

## ТОЛЫҒЫРАҚ ЗЕРТТЕУДІ ҚАЖЕТ ЕТЕТІН ТЕҢІЗ ЖЫРТҚЫШТАРЫ

Меруерт Сүйерқұлова<sup>1</sup>, Улбике Аманбаева<sup>2</sup>, Казбек Дюсембаев<sup>1,2\*</sup><sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан<sup>2</sup>Ұлттық биотехнология орталығы, Астана, Қазақстан

\*Корреспондент автор, dyussebayev\_ka\_1@enu.kz.

## АБСТРАКТ

Теңіздерде көптеген жыртқыштар тіршілік етеді. Олардың түрлері мен тіршілік ету орталарының алуан түрлілігі көпжылдық тарих пен су ортасында өмір сүру үшін күрестен қалыптасты. Алайда, су түбінде мекендейтін жыртқыштардың біразы толық зерттелмеген болатын. Зерттеуді қажет ететін теңіз жыртқыштарына, көк сақиналы сегізаяқ, арыстан балық және физалия мен морай жатады. Бұл теңіз жыртқыштары – теңіз ортасындағы басқа тіршілік иелерін аулауға және қоректенуге бейімделген жануарлар. Олардың анатомиясы мен физиологиясында теңіз ортасының қатал жағдайында сәтті аң аулауға және аман қалуға көмектесетін бірқатар ерекшеліктер бар. Бұл әдеби шолуда жоғарыда аталған төрт жануардың ерекшеліктерін сипаттаумен қатар, олардың аз зерттелген жақтары талқыланды.

**Түйін сөздер:** теңіз жыртқыштары, көк сақиналы сегізаяқ, арыстан балық, физалия, морай.

## 1. КІРІСПЕ

Теңіз – құрлықпен немесе су астындағы рельефтің биіктігімен бөлінген дүниежүзілік мұхиттың бөлігі. Ол сондай-ақ әлемдік мұхиттан гидрологиялық, метеорологиялық және климаттық режимдермен ерекшеленеді, бұл олардың мұхиттарға қатысты шеткі орналасуына және су алмасудың баяулауына байланысты. Теңіздер де флорасы мен фаунасына сәйкес бір-бірінен бөлінеді. Гидрологиялық режимнің оқшаулану дәрежесі мен ерекшеліктері бойынша теңіздер 3 топқа бөлінеді: ішкі теңіздер (Жерорта теңізі және жартылай тұйық теңіздер), шеткі теңіздер және арал аралық теңіздер. Географиялық орналасуы бойынша Жерорта теңізі кейде құрлықаралық теңіздерге және құрлықшілік теңіздерге бөлінеді. Теңіз тереңдігі-жер бетіндегі ең үлкен тіршілік ету ортасы. Оның үш үлкен фауналық ортасы – ерет мезопелагиялық аймақ, қараңғы батипелагиялық аймақ және төменгі тіршілік ету ортасының кең жазық кеңістігі – омыртқалы және омыртқасыз жануарлардың бай фаунасы. Теңіз тереңдігі әлі күнге дейін ғылым үшін құпия болып қалатын көптеген таңғажайып тіршілік иелерін жасырады. Дүние жүзінің 70% сумен жабылған және тарих бойы адамдар дауыл соққан теңіздердің астында не жатыр деген сұрақпен айналысты. Терең теңіз, мұхит бетінің астында жасырылған кең және ең аз зерттелген аумақтардың бірі болып қала береді. Теңіз жыртқыштары мұхиттар мен теңіздердің экожүйесінде маңызды рөл атқарады. Олар жемдік популяцияларды бақылайтын және теңіз ортасындағы тепе-теңдікті сақтайтын қоректік тізбектің жоғарғы бөлігі болып табылады.

Теңіз жыртқыштарының анатомиясы мен физиологиясы олардың жыртқыш өмір салтына бейімделген, бұл оларға аң аулауға және олжаны тиімді ұстауға мүмкіндік береді. Олардың жыртқыштық

міндеттерін сәтті жеңуге көмектесетін арнайы органдары мен құралдары бар. Бұл мақалада біз зерттеуді қажет ететін теңіз жыртқыштарының негізгі қасиеттері мен бейімделулерін, олардың басқа түрлермен қарым-қатынасын және олардың тіршілік етуіне және бейімделуіне адам әрекетінің әсерін қарастырамыз. Теңіз жыртқыштары – теңіз ортасындағы басқа тіршілік иелерін аулауға және қоректенуге бейімделген жануарлар. Олардың анатомиясы мен физиологиясында теңіз ортасының қатал жағдайында сәтті аң аулауға және аман қалуға көмектесетін бірқатар ерекшеліктер бар. Теңіз жыртқыштары көбінесе суда жылдам және маневрлі болуға мүмкіндік беретін жіңішке денелерге ие. Олардың тегіс және гидродинамикалық пішіні олардың жылдам қозғалуына және олжасын ұстауға ыңғайлы болып келеді. Теңіз жыртқыштарының жақсы дамыған сенсорлық мүшелері бар, бұл оларға олжаны анықтауға және қууға көмектеседі. Тыныс алу мүшелері де дамыған, бұл олардың су астында ұзақ тұруына мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, теңіз жыртқыштарының бұлшық еттері олардың суда тез және күшті қозғалуына жақсы әсер етеді. Сондай-ақ олардың белсенді аң аулау үшін энергия мен оттегімен қамтамасыз ететін қан айналымы жүйесі жақсы дамыған. Жыртқыш балықтардың көпшілігі субтропиктік және тропиктік аймақтарда кездеседі. Бұл терең теңіздің етқоректі тұрғындарының негізгі рационның құрайтын жылы суларда сүтқоректілер мен шөпқоректі балықтар көбірек өмір сүретініне байланысты. Сондай-ақ, жыртқыштардың олжасына қарағанда ақылдырақ екенін атап өткен жөн. Мұхиттардың жыртқыштары тек акулалар емес. Теңіздерде аң аулайтын көптеген басқа тіршілік иелері де бар.

## 2. АЗ ЗЕРТТЕЛГЕН ТЕҢІЗ ЖЫРТҚЫШТАРЫ

Теңіз жыртқыштары теңіз экожүйелерінде маңызды рөл атқарады, олардың анатомиялық және физиологиялық

ерекшеліктерін, аң аулау және аулау үшін арнайы органдар мен құралдарды, сондай-ақ басқа түрлермен өзара әрекеттесу және қорғаныс механизмдері мен күресу стратегияларын қолдану арқылы теңіз ортасында өмір сүруге бейімделеді. Түрлер мен тіршілік ету орталарының алуан түрлілігі көпжылдық тарих пен су ортасында өмір сүру үшін күрестен қалыптасты [1]. Дүниежүзілік мұхит құпиялар мен қауіптерге толы. Оның тереңдігінде жыртқыш жануарлардың көптеген түрлері жасырылған. Ғалымдардың пікірінше, адамдар үшін қауіпті деп санауға болатын теңіздер мен мұхиттардың шамамен 12000 тұрғыны бар [2]. Бұл акулалар сияқты үлкен балықтар ғана емес. Көптеген улы моллюскалар, ұсақ балықтар, медузалар бар, олардың соқтығысуы жарақат алу қаупін тудырады. Олар тістеп, шаншып, улы затты инъекциялап, тоқ соғуы мүмкін. Ең үлкен жыртқыштар адамды екіге бөледі.

Статистикаға сәйкес, жыл сайын шамамен 50 000 демалушы терең тұрғындардың шабуылынан зардап шегеді [3]. Көбінесе теңіз жануарлары емес, өйткені олардың көпшілігі адаммен байланыста болғысы келмейді. Инстинкт оларды қорғауға мәжбүр етеді. Сондықтан, мұхиттың үлкен немесе кішкентай тұрғынын көргенде, оған қол тигізбеу керек, бірақ оны жүзіп өту керек. Мұхит түбінде өмір сүретін тіршілік иелері кейде фантастикалық фильмдердің ойдан шығарылған кейіпкерлеріне қарағанда экстравагант болып көрінеді. Сонымен қатар, теңіз тереңдігі әлі толық зерттелмеген. Жалпы барлық теңіз жыртқыштары үлкен емес, бұл кішігірім бөлім болғанымен, бірақ бірдей маңызды жыртқыштарға, соның ішінде балықтардың ерекше атап өтетін кейбір түрлеріне арналған. Осы бөлімде сол жыртқыштардың аң аулау әдістерін, ерекше бейімделулерін және жыртқыш популяцияларды бақылауда және теңіз экожүйелерінің жалпы тепеңдігін сақтауда маңызды рөл атқаратынын зерттей отырып, талқыланған.

### 2.1. Көк сақиналы сегізаяқ

Көк сақиналы сегізаяқ (*Hapalochlaena* тұқымдасы) мұхиттағы ең улы жануарлардың бірі болып табылады. Бұл моллюскілер типіне жататын сегізаяқ Австралия, Индонезия, Филиппин, Жаңа Гвинеяның таяз жылы суларында тіршілік етеді [4-6]. Сары түсті денесі және қара, көк түсті сақиналары арқылы оларды оңай ажыратуға болады. Былай демалушы немесе туристтер кездестірген жағдайда, сегізаяқты ешкім улы екенін білмей қалады. Көк сақиналы сегізаяқтардың мөлшері 12–25 см-ден аспаса да, оның уының күші адамды өлтіруге жеткілікті. Өкінішке орай, көк сақиналы сегізаяқтың уына қарсы дәрі әлі табылған жоқ. Оның уы енгізілгеннен кейін 15 минуттан кейін адамды өлтіреді [7]. Көк сақиналы сегізаяқтың жүйкесі-паралитикалық әсерге ие. Оның құрамында тетродотоксин, серотонин, гиалуронидаза, тирамин, гистамин, триптамин, октопамин, таурин, ацетилхолин және дофамин бар. Тетродотоксин натрий арналарын бітеп, жүйке жүйесінің қозғалтқыш бөліктерінің салдануын, тыныс алудың және оттегінің жетіспеушілігінен жүректің тоқтауын тудырады [8]. Бұл кішкентай тіршілік иелерінің мөлшері тек 20

сантиметрге жетеді. Бүгінгі күнге дейін әлемде бұл моллюскалардың кем дегенде 10 түрі бар екені белгілі, бірақ тек санаулы түрі ғана ғылыми сипатталған [9].

Көк сақиналы сегізаяқ адамдарға үлкен қауіп төндіреді, өйткені бұл моллюсканың бір шағуы 80% жағдайда өлімге әкеледі. Дереккөздерге сәйкес, барша сегізаяқтар арасында тек осы түрі ғана адамды өлтіре алатындығы дәлелденген [10]. Сегізаяқтың уы екі негізгі компоненттен тұрады, олардың бірі адамның жүйке жүйесін парализдейді, ал екіншісі тыныс алу бұлшықеттерін парализдейді. Сегізаяқтың шағуының өзі іс жүзінде ауыртпалықсыз, бірақ салдары қорқынышты. Бірнеше минуттан кейін тістеген жер қатты ауыра бастайды, адам жүрек айнуын сезінеді, басы айналады және галлюцинация пайда болады. Шамамен 3 минуттан кейін жәбірленуші есінен танып қалуы мүмкін, содан кейін сал ауруы пайда болады [11]. Тетродотоксинге қарсы антидот болмағандықтан, дәрігерлер адамды қосымша оттегімен немесе тұзды ерітінділерді көктамыр ішіне енгізуден басқа көп нәрсе істей алмайды. Егер де 1 сағаттан асып, ешқандайда көмек көрсетілмеген жағдайда, уы өлімге алып келеді [12].

Бұл кішкентай көк сақиналы сегізаяқтар әдетте маржан рифтерінде және теңіз түбінің жартасты жерлерінде кездеседі, дегенмен кейбіреулерін толқынды бассейндерде, теңіз шөптері мен балдырлардың қалың бұталарында кездестіруге болады. Олар әдетте түнде шаян тәрізділерді, кейде ұсақ балықтарды аулау үшін пайда болады. Кішкентай мөлшеріне қарамастан, көк сақиналы сегізаяқтар өте шебер аңшылар. Олар шаян тәрізділерді, басқа да ұсақ моллюскаларды ұстайды, тіпті кішкентай балықтардың артынан жүгіреді. Көк сақиналы сегізаяқ балықтар мен моллюскалармен қоректенеді, оларға кенеттен шабуыл жасайды және олжасын тұмсыққа шатырлармен тартады [13]. Содан кейін ол улануды жәбірленушінің қатты қабығы арқылы енгізеді, оны сал етеді және өлтіреді. Әдетте қара қоңыр сақиналары бар сары сегізаяқ қауіп төнген кезде түсін өзгертеді, бұл түс өзгеруі оның терісінің астында хроматофорлар деп аталатын арнайы сия қапшықтарының болуына байланысты. Сегізаяқ қауіпті сезінгенде, бұл дорбалар созылып, оның сақиналары ашық неон көкке айналады (Сурет 1). Қауіп жойылғаннан кейін сөмкелер кішірейіп, түс қалыпты жағдайға оралады [14].



Сурет 1 – Көк сақиналы сегізаяқтар жыртқыштарға олардың улылығы туралы ескерту үшін өздерінің жарқыраған сақиналарын жарқыратады [15].

Сегізаяқтың ішкі анатомиясы да таңқаларлық. Оның қаңқасы жоқ, бірақ күшті бұлшықеттер мен сумен толтырылған былғары қапшық бар. Оттегі тасымалдаушы түтіктер осы сөмкеге қосылған, соның арқасында сегізаяқ су астында ұзақ уақыт тұра алады. Асқорыту мүшелері іш қуысында орналасқан және жыртқышты шайнау үшін өткір тістері бар асқазаннан, сондай-ақ ішек пен тік ішектен тұрады. Ас қорыту жүйесінің ерекшелігі – тамақтанғаннан кейін асқазан ішке қарай бұрылып, антенналар түрінде болуы мүмкін. Сегізаяқтың жүрегі іш қуысында орналасқан және үш бөлімнен тұрады [16]. Үлкен көк сақиналы сегізаяқтар ұзағырақ өмір сүріп қана қоймайды және сәл үлкенірек болады, сонымен қатар планктондық дернәсілдік фазадан өтеді, яғни олар біз білетін сегізаяқтарға айналмас бұрын планктон ретінде басталады. Бұл олардың таралу аймағын кеңейтіп, санын көбейту арқылы олардың одан әрі таралуына көмектеседі [17,18].

## 2.2. АРЫСТАН БАЛЫҚ

Бұл әдемі балықты теңіз арыстанына ұқсатып, “арыстан балық” деген атау берген. Мұның бәрі сыртқы келбетке байланысты: ашық жолақты түс, соның арқасында оны “зебра балығы” деп те атайды және құстардың қанаттарына ұқсайтын үлкен қанаттар «Арыстанды» деген сипаттамамен қосылып тұр [19-21]. Бірақ сыртқы түрі алдамшы екені белгілі – бұл балықтың әрбір қабығы улы. Бұрын теңіз арыстандарын тек үнді және Тынық мұхиттарының суларында – Қытай, Жапония және Австралия жағалауларында кездестіруге болатын. Алайда, жақында олар Кариб теңізінің экожүйесіне қауіп төндіргеннен гөрі Кариб теңізінің жағалауын жаулап алуға шешім қабылдады – су астындағы зебралар Маржан балықтарының көптеген түрлерін, сондай-ақ сүңгуірлер мен серфингшілерді жояды (Сурет 2).



**Сурет 2** – Тынық мұхиттық арыстан балығы *Pterois volitans* Кариб теңізінде айтарлықтай популяцияны құрды және олардың таралу аймағын кеңейтуді жалғастыруда [24].

Бұл арыстан балығының ашық түсі оны тіпті үлкен тереңдікте де байқауға мүмкіндік береді [22]. Арыстанға мұндай түс кездейсоқ берілмейді. Осылайша, ол:

«жақындамаңыз - улы балық» деп ескертеді. Арыстан балықтарының негізгі безендірілуі - дорсальды және кеуде қанаттарының ұзын ленталары, олар арыстанның жалына ұқсайды. Бұл сәнді қанаттарда өткір улы инелер жасырынып, арыстан балықты теңіздердің ең қауіпті тұрғындарының біріне айналдырады [23].

Үнді-Тынық мұхиты аймағында тұратын арыстан балықтары алғаш рет Флорида жағалауында 1980 жылдардың ортасында табылды. Соңғы 15 жылда олардың популяциясы күрт өсті [25]. Арыстан балықтары аквариумшылар арасында танымал, сондықтан аквариум релиздері арқылы жабайы табиғатқа бірнеше рет қашу шабуылдың себебі болуы мүмкін. Арыстан балықтары қазіргі уақытта рифтерде, апаттарда және үлкен Атлант мұхитының жылы теңіз суларында тіршілік ету ортасының басқа түрлерінде кездеседі [26]. Бұл балықтардың ұзындығы бір футқа дейін өседі және қант қамысы жолақтарын көрсетеді. Олардың өткір тікенектерінде күшті у бар. Арыстан балықтарының омыртқасына бір рет шаншу көп күндік ісінуді, ыңғайсыздықты және тіпті сал ауруын тудыруы мүмкін болса да, американдықтар аквариумдарда пайдалану үшін жыл сайын мыңдаған арыстан балықтарын импорттайды [27]. Арыстан балықтарының инъекциясы өте ауыр. Бұл балықтың уы - адам өміріне қауіп төндіреді. Балық өлгеннен кейін де у ұзақ уақыт бойы өз күшін сақтайды. Бұл түрдің тікенектері бірнеше күнге созылатын және қатты ауырсынуды, тершендікті, тыныс алудың бұзылуын және тіпті параличті тудыруы мүмкін улы шаншуды тудырады. Арыстан балықтарының улы бездері омыртқаның екі ойығында орналасқан. Уы бұл ацетилхолин деп аталатын ақуыздың, жүйке-бұлшықет токсинінің және нейротрансмиттердің қосындысы. Омыртқа теріні тесіп болғаннан кейін, омыртқаның ойықтарында орналасқан улы бездерге әсер еткенде, улану жараға енеді [28,29].

Егер сізді арыстан балығы шағып алса, дереу медициналық көмекке жүгінгеніңіз абзал [30]. Арыстан балықтары – ашкөз жыртқыштар. Сонымен қатар, олар селективті емес қоректенгіштер болып табылады. Арыстан балықтары 30 минут ішінде 20 кішкентай балықты жеп, ұзындығының 2/3 бөлігіне дейін олжа алатыны байқалды. Тамақтанғаннан кейін олардың асқазандары қалыпты мөлшерден 30 есе ұлғаяды. Батыс Атлантикадағы арыстан балықтарының асқазан құрамының үлгілері олардың 50-ден астам балық түрін тұтынатынын көрсетті, олардың көпшілігі шамадан тыс ауланған және олардың саны қазірдің өзінде маңызды деңгейге дейін азайды [31]. Осындай экстремалды азықтандыру жылдамдығын ескере отырып, арыстан балықтары азық-түлік көздері үшін күресте жергілікті жыртқыштардан асып түседі, онымен қоса, тікелей жыртқыштық арқылы балық популяциясын азайтады. Олар нәзік экожүйелер үшін қауіпті ғана емес, сонымен қатар адамға өте ауыр шағуды тудыруы мүмкін, әдетте өлімге әкелмейді, бірақ олар қатты ауыруы мүмкін [32]. Арыстан балықтары күн батқаннан кейін аң аулайды, өйткені бұл рифтегі белсенділіктің уақыты. Олар тамақ іздемейді, бұл олардың қадір-қасиетінен жоғары. Арыстан балығы риф бойымен жай сырғып

кетеді, жайылған кеуде қанаттары қаудальды қозғалысты жасырады, сонымен қатар түсі жолақты, басындағы көптеген өсінділер балдырларға еліктейді. Сондықтан аквариумда арыстан балықтары айқын көрінеді, ал рифте олар мүлдем көрінбейді [33].

Арыстан балықтың асқазаны 30 есе ұлғайғанымен, олар 12 апта ішінде аштыққа ұшырауы мүмкін. Көбею жағдайларына келетін болсақ, ұрғашы арыстан балығы жұмыртқалары бар екі қуыс шырышты түтіктерді шығарады, ал ер арыстан балығы оларды ұрықтандырады. Түтіктер сумен қаныққанша және шырышты шарларға айналғанша бетіне жақын жүзеді. Арыстан балықтары өте құнарлы: жұмыртқалар екіден қырық екі мыңға дейін болуы мүмкін [34]. Олар әр 2–3 күн сайын уылдырық шашады және жыл бойы көбейеді. Бір ұрғашы арыстан балығы жылына екі миллионға дейін жаңа балық бере алады [35]. Қазіргі уақытта олардың жойылу қаупі жоқ. Дегенмен, маржан рифтерінің ластануының артуы олардың негізгі азық-түлік көздеріне теріс әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар, егер олардың жыртқыш түрлері азаятын болса, арыстан балықтарының өзі олардың өмір сүруіне қауіп төндіруі мүмкін. Тағы да қоса кетсек, арыстан балықтарының каннибализм ерекшелігі бар, яғни олар тамақ өте шектеулі болса, басқа қанатты балықтарды жеуден тартынбайды [36].

### **2.3. ФИЗАЛИЯ**

Табиғаттың таңғажайып әдемі туындысы – португалдық қайық (физалия) – қаншалықты тартымды болса, соншалықты қауіпті (Сурет 3). Кейбір физалияларда жүзу қуығы су бетінен шығып, желкен рөлін атқарады. Бұл жануардың ұзындығы (пневматофор) шамамен 20-30 сантиметрді құрайды. Ал дактилозоидтардың мөлшері 50 метрге жетеді, бірақ көбінесе олар «бүктелген» күйде болады [37]. Бұл бірге өмір сүретін полиптердің төрт түрінің колониясы. Олардың әрқайсысы өзіне берілген функцияны орындайды. Бірінші полиптің арқасында –

біз сұлулығына таңданатын газ көпіршігі, португалдық қайық жүзіп жүреді және мұхит суларында ағып кетуі мүмкін. Тағы бір полиптер, дактилозоидтар – бұл аң аулау шатырлары, олардың бүкіл ұзындығы бойында жыртқышқа улы инъекция жасайтын инъекциялық жасушалар орналасқан. Кішкентай балықтар, шабақтар, шаян тәрізділер одан бірден өледі, ал үлкендері сал ауруына шалдығады. Ұстағыш шатырлардың арқасында ұсталған олжа полиптердің үшінші түріне – ақуыздарды, көмірсулар мен майларды ыдырату арқылы тағамды қорытатын гастрозоидтарға сүйреледі. Ал төртінші түрі – гонозоидтар – көбею функциясын орындайды [38].

Португалдық қайық тек ағынның немесе желдің арқасында қозғала алады [40]. XV ғасырда көптеген экспедицияларды ұйымдастырушы Генрих Навигатордың кемелерінің атымен аталған португалдық кемелер Дүниежүзілік мұхиттың тропикалық суларында тіршілік етеді. Дегенмен, кейде ағындар оларды солтүстікке апарды: Тынық мұхитында – Жапонияға, Атлант мұхитында, Гольфстримнің арқасында – Шотландия жағалауларына [41]. Кейде физалия көпіршіктерін «үрлеп», суға батырады. Осылайша олар қауіптен аулақ болуға тырысады деп саналады, бірақ бұл мәлімдеме нақты емес болып көрінеді, өйткені португалдық кемелердің жаулары жоқ. Теңіз тасбақалары мен ай балықтары физалияның уына сезімтал емес. Дегенмен, олар физалиялардың санын реттемейтіні анық, себебі олар тек «жем базасы». Физалиялар жыныссыз және үздіксіз көбейеді, сондықтан олар жойылып кету қаупіне ұшырамайды [42]. Теңізде португалдық қайық көгілдір-күлгін және күлгін түстермен жарқыраған күмбездің ашық түсімен айқын көрінеді. Бірақ басым түс әлі де көк, сондықтан Австралияда жылына мыңға жуық адамды физалия шағып алады. Португалдық Қайықтың «шағуынан» болатын ауырсынуды бірнеше ара шағуымен теңестіруге болады [43]. Олармен байланыстан кейін келесі белгілер пайда болуы мүмкін:



**Сурет 3** – Португалдық соғыс адамы (*Physalia physalis*) [39].

- Жабын жүйесі: қышу, жану, қызару, шаншу, бөртпе, көпіршіктер, тыртықтар;

- ас қорыту жүйесі: құсу, жүрек айну, диарея;

- жүйке жүйесі: ұйқышылдық, құрысулар, бас ауруы, бұлшықет спазмы.

Симптомдардың ауырлығы адам ағзасына қанша удың енгеніне тікелей байланысты. Сонымен қатар, медуза неғұрлым жарқын болса, соғұрлым ол улы болады. Егер кептірілген шатырлар тоңазытқышта сақталса, олар улы қасиеттерін алты жылға жуық сақтайды. Егер сіз теңіз арасы сияқты кішкентай медузаның улылығын физалиямен салыстырсаңыз, екіншісі тек улы ғана емес, сонымен қатар адамдар үшін өте қауіпті. Олар табиғаты бойынша екіжақты, яғни әр колония аталықтар немесе аналықтардан тұрады [44,45]. Гонадендрондар деп аталатын тармақ тәрізді құрылымдарда орналасқан гонафорлар жұмыртқаны немесе сперматозоидты шығарады. Жұмыртқа мен сперматозоидтар суға шығарылады, ал жұптасу негізінен күз мезгілінде болады. Ұрықтанған жұмыртқа личинкаға айналады және зооидтардың бүршіктерін тудырады. Өсу әдетте су астында жүреді. Алдымен пневматофорлар өсіріледі, содан кейін гастрозоидтар мен шатырлары бар зооидтар. Пневматофор, сайып келгенде, колония су бетінде жүзе алатындай өзгермелі болады [46].

Бір жағынан, колонияның нәзік және қарабайыр мүшелері белсенді қозғалыстарға және кез-келген мағыналы әрекетке қабілетті емес. Екінші жағынан, тірі кезінде физалиялар сирек жағаға лақтырылады, бұл жоғары дамыған дельфиндер мен алып киттер туралы айту мүмкін емес, олар жиі осындай қиындыққа тап болады. Бұл жануарлардың құпиясы пневматофорада жатыр. Ол колонияның діңіне қиғаш және қозғалыссыз бекітілген -дәл тығыз желкен сияқты [47]. Жел пневматофордың бүйір бетіне соғылған кезде, физалия жүзеді, ал «мұрынға» немесе «артқы жағына» соғылған кезде, ол жай ғана дрейф арқылы су бетінде қозғалыссыз қалады. Осылайша, бірте-бірте өз осімен айнала отырып, бұл жануарлар негізінен ашық мұхит суларында локализацияланған үздіксіз айналмалы көші-қон жасайды. Қажетті желді, физалияны аулаудағы осы керемет қабілеті үшін олар қайықтар деп аталды [48]. Жеке қауіпсіздік үшін физалияның улы қасиеттерін қолданатын симбиоттар да бар. Бұған, мысалы, сифонофораның шатырларының арасынан баспана табатын кішкентай шопан балығы (*Nomeus Gronovii*) жатады. «Шопандар» сифонофорға басқа түрдегі қызмет көрсетеді – олар физалияның шатырларына түсіп қалған жыртқыштар үшін жем болып табылады [49,50].

#### 2.4. МОРАЙ

Морай балығы – жыландарға ұқсас көптеген ерекшеліктері бар жыртқыш (Сурет 4). Мысалы, күшті серпентин денесі оларға су кеңістігінде ыңғайлы қозғалуға ғана емес, сонымен қатар тар шұңқырлар мен жартастарда жасыруға мүмкіндік береді [51]. Таразысыз сәл тегістелген, ұзартылған дене және морайдың тығыз тайғақ терісі жыландар емес, алыстағы жылан туысынан алынған. Балықты қарастыра отырып, жыртқыштың бауырымен жорғалаушыларға қарағанда қаныққан

майлы сүлікке ұқсайтынын көреміз. Әсер қалыңдатылған алдыңғы және кең тұмсыққа, кеуде қанаттарының болмауына және тарылған құйрыққа байланысты. Морай қай жерде өмір сүретініне байланысты, ол қоршаған су асты ландшафтының түсіне ие болады, тіпті аузының ішкі бөлігі де осы түсті қайталайды [28]. Бұл жыртқыш балықтар негізінен түнде аң аулайды. Күндіз олар теңіз түбінде, жартастарда немесе маржан қопаларының арасында жасырылады. Олардың түсі жолақты, дақты, жасыл, қоңыр, сары және басқалары болуы мүмкін, бұл оларға керемет камуфляж жасауға мүмкіндік береді. Әр түрлі түрлердегі дене ұзындығы бірнеше ондаған сантиметрден (экзотикалық балықтарды ұнататындар аквариумдарда осындай морай ұстайды) бірнеше метрге дейін өзгереді. Айтып өткеніміздей олар жыландар сияқты қозғалады: қозғалу кезінде олардың денесі толқынды түрде бүгіледі. Мұндай теңіз балеринасы теңіз түбіндегі кедергілердің арасынан өтіп бара жатқанда, ол көрермендерді таң қалдыратын, гипноздайтын биді орындайтын сияқты [29].



Сурет 4 – Морай [30].

Таиландтың маржан рифтері – морайлардың негізгі мекені. Бұл аймақ Ұлттық теңіз паркі болып табылады және мемлекеттің қорғауында. Мұнда морайдың 200-ге жуық түрі мекендейді. Әрқайсысының маскировка мен аң аулауға арналған ерекше камуфляжы бар. Жыртқыштар тропиктен тыс жерлерде де кең таралған. Олар тереңдігі 20-30 метр таяз суларды, сондай-ақ мұхиттағы терең жерлерді – 130 метрді жақсы игерген [31]. Ежелгі римдіктер еттің ерекше дәмі үшін морайларды өте жоғары бағалады. Олар балықты арнайы жасанды тоғандарда және үлкен аквариумдарда ұстады. Балықтың гастрономиялық құндылықтарын қазіргі уақытта да тексеруге болады – етті мұқият өндеуден кейін жеуге болады [32]. Морайлардың ең үлкені өз аймақтарындағы негізгі жыртқыштар болуы мүмкін, бірақ морайлар барракудалар мен акулалар сияқты балықтардың олжасы болып табылады.

Адамдар теңіз жыландары сияқты морайларды өлтіреді. Бұл балықтар ұсақ балықтарды, шаян тәрізділерді және сегізаяқтарды аулайды. Олар кез-келген жануарға шабуыл жасайды және жейді, олар бүтіндей жұтып немесе жұтуға қолайлы бөліктерге бөле алады [33]. Морайды болжау мүмкін емес және агрессивті болғанымен, олар адамдарға сирек шабуыл жасайды. Алайда, олар мұны істегенде, адамға біраз зиян келтіруі мүмкін, өйткені питбулл сияқты олар олжасын жіберуді ұнатпайды. Адамдар ретінде біз жабайы мораймен күрескен сайын олардың аумағында болатынымызды қабылдауымыз керек. Морайлар бірнеше себептерге

байланысты улы болып келеді. Олар жыландар сияқты улы болмаса да, қауіп төнгенде немесе олжасына шабуыл жасағанда уын шашады. Олардың терісіндегі шырыш құрамында бірнеше токсиндер бар. Ал бұл токсиндер өз кезегінде шырышқа тиетін тіршілік иесіндегі эритроциттерді бұзады.

Морайды үй жануарлары ретінде ұстау қиын. Олардың 90% - ға жуығы аквариумда өмір сүруге жарамайды, өйткені олар тым агрессивті болуы мүмкін. Морай сондай-ақ өте үлкен болып өсе алады, сондықтан олардың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жеткілікті үлкен резервуар қажет. Зебра морайы, шынжырлы морайы, жұлдызды морай, гауһар тасты морай, жолақты морай, айдаһар морайы, барыс морайы, сұр морай, зергерлік морай, алтын құйрықты морай, ала морай және ақ көзді морай сияқты жыланбалықтар аквариумда өмір сүруге ең қолайлы. Бұл түрлер әдетте үш футқа дейін өседі және туыстарына қарағанда кішірек резервуарға сыяды. Қарлы морай небәрі 40 дюймге дейін өседі және қолға үйретілуі мүмкін, нәтижесінде бұл морайды үй жануарлары ретінде ұстауға қатысты ең жақсы бірінші таңдау [34].

Морайлардың көру қабілеті нашар болғанымен, олардың көздері бастың жоғарғы жағында орналасқан, сондықтан олар су үстінде көре алады. Морайлар әдетте топта өмір сүрмейтін жалғыз жануарлар болып табылады. Алайда, кейде олар үлкен олжаны аулау үшін бірге жұмыс істейді [35]. Морайдың қызықты ерекшелігі – тілдің болмауы. Олардың күшті жақтары 23-28 өткір азу тістерімен немесе артқа қарай қисайған тістерімен қысылған, бұл морайларға көздеген олжасын ұстауға көмектеседі. Барлық дерлік морайлардың тістері бір қатарда орналасады, тағы бір ерекшелік – Атлантикалық жасыл морайдың тістері таңдай сүйегінде орналасқан [36]. Ұзақ уақыт бойы морай улы және адамдар үшін қауіпті деп есептелді, бұл тек тістің аузына байланысты емес. Болжам бойынша, теріні улы шырыш жабады (бұған ғылыми дәлел жоқ), ал жылан сияқты тістер жараларға уландырады (бірақ оны шығаратын бездер де жоқ). Тістелген жер жыртылып, қатты ауырады және ұзақ уақыт емделеді. Өйткені олардың ауыздарынан сілекей бөлінеді, ал онда тамақ қалдықтары жабысып қалатындықтан патогендік бактериялар толығымен көбейеді.

Жыртқышты мұқият зерттегенге дейін оның тістерінің арналарында улы бездер бар деп есептелді. Бұл болжам морай шағуынан бірнеше өлімнен кейін пайда болды, бірақ зерттеулер керісінше дәлелдеді, бұл улы балық емес. Доғалы тістер, олардың арасында дамиды бактериялар – жараларды жұқтырудың, аяқ-қолдардың ампутациясының немесе өлімнің жалғыз себебі [37]. Жылы суларда өмір сүрген морай қыс мезгілінде желтоқсаннан ақпанға дейін көбейеді. Аналықтары таяз суда пайда болады, онда олар жұмыртқаны белгілейді, содан кейін аталықтар пайда болады және жұмыртқаны ұрықтандырады. Олар мұны ретсіз жасайды, сондықтан бірнеше аталық бір іліністі ұрықтандыруы мүмкін. Содан кейін жұмыртқадан морай личинкалары пайда болады, оны лептоцефалия деп атайды. Уылдырық бірнеше апта бойы піседі, содан кейін личинкалар пайда болады, олар басқа ұсақ азық-түлік заттарымен бірге акватория арқылы таралады. Олардың мөлшері тек 10 миллиметрге жетеді.

Бұл кезеңде личинкалар өте осал болады. 6 жыл өмір сүргеннен кейін, морай өсіру процесін бастай алады [38].

### **3. ЗЕРТТЕЛУІ КЕРЕК БӨЛІМДЕРІ**

Әлі күнге дейін уына дәрі табылмаған көк сақиналы сегізаяқтың 10-ға жетерліктей түрі бар. Бірақ үш түрі ғана қазіргі таңда нақты зерттеліп бітті. Олар үлкен көк сақиналы, кіші көк сақиналы немесе оңтүстік және көк жолақты сегізаяқтар. Кейбір дереккөздерде түрлері туралы айтылады, бірақ бұл түр әлі расталмаған және толық зерттелмеген.

Жоғарыда айтып өткеніміздей, арыстан балықтарының бір ерекшелігі – оларда каннибализм бар деген болатынбыз, яғни оларға тамақ өте шектеулі болса, басқа қанатты балықтарды жеуден тартынбайды. Бірақ ойландыратын сұрақ неге дәл осы арыстан балықтарда каннибализм кездеседі, сонда тамақ қатты керек болған жағдайда, олар өз отбасында азық етуге дайын ба? Тағы да біраз қарастыратын жағдайды атап өтсек, деректер бойынша арыстан балықтар бұлыңғыр тереңдікте тіршілік еткенді жөн көреді. Сонда бұл дегеніміз, олардың көз бөлімдері жақсы дамыған дегенді білдіреді ме, әлде басқа балықтарға қарағанда өзіндік ерекшеліктері бар ма?

Жеке организм болып табылмайтын физалия жылы теңіздер мен мұхиттарда өмір сүреді, көбінесе Кубада және Солтүстік Атлант мұхитының шығанақтарында, сондай-ақ Тынық мұхиты мен Үнді мұхиттарының субтропиктік бөлігінде кездестіруге болады. Бірақ та, бір қызықты жайт әлі күнге дейін физалияға теңіздер мен мұхиттардың ластануы қалай әсер ететіні белгісіз.

Кәдімгі балықтар судың ағысында бірқалыпты болу үшін, суды ауызынан өткізіп, желбезек қақпақтары арқылы шығарады. Ал, міне морайлар желбезек арқылы айдалатын судың кіруі мен шығуын қай мүшесі арқылы қамтамасыз етеді? Осы пікір бойынша мәліметтер аз. Бұл дегеніміз, морайдың бас бөлімі мен жалпы тыныс алу процесі терең зерттеулерді қажет етеді.

Тағы да қоса кететін мәлімет, жалпы морай туралы тақырып қозғалғанда, ойымызға бірінші келетіні, ол улы ма? Тістеген жағдайда өмірімізге қауіпті ме, әлде жоқ па, бұл туралы нақты дәлел жоқ. Тропикте мекендейтін морайлар көбінесе улы балықтармен қоректенеді, олардың уын бауырында, басқа мүшелерінде сақтайды. Сондықтан Жерорта теңізі морайын қауіпсіз деп есептеп, жеуге болады, ал Кариб теңізінде ауланған балықтан бас тартқан дұрыс деп кеңес бере аламыз. Бірақ сонда да қауіпсіз екен деп бей жай қарамай, сақ болғанымыз жөн.

### **4. ҚОРЫТЫНДЫ**

Зерттеуді қажет ететін теңіз жыртқыштары мұхиттар мен теңіздердің экожүйесінде маңызды рөл атқарады. Олар жыртқыш популяцияларды бақылайтын және биоәртүрлілікті сақтайтын азық-түлік тізбегінің шыңдары. Теңіз жыртқыштарының анатомиясы мен физиологиясы олардың жыртқыш өмір салтына бейімделген, мамандандырылған органдар мен құралдардың көмегімен олар жемтігін сәтті аулай алады. Теңіз ортасына бейімделу теңіз жануарларының жыртқыш мінез-құлқына да әсер етеді. Олар бәсекелестік пен қауіп-

кәтерді жеңу үшін қорғаныс механизмдері мен күресу стратегияларын дамытады. Алайда, адам әрекеті ластану, шамадан тыс балық аулау және тіршілік ету ортасының жоғалуы сияқты теңіз жыртқыштарындағы жыртқыштыққа бейімделуге теріс әсер етеді. Сондықтан теңіз жыртқыштарын толығырақ зерттеу, қорғау және сақтау теңіз экожүйелеріндегі биоәртүрлілік пен экологиялық тепе-теңдікті сақтаудың маңызды міндеті болып табылады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Drazen J.C., Sutton T.T. Dining in the deep: the feeding ecology of deep-sea fishes // *Annual review of marine science*. – 2017. – Vol. 9(1). – P. 337-366. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060543>.
2. Costello M.J., Chaudhary C. Marine biodiversity, biogeography, deep-sea gradients, and conservation // *Current Biology*. – 2017. – Vol. 27(11). – P. R511-R527. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.060>.
3. Clark M.R., Althaus F., Schlacher T.A., Williams A., Bowden D.A., Rowden, A.A. The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review. // *ICES Journal of Marine Science*. – 2016. – Vol. 73(suppl\_1). – P. i51-i69.
4. Whitelaw B.L., Finn J.K., Zenger K.R., Cooke I.R., Morse P., Strugnell J.M. SNP data reveals the complex and diverse evolutionary history of the blue-ringed octopus genus (Octopodidae: Hapalochlaena) in the Asia-Pacific // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2023. – Vol. 186. – P. 107827. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2023.107827>.
5. Zhou Y., Cao X., Chen Y., Li Y., Ma J., Song J., Liu X., Blue-ringed Octopus inspired slippery coating with physico-chemical synergistic antifouling properties // *Chemical Engineering Journal*. – 2023. – Vol. 477. – P. 147177.
6. Williams B.L., Caldwell R.L., Hapalochlaena lunulata, greater blue-ringed octopus // *In Octopus Biology and Ecology*. – 2024. – P. 259-279. Academic Press.
7. Sauer W.H., Gleadall I.G., Downey-Breedt N., Doubleday Z., Gillespie G., Haimovici M., Ibáñez C.M., Katugin O.N., Leporati S., Lipinski M.R., Markaida U. World octopus fisheries // *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. – 2021. – Vol. 29(3). – P. 279-429.
8. Zhu Z., Wang J., Pei X., Chen J., Wei X., Liu Y., Xia P., Wan Q., Gu Z., He Y. Blue-ringed octopus-inspired microneedle patch for robust tissue surface adhesion and active injection drug delivery // *Science Advances*. – 2023. – Vol. 9(25). – P. eadh2213. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2213>.
9. Williamson J.A. The blue-ringed octopus bite and envenomation syndrome // *Clinics in Dermatology*. – 1987. – Vol. 5(3). – P. 127-133. [https://doi.org/10.1016/s0738-081x\(87\)80019-6](https://doi.org/10.1016/s0738-081x(87)80019-6).
10. Whitelaw B.L., Jones D.B., Guppy J., Morse P., Strugnell J.M., Cooke I.R., Zenger, K. High-density genetic linkage map of the Southern Blue-Ringed Octopus (Octopodidae: Hapalochlaena maculosa) // *Diversity*. – 2022. – Vol. 14(12). – P. 1068.
11. Zhang Y., Yamate Y., Takegaki T., Arakawa O., Takatani T. Tetrodotoxin Profiles in Xanthid Crab *Atergatis floridus* and Blue-Lined Octopus *Hapalochlaena cf. fasciata* from the Same Site in Nagasaki, Japan // *Toxins*. – 2023. – Vol. 15(3). – P. 193. <https://doi.org/10.3390/toxins15030193>.
12. Morse P., Kjeldsen S.R., Meekan M.G., McCormick M.I., Finn J.K., Huffard C.L., Zenger K.R. Genome-wide comparisons reveal a clinal species pattern within a holobenthic octopod-the Australian Southern blue-ringed octopus, *Hapalochlaena maculosa* (Cephalopoda: Octopodidae) // *Ecology and Evolution*. – 2018. – Vol. 8(4). – P. 2253-2267. <https://doi.org/10.1002/ece3.3845>.
13. Whitelaw B.L., Cooke I.R., Finn J., Zenger K., Strugnell J.M. The evolution and origin of tetrodotoxin acquisition in the blue-ringed octopus (genus *Hapalochlaena*) // *Aquatic toxicology*. – 2019. – Vol. 206. – P. 114-122. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.10.012>.
14. Mähger L.M., Bell G.R., Kuzirian A.M., Allen J.J., Hanlon R.T. How does the blue-ringed octopus (*Hapalochlaena lunulata*) flash its blue rings? // *Journal of Experimental Biology*. – 2012. – Vol. 215(21). – P. 3752-3757. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.10.012>.
15. Baker H. Blue-ringed octopus, one of the most toxic animals on Earth, bites woman multiple times. *Live Science*. – 2023. Available from: <https://www.livescience.com/blue-ringed-octopus-one-of-the-most-toxic-animals-on-earth-bites-woman-multiple-times>.
16. Sutherland S.K., Broad A.J. Tetrodotoxin in the blue-ringed octopus // *The Medical Journal of Australia*. – 1978. – Vol. 2(1). – P. 34-35.
17. Overath H., Von Boletzky S. Laboratory observations on spawning and embryonic development of a blue-ringed octopus // *Marine Biology*. – 1974. – Vol. 27. – P. 333-337.
18. Kim J.H., Kim D.W., Cho S.R., Lee K.J., Mok J.S. Tetrodotoxin and the Geographic Distribution of the Blue-Lined Octopus *Hapalochlaena fasciata* on the Korean Coast // *Toxins*. – 2023. – Vol. 15(4). – P. 279. <https://doi.org/10.3390/toxins15040279>.
19. Batjakas I.E., Evangelopoulos A., Giannou M., Pappou S., Papanikola E., Atsikvasi M., Poursanidis D., Gubili C. Lionfish diet composition at three study sites in the Aegean Sea: an invasive generalist? // *Fishes*. – 2023. – Vol. 8(6). – P. 314.
20. Schilling H.T., Kalogirou S., Michail C., Kleitou P. Testing passive dispersal as the key mechanism for lionfish invasion in the Mediterranean Sea using Lagrangian particle tracking // *Biological Invasions*. – 2024. – Vol. 26(2). – P. 505-514.
21. Ulman A., Ali F.Z., Harris H.E., Adel M., Mabruk S.A.A., Bariche M., Candelmo A.C., Chapman J.K., Çiçek B.A., Clements K.R., Fogg A.Q. Lessons from the Western Atlantic lionfish invasion to inform management in the Mediterranean // *Frontiers in Marine Science*. – 2022. – Vol. 9. – P. 865162.
22. Hixon M.A., Green S.J., Albins M.A., Akins J.L.,

- Morris Jr J.A. Lionfish: a major marine invasion // *Marine Ecology Progress Series.* – 2016. – Vol. 558. – P. 161-165.
23. Gardner P.G., Frazer T.K., Jacoby C.A., Yanong R.P. Reproductive biology of invasive lionfish (*Pterois* spp.) // *Frontiers in Marine Science.* – 2015. – Vol. 2. – P. 7.
24. Luiz O.J., Floeter S.R., Rocha L.A., Ferreira C.E. Perspectives for the lionfish invasion in the South Atlantic: Are Brazilian reefs protected by the currents? // *Marine Ecology Progress Series.* – 2013. – Vol. 485. – P. 1-7.
25. Kleitou P., Rees S., Cecconi F., Kletou D., Savva I., Cai L.L., Hall-Spencer J.M. Regular monitoring and targeted removals can control lionfish in Mediterranean Marine Protected Areas // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems.* – 2021. – Vol. 31(10). – P. 2870-2882.
26. Savva I., Chartosia N., Antoniou C., Kleitou P., Georgiou A., Stern N., Hadjioannou L., Jimenez C., Andreou V., Hall-Spencer J.M., Kletou D. They are here to stay: the biology and ecology of lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea // *Journal of Fish Biology.* – 2020. – Vol. 97(1). – P. 148-162. <https://doi.org/10.1111/jfb.14340>.
27. Harris H.E., Fogg A.Q., Allen M.S., Ahrens R.N., Patterson W.F. Precipitous declines in northern Gulf of Mexico invasive lionfish populations following the emergence of an ulcerative skin disease // *Scientific reports.* – 2020. – Vol. 10(1). – P. 1934. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58886-8>.
28. Soares M.O., Feitosa C.V., Garcia T.M., Cottens K.F., Vinicius B., Paiva S.V., Duarte O.D.S., Gurjão L.M., Silva G.D.D.V., Maia R.C., Previatto D.M. Lionfish on the loose: *Pterois* invade shallow habitats in the tropical southwestern Atlantic // *Frontiers in Marine Science.* – 2022. – Vol. 9. – P. 956848.
29. Bottacini D., Pollux B.J., Nijland R., Jansen P.A., Nauguib M., Kotschal A. Lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea: a review of the available knowledge with an update on the invasion front // *NeoBiota.* – 2024. – Vol. 92. – P. 233-257.
30. Morris J.A. Invasive lionfish: a guide to control and management. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. – 2012.
31. Côté I.M., Green S.J., Hixon M.A. Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean // *Biological Conservation.* – 2013. – Vol. 164. – P. 50-61.
32. Eddy C., Pitt J., Oliveira K., Morris J.A., Potts J., Bernal D. The life history characteristics of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *P. miles*) in Bermuda // *Environmental Biology of Fishes.* – 2019. – Vol. 102. – P. 887-900.
33. Loya-Cancino K.F., Ángeles-González L.E., Yañez-Arenas C., Ibarra-Cerdeña C.N., Velázquez-Abunader I., Aguilar-Perera A., Vidal-Martínez V.M. Predictions of current and potential global invasion risk in populations of lionfish (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) under climate change scenarios // *Marine Biology.* – 2023. – Vol. 170(3). – P. 27.
34. Côté I.M., Smith N.S. The lionfish *Pterois* sp. invasion: Has the worst-case scenario come to pass? // *Journal of Fish Biology.* – 2018. – Vol. 92(3). – P. 660-689. <https://doi.org/10.1111/jfb.13544>.
35. Brown-Peterson N.J., Hendon J.R. Notes on the biology of invasive lionfish (*Pterois* sp.) from the northcentral Gulf of Mexico // *Gulf and Caribbean Research.* – 2013. – Vol. 25(1). – P. 117-120.
36. Harris H.E., Patterson W.F., Ahrens R.N., Allen M.S., Chagaris D.D., Larkin S.L. The bioeconomic paradox of market-based invasive species harvest: a case study of the commercial lionfish fishery // *Biological Invasions.* – 2023. – Vol. 25(5). – P. 1595-1612.
37. Macías D., Prieto L., García-Gorrioz E. A model-based management tool to predict the spread of *Physalia physalis* in the Mediterranean Sea. Minimizing risks for coastal activities // *Ocean & Coastal Management.* – 2021. – Vol. 212. – P. 105810.
38. Carneiro A., Nascimento L.S., Noernberg M.A., Hara C.S., Pozo A.T.R. Social media image classification for jellyfish monitoring // *Aquatic Ecology.* – 2024. – Vol. 58(1). – P. 3-15.
39. Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*). April 15, 2024. Available from: <https://www.britannica.com/animal/Portuguese-man-of-war#/media/1/471668/272721>.
40. Pontin D.R., Cruickshank R.H. Molecular phylogenetics of the genus *Physalia* (Cnidaria: Siphonophora) in New Zealand coastal waters reveals cryptic diversity // *Hydrobiologia.* – 2012. – Vol. 686. – P. 91-105.
41. Torres-Conde E.G., Martínez-Daranas B., Prieto L. The havana littoral, an area of distribution for *physalia physalis* in the atlantic ocean // *Regional Studies in Marine Science.* – 2021. – Vol. 44. – P. 101752.
42. Yang Y., Chen L., Liu Z., Zhang S. Bionic Design and Experimental Validation of a Robotic Airship Inspired by the *Physalia physalis* // *Journal of Bionic Engineering.* – 2024. – Vol. 21(2). – P. 740-753.
43. Bardi J., Marques A.C. Taxonomic redescription of the Portuguese man-of-war, *Physalia physalis* (Cnidaria, Hydrozoa, Siphonophorae, Cystonectae) from Brazil. *Iheringia // Série Zoologia.* – 2007. – Vol. 97. – P. 425-433.
44. Bourg N., Schaeffer A., Cetina-Heredia P., Lawes J.C., Lee D. Driving the blue fleet: Temporal variability and drivers behind bluebottle (*Physalia physalis*) beachings off Sydney, Australia // *Plos one.* – 2022. – Vol. 17(3). P. e0265593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265593>.
45. Church S.H., Abedon R.B., Ahuja N., Anthony C.J., Ramirez D.A., Rojas L.M., Albinsson M.E., Álvarez Trasobares I., Bergemann R.E., Bogdanovic O., Burdick D.R. Global genomics of the man-o'-war (*Physalia*) reveals biodiversity at the ocean surface // *bioRxiv.* – 2024. – P. 2024-07.
46. Bourg N., Schaeffer A., Cetina-Heredia P., Lawes J.C., Lee D. Driving the blue fleet: Temporal variability and drivers behind bluebottle (*Physalia physalis*) beachings off Sydney, Australia // *Plos one.* – 2022. – Vol. 17(3). – P. e0265593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265593>.
47. Anthony C.J., Bentlage B., Helm R.R. Animal evolution at the ocean's water-air interface // *Current Biology.* – 2024. – Vol. 34(1). – P. 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.11.013>.
48. Tiralongo F., Badalamenti R., Arizza V., Prieto L., Lo Brutto S. The Portuguese Man-of-War has always entered the Mediterranean sea-Strandings, sightings, and museum collections // *Frontiers in Marine Science.* – 2022. – Vol. 9. – P.



856979.

49. Bachouche S., Ghribi T., Rouidi S., Etsouri M., Belkacem Y., Selmani R., Djellali M., Hadj Aissa R., Grimes S. The First recorded occurrences and the distribution of *Physalia physalis* (Hydrozoa: Physaliidae) in Algerian Waters // *Ocean Science Journal*. – 2022. – Vol. 57(3). – P. 411-419.

50. Anthony C.J. Beachside banquet: Ants' appetite for shipwrecked siphonophores // *Food Webs*. – 2024. – Vol. 38. – P. e00332.

51. Smith D.G. A checklist of the moray eels of the world (Teleostei: Anguilliformes: Muraenidae) // *Zootaxa*. – 2012. – Vol. 3474(1). – P. 1-64.

52. Loh K.H., Shao K.T., Ho H.C., Lim P.E., Chen H.M. A new species of moray eel (Anguilliformes: Muraenidae) from Taiwan, with comments on related elongate unpaterned species // *Zootaxa*. – 2015. – Vol. 4060(1). – P. 30-40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4060.1.5>.

53. Moray Eel Behavior. April 15, 2024. Available from: <https://animalbehaviorcorner.com/moray-eel-behavior/>.

54. Sanchez-Henao A., García-Álvarez N., Sergent F.S., Estévez P., Gago-Martínez A., Martín F., Ramos-Sosa M., Fernández A., Diogène J., Real F. Presence of CTXs in moray eels and dusky groupers in the marine environment of the Canary Islands // *Aquatic Toxicology*. – 2020. – Vol. 221. – P. 105427. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105427>.

55. Reece J.S., Bowen B.W., Smith D.G., Larson A. Molecular phylogenetics of moray eels (Muraenidae) demonstrates multiple origins of a shell-crushing jaw (*Gymnomuraena*, *Echidna*) and multiple colonizations of the Atlantic Ocean // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2010. – Vol. 57(2). – P. 829-835. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.07.013>.

56. Lin Y.J., Chen H.M. Directional asymmetry in gonad length indicates moray eels (Teleostei, Anguilliformes, Muraenidae) are “right-gonadal” // *Scientific Reports*. – 2023. – Vol. 13(1). – P. p.2963. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29218-3>.

57. Wang F.Y., Tang M.Y., Yan H.Y. A comparative study on the visual adaptations of four species of moray eel // *Vision Research*. – 2011. – Vol. 51(9). – P. 1099-1108. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.02.025>.

58. Guarnaccia A.M., Krivoshik S.R., Sparks J.S., Gruber D.F., Gaffney J.P. Discovery and characterization of a bilirubin inducible green fluorescent protein from the moray eel *Gymnothorax zonipectis* // *Frontiers in Marine Science*. – 2021. – Vol. 8. – P. 678571.

59. Koçak M., Yazıcı M.V., Akdal E., Can F.C., Gezgin E. Utilization of Function Generation Synthesis on Biomimetics: A Case Study on Moray Eel Double Jaw Design // *Biomimetics*. – 2022. – Vo. 7(4). – P. 145. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7040145>.

60. Johnson G.D. Revisions of anatomical descriptions of the pharyngeal jaw apparatus in moray eels of the family Muraenidae (Teleostei: Anguilliformes) // *Copeia*. – 2019. – Vol. 107(2). – P. 341-357.

61. Chan T.Y. Regional variations in the risk and severity of ciguatera caused by eating moray eels // *Toxins*. – 2017. – Vol. 9(7). – P. 201. <https://doi.org/10.3390/toxins9070201>.

62. Clementi G.M., Bakker J., Flowers K.I., Postaire B.D., Babcock E.A., Bond M.E., Buddo D., Cardeñosa D., Currey-Randall L.M., Goetze J.S., Harvey E.S. Moray eels are more common on coral reefs subject to higher human pressure in the greater Caribbean // *Iscience*. – 2021. – Vol. 24(3). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102097>.

63. Lim J.Y., Guan K.L., Schönberg C.H.L. Aggressive behaviour in moray eels versus species identity: do I oust you, or do I eat you? // *Marine Biology*. – 2023. – Vol. 170(12). – P. 160.

64. Huang W.C., Balisco R.A., Evacitas F.C., Liao T.Y. Description of a new moray eel (Anguilliformes: Muraenidae) from the Philippines, with a preliminary assessment of genetic and morphological variations of the *Uropterygius concolor* species complex // *Journal of Fish Biology*. – 2023. – Vol. 103(3). – P. 593-602. <https://doi.org/10.1111/jfb.15472>.

65. Matić-Skoko S., Tutman P., Bojanić Varezić D., Skaramuca D., Đikić D., Lisičić D., Skaramuca B. Food preferences of the Mediterranean moray eel, *Muraena helena* (Pisces: Muraenidae), in the southern Adriatic Sea // *Marine biology research*. – 2014. – Vol. 10(8). – P. 807-815.

66. Zhang K., Huang Y., Zhang Y., Liang R., Li Q., Li R., Zhao X., Bian C., Chen Y., Wu J., Shi Q. A chromosome-level reference genome assembly of the Reeve's moray eel (*Gymnothorax reevesii*) // *Scientific Data*. – 2023. – Vol. 10(1). – P. 501. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02394-7>.

67. Dao H.V., Le H.H.K., Le T.T.T., Pham K.X., Bui M.Q., Chan L.L. Ciguatera in moray eels raising the risk for seafood safety in Viet Nam // *Fisheries Science*. – 2022. – Vol. 88(6). – P. 821-830.

68. Li Y., Zhang L., Song P., Shan B., Lin L. Genetic homogeneity detectable in the sedentary moray eel *Gymnothorax minor* based on mitochondrial DNA analysis // *Regional Studies in Marine Science*. – 2021. – Vol. 41. – P. 101504.

## REFERENCES

1. Drazen J.C., Sutton T.T. Dining in the deep: the feeding ecology of deep-sea fishes // *Annual review of marine science*. – 2017. – Vol. 9(1). – P. 337-366. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060543>.

2. Costello M.J., Chaudhary C. Marine biodiversity, biogeography, deep-sea gradients, and conservation // *Current Biology*. – 2017. – Vol. 27(11). – P. R511-R527. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.060>.

3. Clark M.R., Althaus F., Schlacher T.A., Williams A., Bowden D.A., Rowden, A.A. The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review. // *ICES Journal of Marine Science*. – 2016. – Vol. 73(suppl\_1). – P. i51-i69.

4. Whitelaw B.L., Finn J.K., Zenger K.R., Cooke I.R., Morse P., Strugnell J.M. SNP data reveals the complex and diverse evolutionary history of the blue-ringed octopus genus (*Octopodidae: Hapalochlaena*) in the Asia-Pacific // *Mo-*

- lecular Phylogenetics and Evolution. – 2023. – Vol. 186. – P. 107827. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2023.107827>.
5. Zhou Y., Cao X., Chen Y., Li Y., Ma J., Song J., Liu X., Blue-ringed Octopus inspired slippery coating with physico-chemical synergistic antifouling properties // *Chemical Engineering Journal*. – 2023. – Vol. 477. – P. 147177.
6. Williams B.L., Caldwell R.L., Hapalochlaena lunulata, greater blue-ringed octopus // In *Octopus Biology and Ecology*. – 2024. – P. 259-279. Academic Press.
7. Sauer W.H., Gleadall I.G., Downey-Breedt N., Doubleday Z., Gillespie G., Haimovici M., Ibáñez C.M., Katugin O.N., Leporati S., Lipinski M.R., Markaida U. World octopus fisheries // *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. – 2021. – Vol. 29(3). – P. 279-429.
8. Zhu Z., Wang J., Pei X., Chen J., Wei X., Liu Y., Xia P., Wan Q., Gu Z., He Y. Blue-ringed octopus-inspired microneedle patch for robust tissue surface adhesion and active injection drug delivery // *Science Advances*. – 2023. – Vol. 9(25). – P. eadh2213. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2213>.
9. Williamson J.A. The blue-ringed octopus bite and envenomation syndrome // *Clinics in Dermatology*. – 1987. – Vol. 5(3). – P. 127-133. [https://doi.org/10.1016/s0738-081x\(87\)80019-6](https://doi.org/10.1016/s0738-081x(87)80019-6).
10. Whitelaw B.L., Jones D.B., Guppy J., Morse P., Strugnell J.M., Cooke I.R., Zenger, K. High-density genetic linkage map of the Southern Blue-Ringed Octopus (Octopodidae: Hapalochlaena maculosa) // *Diversity*. – 2022. – Vol. 14(12). – P. 1068.
11. Zhang Y., Yamate Y., Takegaki T., Arakawa O., Takatani T. Tetrodotoxin Profiles in Xanthid Crab *Atergatis floridus* and Blue-Lined Octopus *Hapalochlaena cf. fasciata* from the Same Site in Nagasaki, Japan // *Toxins*. – 2023. – Vol. 15(3). – P. 193. <https://doi.org/10.3390/toxins15030193>.
12. Morse P., Kjeldsen S.R., Meekan M.G., McCormick M.I., Finn J.K., Huffard C.L., Zenger K.R. Genome-wide comparisons reveal a clinal species pattern within a holobenthic octopod—the Australian Southern blue-ringed octopus, *Hapalochlaena maculosa* (Cephalopoda: Octopodidae) // *Ecology and Evolution*. – 2018. – Vol. 8(4). – P. 2253-2267. <https://doi.org/10.1002/ece3.3845>.
13. Whitelaw B.L., Cooke I.R., Finn J., Zenger K., Strugnell J.M. The evolution and origin of tetrodotoxin acquisition in the blue-ringed octopus (genus *Hapalochlaena*) // *Aquatic toxicology*. – 2019. – Vol. 206. – P. 114-122. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.10.012>.
14. Mäthger L.M., Bell G.R., Kuzirian A.M., Allen J.J., Hanlon R.T. How does the blue-ringed octopus (*Hapalochlaena lunulata*) flash its blue rings? // *Journal of Experimental Biology*. – 2012. – Vol. 215(21). – P. 3752-3757. <https://doi.org/10.1016/j.jaquatox.2018.10.012>.
15. Baker H. Blue-ringed octopus, one of the most toxic animals on Earth, bites woman multiple times. Live Science. – 2023. Available from: <https://www.livescience.com/blue-ringed-octopus-one-of-the-most-toxic-animals-on-earth-bites-woman-multiple-times>.
16. Sutherland S.K., Broad A.J. Tetrodotoxin in the blue-ringed octopus // *The Medical Journal of Australia*. – 1978. – Vol. 2(1). – P. 34-35.
17. Overath H., Von Boletzky S. Laboratory observations on spawning and embryonic development of a blue-ringed octopus // *Marine Biology*. – 1974. – Vol. 27. – P. 333-337.
18. Kim J.H., Kim D.W., Cho S.R., Lee K.J., Mok J.S. Tetrodotoxin and the Geographic Distribution of the Blue-Lined Octopus *Hapalochlaena fasciata* on the Korean Coast // *Toxins*. – 2023. – Vol. 15(4). – P. 279. <https://doi.org/10.3390/toxins15040279>.
19. Batjakas I.E., Evangelopoulos A., Giannou M., Pappou S., Papanikola E., Atsikvasi M., Poursanidis D., Gubili C. Lionfish diet composition at three study sites in the Aegean Sea: an invasive generalist? // *Fishes*. – 2023. – Vol. 8(6). – P. 314.
20. Schilling H.T., Kalogirou S., Michail C., Kleitou P. Testing passive dispersal as the key mechanism for lionfish invasion in the Mediterranean Sea using Lagrangian particle tracking // *Biological Invasions*. – 2024. – Vol. 26(2). – P. 505-514.
21. Ulman A., Ali F.Z., Harris H.E., Adel M., Mabruk S.A.A., Bariche M., Candelmo A.C., Chapman J.K., Çiçek B.A., Clements K.R., Fogg A.Q. Lessons from the Western Atlantic lionfish invasion to inform management in the Mediterranean // *Frontiers in Marine Science*. – 2022. – Vol. 9. – P. 865162.
22. Hixon M.A., Green S.J., Albins M.A., Akins J.L., Morris Jr J.A. Lionfish: a major marine invasion // *Marine Ecology Progress Series*. – 2016. – Vol. 558. – P. 161-165.
23. Gardner P.G., Frazer T.K., Jacoby C.A., Yanong R.P. Reproductive biology of invasive lionfish (*Pterois* spp.) // *Frontiers in Marine Science*. – 2015. – Vol. 2. – P. 7.
24. Luiz O.J., Floeter S.R., Rocha L.A., Ferreira C.E. Perspectives for the lionfish invasion in the South Atlantic: Are Brazilian reefs protected by the currents? // *Marine Ecology Progress Series*. – 2013. – Vol. 485. – P. 1-7.
25. Kleitou P., Rees S., Cecconi F., Kletou D., Savva I., Cai L.L., Hall-Spencer J.M. Regular monitoring and targeted removals can control lionfish in Mediterranean Marine Protected Areas // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. – 2021. – Vol. 31(10). – P. 2870-2882.
26. Savva I., Chartosia N., Antoniou C., Kleitou P., Georgiou A., Stern N., Hadjioannou L., Jimenez C., Andreou V., Hall-Spencer J.M., Kletou D. They are here to stay: the biology and ecology of lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea // *Journal of Fish Biology*. – 2020. – Vol. 97(1). – P. 148-162. <https://doi.org/10.1111/jfb.14340>.
27. Harris H.E., Fogg A.Q., Allen M.S., Ahrens R.N., Patterson W.F. Precipitous declines in northern Gulf of Mexico invasive lionfish populations following the emergence of an ulcerative skin disease // *Scientific reports*. – 2020. – Vol. 10(1). – P. 1934. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58886-8>.
28. Soares M.O., Feitosa C.V., Garcia T.M., Cottens K.F., Vinicius B., Paiva S.V., Duarte O.D.S., Gurjão L.M., Silva G.D.D.V., Maia R.C., Previatto D.M. Lionfish on the loose: *Pterois* invade shallow habitats in the tropical southwestern Atlantic // *Frontiers in Marine Science*. – 2022. – Vol. 9. – P. 956848.
29. Bottacini D., Pollux B.J., Nijland R., Jansen P.A., Nanguib M., Kotrschal A. Lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea: a review of the available knowledge with an

- update on the invasion front // *NeoBiota*. – 2024. – Vol. 92. – P. 233-257.
30. Morris J.A. Invasive lionfish: a guide to control and management. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. – 2012.
31. Côté I.M., Green S.J., Hixon M.A. Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean // *Biological Conservation*. – 2013. – Vol. 164. – P. 50-61.
32. Eddy C., Pitt J., Oliveira K., Morris J.A., Potts J., Bernal D. The life history characteristics of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *P. miles*) in Bermuda // *Environmental Biology of Fishes*. – 2019. – Vol. 102. – P. 887-900.
33. Loya-Cancino K.F., Ángeles-González L.E., Yañez-Arenas C., Ibarra-Cerdeña C.N., Velázquez-Abunader I., Aguilar-Perera A., Vidal-Martínez V.M. Predictions of current and potential global invasion risk in populations of lionfish (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) under climate change scenarios // *Marine Biology*. – 2023. – Vol. 170(3). – P. 27.
34. Côté I.M., Smith N.S. The lionfish *Pterois* sp. invasion: Has the worst-case scenario come to pass? // *Journal of Fish Biology*. – 2018. – Vol. 92(3). – P. 660-689. <https://doi.org/10.1111/jfb.13544>.
35. Brown-Peterson N.J., Hendon J.R. Notes on the biology of invasive lionfish (*Pterois* sp.) from the northcentral Gulf of Mexico // *Gulf and Caribbean Research*. – 2013. – Vol. 25(1). – P. 117-120.
36. Harris H.E., Patterson W.F., Ahrens R.N., Allen M.S., Chagaris D.D., Larkin S.L. The bioeconomic paradox of market-based invasive species harvest: a case study of the commercial lionfish fishery // *Biological Invasions*. – 2023. – Vol. 25(5). – P. 1595-1612.
37. Macías D., Prieto L., García-Gorrioz E. A model-based management tool to predict the spread of *Physalia physalis* in the Mediterranean Sea. Minimizing risks for coastal activities // *Ocean & Coastal Management*. – 2021. – Vol. 212. – P. 105810.
38. Carneiro A., Nascimento L.S., Noernberg M.A., Hara C.S., Pozo A.T.R. Social media image classification for jellyfish monitoring // *Aquatic Ecology*. – 2024. – Vol. 58(1). – P. 3-15.
39. Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*). April 15, 2024. Available from: <https://www.britannica.com/animal/Portuguese-man-of-war#/media/1/471668/272721>.
40. Pontin D.R., Cruickshank R.H. Molecular phylogenetics of the genus *Physalia* (Cnidaria: Siphonophora) in New Zealand coastal waters reveals cryptic diversity // *Hydrobiologia*. – 2012. – Vol. 686. – P. 91-105.
41. Torres-Conde E.G., Martínez-Daranas B., Prieto L. The havana littoral, an area of distribution for *physalia physalis* in the atlantic ocean // *Regional Studies in Marine Science*. – 2021. – Vol. 44. – P. 101752.
42. Yang Y., Chen L., Liu Z., Zhang S. Bionic Design and Experimental Validation of a Robotic Airship Inspired by the *Physalia physalis* // *Journal of Bionic Engineering*. – 2024. – Vol. 21(2). – P. 740-753.
43. Bardi J., Marques A.C. Taxonomic redescription of the Portuguese man-of-war, *Physalia physalis* (Cnidaria, Hydrozoa, Siphonophorae, Cystonectae) from Brazil. *Iheringia* 44 // *Série Zoologia*. – 2007. – Vol. 97. – P. 425-433.
44. Bourg N., Schaeffer A., Cetina-Heredia P., Lawes J.C., Lee D. Driving the blue fleet: Temporal variability and drivers behind bluebottle (*Physalia physalis*) beachings off Sydney, Australia // *Plos one*. – 2022. – Vol. 17(3). P. p.e0265593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265593>.
45. Church S.H., Abedon R.B., Ahuja N., Anthony C.J., Ramirez D.A., Rojas L.M., Albinsson M.E., Álvarez Trasobares I., Bergemann R.E., Bogdanovic O., Burdick D.R. Global genomics of the man-o'-war (*Physalia*) reveals biodiversity at the ocean surface // *bioRxiv*. – 2024. – P. 2024-07.
46. Bourg N., Schaeffer A., Cetina-Heredia P., Lawes J.C., Lee D. Driving the blue fleet: Temporal variability and drivers behind bluebottle (*Physalia physalis*) beachings off Sydney, Australia // *Plos one*. – 2022. – Vol. 17(3). – P. e0265593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265593>.
47. Anthony C.J., Bentlage B., Helm R.R. Animal evolution at the ocean's water-air interface // *Current Biology*. – 2024. – Vol. 34(1). – P. 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.11.013>.
48. Tiralongo F., Badalamenti R., Arizza V., Prieto L., Lo Brutto S. The Portuguese Man-of-War has always entered the Mediterranean sea-Strandings, sightings, and museum collections // *Frontiers in Marine Science*. – 2022. – Vol. 9. – P. 856979.
49. Bachouche S., Ghribi T., Rouidi S., Etsouri M., Belkacem Y., Selmani R., Djellali M., Hadj Aissa R., Grimes S. The First recorded occurrences and the distribution of *Physalia physalis* (Hydrozoa: Physaliidae) in Algerian Waters // *Ocean Science Journal*. – 2022. – Vol. 57(3). – P. 411-419.
50. Anthony C.J. Beachside banquet: Ants' appetite for shipwrecked siphonophores // *Food Webs*. – 2024. – Vol. 38. – P. e00332.
51. Smith D.G. A checklist of the moray eels of the world (Teleostei: Anguilliformes: Muraenidae) // *Zootaxa*. – 2012. – Vol. 3474(1). – P. 1-64.
52. Loh K.H., Shao K.T., Ho H.C., Lim P.E., Chen H.M. A new species of moray eel (Anguilliformes: Muraenidae) from Taiwan, with comments on related elongate unpatterned species // *Zootaxa*. – 2015. – Vol. 4060(1). – P. 30-40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4060.1.5>.
53. Moray Eel Behavior. April 15, 2024. Available from: <https://animalbehaviorcorner.com/moray-eel-behavior/>.
54. Sanchez-Henao A., García-Álvarez N., Sergeant F.S., Estévez P., Gago-Martínez A., Martín F., Ramos-Sosa M., Fernández A., Diogène J., Real F. Presence of CTXs in moray eels and dusky groupers in the marine environment of the Canary Islands // *Aquatic Toxicology*. – 2020. – Vol. 221. – P. 105427. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105427>.
55. Reece J.S., Bowen B.W., Smith D.G., Larson A. Molecular phylogenetics of moray eels (Muraenidae) demonstrates multiple origins of a shell-crushing jaw (*Gymnomuraena*, *Echidna*) and multiple colonizations of the Atlantic Ocean // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. – 2010. – Vol. 57(2). – P. 829-835. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.07.013>.
56. Lin Y.J., Chen H.M. Directional asymmetry in gonad length indicates moray eels (Teleostei, Anguilliformes, Mu-

raenidae) are “right-gonadal” // *Scientific Reports*. – 2023. – Vol. 13(1). – P. p.2963. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29218-3>.

57. Wang F.Y., Tang M.Y., Yan H.Y. A comparative study on the visual adaptations of four species of moray eel // *Vision Research*. – 2011. – Vol. 51(9). – P. 1099-1108. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.02.025>.

58. Guarnaccia A.M., Krivoschik S.R., Sparks J.S., Gruber D.F., Gaffney J.P. Discovery and characterization of a bilirubin inducible green fluorescent protein from the moray eel *Gymnothorax zonipectis* // *Frontiers in Marine Science*. – 2021. – Vol. 8. – P. 678571.

59. Koçak M., Yazıcı M.V., Akdal E., Can F.C., Gezgin E. Utilization of Function Generation Synthesis on Biomimetics: A Case Study on Moray Eel Double Jaw Design // *Biomimetics*. – 2022. – Vo. 7(4). – P. 145. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7040145>.

60. Johnson G.D. Revisions of anatomical descriptions of the pharyngeal jaw apparatus in moray eels of the family Muraenidae (Teleostei: Anguilliformes) // *Copeia*. – 2019. – Vol. 107(2). – P. 341-357.

61. Chan T.Y. Regional variations in the risk and severity of ciguatera caused by eating moray eels // *Toxins*. – 2017. – Vol. 9(7). – P. 201. <https://doi.org/10.3390/toxins9070201>.

62. Clementi G.M., Bakker J., Flowers K.I., Postaire B.D., Babcock E.A., Bond M.E., Buddo D., Cardeñosa D., Currey-Randall L.M., Goetze J.S., Harvey E.S. Moray eels are more common on coral reefs subject to higher human pressure in the greater Caribbean // *Iscience*. – 2021. – Vol. 24(3). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102097>.

63. Lim J.Y., Guan K.L., Schönberg C.H.L. Aggressive behaviour in moray eels versus species identity: do I oust you, or do I eat you? // *Marine Biology*. – 2023. – Vol. 170(12). – P. 160.

64. Huang W.C., Balisco R.A., Evacitas F.C., Liao T.Y. Description of a new moray eel (Anguilliformes: Muraenidae) from the Philippines, with a preliminary assessment of genetic and morphological variations of the *Uropterygius concolor* species complex // *Journal of Fish Biology*. – 2023. – Vol. 103(3). – P. 593-602. <https://doi.org/10.1111/jfb.15472>.

65. Matić-Skoko S., Tutman P., Bojanić Varezić D., Skaramuca D., Đikić D., Lisičić D., Skaramuca B. Food preferences of the Mediterranean moray eel, *Muraena helena* (Pisces: Muraenidae), in the southern Adriatic Sea // *Marine biology research*. – 2014. – Vol. 10(8). – P. 807-815.

66. Zhang K., Huang Y., Zhang Y., Liang R., Li Q., Li R., Zhao X., Bian C., Chen Y., Wu J., Shi Q. A chromosome-level reference genome assembly of the Reeve’s moray eel (*Gymnothorax reevesii*) // *Scientific Data*. – 2023. – Vol. 10(1). – P. 501. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02394-7>.

67. Dao H.V., Le H.H.K., Le T.T.T., Pham K.X., Bui M.Q., Chan L.L. Ciguatera in moray eels raising the risk for seafood safety in Viet Nam // *Fisheries Science*. – 2022. – Vol. 88(6). – P. 821-830.

68. Li Y., Zhang L., Song P., Shan B., Lin L. Genetic homogeneity detectable in the sedentary moray eel *Gymnothorax minor* based on mitochondrial DNA analysis // *Regional Studies in Marine Science*. – 2021. – Vol. 41. – P. 101504.

УДК 597.2/5

## МОРСКИЕ ХИЩНИКИ, ТРЕБУЮЩИЕ БОЛЕЕ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ

Меруерт Суйеркулова<sup>1</sup>, Улбике Аманбаева<sup>2</sup>, Казбек Дюсембаев<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Национальный центр биотехнологии, Астана, Казахстан

\*Автор-корреспондент, [dyussebayev\\_ka\\_1@enu.kz](mailto:dyussebayev_ka_1@enu.kz).

### АБСТРАКТ

В морях обитает множество хищников. Разнообразие их видов и мест обитания сформировалось в результате многолетней истории и борьбы за выживание в водной среде. Однако некоторые хищники, обитающие на дне воды, до конца не изучены. Морские хищники, требующие более углубленного изучения, включают синекольчатого осьминога, крылатку, а также физалис и мурен. Эти морские хищники – животные, приспособленные охотиться и питаться другими существами в морской среде. Их анатомия и физиология имеют ряд особенностей, которые помогают им успешно охотиться и выживать в суровых условиях морской среды. Помимо описания характеристик четырех упомянутых выше животных, в этом обзоре литературы также обсуждены их недостаточно изученные аспекты.

**Ключевые слова:** морские хищники, синекольчатый осьминог, крылатка, физалия, мурена.

## MARINE PREDATORS THAT REQUIRE FURTHER STUDY

Meruert Suyerkulova<sup>1</sup>, Ulbike Amanbayeva<sup>2</sup>, Kazbek Dyussebayev<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Center for Biotechnology, Astana, 010000, Kazakhstan*

\*Corresponding Author, dyussebayev\_ka\_1@enu.kz.

### ABSTRACT

Many predators live in the seas. The diversity of their species and habitats has been shaped by years of history and the struggle for survival in the aquatic environment. However, some of the predators that live on the bottom of the water have not been fully studied. Marine predators that needed further studying include the blue-ringed octopus, lionfish, and physalis and morays. These marine predators are animals adapted to hunt and feed on other creatures in the marine environment. Their anatomy and physiology have a number of features that help them successfully hunt and survive in the harsh conditions of the marine environment. In addition to describing the characteristics of the four animals mentioned above, this literature review also discussed their understudied aspects.

**Keywords:** marine predators, blue-ringed octopus, lionfish, physalia, moray eel.