорили практично всю водну частину планети, поки що не доступні тільки холодні акваторії північних морів. Але сьогодні, коли льодовики тануть, і середньорічна температура води збільшується зі швидкістю понад 1,5 градуси на рік, ареал проживання акул розширюється. Вони починають плисти у тепліючі води, багаті на відмінну їжу.

Також, вчені з Університету Майямі оцінили те, як потепління води, спричинене змінами клімату, впливає на переміщення тигрових акул. Виявилось, що ці хижаки запливають все далі на північ, стають вразливішими для рибальства, а зміни їхніх міграцій можуть порушити екосистеми та призвести до частіших зустрічей риб з людиною, повідомляє Nakedscience. За останні 40 років ареал тигрових акул значно розширився по всій Атлантиці. Тепер їхні щорічні міграції проходять все ближче до полюса і простягаються за межі територій, що охороняються. Це робить акул

вразливішими для рибальства. Крім того, це може порушити місцеві екосистеми та підвищити шанси на зустрічі з людиною.

Тигрові акули (*Galeocerdocuvier*) великі хижаки, що досягають 5,5 метра в довжину, жителі тропічних та субтропічних морів. Протягом холодних місяців вони тримаються близько до екватора, а решту часу мігрують за теплими течіями. Історично води біля північно-східного узбережжя США були для них надто холодними, проте останні роки тигрові акули часто їх відвідують. Причиною стала серйозна зміна температури Світового океану. Національне управління океанічних та атмосферних досліджень США відслідковувало міграції тигрових акул протягом 40 років. Фахівці відловлювали і ставили мітки цих тварин, а повторне затримання давало відомості про їхні переміщення.

У ході нового дослідження вчені об'єднали ці дані з новими, отриманими за десятиліття супутникових спостережень. Датчики, які кріпились на спини та плавники акул, дозволили стежити за їхніми переміщеннями без повторного вилову. Дослідники зіставили отриману інформацію з даними про температуру поверхні океану та побачили, як сильно потепління змінило ареал тигрових акул, розширивши його до Північного полюса. Зростання температури води всього на один градус Цельсія призводить до того, що тигрові акули підпливають до полюса на 400 кілометрів ближче, ніж зазвичай. Потепління позначилося і на термінах міграцій: тепер до північно-східного узбережжя акул США припливають в середньому на 14 днів раніше, ніж 10 років тому.

Гарячі умови прискорюють обмін речовин, змушуючи ембріонів швидше витратити запаси жовтка і вилуплюватися раніше ніж зазвичай. Щоб досягти балансу між скороченням енергетичних витрат та підтримкою функцій організму, деякі тканини та частини тіла можуть бути придушені для економії енергії. У мозку відбувається найбільше метаболічних процесів, на що витрачається значна частина енергії. Тому якщо ембріонам не вистачає

часу для правильного розвитку, мозок першим відчує на собі брак ресурсів. Щоб справитися з цією проблемою, мозок ембріонів, що вижили, стає більш сильно латералізованим для максимально ефективного використання наявних ресурсів. На практиці це виражатиметься в кращому відстеженні загроз і глибшому знайомстві та взаємодії з навколишнім світом, наприклад, комплексному вивченні поведінки видобутку та розуміння її дій[7].

Ще одна загрозна причина яка може вплинути на міграцію, а в гіршому випадку скорочення чисельності видів хрящових риб – це скорочення населених територій акул, а саме мако, лососевих та блакитних, до 35 відсотків. І як наслідок нестачу харчових запасів в майбутньому, вчені відзначають, що даним видам вже сьогодні досить важко забезпечувати себе їжею.

«В експериментальній групі за підвищених температур води стадію зародка переживали лише близько 60 відсотків акул, - розповідає Леон Грін Екелін, екофізіолог із Гетеборгського університету у Швеції. Через місяць після вилуплення ми поміщали акул, що вижили, в резервуар з лабіринтами, де проводили досліди, пов'язані з розумовими процесами. У акул з експериментальної групи було виявлено розвиток когнітивних функцій та зміни у стратегіях переміщення у водному середовищі. Це дослідження є важливим першим кроком у розумінні того, як зміна температури води в кінці століття через кліматичні зміни може вплинути на інтелект акул. Поведінкові зрушення можуть бути для акул вкрай ефективними під час полювання в конкурентних умовах, а також у питаннях розмноження та домінування над іншими хижаками.»

Хоча когнітивний потенціал допоможе акулам, що вижили, адаптуватися до потепління океанів у найближчі 100 років, результуючі зміни можуть внести істотні зміни в морські екосистеми, в яких домінують акули. Це пов'язано з тим, що хижачки допомагають підтримувати

екологічну рівновагу, контролюючи популяції риб і тварин, що живуть, забезпечуючи різноманітність морської фауни. Якщо латералізація мозку змінить способи полювання акул, сприйняття навколишнього середовища та взаємодії зі здобиччю, ці зміни можуть вплинути на всю харчову піраміду. Розумніші акули можуть погіршити становище тварин, риби та інших видів хижаків, що конкурують з ними: адже крім того всі вони будуть стикатися з проблемами, викликаними змінами клімату, такими як підкислення океану, що змусить їх плавати довше і менше відпочивати[9].

Нова робота вчених з Університету Джеймса Кука та Массачусетського університету показує, що глобальна зміна температур в майбутньому може поставити під загрозу зникнення деяких видів акул. Вчені досліджували вплив підвищених температур на зростання, розвиток та фізіологічні показники котячих акул — яйцекладючого виду тварин, що мешкають на Великому Бар'єрному Рифі.

Біологи аналізували, як потепління впливає на розвиток ембріонів і зростання дорослих особин. Автори спостерігали, що відбувається з акулами при нагріванні води, в якій вони живуть, до температур 31°C. У результаті вчені показали, що з підвищенням температури ембріони акул починають зростати швидше і швидше з'їдають запас їжі. В результаті акули вилуплювались раніше терміну, були слабшими і меншими від звичайного, через що їм потрібно було практично відразу харчуватися, щоб не загинути.

Автори припускають, що температура води Бар'єрного Рифа досягнуть 31°C приблизно до кінця цього століття. Вчені вважають це підвищення температури головною проблемою для виживання котячих акул, що мешкають на Бар'єрному Рифі, оскільки після кладки ці істоти не дбають про свої яйця, які мають вижити без турботи протягом кількох місяців [8].

3 РІЗНОМАНІТТЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ГРУП АКУЛ

На сьогоднішній день описані майже 470 видів акул, які згруповані в 8 рядів, 34 родів та 98 родин. Представники різняться за виглядом, способом життя, перевагам в живленні. Вони мають різні форми і розміри тіла, забарвлення, плавники, зуби, ареал існування, особливості живлення і раціон, способи розмноження тощо. Розміри акул варіюють від мініатюрних – карликова акула (*Euprotomicrus bispinatus*) до величезних - китова (*Rhincodontypus*) та гігантська (*Cetorhinus maximus*).

Систематика

Надряд *Selachomorpha* – акули, включає в себе 8 рядів:

1. Ряд воббегонгоподібні (*Orectolobiformes*):

- Родина китові акули (*Rhincodontidae*). Рід китова акула (*Rhincodontypus*);
- Родина зеброві акули (*Stegostomatidae*). Рід зеброва акула (*Stegostomafasciatum*);
- Родина комірцеві акули (*Parascylliidae*). Рід іржава комірцева акула (*Parascyllum ferrugineum*), поперечносмугаста комірцева акула (*Parascyllum collare*);
- Родина азійські котячі акули (*Hemiscyllidae*). Рід індонезійська котяча акула (*Hemiscyllum freycinet*), еполетова акула (*Hemiscyllum hallstomi*), (*Hemiscyllum ocellatum*), Новогвінейська котяча акула (*Hemiscyllum strahani*), Північноавстралійська котяча акула

(*Hemiscyllium trispeculary*), коричневосмугаста котяча акула (*Chiloscyllium punctatum*), сіра котяча акула (*C. griseum*), біла котяча акула (*C. plagiosum*), перська котяча акула (*C. arabicum*);

- Родина килимові акули (*Orectobidae*). Рід бородатий воббігонг (*Eucrossorhinus dasypogon*), плямистий воббігонг (*Orectolobus maculatus*), японська килимова акула (*O. japonicus*), прикрашений воббігонг (*O. omatus*), бугриста килимова акула (*Sutorectus tentaculatus*);
- Родина шорні акули (*Brachaeluridae*). Рід плямиста шорна акула (*Brachaelurus wadd*); сіро-блакитна шорна акула (*Heteroscyllium*);
- Родина акули-няньки (*Ginglymostomatidae*). Рід вусата акула-нянька (*Ginglymostomacirratum*), німбрія (*Nebrius ferrugineus*).

2. Ряд Кархариноподібні (*Carcharhiniformes*) включає роди:

- Родина котячі акули (*Scyliorhinidae*). Рід котяча акула (*Scyliorhinus canicula*), котяча плямиста акула (чорнорота, акулароб) акула, що роздувається (*Cephaloscyllium ventriosum*), індійська котяча акула (*Atelomycterus marmoratus*);
- Родина куницеві акули (*Triakidae*). Рід куницева американська акула (*Mustelus canis*), куницева японська акула (*Mustelus manazo*), куницева гострозуба акула (*Triakis scyllium*), леопардова акула (*Triakis henlei*), кубінська куницева акула (*T. Barbonr*);
- Родина псевдо акули (*Pseudotriakidae*). Рід псевдокуницева акула (*Pseudotriakis microdon*);

- Родина молотоголові акул (*Sphyrnidae*). Рід акула-молот (*Sphyrnazygaena*), акула-молот гігантська (*Sphyrnamokarran*);
- Родина сірі акул (*Carcharhinidae*). Рід довгокрила океанічна акула (*Carcharhinuslongimanus*), коротккрила сіра акула (*C.brevipinna*) лимонна (жовта) акула (*Negaprionbrevirostris*); чорна акула (*C. melanopterus*), сіра бичача (тупорила) акула (*C. leucas*), індійська сіра акула (*C. gaugeticus*), індо-тихоокеанська сіра акула (*C. tenisorrhah*), синя акула (*Prionaceglauca*), тигрова акула (*Galeocerdocuvier*) шовкова акула (*Carcharhinusfalciformis*) рифова акула (*Triaenodonobesus*).

3. Ряд Катраноподібні (*Squallformes*):

- Родина зірковошипі акул (*Echinorhinusbrucus*);
- Родина колючі акул (*Squalidae*). Рід мала колюча акула (*Squalusblainvilei*), коротконоса собача акула (*S. megalops*), зеленоока собача акула (*S.mitsukuri*), катран (*S.acanthias*), карликова колюча акула (*S.laticaubus*), колюча чорна акула (*Etmopterus spinax*), південна світлова акула (*E.granulosus*), гладка світлова акула (*E.pusillus*), португальська акула (*Centroscymnuscoelolepis*) довгоноса колюча акула (*C.crepidater*), південна собача акула (*Centrophorusuyato*), колюча собача акула (*Oxynotusbruniensis*);
- Родина прямороті (*Dalatiidae*) акул. Рід полярна акула (*Somniosusmicricephalus*), карликова акулка (*Euptomicrusbispinatus*), акула, що світиться (*Isistiusbrasilicus*).

4. Ряд Ламноподібні (*Lamnilformes*):

- Родина гігантські акули (*Cetorhinidae*). Рід гігантська акула, слонова, (*Cetorhinus maximus*);
- Родина лисоподібні акули (*Alopiidae*). Рід морська лисиця (*Alopias vulpinus*), великоока лисяча акула (*A. superciliosus*), глибоководна, пелагічна лисяча акула (*A. pelagicus*);
- Родина псевдопіщані акули (*Pseudocarchariidae*). Рід крокодилова псевдопіщана акула (*Pseudocarcharias kamoharuae*);
- Родина піщані акули (*Odontaspidae*). Рід піщана акула тигрова (*Carcharias taurus Rafinesque*); піщана австралійська акула (*Carcharias arenarius Ogilby*);
- Родина оселедцеві (Ламнієві) акули (*Lamnidae*). Рід біла акула, кархарадон (*Carcharodon carcharias*), звичайна атлантична оселедцева акула, ламна (*Lamna nasus*), лососева тихоокеанська оселедцева акула (*Lamna ditropis*), акула-макко (атлантична сіро-блакитна) (*Isurus paucus*), індійська (*I. glaucus*);
- Родина великороті акули (*Megachasmidae*). Рід пелагічна великорота акула (*Megachasma pelagios*);
- Родина скапаноринхові акули (*Scapanorhynchidae*). Рід акула-домовий (*Mitsukurina owstoni*).

5. Ряд Багатожаберноподібні (*Hexanchiformes*):

- Родина гребнезубі акули (*Hexanchidae*). Рід шестизяберна акула (*Hexanchus griseus*), семизяберна плоскоголова звичайна акула; попеляста семизяберна акула;
- Родина плащеносні акули (*Chlamydoselachidae*). Рід плащеносна акула (*Chlamydoselachus anguineus*).

6. Ряд Пилоносоподібні (*Pistiophoriformes*):

- Родина пилоносні акули (*Pistiophoridae*). Рід акула-пилоніс японська (*Pjaponicus*).

7. Ряд Різнозубоподібні (*Heterodontiformes*):

- Родина рогаті акули (*Heterodontidae*). Рід рогата каліфорнійська акула (*H.californicus*), австралійська бичача акула (*H.porcjackson*), шлемоподібна бичача акула (*H.galeatus*), зеброві бичача акула (*H.zebra*). японська бичача акула (*H.japonicus*), галапагоська бичача акула (*H.quoy*), (*H.francisi*).

8. Ряд Скватиноподібні (*Squatiformes*):

- Родина скватинові акули (*Squatinae*). Рід ангел морський американський (*S.dumeril*), ангел морський європейський (*S.squatina*), ангел морський японський (*S.japonicus*)[15].

3.1 Прісноводні акули

З 450 видів цих хрящових риб приблизно 15-20 запливають в естуарії, гирла річок, а інколи піднімаються досить високо за течією. Одна з найвідоміших серійних атак акул на людину відбувалася якраз у річці. Але - це все-таки не типова поведінка морських хижаків, більшу частину часу проводять у солоних водах. При цьому існують деякі види, які більше люблять прибережні місця і частіше запливають в мілководні затоки і гирла великих річок. Так, наприклад, подібні звички притаманні досить відомій тупорилій акулі, яку також називають бичачою. Цей відносно повільний і всеїдний хижак не проти "поласувати" опалими рештками, але при цьому досить часто нападає на людину, іноді зі смертельними наслідками. Подібні звички мають деякі інші близькі види, що входять у велику групу сірих акул. Але все-таки всі вони – морські жителі. Навіть так звана "гангська акула" або

азіатська сірарічкова акула - це лише частина популяції постійно живуть у морях і лише періодично що у річку риб [16].

3.2 Холодноводі акули

Як правило, холодноводі види досить великі – гігантська акула, полярна акула. Чим більші розміри тіла, тим менше співвідношення площі до об'єму. Адже при збільшенні розмірів обсяг зростає у кубі, а площа у квадраті. Тому у великих акул на одиницю об'єму припадає менша площа, що забезпечує зменшення витрат тепла. Дрібніші акули прохолодних вод (лососева, оселедцева, катран) можуть підтримувати температуру тіла на 4-5 градусів вище навколишнього середовища. Це достатня рідкісна для риб та взагалі холоднокривних організмів особливість. Мешкають холодноводі акули, зазвичай, на великій глибині, не менше 500 метрів. На таких глибинах температура однакова і в тропічних морях, і північних. Часто харчуються придонними мешканцями - молюсками, рибами, а також загиблими тюленими та китами.

В основному це живородні види, адже личинки акул не можуть нормально розвиватися у холодній воді. Яйцекладучі види для відтворення спливають у тепліші води. Великі холодноводі акули переважно повільні, з низькою швидкістю обміну речовин. Завдяки цьому менше витрачається енергії, а отже менше втрачається тепла. Холодна вода має і свої переваги, адже в ній краще розчиняється кисень і газообмін у зябрах йде інтенсивніше. Деякі види акул помірно теплих вод, можуть запливати набагато північніше їхніх звичних місць існування. У зв'язку із глобальними змінами клімату таке відбувається дедалі частіше.

Гігантська, або велетенська, акула живе набагато північніше за інших планктоноїдних акул-фільтраторів - китової та великоротої. Північні води бувають багаті на планктон, особливо в районах, де проходять теплі течії, але

тільки навесні та влітку. У теплу пору року гігантські акули збираються групами до 30 особин і повільно плавають біля води. Взимку гігантські акули спливають у тепліші води, здійснюючи значні міграції.

Сама назва гренландської полярної акули говорить про те, що вона найпівнічніша з холодноводних акул. Цей вид споріднений з катраном, але відрізняється від них відсутністю шипів у спинних плавцях. Зустрічається у північних водах Атлантики, Білому морі та інших морях Північного Льодовитого океану. Розміри гренландської полярної акули – 4-6 метрів. Екземпляри дрібніші біля берегів Гренландії ловлять на вудку або за допомогою гарпунів прямо з країв крижин. Адже на противагу гігантським полярна акула влітку плаває на глибині до 500 метрів, а взимку піднімається близько до поверхні води.

У східній півкулі, наприклад, у Беринговому морі можна зустріти тихоокеанську полярну акулу. Суворі умови життя змушують полярну акулу бути ненажерливою, активно нападати на тюленів та риб, не гидувати падаллю. Але випадків нападу на людину не було помічено. Не спливають назовсім у теплі країни, не шукають легких шляхів, а терпляче намагаються вижити у тих краях, де народилися та вирости [17].

3.3 Глибоководні акули та акули, що світяться

Глибоководні акули пристосувалися постійно мешкати більш ніж 400 метрів від поверхні води. Серед них виділяють стародавніх (акулу-гобліна, плащеносних та гребнезубих) та молодих (колючих та пряморотих із ряду катраноподібні).

Тиск товщі води має врівноважуватись тиском зсередини. Тому глибоководні види швидко гинуть під час підйому до поверхні води. Їх просто розриває внутрішній тиск. На глибині темно, тому у хижих мешканців

цих місць часто розвиваються органи, що світяться, щоб приваблювати здобич.

У 1976 році поруч з Гавайськими островами співробітниками науково-дослідного судна було виловлено раніше невідому чотириметрову акулу. При розтині в шлунку були виявлені раки тизаноподи, які зазвичай мешкають на глибині понад 1000 метрів.

У акули виявили інші ознаки глибоководності: слабкі м'язи, хребці з малим вмістом карбонату кальцію, м'яку шкіру. Але найцікавішим у знахідки виявився постійно широко відкритий рот значних розмірів, за яку вона одержала назву великорота акула, або мегахазму.

Рот цієї глибинної акули світиться у темряві, тому що на його внутрішній поверхні знаходиться тонкий дзеркальний шар. Світло приваблює планктонних рачків, яких на глибині набагато менше, ніж на поверхні. У пащу, що світиться, запливають дрібні глибинні істоти. Планктон фільтрується зябровими тичинками і вирушає у шлунок. Великорота акула - найменша із трьох видів акул-фільтраторів. Вона набагато менша від двох інших - гігантської та китової.

Фотофори - ділянки поверхні шкіри, що світяться, - мають інші види акул. У чорної колючої акули світиться шкіра на тулубі, яка приваблює таким чином здобич.

Шестизяберна акула має "принадні" зелені очі, на які довірлива здобич пливе, як метелики летять на світ, опиняючись поруч із головою акули та її гострими зубами.

У більшості риб черево набагато світліше за спину. У невеликої (40-45 см) оксамитової акули верхня сторона тіла коричнева, а нижня - чорна. На ній розташовані дрібні фотофори, що нагадують іскорки. Ці крапки, що світяться, приваблюють дрібних риб, кальмарів, восьминогів.

Такі ж розміри має глибоководна пряморота, або сигарна, акула (рід *Isibtius* із сімейства *Dalatiidae*). Вона випромінює особливо яскраве світло.

Але дрібна здобич, що припливає на яскраве світіння, не дуже цікавить цю акулу. Від її ненаситного апетиту часто страждає велика риба (акули, тунці), а також гігантські кальмари, дельфіни і кити, на тілі яких ця маленька за розмірами акула викушує круглі шматки м'яса разом зі шкірою, залишаючи мітки, що легко впізнаються. Схожі пошкодження було помічено навіть на обшивці підводних човнів.

Карликова акула ще дрібніша - до 25 см. Але ця риба вважається напівглибоководною. Вдень вона поринає глибше, а вночі піднімається майже до поверхні води. Для полювання у темряві маленька хижачка використовує фотофори розміром менше міліметра, що покривають плавці та черево. Цю акулу вночі можна побачити з борту яхти та спостерігати її гарне зелене свічення.

Раніше глибину занурення акул можна було визначити лише підчас її вилову. Проте вже набагато частіше здійснюється використання супутникових передавачів, які дозволяють дізнатися про акул без заповідання шкоди ридам.

Плащеносні акули зустрічаються на глибині 1,2 тисячі метрів, а чорні котячі та псевдо куніцеві акули на 300 метрів глибше.

Акулі-гобліну вдалося перекусити кабель, прокладений на дні Індійського океану в 1350 метрів від поверхні води. З'ясувати, хто є винуватцем ушкодження, вдалося за допомогою одного із зубів акули, який відламався та залишився у дроті. Найбільша глибина, з якої вилунали колючу акулу роду етмоптерус - 2075 метрів. Португальських акул ловили із глибини 2700 метрів, рекордної для акул [18].

3.4 Теплокровні акули

Саме температура води визначає можливість життя різних видів риб у тих чи інших водоймах. Причина ектотермії (холодокровості) криється в еволюційному розвитку - більшості видів риб постійна температура просто не була потрібна, адже розвивалися і жили вони в океанах з постійно теплою водою. Якщо порівняти той самий обсяг води і повітря, то кисню у воді в 40 разів менше, а її теплоємність у три тисячі разів перевищує теплоємність повітря. Для того, щоб витягти кисень з води, риба втрачає більше тепла, ніж будь-яка сухопутна істота. Збагачена киснем і охолоджена водою кров з риб'ячих зябер надходить у вени, кров у яких нагріта теплом тіла, але цього тепла недостатньо, щоб нагріти холодну кров – повертаючись до зябер, тепло крові віддається воді. Тому риби мають ту ж температуру, що і вода, що їх оточує.

Тільки два сімейства риб розвинули в собі здатність підтримувати температуру тіла вищою, ніж вода, що їх оточує - тунці (*Thunnus*) і ламнові акули (*Lamnidae*), прозвані за форму тіла оселедцевими акулами.

Сім видів акул – є теплокровними:

- Велика біла (*Carcharodon Carcharias*);
- Довгокриламако (*Isurus paucus*);
- Мако (*Isurusoxyrinchus*);
- Атлантична оселедцева (*Lamnan asus*);
- Лососева або тихоокеанська (*Lamnadi tropis*);
- Лисяча (*Alopias vulpinus*);
- Великоока лисяча (*Alopias superciliosus*).

Ці теплокровні акули прозвані так за здатність підвищувати температуру свого тіла на цілих 10-13 градусів, порівняно з температурою

навколишнього середовища. Не менш дивним є той факт, що висока температура цих акул зберігається не скрізь – температура крові в їхніх зябрах і серці однакова з температурою води навколо них.

Еволюція забезпечила їх комплексом артерій і вен, що лежать дуже близько один до одного *Retemirable*- особливий орган кровоносної системи, який отримав таку назву від Джорджа Кюв'є[33,34].

За допомогою сітки кровотоку, що складається з безлічі дрібних вен та артерій, теплокровні акули знижують втрати тепла, перенаправляючи теплу венозну кров до бічних м'язів. У цьому тісному пучку з сотень артерій і вен тепло від венозної крові передається артеріальною, збагаченою киснем, і та надходить до м'язів не холодною, як в інших видів риб, а теплою.

Теплокровність дає акулам швидкість і силу, відповідно вони мають величезну перевагу перед залежною від температури навколишніх вод морською фауною. Збільшивши температуру свого тіла на 10 градусів, теплокровні акули набувають триразової сили м'язів, що дозволяє їм плисти з незмінно високою швидкістю, без великих зусиль долати значні дистанції.

Теплокровні акули захищені від ураження нервової системи низькими температурами, що викликають в інших риб "ефект сп'яніння". Низькі втрати акул прискорюють процес засвоєння їжі, полегшують ембріональний розвиток потомства, продовжують терміни відтворення.

Однак ендотермія (теплокровність) коштує оселедцевим акулам недешево - потрібна велика кількість енергії, взяти яку можна лише з висококалорійної їжі. Раціон теплокровних акул десятикратно перевищує раціон холодноводних. І роздобути її можна лише за постійного полювання на представників однієї родини морських тварин – ластоногих.

Ось чому великі білі акули воліють полювати тільки на них - жирні тіла ластоногих є ідеальним паливом. Інші теплокровні акули також віддають

перевагу великій здобичі, в їхньому звичайному раціоні риба-меч, блакитний тунець і тихоокеанський лосось.

Теплокровність для семи видів оселедцевих акул стала квитком у холодні води нашої планети, можливістю жити та полювати на великих глибинах, розвивати фантастичну для інших риб швидкість та успішно виживати у найсуворіших кліматичних умовах [19].

4 ОРІЄНТУВАННЯ АКУЛ В ОКЕАНІ

Деякі особливості фізіології, психології акул і досі залишаються загадкою. Так недавно був зрозумілий механізм орієнтування акул в океані. Виявляється, щоб орієнтуватися в океані акули використовують кілька функціональних систем.

4.1 Орієнтування акул за запахом

Раніше вважалося, що зазвичай акули плывуть туди, де є запах здобичі. Майже безцільно переміщаючись через товщу води, вони постійно шукають нових жертв. Як з'ясувалося, нюхакули все ж таки має значення для визначення напрямку хижаків. Але акули прямують не туди, де найбільша концентрація крові, або інших апетитних для них рідин, а безпосередньо до джерела запаху.

Раніше ж вважалося, що хижаки орієнтуються по концентрації речовин, що їх цікавлять. В авторитетному науковому виданні *CurrentBiology* були опубліковані результати експерименту, проведеного дослідниками Південної Флориди під керівництвом Джейн Гардінер. Вчені припустили, що "концентраційні" механізми орієнтування не дуже зручні, оскільки запахи поширюються досить швидко і хаотично, і риби можуть заплутатися.

Щоб підтвердити припущення, на рилах вісьмох куніцевих акул були укріплені спеціальні трубки, що випускають суп із кальмарів по черзі в кожен ніздрю. Виявилось, що акули повертають своє тіло в той бік, звідки з'явився перший сигнал, при тому що різниця між ароматичними впливами не перевищувала 0,1 секунди. Щоб довести, що акули орієнтуються на розташування жертви, а не на концентрацію смачних їм запахів, в одній ніздрі подавали сильно розведений "бульйон", а в іншій концентрований

суп. Акули робили поворот у бік першого ароматимпульсу, безпомилково визначаючи джерело запаху. Тепер стало зрозуміло, чому акули-молоти, як правило, першими опиняються на "морських гулянках". Їхні ніздрі віддалені один від одного, отже, вони швидше і помічають різницю появи апетитного запаху, прямуючи до своєї здобичі [21].

4.2 Особливості мозку акули

Акули мають вкрай розвинений та досконалий мозок. Для визначення свого шляху використовують унікальні стратегії, зокрема і закони фізики. Так, групі вчених на чолі з Девідом Сімсом вдалося з'ясувати, що для орієнтування акули застосовують закон Леві. Доповідь дослідників опублікована у журналі "Wiredscience". Біологи вивчили траєкторію рухів 55 океанських хижаків, зі вшитими під шкіру радіомаячками. З'ясувалося, що на ділянках, бідних на їжу, акули перелаштовуються на техніку польотів Леві – суміш кидків на короткі та далекі відстані. Така поведінка описувалося фізиками у елементарних частинок, і досі використання технологій Леві у тварин не виявлялося. Змінюючи ритм свого руху із серії коротких "стрибків" на тривалі довгі, акули суттєво підвищують свої шанси знайти райони, багаті на їжу. Цікаво, що дані аналізу орієнтування риб показали, що раніше, коли океан був сповнений їжі, акули використовували броунівський рух, пересуваючись на далекі відстані лише для шлюбних ігор. Зараз, коли світові води сповнені "мертвих областей", акули почали застосовувати стратегію Леві. Тобто хижаки навчаються, змінюючи свої траєкторії та поведінки відповідно до ситуацій [21].

4.3 Електрорецептори акул (ампули Лоренцині, біла лінія живота)

Довгий час залишалися загадкою періодичні переміщення акул – як вони щороку знаходять одні й ті самі місця, розташовані за тисячі кілометрів від місцезнаходження хижака, чому риби схильні щовечора повертатися на ті самі ділянки. Таємною залишалася і здатність акул плисти по прямій кілька тисяч миль. Наразі доведено, що ці унікальні створіння для обчислення своїх напрямків використовують магнітне поле землі. У цьому зміні поля вловлюються магніточутливими рецепторами, ампулами Лоренцині, крім того, під впливом електромагнітних хвиль змінюються хімічні процеси акули. Відомо, що акула здатна вловити електричне поле, напруга якого лише 0,01 мкВ/см.

Коли ж тіло акули, як провідник, проходить через силові лінії магнітного поля, в ньому індукується змінний струм, сила, напруга та напрямок якого залежатимуть від положення тіла океанського мешканця. Тобто акула використовує власне тіло як електромагнітний компас.

Подібні механізми використовують бджоли та поштові голуби. Наразі дослідники Флориди намагаються з'ясувати, чи можуть риби фіксувати індукційний струм [21].

4.4 Вплив зміни магнітного поля на акул

Магнітне поле Землі є величезним диполем, полюси якого знаходяться в арктичних областях. При цьому їхнє розташування не збігається з географічними. Сьогодні магнітне поле змінюється вкрай швидко. Подібні зміни не можуть відбуватися безслідно і для акул, особливо ті, що роблять тривалі міграції. Найяскравішим прикладом збою "навігаційних систем" морських тварин є їх масові викиди на берег. При цьому найбільш відомі такі

випадки, що трапляються з китами, дельфінами, гриндами. Проте зафіксовані подібні події і із селажіями. Нещодавно на узбережжі Австралії викинулися відразу кілька десятків китових акул. Відзначено подібні випадки біля берегів Каліфорнії, поблизу Нової Зеландії, біля островів Полінезії. На узбережжі США викидалися леопардові акул, на Гавайях– тигрові та великі білі. Зміни магнітного поля можуть і в результаті катаклізмів – наприклад, землетрусів. Саме такою була, найімовірніше, причина викиду акул на узбережжя Гавайських островів. Велику небезпеку зазнають геомагнітні бурі.

Тут варто зазначити, що магнітне поле Землі є своєрідним екраном, що захищає планету від різних видів космічних випромінювань. Тому його ослаблення може спричинити посилення геомагнітних бур, джерелом яких є сонячний вітер. Деякі масові випадки викиду китів на берег були відзначені саме у моменти різкої активізації нашого світила. Для акул, особливо мігруючих видів, зміщення та ослаблення магнітного поля Землі може стати дуже небезпечним фактором. Крім почастишання випадків викидання на берег, збої в навігації можуть призвести до суттєвого утруднення процесу розмноження. Так, великих білих акул сьогодні на Землі залишилося лише кілька тисяч особин. Щоб зустріти статевий партнер, цим хижакам часто доводиться долати дуже великі відстані, багато тисяч кілометрів. Звичайно, порушення навігації може призвести до значного зменшення чисельності їх популяцій. Ну, а найбільш катастрофічним для різних видів акул та біоценозу в цілому може стати зміщення полюсів із супутнім тимчасовим зникненням магнітного поля. Втім, ймовірність такого сценарію зараз вкрай мала [22].

5 ПРИРОДНІ ВОРОГИ АКУЛ

5.1 Косатки

Модель зіткнення "Акула проти косатки" відображає найімовірніші результати поєдинку та зміну звичок в екстремальних ситуаціях. Безкраї і до кінця не вивчені води Світового океану є місцем проживання багатьох живих організмів, починаючи від крихітних бактерій і закінчуючи гігантами-китами. На просторах цього своєрідного "гуртожитку" панують свої закони та правила, часом жорстокі та нещадні. Тут виживає найсильніший.

Здавалося б, у великих видів акул-хижачок, що стоять на найвищому рівні харчової піраміди, не повинно бути гідних суперників. Але вони є - спокійні і великі косатки. Косатка(*Orcinus orca*) – один із найбільших представників морських ссавців сімейства Дельфінових. Живлячись переважно рибою, вони фактично виявляються конкурентами акул. Крім того, косатки не гидуєть поласувати і теплокровними тваринами - дельфінами, тюлєнями, морськими котиками і навіть китами, що робить їх потенційно небезпечними для всіх мешканців морських широт.

Зважаючи на те, що середня довжина дорослої косатки становить не менше 5-6 метрів, то рівноцінним суперником варто розглядати лише акул великих розмірів – білу, тигрову та мако. Однак не варто унеможлилювати масового нападу акул дрібних розмірів на одиночну косатку.

У зв'язку з досконалістю форми тіла та пристосуваннями до життя у водному просторі, акула та косатка можуть розвивати приблизно однакову швидкість. Але акула, як представник класу Хрящових риб, має низку морфологічних особливостей, завдяки чому ефективність насичення працюючих м'язів киснем зростає разом із нарощуванням швидкості пересування.

Для косаток робота, пов'язана зі збільшенням швидкості пересування та її тривалості, повинна супроводжуватися почастишанням дихання. Тобто чим довше і швидше косатка пливе, тим частіше вона спливатиме на поверхню для ковтка повітря. Оскільки ці тварини відносяться до різних класів, те й характер пересування має відмінності.

Акула – це риба, що плаває за рахунок бічних вигинів тіла за допомогою плавників та вертикально розташованого хвоста. Косатка ж пересувається завдяки вертикальним згинам тіла та має ущільнення у горизонтальній площині хвостовий плавник.

Саме через ці морфологічні відмінності акула в атаці здатна майже миттєво зупинитися та змінювати напрямок руху. Косатка ж, в свою чергу, вигинаючи тіло у вертикальній площині, може легко вистрибувати з води, контролюючи кут входження у воду і траєкторію польоту.

Косатки - високорозвинені ссавці, які можуть передавати з покоління в покоління особливості полювання на той чи інший вид тварин. Крім інстинктивної поведінки для косаток характерне накопичення досвіду.

За будовою головного мозку та розвиненого ехолокаційного апарату, що дозволяє краще орієнтуватися у водному просторі та спілкуватися з родичами, косатки стоять на щабель вище акул.

Поведінка акул може бути 2 типів:

Перший – акулячий сказ (або харчова лихоманка) - виникає через присутність у воді свіжої крові. Тому, якщо косатка поранена, то підвищується ймовірність нападу акули, яка стає некерованою та кидається на всі рушійні предмети.

Другий тип поведінки – це полювання з метою наживи. Акули кружляють навколо жертви, роблячи блискавичні випади. Вони можуть супроводжуватися як укусами, і просто сильними ударами головою. Чим більша акула, тим більше непередбачувана техніка полювання.

Здебільшого, косатки та акули старанно уникають зустрічей, а під час зіткнення мирно розходяться. Але у разі гострої харчової конкуренції можливі сутички. Косатки з дитинчатами можуть першими напасти на акулу з метою захисту потомства, тому що у них дуже міцні родинні зв'язки. Крім того, зафіксовані і безпричинні випадки нападів косаток на акул. На сьогоднішній день існують документально підтверджені факти зіткнень акул та косаток. Найчастіше ініціатором битви були косатки і переможцями вони ж.

Командою дослідника Жака ІваКусто було зафіксовано кілька випадків нападів косаток на білих акул. В одному випадку біля берегів Південної Каліфорнії косатка, відокремившись від стада, з глибини атакувала плаваючу акулу. Напад був раптовим і не залишав акулі шансів на перемогу.

В іншому випадку пара косаток шляхом скоєння складних маневрів та узгоджених дій оглушили та буквально розірвали акулу. Поблизу Фараллонових островів косатка мати влаштувала показовий напад на білу акулу, стрімко атакувавши і ставши терзати її на шматки. Після знерухомлення жертви до косатки у пошуку ласого шматочка підпливло і її дитинча.

Морські біологи неодноразово спостерігали битви косаток з акулами, в яких кити-вбивці поводитися завжди певним чином. Вони виштовхували акулу на поверхню води, самі розташовувалися вертикально головою вниз і обрушувалися на акулу своїм широким хвостом. Утворюється вир у воді, в яку потрапляє акула і через рух виру позбавляється можливості активно рухатися. У цей момент косатка стискає щелепи на голові акули та перевертає її на спину. У цьому становищі акула безпорадна та практично приречена.

Такі битви часто трапляються біля берегів Нової Зеландії, причому суперниками косаток стають найбільші екземпляри акул-мако, великих білих та тигрових акул. В результаті майже 20-річних досліджень було з'ясовано,

що старші косатки навчають підростаюче покоління цього прийому нападу на акул [23].

5.2 Дельфіни

Крім косаток, інші ссавці такі як дельфіни можуть нападати на акул. Для акул і дельфінів характерно різноманіття видів, що відрізняються формою тіла та розмірами. Якщо порівнювати середні за величиною дорослі екземпляри, то ці тварини знаходяться приблизно в одній ваговій категорії. Акули та дельфіни мають спеціальне камуфляжне забарвлення, з світлішим черевом і темним верхом.

Форма тіла обтічна, пристосована для швидкого пересування в товщі води. Але особливості голови, хвостового відділу та плавники ставлять межу між цими тваринами. Наприклад, лопаті хвостового плавника у дельфінів розташовані в горизонтальній площині, що зумовлено і способом пересування цих ссавців. Дельфіни здійснюють коливальні рухи тілом вгору-вниз, на відміну від бічних вигинів тіла акул, що пливають (рис. 5.1).

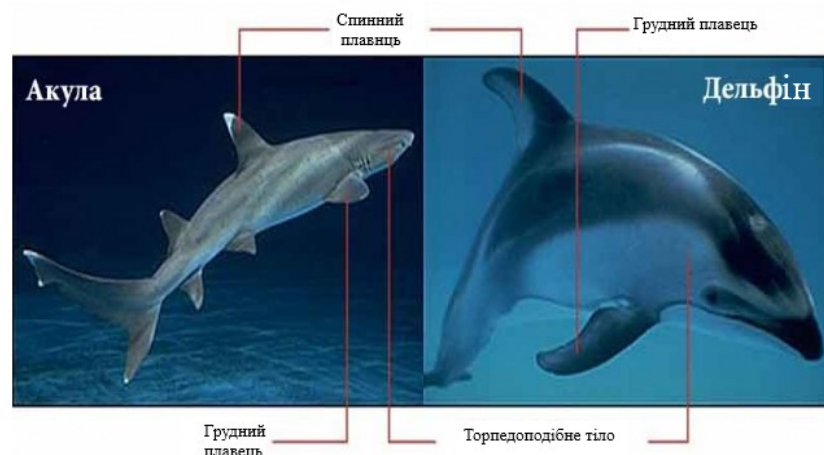


Рисунок 5.1 – відмінні риси між акулою та дельфіном.

Джерело: <https://fishki.net/1289142-delfiny-i-akuly.html> Дельфины и акулы

Дельфіни у воді можуть розвивати високу швидкість, що пояснюється формою тіла та особливостями шкіри тварини. При взаємодії з водою шкіра дельфіна запобігає виникненню турбулентних завихрень та сприяє максимальному обтіканню. У акул добре помітні зяброві щілини з боків тіла, а у дельфінів присутній отвір дихала на тім'яній частині.

Дельфіни, як і всі ссавці, теплокровні, тому температура тіла не залежить від температури навколишнього середовища. Це тварини, органами дихання яких є легкі. Тому для вдиху дельфінам необхідне повітряне середовище. Для дихання ж акулам потрібно лише здійснювати рух уперед із відчиненою пащею.

Вода, омиваючи зябра, насичує їх киснем. Можливо, це одна з невеликих переваг акул над дельфінами. Але це не означає, що дельфіни не можуть бути під водою тривалий час. Для створення запасу кисню виробився ряд пристосувань – це великий обсяг легенів і крові, значний запас жирової тканини.

Нервова система дельфінів найбільш високорозвинена проти нервової системою акул. Це ставить їх на порядок вище за хрящові риби. Крім того, здатність до складної звукової сигналізації та ехолокації підвищує їх якість орієнтування у водному середовищі.

Непримиренність цих двох видів тварин знайома давно. Надалі нелюбов дельфінів до акул була використана в наукових дослідженнях у Моутській морській лабораторії. В ході тривалих експериментів дельфін був навчений по команді нападати на сіру акулу. Метою цих дослідів була підготовка спеціальних дельфінів для захисту аквалангістів від акул.

Найчастіше при зустрічі акул з дельфінами обидві тварини воліють розійтися без кривавих сутичок. Найчастіше це обумовлено тим, що дельфіни вважають за краще триматися зграєю, тоді як акули - одинаки. І тут акул спрацьовує інстинкт самозбереження.

Акули можуть нападати на молодих або ослаблених тварин, і якщо поблизу немає їх родичів. Хоча є зафіксовані документально випадки коли біла акула нападала на дельфіна. При цьому вона рухалася зверху або ззаду, намагаючись уникнути свого виявлення за допомогою ехолокації дельфінів. Подальші дії акули щодо дельфіна нічим не відрізняються від звичайного полювання.

У дельфінів розвинена турбота про потомство, тому, якщо в зграї є малюки, то акулі, що пропливає повз, загрожує атака з боку дельфінів. Дельфіни можуть нападати поодиноці, спрямовуючи удар носовою та лобовою частиною в незахищені зяброві щілини, очі та черево акули.

Сила ударів дуже велика, тому акули можуть рятуватися втечею або прийняти оборону, яка не так часто гарантує перемогу. Також дельфіни для відображення атак акул діють спільно всією зграєю. Скоординовані дії, спрямовані на супротивника, завжди обіцяють успіх. До сили, якою володіє дельфін, завжди прикладено розум цієї тварини, що дозволяє бути небезпечним противником для акули [24].

5.3 Невидимі вороги, паразити та хвороби акул

Морські ссавці завдають представника хрящових риб, а саме акулам дискомфорту в існуванні, проте на відмінну від наступних ворогів, у акул є шанс врятуватись. Мова йде про паразити істот, яких чимало, що використовують акулу як їжу, транспорт і місце існування. Хвороби акул також поширені між хижакими.

У водній стихії живуть мільярди дрібних організмів, яким невідомий страх перед цими хижаками. На піщаному дні Атлантичного океану селяться колонії маленьких рачків копепод *Nemesis lamnae*. Ці організми, що не перевищують розмірів квасолини, не здатні заподіяти шкоди ні рослинам, що

оточують колонію, ні дрібним рибкам, що мешкають у водоростях. Вони розвиваються тут протягом декількох місяців, досягаючи статевої зрілості, абсолютно без їжі. Зовні безневинні створення небезпечні лише однієї істоти у світі – акулі.

Щойно поблизу з'являються хрящові риби, що нишпорять у заростях у пошуках зазівалих риб, рачки чіпляються за потужні тіла, і, перебираючи довгими ніжками, біжать тулубом до зябер. Саме там, між зябрами, і є їхнє основне місце існування. *Nemesis* щільно прикріплюються до зябер, гострими відростками кінцівок продірявлюючи зяброву тканину. Рачки дихають киснем, що надходить до зябер, розмножуються і живляться кров'ю акули. Уражені ділянки зябер здуваються, набрякають, ускладнюючи доступ кисню, акула починає задихатися. Смерть від *Nemesis* - єдиний випадок, коли мертва акула не тоне, а спливає на поверхню води через велику кількість газу в зябрах і судинах. Після останнього подиху величезної рибини, коли кровообіг остаточно зупиняється, з зябрових щілин з'являються десятки рачків, які стрибають з мертвої туші і повільно опускаються на дно. До наступної жертви.

Ще один страшний ворог акули – це гельмінти. Практично всі існуючі види акул схильні до глистів, крім, хіба що, маленької куницевої і леопардової акули. Це пов'язано з ареалом проживання цих акул - прихильність до холодних північних вод захистило їх від долі бути з'їденими живцем.

Для інших їхніх родичів, гельмінти залишаються найстрашнішою хворобою. Черви, що зсередини поїдають грізних риб, виявляються в кожній десятій акулі. Це можуть бути нематоди *Phlyctainophoralamnae*, які являють собою порожнисті трубки, заповнені зародками. Доросла самка гине відразу після кладки личинок, і мільйони маленьких червів поступово збільшуючись у розмірах, заповнюють усі порожні органи величезної рибини.

Або моногенез *Leptocotyleminor*, зараженість якими, за даними океанологів, серед акул сягає 97%. Вони паразитують на шкірі голови, плавниках, у ротовій та носовій порожнині риб, провокуючи некрози та ерозії епідермісу (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 – ураження акули *Leptocotyleminor*.

Джерело: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/ohota-akul/bolezni-i-parazity-akul.html> *Болезни и паразиты акул*

Відомі випадки зараження акул у демонстраційних океанаріумах гельмінтами *Neodermophthirius harkema*. Захворілі риби терлися об каміння і стінки акваріума, через сильний свербіж, що викликається інвазією цих глистів. На поверхнях тканин голови та живота утворилися плоскі виразки – місце розмноження паразитів. З виразок виділялось багато каламутного слизу, у якій знаходилися мікроскопічні личинки. На щастя, вже давно для лікування від неодермофітів успішно застосовують сульфат міді.

Один із найнебезпечніших гельмінтів для акул – круглий черв роду *Echthrogaleus* (рис. 5.3). Цей смертельно небезпечний паразит, що досягає понад 6 метрів у довжину, практично пожирає живцем бідну акулу. Його

тіло, сплющене з боків, нагадує витягнутий язик із потовщенням на кінці – маткою. *Echthrogaleus* має здатність до партеногенезу, тому одна особина, існуючи в організмі акулі близько 3 місяців, може відкласти 8-10 кладок яєць у кишечнику та інших органах зараженої риби.

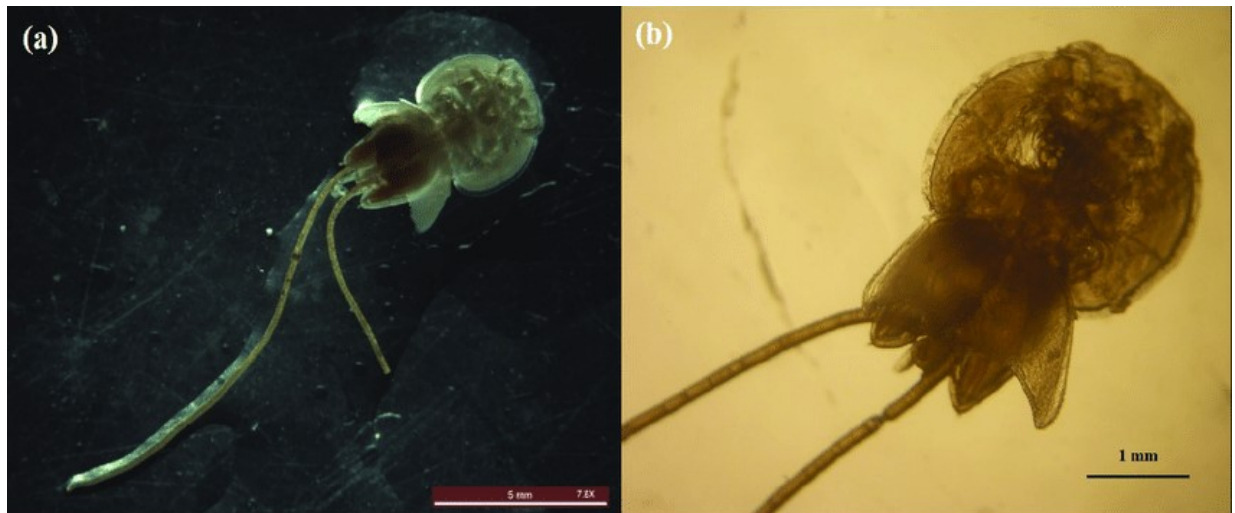


Рисунок 5.3 – *Echthrogaleus*.

Джерело: https://www.researchgate.net/figure/Photomicrograph-of-Echthrogaleus-denticulatus-a-Full-view-b-Cephalothorax_fig1_322124145
Photomicrograph of *Echthrogaleus denticulatus* (a) Full view (b) Cephalothorax

Непоодинокі випадки, коли клубки черв'яків забивають просвіти кишечника, шлунка, глотки акулі, позбавляючи її здатності нормально харчуватися. Глисти можуть випадати з рота, виходити через анальний отвір, ніздрі та очі акулі, ушкоджуючи слизові оболонки та блокуючи природні отвори в її тілі. Нещасна риба слабшає з кожним днем, втрачає зір і нюх, поки зрештою не вмирає від голоду та інтоксикації.

Крім паразитів, акулі схильні до деяких захворювань. Висока ефективність імунної системи цих риб захистила їх від багатьох інфекцій, запальних та аутоімунних захворювань, але перед раковими пухлинами акулі безсилі. Кілька років тому у світі йшла широка пропаганда

протипухлинних ліків, виготовлених з акул'ячих плавників. Начебто хижакі мають особливий ген, який рятує їх від розмноження ракових клітин. На сьогоднішній день вченим відомо, що ці риби страждають від новоутворень навіть більшою мірою, ніж люди. Відомо понад 20 видів пухлин, які можуть уразити акул.

Крім ракових захворювань, акула може захворіти на гіповітаміноз В, D, А, отруїтися різними отрутами. Природно, такі порушення зустрічаються виключно у риб, що мешкають у малій замкнутій екосистемі – океанаріумах та акваріумах. Акули, що у природі, здатні самі виліковувати себе з допомогою особливих видів водоростей. Незважаючи на велику кількість нозологічних форм, здатних викликати захворювання у виду, смерть акули від хвороби – досить рідкісне явище в природі [25].

Існує понад мільйон мікроорганізмів, що живуть у тілі акули. З більшістю з них акула може спокійно співіснувати, але є кілька десятків невидимих істот, які поселяються в організмі акули і вбивають її.

У ротовій порожнині акули є не лише кілька сотень гострих як бритва зубів. Тут мешкає також одна з найстрашніших у світі бактерій, стійкість якої просто приголомшує вчених.

З'ясовано, що ця бактерія абсолютно резистентна не лише до дії природних антибіотиків – пеніциліну та уснінової кислоти, але також і до сучасних синтетичних антибіотиків фторхінолонів, створених лише кілька років тому.

У ході еволюції у акул не могла виробитись стійкість до цих антибіотиків у принципі. Як пояснити цю загадку, вчені поки не знають, а акула мирно живе і чудово почувається з бактерією, здатною вбити пів світу.

У м'язах і шкірі лютої рибини живуть невидимі вбивці акул мікроорганізми, небезпечні для неї самої. Називаються ці мікроорганізми антосома. Це бактерії порівняно великих розмірів, які заселяють тіло акули, коли вона з'їсть дрібну рибу, що заражена, (марліна, морського окуня). Після

потрапляння в кишечник, антосома проникає в м'язи і шкіру і починає посилено розмножуватися.

Ці мікроорганізми використовують потужну рибу як відмінне живильне середовище. Вони пожирають акул зсередини, утворюючи на її тілі величезні виразки, що гноїться. Імунітет акул досить міцний до токсинів і отрути, що виділяється мікроорганізмами, але *Anthosoma* утворює цілі колонії під шкірою акул, і впоратися з таким токсичним навантаженням не може навіть найстійкіша імунна система. Виразки глибоко проникають у тканини аж до хрящового скелета, крізь виразкові отвори можуть навіть випадати внутрішні органи. Починає гноїтися і рватися нижня губа, акула втрачає можливість харчуватися. У цей момент акул залишають навіть одвічні супутники – рибки-лоцмани. Причина в тому, що хвора риба вже не є надійним укриттям та не залишає залишки їжі для своїх вірних прихильників. До речі, втрата акулою сателітів – достовірна ознака її серйозного захворювання. Пекельні муки продовжуються досить довго, і врешті-решт акула гине від голоду та інтоксикації. Втім, набагато частіше ослаблену рибину наздоганяє смерть в особі своїх родичів. Відомі випадки, коли рибалки виловлювали хворих акул, уражених антосомою. очевидці стверджують, що це видовище набагато страшніше і потворніше, ніж будь-яке інше морське чудовисько.

Багато акул гинуть від набагато більш прозаїчного захворювання - так званого акулячого гепатиту, що викликається *Vibriocarchariae*. Особливо до захворювань цим вірусом схильні лимонні та котячі акули. Фактично вібріон викликає гостру печінкову недостатність – смерть клітин печінки. Акули, на відміну від людей, не схильні до жовтяниці, але сам механізм захворювання цілком відповідає людському.

Фізіологічно ослаблені особини гинуть протягом тижня з моменту зараження. Тіла їх повільно опускаються на дно і стають ласою закускою

різних рачків, скатів та глибинних риб. Через деякий час падальник потрапить на обід до іншої акули, і цикл розпочнеться спочатку.

Одним із найстрашніших ворогів акул вважається мікроскопічний гриб Немерезія (*Nemeresiapestis*). Це облигатний анаероб, тобто паличка, яка існує без присутності повітря, і організм риб, у тому числі і акули, має всі умови для виконання таких вимог.

Як і багато інших, немерезія потрапляє в тіло акули через їжу, і поселяється виключно в зябрах акули. Бактерія продукує сильні токсини, щомають паралітичну дію, і незабаром риба втрачає можливість не тільки пересуватися, а й пропускати воду через зябра. Смерть настає не відразу, і нещасна істота фактично тоне, помираючи від нестачі повітря під тонами води. Якщо цей збудник вражає акул в океанаріумах, то є шанс врятувати хворих риб, який на деякий час витягнув їх з води. Після акулам роблять ін'єкції сильних антибіотиків, вбиваючи смертельний гриб.

Досить часто рибалки виловлюють сліпих акул. У таких випадках рибину негайно викидають за борт, а судно ретельно дезінфікують, адже збудник хвороби – *Dermophitis eoma* смертельно небезпечний не лише для акули, а й для людей. Це дрібний гриб, що вражає слизові оболонки, у тому числі і слизову оболонку ока. Маленькі очі акули спочатку покриваються рясним слизом, після склера ороговіє і акула назавжди втрачає зір. У риб хвороба може протікати роками, не сильно впливаючи на загальний стан - акула, як і раніше, полює, орієнтуючись на нюх, і залишається такою ж смертельно небезпечною, як і раніше.

Подібні захворювання акул, спричинені невидимими вбивцями – мікроорганізмами, зумовлюють у середньому 15-18% смертей із усіх випадків загибелі акул. Звичайно, це набагато менше, ніж кількість убитих риб людьми[26].

6 АКУЛИ ЧОРНОГО МОРЯ

Чорне море практично ізольоване від відкритого океану, оточене з давніх-давен густонаселеними країнами, по його просторах плаває чимало рибальських суден, транспортних та круїзних лайнерів. Все це робить чорноморські води непривабливими для акул, особливо великих видів.

Проте можна назвати як мінімум дві акули Чорного моря, які досить звичайні для цих вод. Це плямиста колюча акула, яку в популяції наших вод називають чорноморський катран, і котяча акула, латиною "*Scyliorhinus*" (рис. 6.1).

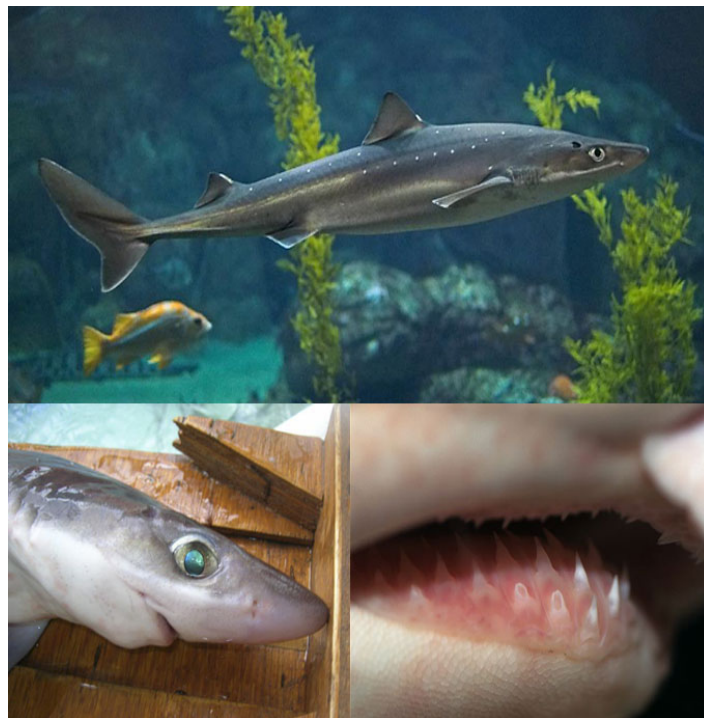


Рисунок 6.1 – Чорноморський катран (*Squalus canthias ponticus*)

Джерело: <https://aif-turkey.ru/raznoe/vidy-akul-v-chernom-more-akuly-v-chernom-more-raznovidnosti-chernomorskih-akul.html> Види акул в чорном морі: Акули в Чорном морі — різновидності чорноморських акул

Катрани Чорного моря можуть досягати двометрової довжини, але зазвичай вони дрібніші – 0,7-1,5 метра [35]. Харчуються переважно рибою, що плаває неподалік узбережжя в товщі води. Відрізняються крайньою ненажерливістю. Порівняно з іншими видами акул є довгожителами - тривалість життя до 20 років. Катрана легко дізнатися по подовженому худорлявому обтічному тілу. Спина досить темна, коричнево-сіра, боки світло-плямисті, черевна сторона, як у більшості риб, біла. Рило прикрашене загостреним ростром, що надає їй трохи собачого виразу. Звідси й інша назва катрана – морська собака. Ротовий отвір на нижній стороні голови має типову для акул форму півмісяця. У роті гострі дрібні зуби розташовані рядами. Шкіра посипана дрібними шипами, що за будовою нагадують зуби.

Найчастіше катран плаває досить близько до дна, збираючись у зграї. Але можуть зустрітися близько до поверхні води. Навесні та восени, коли температура води близько 15 градусів, катрани полюють ближче до берега. У зимовий час зграї йдуть на велику глибину, до 150 метрів, харчуючись переважно хамсою та ставридою. Влітку колючих акул найчастіше можна побачити на глибинах до 40 метрів, а основною їх їжею є мерланга та шпрот.

У раціоні чорноморських акул інколи присутні також і дельфіни (*Delphinidae*, *Phocoenidae*), яких катрани поїдають в основному у квітні — серпні, найрідше у жовтні та листопаді. Полюють на дельфінів дорослі катрани, найчастіше самки.

Для катрана характерне яйцеживонародження. Більшість самок стає статевозрілими у віці 17 років при довжині 120-130 см, самці - у віці 13-14 років при довжині 100-110 см. Спарювання відбувається на початку весни на глибині близько 50 метрів.

Розвиток яєць та ембріонів у тілі самки триває близько 18 місяців. У жовтні катран повертаються до берегів на глибини близько 30 метрів для народження потомства. Самка може народити до 15 мальків. Молодь народжується довжиною не більше 30 сантиметрів. Після пологів дорослі

катрани повертаються назад на ті ж глибини, що й улітку. У південній частині Керченської протоки на початку весни хижаки перебувають на глибині 15-20 метрів, потім відходять у Чорне море на глибину 25-30 метрів. Влітку та восени самці та самки тримаються відокремленими зграями.

Печінка відрізняється високим вмістом жиру та вітамінів. Вона містить біологічно активні речовини, які терапевтично впливають при певних захворюваннях. Ліки, що виготовляються з печінки колючої акули, називається катрекс. Цінний жир називається скваленом. Він легший за інші риб'ячі жири. Довгий час вважалося, що катрекс здатний виліковувати онкологічні хвороби. Проте сучасна наука викрила цей міф.

Котяча акула – ще один хижак Чорного моря (рис. 6.2). Цей вид акули найбільш звичайний на Атлантичному узбережжі та Середземному морі. Для Чорного моря це рідкісна гостя, яка іноді запливає через Босфор.

Довжина котячої акули зазвичай не більше 70 сантиметрів, і лише окремі рідкісні екземпляри можуть досягати метра і трохи більше. Місця проживання в основному прибережні та придонні.

Відповідно, їжею служить бентос - різноманітні малорухливі організми, що живуть на морському дні: кільчасті черв'яки, краби, двостулкові та черевоногі молюски. Зрідка влаштовують полювання на рибу.

Котячі акули розмножуються, відкладаючи яйця. Самка відкладає від 2 до 20 яєць, кожне з яких укладено у тверду рогову яйцеву капсулу, яку іноді називають "гаманцем русалки". За допомогою ниток, що тягнуться з обох боків, яйця міцно закріплюються на дні. Максимальна тривалість життя котячих акул становить 12 років.



Рисунок 6.2 – Котяча акула (*Scyliorhinus*).

Джерело: <https://aif-turkey.ru/raznoe/vidy-akul-v-chernom-more-akuly-v-chernom-more-raznovidnosti-chernomorskih-akul.html> Види акул в чорном морі: Акули в Чорном морі — різновидності чорноморських акул

Обидва види акул не становлять для людини жодної загрози через свою крайню обережність і малих розмірів. Але злякана людина іноді може діяти досить безглуздо, тим самим створюючи небезпечну ситуацію.

Найімовірніше зустріти акулу під час дайвінгу чи підводного полювання. Випадків нападу на людину катрана та котячої акули не

відмічалось. Тому дайвінг у Чорному морі є безпечним у плані нападу акул, ніж, наприклад, у Червоному чи Середземному морі. Епізоди, пов'язані з атаками чорноморських акул і отримані в результаті травми відбуваються у разі провокації або випадковим контактом з акулою. В даному випадку, захищаючись, акула може сильно вкусити і проявити всю свою натуру.

Крім того, якщо спробувати зловити катрана руками, можна боляче вколоти гострими отруйними шипами на своєму досвіді переконатися, що акула справді небезпечна риба [36].

В водах Чорного моря досить важко зустріти небезпечних для людини види акул. Основна перешкода, що заважає поширенню великих небезпечних акул у Чорному морі – низький вміст солі у його водах, особливо у приповерхневій частині складає 17‰.

Потрапляння великих хижаків із Середземного моря через Босфор цілком ймовірно, але далеко від протоки та турецьких берегів, на думку вчених, вони не попливуть — вода для них є невідповідною. Проте в роботах К. О. Віноградова, Ю. П. Зайцева та інших дослідників вказувалось, що в Чорному морі в районі Одеси ловили акулумако, блакитну акулу тощо. У берегів Криму і Кавказу акулу молота та білу акулу [38-41].

Деякі дослідники також вважають, що мешканці тропічних "солених глибин" не можуть приносити потомство в низькосоленій морській воді - ембріонам не вдається якісно пройти повну стадію дозрівання.

Важливий фактор, що регулює популяцію великих акул у Чорному морі, - відсутність повноцінної кормової бази. За своєю продуктивністю Чорне море посідало одне з ведучих місць. Води були сповнені величезними запасами шпроту, анчоусу, мерлана та інших риб. Все змінилося в 1980-1990-рр. після експансії і катастрофічного зростання чисельності інвазивних видів мнеміопсіса та рапана в Чорному морі [37].

Активні хижаки перебувають у постійному русі, у безперервному пошуку їжі. Наразі чорноморська фауна не в змозі задовольнити апетит таких

великих небезпечних хижаків, як тигрова акула, велика біла акула або сіра. Тим не менш, випадкове попадання цих видів акул, що вважаються акулами-людожерами, цілком можливо.

Тому акули Чорного моря вимагають уважного та дбайливого відношення як з боку туристів, так і з боку господарів [27].

7 ПОНЯТТЯ SHARKFINNING (ФІННІНГ)

Акулячийфіннінг (sharkfinning) - так називається техніка зрізання плавників з тіл акул, як правило, ще живих. Навіть з урахуванням феноменальної витривалості та легендарної живучості цих риб, подібна процедура прирікає їх на болісну загибель.

Безпорадна, позбавлена плавників і стікаюча кров'ю, але все ще жива, акула безжально викидається за борт судна і повільно опускається на дно океану та гине. Проте, починаючи з 1960-х років та до сьогодні акула вважається найціннішою сировиною та переробляється практично повністю без відходів.

Такий варварський спосіб видобутку плавників – справжня екологічна катастрофа не лише з погляду захисників природи, а й в очах будь-якої небайдужої людини. Таке масове винищення акул легко може призвести до їх зникнення, як виду, з лиця планети, а це спричинить порушення харчового ланцюжка і, в кінцевому підсумку, стане причиною глобальних змін у Світовому океані.

З акулячого м'яса, в тому числі катрана виробляють пречудові балики, які за смаком можуть конкурувати з осетровими. Це одна з причин зростання браконьєрського промислу катрана в Чорному морі.

Виною суп з акулячих плавників - страва, що виготовляється за найдавнішою рецептурою і вважається вишуканим делікатесом з неймовірною ціною.

У престижному ресторані порція такого супу може коштувати кілька сотень доларів. Причому страва рік у рік тільки зростає в ціні.

Видобуток та збут акул'ячих плавників – ніша маловивчена і практично закрита. Не дивно, що тисячам людей, що знаходяться в різних частинах планети, вдається сколотити колосальні статки на цій кривавій ниві.

Відомо, наприклад, що в Еквадорі часто трапляється затримувати багатотонні "плавникові" контрабандні партії.

Ціна одного кілограма плавників для кінцевого покупця, що замикає довгий ланцюжок під назвою "від добувача до споживача", становить від 700 до 1200 доларів.

Для порівняння: мисливці на акул, чиї руки по лікоть у крові, мають не більше 3 доларів за кілограм зданої продукції. Левова частка всіх плавників, що видобуваються, осідає в ресторанах Китаю, Тайваню і Гонконгу.

Понад 50 видів акул знаходиться сьогодні на межі повного зникнення, і жахливій техніки лову (sharkfinning) відводиться у цій жахливій статистиці головну роль.

Представники ООН усіма силами намагаються протидіяти тотальному винищенню вимираючих риб. Понад 70 мільйонів акул знищується щорічно заради традиційного акул'ячого супу, і такі показники змушують бити на сполох.

І хоч сучасні закони змушують бракон'єрів займатися обрізанням плавників акул на суші (така дія спрямована на те, щоб виключити живодерство і зробити бізнес на плавниках економічно не вигідним), проте проломи, що існують у законодавстві, дозволяють бракон'єрам продовжувати займатися чорним бізнесом.

На щастя, Європейський Союз почав підходити до вирішення наболілої проблеми: Єврокомісія запропонувала проект директиви, що забороняє жорстоке поводження з спійманими акулами.

Приречення на вірну і болісну загибель живих істот заради власної наживи або з міркувань уявного престижу, члени Єврокомісії визначають

фінінг як жахливий та нелюдський звичай, якому давно настав час покласти край [30].

Найпряміша і безпосередня загроза, яка походить від людини багатьом водним видам тварин – це промислова діяльність. Люди здавна навчилися ловити рибу, використовуючи для цього різні снасті - одиночні вудилища, спеціальні яруси з великою кількістю гачків, різні мережі (трали, неводи тощо).

Акули завжди грали велику роль у раціоні багатьох прибережних народів, особливо у тихоокеанському регіоні. Для деяких племен, що живуть на бідних фауною архіпелагах серед океану, ці великі риби були основним джерелом білка. До того ж, тут варто відзначити одну дуже важливу особливість селакій.

Справа в тому, що багато видів акул являють собою інтерес не тільки як джерело цінного і поживного м'яса. Ще стародавні полінезійці використовували акулячу шкіру та зуби для виготовлення щитів, бойових палиць, різних абразивних матеріалів.

Сьогодні шкіра акул продовжує масово використовуватись у галантерейній промисловості. З неї виготовляють сумки та портфелі, портмоне та візитниці. Цілком придатна вона і як сировина для взуття або ременів. З покритої дрібними зубчиками шкіри виходить гарний матеріал для шліфувальних інструментів.

Дуже багата на різні корисні речовини та мікроелементи печінка акул. Особливо масовий вилов селакій з метою виробництва вітаміну А розпочався у роки війни. Тоді було порушено комунікації у Північній Атлантиці і в результаті припинився доступ до традиційного джерела риб'ячого жиру – норвезької тріски.

Розпочався пошук інших джерел стратегічного інгредієнта. Такими стала печінка колючої акули катрана. Згодом виявилось, що ще багатшою на вітаміни є інший вид, супова акула. Надалі було встановлено, що в печінці та

хрящовій тканині селажій міститься і багато інших цінних речовин. Серед них – вітаміни D та E, сквален, скваламін, омега-кислоти, алкілгліцерини тощо. На сьогодні були проведені дослідження, що доводять безперечні лікувальні та профілактичні властивості речовин, що видобуваються з акул. Олія з акул печінки продається в спеціальних капсулах. Воно є антиоксидантом, сприяє загальному зміцненню організму та допомагає при безлічі серйозних захворювань.

Використовують акул і у кулінарії. Варто зазначити, що в традиційній європейській культурі ці хижаки ніколи не розглядалися як популярний продукт харчування. Тут грає роль і не найприємніший аміачний присмак м'яса, який, втім, усувається за допомогою правильної кулінарної обробки. У той же час і в Європі є регіони, де акула здавна була цілком бажаною здобиччю. Насамперед це Норвегія. Ловили акул у Кольській губі помори добували полярну акулу. Щоправда, основною метою цього промислу була цінна печінка.

На відміну від Європи, на Далекому Сході акули завжди відігравали значну роль у місцевій кухні. Тут варто відзначити і розвинені місцеві традиції нетрадиційної медицини. Здавна вважалося, що плавці акул є потужним афродизіаком та сприяють продовженню життя. Тому велике поширення в регіоні набув суп із плавників, який виконує тут і певну "статусну" функцію.

Сьогодні весь промисел акул можна загалом віднести до трьох великих груп. Насамперед, це цілеспрямований вилов, призначений для повноцінного використання селажій. При цьому йде практично все: м'ясо, печінка, шкіра, хрящ. З деяких видів акул (наприклад, оселедцевої або лососевої) виходять непогані стейки, плавці висушуються або заморожуються. Менш цінне м'ясо переробляється на борошно, яке згодом йде на добрива, корм худоби чи харчові добавки.

Треба зазначити, що подібний промисел, хоч і завдає певної шкоди популяціям акул, проте є досить "цивілізованим". До того ж, у більшості країн така діяльність регулюється відповідними державними органами, покликаними контролювати обсяги видобутку.

Особливо серйозний удар подібний промисел, який отримав спеціальне англійське найменування фінінг (finning), завдає деяких видів, наприклад, риби-молоту. У цих акул плавники досить великі, а ось м'ясо має неприємний запах і малоприслатне в їжу. Згідно з дослідженнями, останніми роками чисельність даних акул у Тихому Океані знизилася на 85%. Враховуючи, що подібний незаконний промисел здійснюється безліччю невеликих рибальських судів і мало контролюється, доля деяких видів акул у далекосхідному регіоні вселяє серйозні побоювання.

Третя група акул видобувається як прилов. У цьому хижі риби є основною метою рибалок, трапляючись у мережі чи яруси, призначені для лову інших промислових риб. Варто сказати про вилов блакитних акул, які є наймасовішими хижачками тропічних і теплих помірних вод.

Сьогодні дуже поширений промисел тунця та деяких інших пелагічних риб за допомогою спеціальних рибальських ярусів з великою кількістю гачків. Ось якраз на подібні яруси і трапляються хижачки, що полюють на тунця, рибу-меч, макрель тощо. Також досить звичайний видобуток таких ярусів – мако, шовковий, довгокрилий, оселедцевий та інші акули пелагіалі.

За даними іхтіологів та екологів, приблизно 35 видів хрящових риб загрожує сьогодні небезпека зникнення. 115 країн підписали договір про збереження кількох різновидів мігруючих акул, серед яких велика біла, китова, а також дві сіро-блакитні – довгокрила та короткокрила мако.

У цьому велика китова акула, що повільно плаває біля поверхні, є улюбленим об'єктом полювання в країнах Південно-Східної Азії. Мако ж – один із найпрестижніших трофеїв у любителів спортивного лову.

За деякими оцінками, загалом у рік видобувається до 70 чи навіть 100 мільйонів акул. Звичайно, тут досить важко точно оцінити обсяги, адже левова частка селажій виловлюється або як прилов, або взагалі в результаті забороненого фінінгу.

Якщо ж говорити про законний промисл, то тут на частку 20 найбільших країн-добувачів припадає понад 640 тисяч тон акул, що становить приблизно 80% від загального вилову.

Відповідно до даних статистики FAO (Продовольча та сільськогосподарська організація) і TRAFFIC (орган моніторингу WWF для торгівлі дикими тваринами), щорічно виловлюється понад 800 000 тон - або понад 100 мільйонів акул[43,44]. (рис.8.1.).

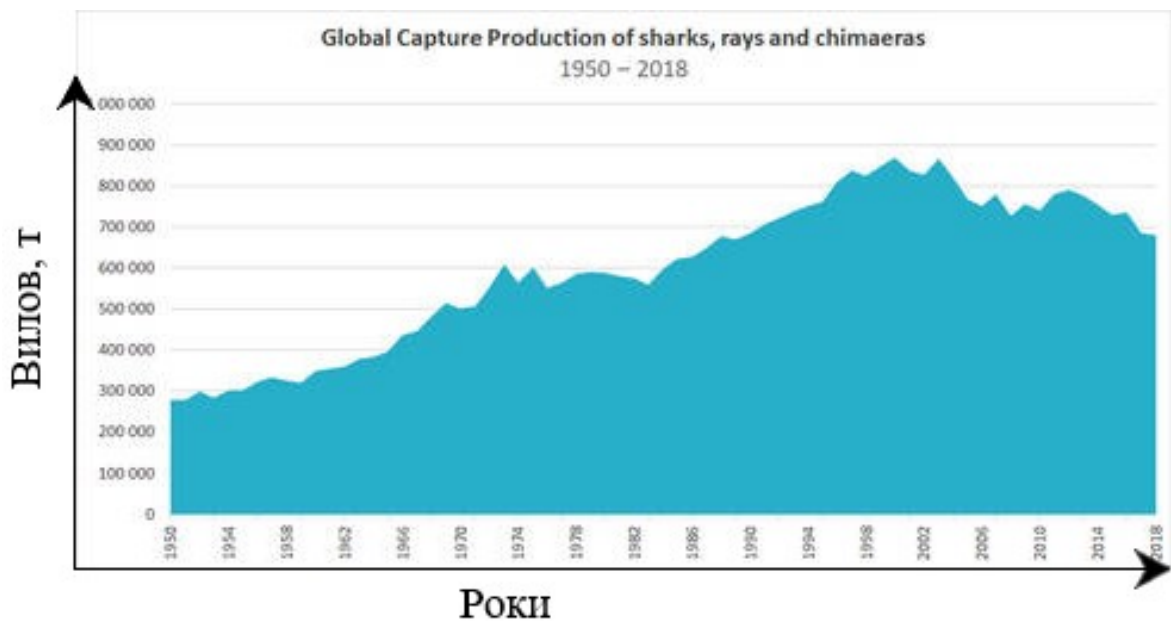


Рисунок 8.1 – Глобальне виробництво вилову акул, скатів та химер.

Джерело: FAO. 2020. Статистика рибальства та аквакультури. Глобальне виробництво вилову 1950-2018 (FishstatJ). В: Департамент рибальства та аквакультури FAO [онлайн]. Рим. Оновлено 2020 року

Також, порівняно з 1950 роком обсяг вилову акул у всьому світі збільшився втричі, досягнувши в 2000 року історичного максимуму в 868

тисяч тон. З тих пір, однак, спостерігається тенденція до зниження цього показника, і в 2018 році загальний обсяг вилову був уже на 22% меншим, склавши 680 тисяч тон [29].

Серед лідерів, що входять до десятки, – США, Пакистан, Індонезія, Індія, Мексика, Японія, Малайзія, Тайвань, Іспанія, Аргентина. Обсяг світової торгівлі продуктами з акули наближається до 1 млрд. доларів США на рік.

Заходи, що вживаються сьогодні міжнародним співтовариством, виявляються відносно ефективними в частині охорони та збереження популяцій видів акул, що населяють відкриті океанські простори.

При цьому дуже важко проконтролювати вилов, який здійснюється безліччю невеликих приватних рибальських судів, особливо в Індійсько-Тихоокеанському регіоні.

Серед видів, які перебувають у чималій небезпеці, варто відзначити рибу-молота, китову та велику білу акул, у дещо меншій мірі – сіро-блакитну (мако).

Водночас таким вельми популярним об'єктам цілеспрямованого промислу або прилову, як оселедцеву, супову, блакитну та колючу акулам, зникнення поки що не загрожує.

Хоча масовий вилов цих видів цілком здатний істотно зменшити чисельність їх популяцій, що й спостерігаємо в окремих регіонах світового океану [28].

ВИСНОВКИ

Проведений всебічний аналіз матеріалів щодо морфологічних та біолого-екологічних особливостей різних видів акул світового океану, їхньої толерантності до умов середовища та ролі в екосистемі світового океану. Дозволяє зробити наступні висновки:

1. Наслідки глобальної кліматичної кризи призвели до корінних змін клімату, які привели до глобальних змін біоценозів світового океану, порушенню кормових ланцюгів та зникненню багатьох видів які раніше домінували за чисельністю. До таких вразливих видів сьогодні відносяться і акули світового океану.

2. Світ акул світового океану представлений 470 видами, які відносяться до 8 рядів, 34 родини та 98 родів. Представники акулівих заселяють всі райони світового океану, зустрічаються до глибин 2,5–3,5 тис. м. Різняться за розмірами, будовою та формою тіла, забарвленням, способом життя, відтворення та особливостями живлення.

3. Не зважаючи на древнє походження акулівих риб досі залишаються малодослідженими особливості фізіології, психології та поведінки акул, механізм їхнього орієнтування в океанічних просторах.

4. Встановлено, що акули використовують кілька функціональних систем для орієнтування в океані: нюх, електрорецептори, амули Лоренцині та магнітне поле Землі.

5. Незважаючи на міць і здавалося б непереможну силу акул, цей хижак дуже вразливий. Має природних ворогів серед яких найбільші представники морських ссавців родини дельфінових. Крім косаток, інші ссавці такі як дельфіни можуть нападати на акул. Ще більш негативний вплив на

популяцію акул мають паразити, та різні хвороби, які приводять до винищення значної частини популяції.

6. Чорне море не є притягальним для більшості представників акул, проте можна назвати як мінімум дві акули Чорного моря, які досить звичайні для цих вод. Це плямиста колюча акула, яку в популяції наших вод називають чорноморський катран, і котяча акула, латиною "*Scyliorhinus*"

7. Масове винищування акул в результаті акулячого фіннінгу, легального та браконьєрського промислу може призвести до зникнення деяких видів, що в свою чергу може привести до скорочення біорізноманіття іхтіофауни, порушення харчових ланцюгів і стати причиною глобальних змін у Світовому океані.

8. Велику роль у раціоні багатьох прибережних народів завжди грали акули, особливо у тихоокеанському регіоні. Племена, що живуть серед океану в обділених фауною архіпелагах, ці чималі риби були основним джерелом білка. До багатьох видів акул проявляють інтерес не тільки як до джерела цінного і поживного м'яса, а ще й як ресурс для отримання акулячої шкіри та зубів, як і стародавні полінезійці використовували для виготовлення щитів, бойових палиць, різних абразивних матеріалів. На частку 20 найбільших країн-добувачів припадає понад 640 тисяч тон акул, що становить приблизно 80% від офіційного промислу.

Таким чином, у даній роботі акцентувалася увага на проблеми які сприяють зменшенню видової чисельності акул. Через незбалансований вилов акул браконьєрами й рибалками любителями загроза скорочення їхньої популяції зростає. Особливо сильно ці тенденції проявилися наприкінці ХХ - го століття біля берегів Австралії, де через надмірний вилов і вбивство білих акул негативно змінився склад фауністичного комплексу.

Проте не тільки вилов представників акул та інших хрящових риб небезпечний. Надмірний вилов інших видів риби, які є харчовою ланкою, призводить до нестачі їжі для акул, і як наслідок, їхнього вимирання.

Доведено, що за останні 50 років популяція акул і скатів в світовому океані скоротилася більше ніж на 70%.

Найбільшою проблемою на сьогодні є кліматичні зміни які згубно впливають на біоту світового океану в тому числі і на акул які дуже вразливі до дії комплексу несприятливих абіотичних факторів.

Підвищення температури води, змушує змінювати ареали існування багатьом видам, а саме білій акулі, яку помічали біля берегів Норвегії у холодноводному Норвезькому морі. Даний чинник не тільки змінює поширення, але й негативно впливає на репродуктивні процеси і також скорочує число потомства у акул.

Проведене дослідження свідчить про необхідність подальшого комплексного дослідження акулкових риб, та обережного і дбайливого ставлення до їхньої популяції, дуже вразливої до дії несприятливих біотичних і абіотичних факторів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Значення акул в природі та житті людини [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://dovidka.biz.ua/znachennya-akul-v-prirodi-ta-zhitti-lyudini> (4.01.22)
2. Клас хрящові риби [Електронний ресурс] Режим доступу: https://pidru4niki.com/77369/prirodoznavstvo/klas_hryaschovi_ribi_zagalni_oznaki_riznomanitnist_znachennya (4.01.22)
3. Ампулы Лоренцини у акул [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://scharks.ru/elektro/index.shtm> (10.01.22)
4. Ампулы (электрические) Лоренцини. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/organy-chuvstv/ampuly-lorencini.html> (10.01.22)
5. Г. Мак-Кормик, Т. Аллен, В. Янг Тени в море, Гидрометеорологическое издательство. Ленинград, В-53, 2-я линия, д. № 23. Заказ № 1084, 1967, 294с. (2.01.22)
6. Фантастическое обоняние акулы [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/organy-chuvstv/obonjanie-akuly.html> (13.01.22)
7. Глобальне потепління вплинуло на міграції акул [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zn.ua/ukr/TECHNOLOGIES/hlobalne-poteplinnja-vplinuло-na-mihratsiju-akul.html> (11.01.22)
8. Глобальное потепление может сделать акул меньше и слабее [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.popmech.ru/science/news-660973-globalnoe-poteplenie-mozhet-sdelat-akul-menshe-i-slabee/> (11.01.22)
9. Благодаря латерализации изменение климата делает акул ещё умнее и опаснее [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://laguna-akul.ru/news/lateralizaciya-polusharij-mozga-u-akul.html> (12.01.22)

10. Акулы - каннибалы от природы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/zarodyshevyi-kannibalizm-u-akul.html> (14.01.22)
11. Жабры и дыхание акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/kak-rabotayut-zhabry-akuly.html> (5.01.22)
12. Работа сердца акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/kak-rabotaet-serdce-akuly.html> (5.01.22)
13. Как работает мозг акулы[Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/mozg-akuly.html> (5.01.22)
14. Плакоидная чешуя броня акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/udivitelnoe/plakoidnaja-cheshuja-akuly.html> (6.01.22)
15. Разновидности акул[Электронный ресурс] Режим доступа:<http://scharks.ru/vidy/> (10.01.22)
16. Пресноводные акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/udivitelnoe/presnovodnye-akuly.html> (20.01.22)
17. Холодноводные акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/holodnovodnye-akuly.html> (20.01.22)
18. Глубоководные акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/glubokovodnye-akuly.html> (20.01.22)
19. Теплокровные акулы [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/tainy-akul/teplokrovnye-akuly.html> (20.01.22)

20. Внутреннее строение акулы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/biologija-akul/vnutrennee-stroenie-akuly.html> (3.01.22)
21. Ориентирование акул в океане [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/izuchenie-akul/orientirovanie-akul.html> (17.01.22)
22. Акулы и магнитное поле [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/problemy-ekologii/akuly-i-magnitnoe-pole.html> (18.01.22)
23. Акулы против косаток [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/akula-protiv-vseh/akuly-protiv-kosatok.html> (19.01.22)
24. Акулы против дельфинов [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/akula-protiv-vseh/akuly-protiv-delfinov.html> (19.01.22)
25. Болезни и паразиты акул [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/ohota-akul/bolezni-i-parazity-akul.html> (19.01.22)
26. Невидимые убийцы акул [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/oni-ne-bojatsja-akul/nevidimye-ubiicy-akul.html> (19.01.22)
27. Акулы Черного моря [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/otpusk-s-lyudoedami/akuly-chernogo-morja.html> (3.02.22)
28. Промысел акул [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://laguna-akul.ru/akulinfo/problemy-ekologii/promysel-akul.html> (4.02.22)
29. Акулы [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.fao.org/ipoa-sharks/background/sharks/ru/> (4.02.22)

30. Финнинг акул[Електронний ресурс] Режим доступу:<https://laguna-akul.ru/akulinfo/spasenie-i-zaschita-akul/finning-akul.html> (5.02.22)
31. Значення акул в природі та житті людини[Електронний ресурс] Режим доступу:<https://dovidka.biz.ua/znachennya-akul-v-prirodi-ta-zhitti-lyudini>(4.01.22)
32. Губанов Е.П. Акулы Индийского океана (систематика, биология, промысел).
33. Mark Grant, Galen on food and diet, London and New York, Routledge, 2000, pp. ix, 214. (14.05.22)
34. ReteMirabile[Електронний ресурс] Режим доступу:https://wikimili.com/en/Rete_mirabile (14.05.22)
35. Катран – колюча акула Чорного моря [Електронний ресурс] Режим доступу:https://chrm.darg.gov.ua/_katran_koljucha_akula_0_0_0_648_1.html(20.05.22)
36. *Мінічева Г.Г., Толоконников Г.Ю., Хуторной С.О., Демчишина Н. М.3.3 - Отруйні чорноморські риби //Методичні вказівки з практичних занять "Основи гідрології".— Одеський державний екологічний університет.— Одеса, 2004. (25.05.22)*
37. Black Sea Biological Diversity Ukraine. - N.Y.: United Nations Publ., 1998. – 351 p. (29.05.22)
38. Виноградов К. О. Ихтиофауна північно-західної частини Чорного моря. - К., 1960. - 115 с. (29.05.22)
39. Виноградов К. А. Ихтиофауна. Систематический обзор / Биология северо-западной части Черного моря. - К., 1967. - С. 202 - 203. (29.05.22)
40. Зайцев Ю. П. Самое синее в мире. – Нью-Йорк: Из-во ООН, 1998. – 142 с. (29.05.22)

41. Световидов А. Н. Рыбы Черного моря. - М-Л.: Наука, 1964. - 550 с. (29.05.22)
42. Papastamatiou YP, Meyer CG, Holland KN. 2008. A new acoustic pH transmitter for studying the feeding habits of free-ranging sharks. *Aquatic Living Resources*. 20:287–290 (31.05.22)
43. Baum, J. K. and R. A. Myers. **2003**. Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico *Ecology Letters*. Volume 7 Issue 2 Page 135. (31.05.22)
44. Baum, J. K., R. A. Myers, D. G. Kehler, B. Worm, S. J. Harley, and P. A. Doherty. **2003**. Collapse and Conservation of Shark Populations in the Northwest Atlantic. 10.1126/Science.1079777. (31.05.22)
45. R. Aidan Martin. [Electroreception](#) ReefQuest Centre for Shark Research. (31.05.22)
46. Jim Bourdon (2009). [Rhincodon](#). The Life and Times of Long Dead Sharks. (31.05.22)
47. Body Form and Locomotion in Sharks KEITH STEWART THOMSON AND DAN E. SIMANEK Department of Biology and Peabody Museum of Natural History, Yale University, New Haven, Connecticut 06520, 17:343-354 (1977). (31.05.22)
48. Nicolas Pinte, Mathilde Godefroid, Ouissam Abbas, Vincent Baeten, Jérôme Mallefet, Deep-sea sharks: Relation between the liver's buoyancy and red aerobic muscle volumes, a new approach, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 10.1016/j.cbpa.2019.06.020, **236**, (110520), (2019). (31.05.22)
49. Nicolas Pinte, Constance Coubris, Emma Jones, Jérôme Mallefet, Red and white muscle proportions and enzyme activities in mesopelagic sharks, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 10.1016/j.cbpb.2021.110649, **256**, (110649), (2021). (31.05.22)

50. *Chondrichthyes, Selachii, cartilaginous fish, chondrichthian* [Lionel A. Walford](#) Director, Sandy Hook Marine Laboratory, Highlands, New Jersey, 1960–71; Senior Scientist, 1971–74. Author of *Living Resources of the Sea*. (1.06.22)
51. Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry ISSN 2089-6514 (paper) Volume 8, Number 2, 2019 | Pages: 37-40 | DOI: 10.14421/biomedich.2019.82.37-40 (1.06.22)
52. Bellono, N.W., Leitch, D.B., and Julius, D.; Molecular tuning of electroreception in sharks and skates, May 30, 2018, Nature; DOI: 10.1038/s41586-018-0160-9 (1.06.22)
53. Неврологія: підручник / Т. І. Кареліна, Н. М. Касевич; за ред. Н. В. Литвиненко. — К.: Медицина, 2014. — 287 с. (1.06.22)
54. Awruch, Cynthia A. (2015). "Reproduction Strategies". *Physiology of Elasmobranch Fishes: Structure and Interaction with Environment*. Fish Physiology. Vol. 34. pp. 255–310. (4.06.22)
55. Flow Sensing in Air and Water: Behavioral, Neural and Engineering Principles of Operation, pp. 127-146, Chapter: 5 Publisher: Springer-Verlag Editors: Horst Bleckmann, Joachim Mogdans, Sheryl Coombs, ISBN: 978-3-642-41445-9 (4.06.22)