

Съвременно състояние на околната среда в Черно море и пред българския бряг

- Част от подготовения доклад за оценка на състоянието на морската околна среда, по Рамкова директива за водите и Рамкова Директива за морската стратегия за 2022 г.
- Изготвил – Институт по океанология към БАН

Основни видове натиск:

Еутрофикация

Еутрофикацията е процес, предизвикан от обогатяването на морските води с биогенни елементи (съединения на азота и фосфора), водещи до: увеличаване на първична продукция и биомаса на фитопланктона; промени в баланса между организмите в системата; влошаване на качеството на водата. Последиците от еутрофикацията са нежелателни, ако те водят до значително влошаване на състоянието на екосистемите и/или на устойчивото осигуряване на екосистемните продукти и услуги. Тези промени могат да бъдат резултат от естествени процеси или, през последните десетилетия, от антропогенни източници, които пораждаат необходимост от мерки за управление. Черно море е особено уязвимо към последиците от еутрофикацията, поради полузатворения си характер, силна стратификация и слаб водообмен, обширна водосборна площ (5 пъти по-голяма от площта на басейна) и съдържание на H₂S на дълбочина под 120-150 м, и попада в категорията „чувствителни басейни“.

Концентрации на биогенни вещества във водния стълб и хлорофил а, прозрачност, брой, пространствен обхват и продължителност на случаите на вредни цъфтежи, кислородно съдържание и наситеност в повърхностния слой са първични и вторични показатели, които дават информация за състоянието на морската екосистема и характеризират процеса еутрофикация.

Фази в развитието на черноморската екосистема в периода 1950-2021г

- Олиготрофен период: до 1950-те
- Начало на еутрофикация: 1960-те-1970г
- Прогресивна еутрофикация: 1975-1985 г.
- Пик на еутрофикация: 1985-1992 г.
- Пост-еутрофикация: след 1997 г. В резултат на икономическа рецесия в източна Европа, 3-5 пъти намален вток на биогени и 15-20 % намаление на първична продукция, активни мерки по поречието на р. Дунав.
- Съвременен период: след 2001. Анализът на *in situ* данните, както и био-оптичните свойства на Черно море от спътникови данни установява намаление на концентрацията на хлорофил в периода 2001 –2021 с ок. 1,4 % годишно, особено забележимо в западната част на басейна.

Инвазивни видове

Брой чужди видове пред българския бряг

Чуждите видове, въведени случайно или преднамерено чрез човешки дейности, представляват сериозна заплаха за биоразнообразието и равновесието в екосистемата. Чуждите видове, които бързо разширяват обхвата си на разпространение и има висока вероятност да окажат отрицателно въздействие върху местното биоразнообразие и екосистемните функции се определят като „инвазивни“. Общият брой чужди видове, навлезли в Черно море, е нееднозначно определен, поради неизяснения произход на редица организми и варира в различни инвентаризации от 41 вида (Zaitsev et al. 2002) до 293 в. (AquaNIS, 2015). Най-новата експертно проверена информация описва 26 чужди вида за българското Черноморие: една трета от тях са ракообразни (9 вида), а две трети са зообентосни видове (18 вида) (табл.1).

Таблица 1. Списък на неместните за българското Черноморие видове

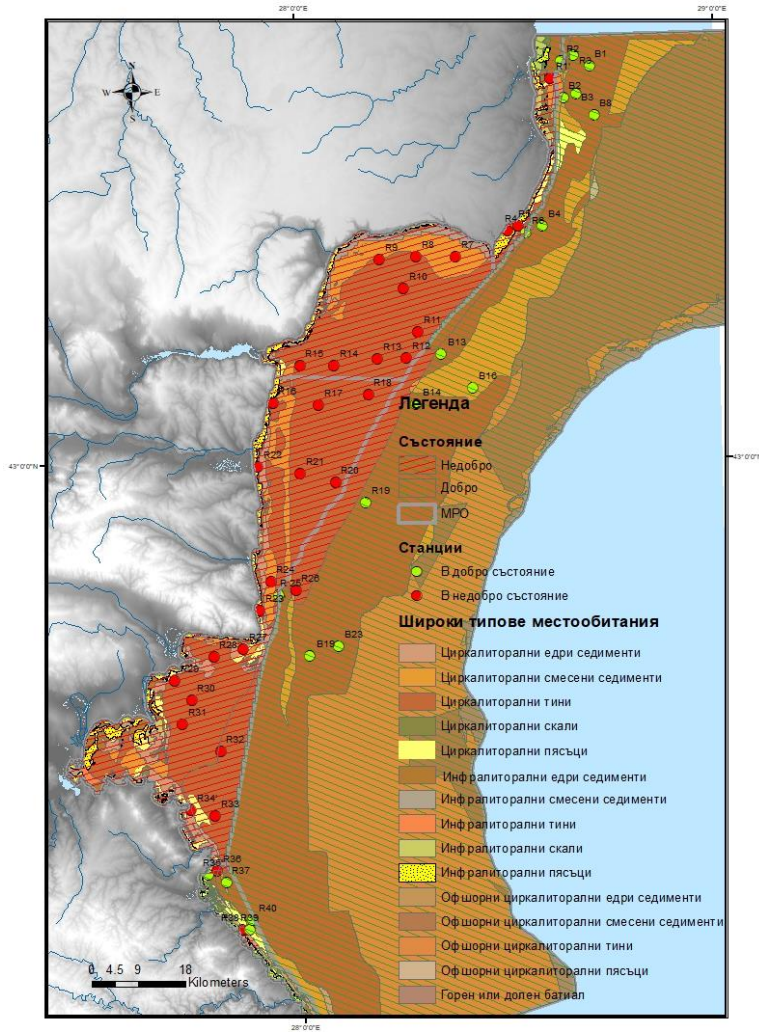
| Taxon | Species name (Authority) | First sighting BG |
|-------------------|---|-------------------|
| Bacillariophyceae | <i>Lauderia pumila</i> Castracane, 1886 | 1995 |
| Bacillariophyceae | <i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> Cleve, 1873 | 1986 |
| Phaeophyceae | <i>Desmarestia viridis</i> (O.F. Müller) J.V. Lamouroux, 1813 | na |
| Hydrozoa | <i>Calypso padix cerulea</i> Clarke, 1882 | 1933 |
| Tentaculata | <i>Mnemiopsis leidyi</i> A. Agassiz, 1865 | 1986 |
| Nuda | <i>Beroe ovata</i> Bruguière, 1789 | 1997 |
| Cirripedia | <i>Amphibalanus eburneus</i> (Gould, 1841) | 1933 |
| Cirripedia | <i>Chthamalus stellatus</i> (Poli, 1791) | 1928 |
| Copepoda | <i>Acartia tonsa</i> Dana, 1849 | 2000 |
| Copepoda | <i>Oithona davisae</i> Ferrari F.D.& Orsi, 1984 | 2009 |
| Decapoda | <i>Alpheus dentipes</i> Guérin, 1832 | 1966 |
| Decapoda | <i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896 | 1967 |
| Decapoda | <i>Eurypanopeus depressus</i> (Smith, 1869) | 2013 |
| Decapoda | <i>Palaemon macrodactylus</i> Rathbun, 1902 | 2009 |
| Decapoda | <i>Rhithropanopeus harrisi</i> (Gould, 1841) | 1948 |
| Polychaeta | <i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847) | < 1936 |
| Polychaeta | <i>Dipolydora quadrilobata</i> (Jacobi, 1883) | 2006 |
| Polychaeta | <i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923) | 1935 |
| Polychaeta | <i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802 | < 2006 |
| Bivalvia | <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906) | 1981 |
| Bivalvia | <i>Arcuatula senhousia</i> (Benson, 1842) | 2017 |
| Bivalvia | <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793) | 2010 |
| Bivalvia | <i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758 | 1973 |
| Gastropoda | <i>Corambe obscura</i> (A.E. Verrill, 1870) | 1986 |
| Gastropoda | <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846) | 1956 |
| Pisces | <i>Planiliza haematocheila</i> (Temminck & Schlegel, 1845) | 1980s-1990s |

Осем от чуждите видове, са определени като инвазивни, 2 от които имат особено сериозно въздействие върху местното биоразнообразие и черноморската хранителна мрежа – *Rapana venosa* в бентала и *Mnemiopsis leydii* в пелагичния хабитат (Таблица 1 – тъмно оцветяване).

Рапана

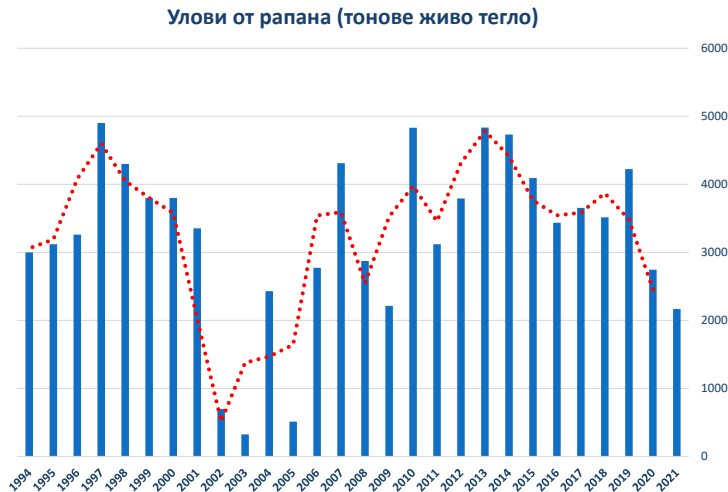
Рапаната произлиза от Японско, Жълто, Китайско море и е внесена в Черно море през 1940-те, вероятно като възрастни екземпляри или прикрепени яйчни пашкули върху корабни корпуси. Бързо, за около 15 години, се разпространява повсеместно по крайбрежието на Черно море и оказва значим натиск върху всички мидени популации, с които се храни. С инвазията на рапаната са предполагаемо свързани изчезването на ядливата стрида (*Ostrea edulis*), намаляването на популациите на черната мида (*Mytilus galloprovincialis*) и мидата-гребен (*Flexopecten glaber*).

Съвременното разпространение (2021 г.) пред българския бряг е ограничено до дълбочина около 40-45 м, от постоянно ниската температура (8-10 градуса) на по-големи дълбочини. Обилието на рапаната е най-голямо в крайбрежието (10-20 м) и намалява експоненциално с нарастване на дълбочината. Въз основа на съотношението в биомасите на плячката (миди) и хищника (рапана), пространственият обхват на негативното въздействие върху мидените популации е определен, че достига до 35 м дълбочина (Фигура 1).



Фигура 1. Разпространение (2021 г.) на *Rapana venosa* пред българския бряг

За разлика от повечето други инвазивни видове рапаната има положително икономическо значение, тъй като от средата на 1990-те започва промишлен улов с цел износ за Далечния Изток. Макар да не са правени научни оценки на запаса и динамиката му, годишните улови косвено свидетелстват за синусоидално развитие на популацията с фази на стръмно нарастване, следвани от рязък спад, за който вероятно допринасят, както високите улови, така и изчерпването на хранителната база на хищника от самия него (Фигура 2).



Фигура 2. Улови на вида *Rapana venosa* в периода 1994-2021

***Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora)**

Mnemiopsis leidyi за първи път е установен в Черно море в началото на 80 -те години, въведен е чрез баластните води, разпространява се бързо в евразийските морета. Факторите, влияещи разширяването на ареала на разпространение са интензификацията на корабоплаването, разрастване на морските маршрути в глобален мащаб и увеличаване свързаността между басейните. Допълнително разпространението е благоприятствано от климатичните промени и увеличаване на екологичните смущения на моретата, особено в крайбрежните зони. Затворените и полузатворените морета осигуряват благоприятни условия за развитието на популации на *M. leidyi*. В екосистемата реципиент видът се адаптира към бърза колонизация, достигайки високи нива на метаболизъм и възпроизводство. *M. leidyi* създава обширни популации с разнообразни модели на годишен цикъл и разпределение като оказва силно влияние върху отделните елементи на екосистемата и най-вече на зоопланктоноядни риби (в конкуренция за хранителен ресурс, както и консуматор на яйца и ларви на риби), унищожавайки зоопланктона индиректно става причина за отсъствие на „контрол отгоре“ и масово се развива фитопланктон, така част от него не може да се усвои, падайки на дъното се стига до гнилостни процеси, изчерпващи кислорода. Друг момент е отделянето на мукосни вещества, които също влошават средата с развитие на микробиални процеси. След 1995 г. с навлизането и натурализирането на друга ктенофора *Beroe ovata* -елективен хищник към Мнemiopsis, може да се направи извод за контролиране на популацията на жертвата, но се наблюдават и пикове в развитието на вида в определени години, в зависимост от условията на средата.

Други чужди за черноморската екосистема видове зоопланктон като *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*, (ракообразни - Copepoda) могат да се разглеждат и като хранителен ресурс за зоопланктонни видове риби, въпреки че са характерни за еутрофни среди т.е не може да се разглеждат едностранно и да се правят прибързани изводи от подобен вид екологични казуси.

Физически натиск

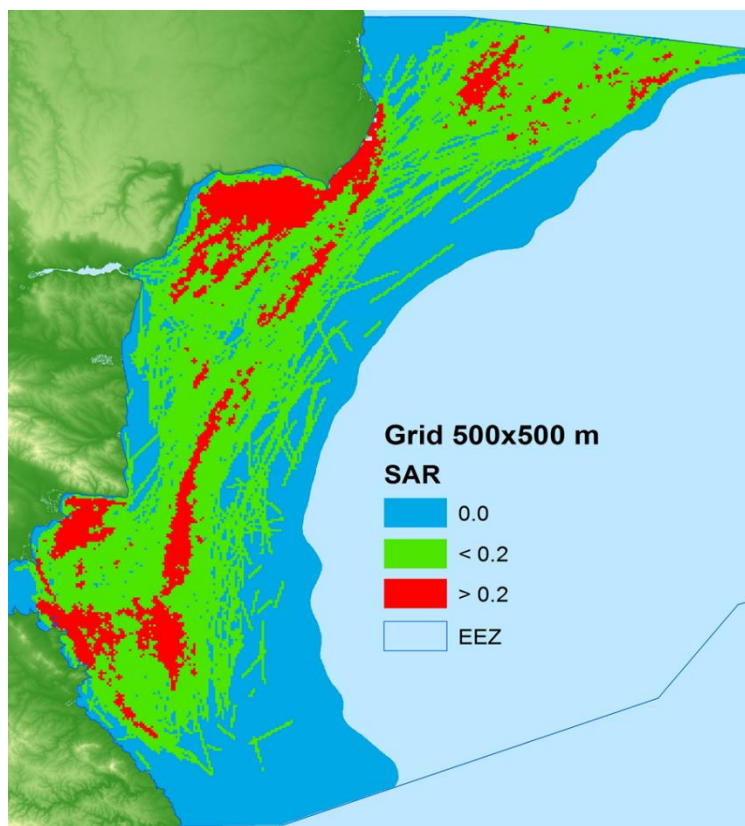
Мобилните риболовни уреди, които са влачат по повърхността или се забиват в седиментите, оказват сериозен физически натиск върху морското дъно с отрицателно въздействие върху съобществата от бентосни безгръбначни животни (ракообразни, миди, червеи).

В българското черноморие най-високи улови се реализират традиционно от три вида: трицона, рапана и в последното десетилетие бяла мида (*Donax trunculus*) (Таблица 2), които се улавят съответно с придънен пелагичен трал, бийм трал и драга.

Таблица 2. Улови на трицона, рапана и бяла мида с дънни риболовни уреди през 2021г.

| Водещи видове | Улови (t) 2021 | Риболовен уред |
|--|----------------|--|
| 1. Трицона (<i>Sprattus sprattus</i>) | 3 478.8 | Пелагичен трал (придънен) |
| 2. Рапана (<i>Rapana venosa</i>) | 2 166.4 | Бийм трал |
| 3. Бяла мида (<i>Donax trunculus</i>) | 758.1 | Драга (забранен уред) <small>Аграрен доклад 2022, МЗ</small> |

С използване на данните от системата за наблюдение на риболовните кораби са реконструирани тралните маршрути на съдовете > 12m и са определени протралираните площи от морското дъно на годишна база за периода 2013 – 2017 г. (Фигури 3). Така е оценено, че ежегодно се тралира в 60-80 % от обхвата на морското дъно до 200 м дълбочина. Интензивният натиск с отрицателно въздействие върху зообентоса обхваща 10-20 % от площта на дънните местообитания (Фигура 3). Оценките са занижени, по-специално в крайбрежната зона, поради изключване анализа на преобладаващия брой риболовни лодки с дължина < 12 m, които не се наблюдават от системата за проследяване.



Фигура 3. Карта на реконструирани тралните маршрути на съдове > 12m с определени протралнираните площи от морското дъно на годишна база за периода 2013 – 2017 г. (по V. Todorova et al, 2021. SGEM)

Климатични промени

През 20-ти век температурата на повърхността на Черно море непрекъснато се повишава, което се отдава на промените в климата. Разпределението на температурата в дълбочина (вертикален профил) формира някои особености. Дълбочината на повърхностният размесен слой в Черно море се характеризира с голяма сезонна динамика: през зимата рядко надвишава 50-75 m, а през пролетта и лятото – 15-20 m. Температурата в слоя се изменя от 27°C през август до 19°C през септември. През последните 20 години се наблюдава тенденция за повишаване на температурата в повърхностният размесен слой, като са идентифицирани два периода на постепенно покачване – 1997-2007г. и 2008-2016 г. (Valcheva, 2018).

Основна характеристика на вертикалната стратификация е студеният междинен слой (СМС), който се наблюдава в периферията на шелфа и дълбоководните региони. Традиционно ограничен от изотермата 8°C, студеният междинен слой съдържа водите с най-ниски температури в целия воден стълб между 6 и 8°C. Процесът на затопляне на повърхностните води на Черно море през последните 10 години води до изчезване на този слой в Черно море.

Хранителни мрежи

Бентал

(Фигура на хранителната мрежа) Значимите видове натиск върху бентосната хранителна мрежа включват риболова – елиминира върховите хищници като есетра, акула, калкан (експлоатира се неустойчиво, съгласно докладът на FAO, 2022); хищническата преса на рапаната върху мидите оказва каскадни ефекти върху по-високите трофични нива като попчета (намаление) и по-ниските трофични нива като фитопланктон (нарастване) – влошаване качеството на водите; климатичните промени (затопянето) водят до издигане на аноксичната зона до по-малка дълбочина и оттам до компресиране на хабитата, пригоден за обитаване от аеробната бентосна фауна. Повтарящи се епизоди на хипоксия/аноксия в придънните води в резултат на еутрофикация са причинявали масова смъртност на дънни организми през 1980-те до средата на 1990-те, но не се наблюдават в съвременния период след края на 1990-те. В резултат на миналите и продължаващи въздействия от антропогенен натиск, редица видове губят функционална си роля в бентосната трофична мрежа и тя се опростява чувствително с доминиране на полихетните червеи и видовете риби, които се хранят с тях или с трициона.

Пелагиал

Значително опростяване на хранителната верига в пелагиала. Добавяне на нови видове желатинови, които нямат паразити или естествени хищници, за да се осъществява контрол на популациите им. Усилената риболовна преса въздейства на горните високи нива в трофичната верига – намаляват паламуд, лефер и др.

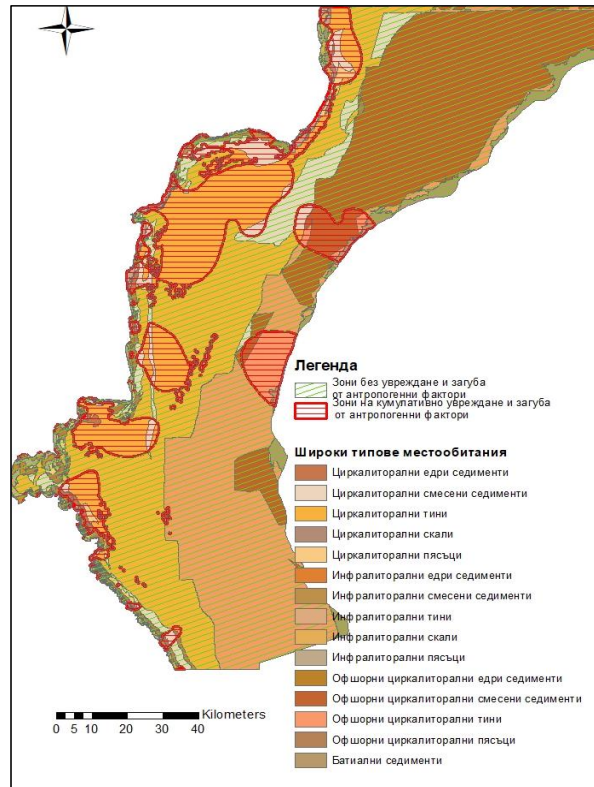
Състояние на дънните местообитания

Оценката на състоянието се основава на екологичното състояние на дънната безгръбначна фауна - зообентос. Зообентосът интегрира въздействието от:

- еутрофикация и замърсяване;
- физически смущения и физическа загуба;
- изменения в хидрографските условия.

В добро състояние е оценена 80 % от общата площта на морското дъно от брега до 200 m дълбочина. Шелфът е в добро състояние по отношение на дънните местообитания поради по-слаб натиск от еутрофикация и рибарство с отдалечаване от брега.

В недобро състояние е оценено близо 20 % от морското дъно. Недоброто състояние е разпределено основно в крайбрежната зона: надхвърля 90 % от площта на някои типове местообитания (напр. циркалиторалните тини и смесени седименти). Крайбрежието южно от н. Маслен нос е в добро състояние. (Фигура 4)



Фигура 4. Оценка на състоянието на дънната безгръбначна фауна – зообентос (по Актуализирана оценка по РДМС, 2012-2017. ИО-БАН, 2021)

***Flexopecten glaber* - сигнал за подобро състояние на морската околна среда**

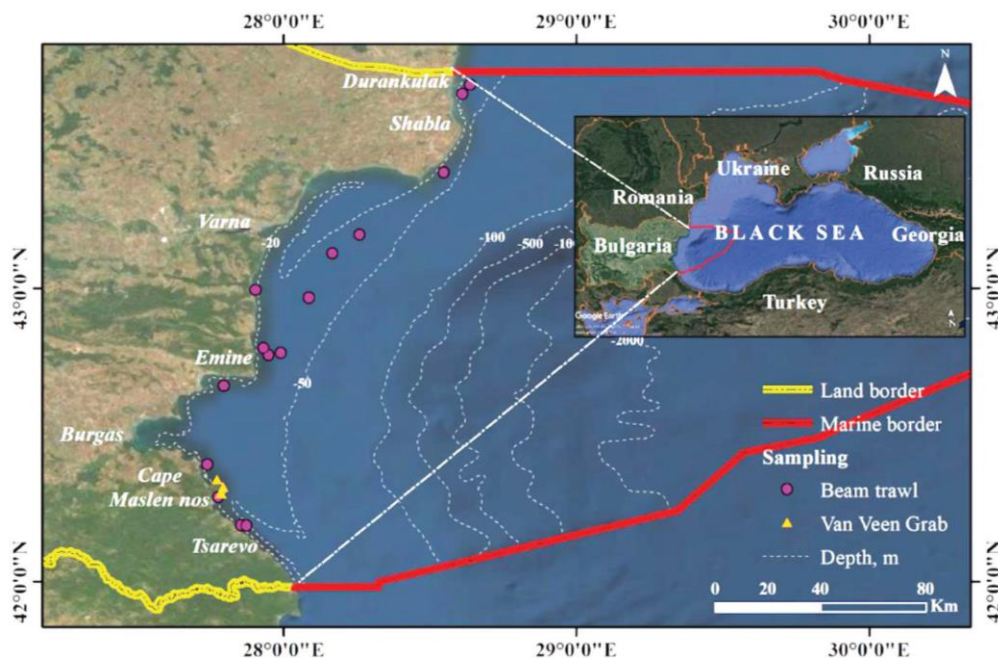
Обилна възрастна популация на мидата гребен, установена през 2021 г. пред българския бряг, е свидетелство за подобро екологични условия в предходните > 7 години (Todorova et al., 2022):

- Благоприятни климатични условия с по-меки зими;
- Отслабващ хищнически натиск от намаляваща популация на рапана;
- Добри кислородни условия – отсъствие на вторични ефекти на еутрофикация

Фигури 5 и 6 - снимка на вида и карта на разпространението.



Фигура 5. Снимка на вида *Flexopecten glaber*



Фигура 6. Карта на разпространението на вида *Flexopecten glaber*

Рибарство

Българският черноморски риболов се счита за многовидов и риболовците използват различни риболовните уреди в зависимост от целевите видове - активни (тралове, драги) и пасивни - хрилни мрежи с различна големина на окото, даляни и др. Риболовните райони в българската акватория на Черно море са разположени на дълбочини до 100-120 m, като повечето от риболовните дейности се извършват в териториални води (до 12 морски мили). Основен дял в уловите имат представителите на рибите и черупковите организми, като повечето видове имат споделени запаси и са обект на експлоатация от всички черноморски държави. Селективното извличане на видове може да повлияе на екологичното състояние на морската среда и на свързаните с нея екосистеми и налага популациите на видовете, обект на експлоатация, да бъдат наблюдавани и оценявани ежегодно. Въпреки че приносът на България към експлоатацията на споделените запаси на експлоатираните видове на регионално ниво не е висок, уловите на България варират от 2 310 t до 19 591 t през периода 1970 – 2021 г. Най-високи улови са реализирани през 80-те г. на XX в (предимно от дребни пелагични зоопланктоноядни видове – хамсия, трикона, сафрид), а най-ниски – в началото на 90-те г, когато много експлоатирани запаси синхронно се сричат под натиска на риболова. Още през 1960-те върховите хищници – китоподобни, паламуд, лефер, скумрия – са свръхексплоатирани до степен на екологична „екстинция“, т.е. те престават да изпълняват ефективно функцията си на върхови хищници в хранителната мрежа (Prodanov et al., 1997; Daskalov, 2002). Пред следващите десетилетия, запасите от трикона и хамсия периодично се възстановяват частично, в зависимост от благоприятни хидроклиматични

условия, променлив успех на попълване на популациите и намаляваща биомаса на инвазивния вид *M. leidyi*, контролиран от хищника му *V. ovata*. Обаче, по-ценните запаси на калкан, паламуд и лефер остават ниски (Daskalov, 2012, 2016). Общият средногодишен улов (2017-2021) е близо 8479.28 тона. 93 % от уловите (2017-2021) са от 5 вида: рапана (38.45 %), трициона (37.89%), бяла мида, барбуня и хамсия. През 2023 г., са оценени запасите на 6 вида на регионално ниво: триционата се експлоатира устойчиво; а останалите видове са в състояние на свръхексплоатация и научния съвет е да се редуцира риболовната смъртност (резултатите все още не са публикувани, GFCM, 2023).

На национално ниво, ежегодно се изчисляват индексите на обилие за повечето експлоатирани видове, но прагови стойности по смисъла на Дескриптор 3 на РДМС, са предложени само за два от тях (трициона и калкан), като и двата експлоатирани вида са в „Недобро“ състояние по този индикатор. Популационните параметри на експлоатираните видове също показват негативни тенденции относно размерната и възрастовата структура на популациите. Обобщената оценка на състоянието на експлоатираните видове в българската акватория на Черно море по Д3 на РДМС показва, че няма видове в „Добро“ състояние, а два вида не са оценени и състоянието им е „Неизвестно“.

Морски бозайници

Три вида китоподобни обитават постоянно българската акватория на Черно море – афала, обикновен делфин и морска свиня (муткур). Ареалът на разпространение на трите вида включва цялото Черно море, включително териториалните води и ИИЗ на България, Грузия, Румъния, Русия, Турция и Украйна. Основавайки се на наличната информация за българската акватория на Черно море и екологията на видовете, може да се обобщи, че муткурът обикновено обитава по-плитките води (0 – 200 м) над континенталния шелф, но често се среща и в откритоморската зона в зависимост от разпределението на хранителния ресурс – пелагични и дънни видове риби. Обикновеният делфин се среща предимно в откритоморската зона, но посещава и крайбрежните води, следвайки сезонните струпвания и миграции на пелагичните видове риби, с които основно се храни. Афалата се среща както в открити води, така и в крайбрежната зона. Числеността на популациите варира през годините, като точни изчисления за числеността и плътността на популациите на морските бозайници се правят по метода за линейните трансекти. Такива проучвания са извършени през 2017 г по време на националния мониторинг по РДМС (визуални наблюдения по време на корабно проучване). Регионална оценка на числеността на китоподобните е направена през 2019 г по проект CeNoBS чрез самолетно проучване. Получените резултати показват, че числеността на афалата в българската акватория на Черно море възлиза на 10 262 инд, на обикновен делфин – 14 231 инд. и на морската свиня (муткур) – 48 924 инд. Резултатите от националния мониторинг по РДМС показват, че само муткурът е в „Добро състояние, но функционалната група на морските бозайници е в „Недобро“ състояние, тъй като останали два вида са в „Недобро“ състояние.

Една от основните причини за смъртността при морските бозайници е свързана с инцидентното им попадане и заплитане в риболовни уреди, най-често хрилни мрежи за улов на калкан. Морските свине почти винаги представляват основната част от прилова на китоподобни, регистриран на различни места около Черно море.

Трите вида китоподобни са обект на специална защита в Българската акватория на Черно море. Редица закони касаят морските китоподобни – Закон за биологичното разнообразие, Закон за Рибарство и аквакултури, Закон за защита на околната среда, Закон за водите и др. Видовете са обект на защита в много международни конвенции и споразумения - Споразумение за защита на китоподобните в Черно море, Средиземно море и прилежащата част от Атлантическия океан (ACCOBAMS); Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution (Bucharest Convention) и др. Трите вида китоподобни в Черно море са категоризирани и включени в Червения списък на засташените видове на IUCN.