ВЛИЯНИЕ НА ЗАМЪРСЯВАНЕТО НА МОРЕТО ВЪРХУ ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ

Сирма Драганова, Гюрджан Еджаби, Христианна Романова, Николина Радева

Катедра „Медицина на бедствените ситуации и морска медицина“, Факултет по обществено здравеопазване, Медицински университет – Варна

IMPACT OF MARINE POLLUTION ON HUMAN HEALTH

Sirma Draganova, Gyurdzhan Edzhabi, Hristianna Romanova, Nikolina Radeva

Department of Disaster Medicine and Maritime Medicine, Faculty of Public Health, Medical University of Varna

РЕЗЮМЕ

Най-голямата опасност за океаните и моретата е свързана с човешката дейност, водеща до нарастващо замърсяване от различни източници. Това замърсяване се смята за основната екологична причина за болести, причиняващи около 9 милиона преждевременни смъртни случая годишно, с редица преки и косвени последици за човешкото здраве. Състоянието на европейските морета, включително и на Черно море, е смятано за лошо.

Цел: *Да се изследва замърсяването на Черно море и специфичните му замърсители, както и да се анализират и систематизират възможните последици за човешкото здраве.*

Материал и методи: *В проучването са анализирани доклади на Европейската агенция по околната среда и Бюлетина за състоянието на водите в Черноморския район за басейново управление, както и публикации от научните бази данни PubMed, Scopus и Web of Science. Основно проучени са рисковете за здравето, свързани с основните замърсители в европейските морета и Черно море.*

Резултати и обсъждане: *Хелзинкската комисия определя замърсителите като опасни вещества, които могат да навредят на морската среда. Те са токсични, устойчиви и склонни към биоакумулация. Тежките метали, органокалаени съединения, вредни синтетични вещества, полибромиран дифенилов етер и нефтопродукти са основни замърсители. Тези вещества се натрупват в хранителната верига и представляват потенциален риск за здравето на хората, ако достигнат високи нива.*

Заключение: *Европейските морета, включително Черно море, страдат от тежки екологични последици поради токсични и устойчиви за-*

ABSTRACT

The greatest threat to the oceans and seas is related to human activities, which lead to increased pollution from various sources. This pollution is considered to be the major environmental cause of diseases and is responsible for around 9 million premature deaths per year, with a range of direct and indirect consequences for human health. The state of the European seas, including the Black Sea, is considered poor.

Purpose: *To research the pollution of the Black Sea and its specific pollutants and to analyse and systematise the possible consequences for human health.*

Material and Methods: *The study analysed reports from the European Environment Agency and the Bulletin of the State of the Water in the Black Sea Basin Management Area, as well as publications from the scientific databases PubMed, Scopus, and Web of Science. The primary focus is on the health risks associated with major pollutants in European seas and the Black Sea.*

Results and discussion: *The Helsinki Commission identifies pollutants as hazardous substances that can harm the marine environment. They are toxic, persistent, and prone to bioaccumulation. Heavy metals, organotin compounds, harmful synthetic substances, polybrominated diphenyl ether, and petroleum products are major pollutants. These substances accumulate in the food chain and represent a potential risk to human health if they reach high levels.*

Conclusion: *The European seas, including the Black Sea, are suffering from severe environmental impacts due to toxic and persistent pollutants. Approximately 91% of the Black Sea is contaminated with toxic metals, industrial chemicals, and plastic waste. An integrated approach is needed to tackle*

мърсители. Около 91% от Черно море е замърсено с токсични метали, промишлени химикали и пластмасови отпадъци. Необходим е интегриран подход за справяне с тези предизвикателства, както и повишаване на осведомеността за рисковете от замърсяването на морето и човешкото здраве.

Ключови думи: *замърсяване на морето, антропогенни замърсители на европейските морета, здравни последици*

these challenges as well as to raise awareness of the risks of marine pollution and human health.

Keywords: *marine pollution, anthropogenic pollutants of European seas, health*

УВОД

Океаните и моретата са от съществено значение за човешкото съществуване и живота на Земята. Те покриват 70% от повърхността на планетата и осигуряват храна, енергия и вода. Океанът поглъща около една четвърт от годишните емисии на въглероден диоксид (CO_2) в света, като по този начин смекчава промяната на климата и облекчава последиците от него (33).

Въпреки огромния си размер океаните са застрашени, а основният източник на заплахата е човешката дейност (17). Те са подложени на все по-голямо въздействие от многобройните градски и селски източници на замърсяване, а именно твърдите и течните отпадъци от градовете, изтичането на торове и оборски тор от селското стопанство, емисиите във въздуха от корабоплаването и неправилното изхвърляне на пластмаса от наземни и морски източници (23).

Замърсяването също е съществена и нарастваща заплаха за човешкото здраве. Смятано е за най-голямата екологична причина за заболявания в съвременния свят с около 9 милиона случая на преждевременна смърт годишно (28). Замърсяването на световния океан има множество преки и косвени въздействия върху човешкото здраве (35,26). Замърсителите могат да имат различни биологични въздействия като смърт, метаболитни нарушения, генетични увреждания и такива в растежа. Ако тези въздействия са сублетални, съществува опасност от промени в качеството на живот/пригодността на индивидите (9).

Според проучване, проведено през 2020 г. от международна група изследователи, замърсяването на океаните представлява открита и реална опасност за здравето и благосъстоянието на хората (18).

Настоящото състояние на европейските морета - от Балтийско до Средиземно море, е смятано за лошо (11). И четирите регионални морета, а именно Балтийско, Средиземно, Черно и североизточната част на Атлантическия океан, имат мащабни проблеми със замърсяването (10). Междуправителствената комисия за защита на Черно море срещу замърсяване (Черноморската комисия) приема, че Черно море все още е море „в беда“ поради силния цъфтеж на водораслите, както и поради замърсяването, което въпреки и локализирано, засяга биологичните общности (30). Според Националния доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България на Министерството на околната среда и водите (МОСВ) за 24-годишен период от 1996 г. до 2020 г., през 2019 г. крайбрежните води са преобладаващо категоризирани в умерено състояние и нито едно водно тяло не постига целите на Рамковата директива за водите (3).

С настоящето проучване си поставихме за цел да изследваме замърсяването на Черно море и специфичните му замърсители, както и да анализираме и систематизираме възможните последици за човешкото здраве.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучени са публикувани доклади от Европейската агенция по околната среда за период от 10 г. до 2019 г. относно основните замърсители на европейските морета и техните източници. Проучен е Бюлетин за състоянието на водите в Черноморски район за басейново управление за 2021 г. Данните от предходните години не са взети предвид поради липсата на част от информацията в тенденциите в изменението на екологичното състояние на крайбрежните водни тела, включително за 2020 г. Систематизирана и обобще-

на е информацията от изследваните качествени данни. Проучени са изследвания, публикувани в научните бази данни PubMed, Scopus и Web of Science и стратегически документи относно последиците за здравето при експониране на различни групи замърсители. Анализирани и обобщени са евентуалните здравни рискове, свързани с основните замърсители на европейските морета и в частност Черно море.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Основните замърсители на европейските морета

Според Хелзинкската комисия (HELCOM) - управителният орган по регионалната морска Конвенция за защитата на морската среда в района на Балтийско море, „замърсителите“ са опасни вещества (пестициди, тежки метали, фармацевтични продукти или устойчиви органични замърсители - УОЗ (POPs), причиняващи вредни последици за екосистемата, когато попаднат в морската среда (29).

„Опасните вещества“ са вещества или групи от вещества, които са токсични, устойчиви и склонни към биоакумулиране - процес на постепенно отлагане през определено време на химичното вещество в организма на живо същество и други вещества или групи вещества, които пораждат еквивалентно ниво на загриженост (13). Опасните вещества са или естествено срещащи се вещества като например тежки метали, или умишлено, или неумишлено образувани антропогенни съединения.

Хиляди химични вещества са класифицирани като потенциални замърсители, като повечето от тях се срещат в европейските морета (31). Що се отнася до замърсяването на морската среда, групите вещества, които предизвикват особена загриженост, включват: тежки метали, полиароматни (полициклични) въглеводороди - ПАВ (PAHs), органокалаени съединения (органотини) и вредни синтетични вещества (вкл. полихлорирани бифенили - ПХБ (PCBs) и трибутил калай (трибутилтин) - TBT) и полибромиран дифенилов етер - PBDEs (10).

Всички те са токсични, устойчиви и могат да се натрупват в хранителната верига. Когато замърсителите се натрупат там, могат да придобият изключително значение за хората, ако хищниците, които се използват за храна, представляват потенциален риск за здравето. На табл. 1 са представени групи от основните замърсители на европейските морета и техните потенциални ефекти при високи концентрации (6,7,24).

След попадане на замърсителите в морската среда те започват да взаимодействат с нея. Някои от тях се абсорбират върху частици и органични вещества, а други могат да се разтворят директно във водата. Веднъж попаднали във водния стълб, те могат да бъдат директно приети от организми, които се хранят с частиците и/или чрез пасивна дифузия на разтворените вещества. Някои замърсители се превръщат в различни вещества, като допълнително взаимодействат с

Табл. 1. Групи от основните замърсители на европейските морета

Клас	**Описание**	**Потенциални ефекти при високи концентрация**
Метали, напр. живак (Hg), кадмий (Cd), мед (Cu), олово (Pb) и др.	Металите имат широко приложение в промишлеността - от батерии и торове, до бои и кораби. Съществуват в природата, напр. някои от тях могат да бъдат широко разпространени от активни вулкани. Тяхната подвижност често зависи от други елементи като кислород и хлор.	Тежките метали, напр. живакът, могат да се биоакумулират в хранителната верига. Високите концентрации оказват различни въздействия върху хората, включително намалени когнитивни способности (Pb, Hg), намаляване плътността на костите (Cd), увреждане на нервната система (Hg), смърт (21).
Органобромиди, или органични бромни съединения (органоброминови съединения) (PBDEs)	Органоброминовите съединения са включени в списъка на POPs. Разпространяват се чрез въздуха и водата. Могат да се използват в оловния бензин или за борба с вредителите. PBDEs се използват като забавители на горенето в различни материали или продукти като пластмаси, текстил и електроника.	Могат да се биоакумулират в хранителните вериги, а някои от тях могат да се биоразмножават. Засягат имунната и репродуктивната система, влияят и на нервната. Причиняват увреждане на черния дроб.

Полихлорирани бифенили (PCBs)	Някои са включени в списъка на POPs. Използвани са в търговската мрежа от 1929 г., но производството им в Европа спира през 80-те години на 20-и век. Използвани за изолация, охлаждащи течности или като пластификатори в бои. Устойчиви са в седиментите и могат да се ремобилизират, ако седиментът бъде нарушен.	Поемат се от малки организми и риби във водата, както и от други животни, които се хранят с тези водни животни. Натрупват се в рибите и морските бозайници, като достигат нива, които могат да бъдат хиляди пъти по-високи от тези във водата. Токсични са и тъй като са хидрофобни, се натрупват в мастните тъкани. Повлияват неблагоприятно на възпроизводството и засягат имунната система, което от своя страна може да влоши епидемиите. Могат да бъдат засегнати тези, които се намират на по-високите нива на хранителната верига, особено сьомгата или хранещите се с риба птици и морските бозайници (25)
Полиароматни (полициклични) въглеводороди (PAHs)	Група органични химикали също включени в списъка на POPs. Съществуват множество източници, но много от тях произхождат от непълното изгаряне на дървесина и изкопаеми горива.	Токсични и могат да се биоакумулират например в морските безгръбначни. Някои от тях са канцерогенни.
Органотини	Синтетични органометални съединения използвани предимно като пестициди и стабилизатори за пластмасови продукти от поливинилхлорид (PVC). В морската среда се използват в противообрастващи разтвори и бои, които се използват с цел предотвратяване на натрупването на ракообразни и други организми по корпусите на лодките, рибарските мрежи и др. TBT може да се разтвори във вода или да полепне по органични материали като бактерии и водорасли или по седименти, където може да се задържи в продължение на месеци до години.	Imposex - физиологичен отговор при някои морски мекотели на излагането на определени морски замърсители като TBT. При излагане на високи концентрации женски индивиди проявяват мъжки полови белези - коремоноги (морските охлюви), напр. Nucella lapillus.
Органохлорини (с изключение на PCBs)	Някои органохлорини са включени в списъка на POPs. Могат да се пренасят на дълги разстояния по въздуха и да се разтварят във вода.	Много устойчиви и могат да се биоакумулират в хранителната верига, напр. диоксинът в мазните риби като сьомгата. Причинят рак и повлияят на възпроизводството.

Източник: Адаптирано по AMAP (2016b, 2017); OSPAR (2017)

околната среда чрез постоянно разширяваща се мрежа от физични, химични и/или биохимични процеси.

Европейските морета получават замърсители от широк спектър източници и пътища (32):

- Пренос и загуби от точкови източници в морето - човешки дейности като напр. отглеждането на живи ресурси, т.е. аквакултури, и експлоатация на невъзобновяеми енергийни източници например добив на нефт и газ (живак или PAHs). Те могат да включват и противообрастващи вещества (напр. органотинови съединения), изхвърляне на нефтопродукти от кораби и дори изхвърляне на материали за драгиране от пристанищата в райони извън пристанището.
- Пренос от наземни източници (напр. дифузни източници по бреговете и чрез реките) - пречиствателни станции за отпа-

дъчни води и оттичане от земни площи като пътища, градски и селскостопански райони. Всички те са точкови източници, от които веществата достигат до морската среда чрез потоци и реки или просто чрез райони в непосредствена близост до брега.
- Атмосферни отлагания както от сушата - дифузни емисии например от изгорелите газове от превозните средства или от промишлеността, така и от морски източници - нефтени платформи или от изгореното от кораби гориво.
- Пренос от прилежащата морска зона.

Влияние на основните замърсители на европейските морета върху човешкото здраве

Тежки метали. Рисковете за здравето, свързани с токсичните метали, зависят от концентрациите в определени среди и от продължителността на експозицията. Дори и при ниски количества дългосрочната и хронична експозиция може да доведе до здравословни проблеми (19). Прекомерните количества причиняват значителни увреждания на всеки орган в тялото и могат да доведат до неврологични дефекти, респираторни нарушения (20), канцерогенност, обструкция на стомашно-чревния тракт, остеопороза и др.

Органобромиди. Имат ниска остра токсичност, но ефектът от нарушаването на метаболизма на хормоните на щитовидната жлеза в ендокринната система е дългосрочен (36. Доказано е, че те могат да предизвикат много нежелани ефекти, както и неврологични, имунологични и репродуктивни смущения и възможна канцерогенност при хората (14,16).

Полихлорирани бифенили. Повечето от проучванията на въздействието им върху общественото здраве са свързани с децата на майки, експонирани на въздействието на PCBs. Жени, изложени на сравнително високи нива поради консумация на големи количества риба, замърсена с PCBs, раждат деца с малко по-ниско тегло от останалите. Новородените показват необичайни реакции при тестове за поведение. Някои от тези прояви като проблеми с двигателните умения и намаляване на краткосрочната памет продължават в рамките на няколко години. Други проучвания показват засегната имунна система при деца, родени и кърмени от майки, изложени на повишени нива на PCBs (34).

Полиароматните въглеводороди. Усвояват се от организма главно чрез дихателната система, но могат да попаднат и чрез водата и храната. Вдишани PAHs се абсорбират главно върху катранени частици и се елиминират чрез бронхиален клирънс. Острият, под острият и хроничният им ефект не са достатъчно проучени, но съществува повече информация за мутагенния и канцерогенния им ефект (2).

Органотини. TBT е един от най-токсичните органокалаени съединения. Може да се натрупва в организма и да се задържи за дълго време, което води до хронична експозиция. Проучванията показват, че са възможни различни ефекти върху здравето на хората, включително дисфункция на имунната система, аномалии в развитието и репродуктивни нарушения. По-специално TBT е свързан с промени в хормоналния баланс на организма, което води до ендокринни смущения (15).

Органохлорини (без PCBs). Въздействието им върху човешкото здраве зависи от няколко фактора, включително от конкретния химикал, нивото и продължителността на експозицията, както и от индивидуални фактори като възраст, пол и генетика. Някои от тях са свързани със сериозни здравословни проблеми като ендокринни смущения (нарушават хормоналната система на организма, което може да доведе до репродуктивни проблеми, нарушения в развитието и рак); неврологични ефекти (засягат централната нервна система и причиняват поведенчески и когнитивни проблеми, включително загуба на паметта, объркване и припадъци); въздействие върху имунната система; рак (12,22).

Замърсяване на Черно море

В доклад на Европейската агенция за околната среда (EEA) от 2019 г. (11) са документирани и картографирани в европейски мащаб зоните с повишени концентрации на замърсители и/или нежелани ефекти от тях. Идентифицирани са проблемни и непроблемни зони по отношение на замърсителите. Използваният инструмент е CHASE+ (10). Като инструмент за оценка, базиран на множество показатели, CHASE (първоначално инструмент за оценка на химичното състояние на HELCOM) дава възможност за по-всеобхватна оценка, при която данните, представящи по-широк спектър от вещества и матрици, както и биологични ефекти, могат да бъдат комбинирани в напълно интегрирани оценки.

Оценени са общо 1 481 710 км^2 морета, като тематичната оценка на замърсителите обхваща всички регионални морета. От тях 1 186 247 км^2 (80.1 %) са класифицирани като проблемни зони по отношение на замърсяването. Вероятността да бъдат в здравословно състояние, т.е. да бъдат определени като непроблемни зони, варира. Процентът на непроблемните зони в Балтийско

море е 3.7%, в Черно море - 9.2%, в Средиземно море - 12.7%, и североизточната част на Атлантическия океан е съответно 25% (10).

EEA (2018) съобщава, че замърсяването с токсични метали, промишлени химикали и пластмасови отпадъци е на проблемно ниво в приблизително 91% в Черно море. В табл. 2 са представени процентите на оценените зони, класифицирани като проблемни и непроблемни зони в Черно море. Дадена зона се определя като проблемна, ако има доказателства за нежелани смущения в морската екосистема, дължащи се на внасяне на замърсители.

В Черно море една-единствена проба от се-

Табл. 2. Обобщение на CHASE+ класификацията в Черно море

Обща площ (км²)	**476 000**
Оценени	26.9%
Непроблемни зони високо	12 000 (9.2%)
Непроблемни зони добро	0 (0%)
Проблемни зони средно	1 000 (0.9%)
Проблемни зони слабо	0 (0%)
Проблемни зони лошо	115 000 (89.8%)
% проблемни зони	90.8%

Източник: EEA (2019)

димент показа наличието на 145 вещества, сред които други органохалогени, PCBs, метали и PAHs. (10)

Бюлетин на Басейнова дирекция „Черноморски район" на Р България (съкр. Бюлетин) представя данни за състоянието на водите в Черноморски район за басейново управление през 2021 г. (1). Мониторингът и оценката на екологичното състояние на крайбрежните морски води за 2021 г. са извършени от Института по океанология - БАН. Крайбрежните морски води обхващат акваторията от Черно море, която попада в границите на една морска миля от брега, обособени в 17 типа водни тела. Екологично състояние на крайбрежните морски води се наблюдава и е определяно чрез:

- Биологични елементи за качество.
- Физико-химични елементи за качество и специфични замърсители.

Наблюдавани са следните специфични замърсители: нефтопродукти, етилбензен, бисфенол А, цинк, мед, арсен, алуминий, хром шестивалентен, ксилени, полихлоробифенили, диетилхексилфталат, дибутилфталат.

Оценката на състоянието на Черно море в обособените водни тела за 2021 г. по отношение на биологични и физико-химични елементи за качество, специфични замърсители, екологично състояние/потенциал показва, че в 14 водни тела състоянието по отношение на биологични елементи за качество е добро, а в 3 умерено - Варненски залив, от Поморие до Сарафово и Южен Бургаски залив <30 м. По отношение на физико-химични елементи за качество 15 водни тела са в добро състояние, а 2 в умерено - Южен Бургаски залив <30 м и от н. Маслен нос до устието на р. Резовска >30 м. По отношение на специфичните замърсители 3 от водните тела - от н. Галата до к. к. Камчия, Южен Бургаски залив <30 м и от н. Маслен нос до устието на р. Резовска >30 м, са в умерено състояние. Останалите са в добро. Нито едно водно тяло не е определено в лошо и много лошо екологично състояние. Пет водни тела са в умерено, а 12 в добро екологично състояние. Впечатление прави, че само Южен Бургаски залив <30 м е в умерено състояние на база резултатите по наблюдаваните биологични и физико-химични елементи за качество и специфични замърсители.

От наблюдаваните показатели, влошаващи състоянието, алуминият (Al) е основен специфичен замърсител. Той е естествено срещащ се метал. Намира се в земната кора и се използва в много промишлени приложения, включително за производството на консерви, фолио и други продукти. Когато попадне във водно тяло в резултат на човешка дейност, допринася за замърсяването. Натрупва се в морските организми като риби и ракообразни, които след това попадат в хранителната верига. Въпреки че здравните последици от консумацията на замърсени с алуминий морски храни не са напълно изяснени, проучвания показват, че той е свързан със заболявания като Алцхаймер, епилепсия, аутизъм (5). Доказано е, че е токсичен за морските организми. Причинява увреждане на дихателната и нервната им система, както и влошава растежа и възпроизводството им. Освен това алуминият може да допринесе за подкиселяването на океана, което може да има отрицателно въздействие върху здравето на морските екосистеми като цяло. (8)

В Бюлетина също са представени резултати относно химично състояние на крайбрежните морски води. Извършен е мониторинг на прио-

ритетни вещества във води в 17 крайбрежни водни тела, в 37 пункта през периода от юли 2020 г. до юни 2021 г. вкл. химичното състояние се определя на база данните за матрици вода и биота. Състоянието на водното тяло се класифицира като добро или като непостигащо добро.

Установено е, че всички 17 изследвани водни тела не постигат добро състояние през периода поради превишения за кадмий в матрица вода на някои водни тела. Живакът също е причина за непостигнато добро състояние. Други показатели, на които се дължи влошеното състояние през 2021 г., са перфлуороктанова (PFOA) и перфлуорооктансулфонова киселина (PFOS), известни като „вечни химикали", тъй като тяхното химическо спокойствие не позволява разграждането им (27).

PFOA е изкуствен химикал, използван в различни промишлени и потребителски продукти. Не се разгражда в околната среда и може да се натрупва в хранителната верига. Един от основните източници на замърсяване в океана е изхвърлянето на промишлени отпадъчни води от фабрики, които произвеждат или използват PFOA. Това замърсяване може да засегне морските организми, включително рибата и други морски храни, консумирани от хората. Проучвания с експериментални животни показват, че може да причини няколко вида тумори и смърт на новородените. Има токсични ефекти върху имунната и ендокринната система и черния дроб. Данните за въздействието на PFOA върху здравето на хората са оскъдни. Съществуват сравнително постоянни доказателства за слаби положителни връзки с холестерола и пикочната киселина, въпреки че размерът на ефекта върху холестерола не е последователен при различните нива на експозиция. Съществуват някои, но много по-непоследователни доказателства за слаба положителна връзка с чернодробните ензими (4).

PFOS притежава потенциал за биоакумулиране. PFOS и производните се освобождават в околната среда при тяхното производство, по време на тяхната употреба и при депониране след тяхното използване. Повишени концентрации са открити в отпадъчни и отточни води от сметища, океани и др. Рибите не са основен, но са източник на експозиция за човека. Възможните здравни ефекти могат да включват: биохимични или клетъчни промени, увреждания на човешкия фетус или промени в развитието. Абсорбират се по орален път и се елиминират бавно от човешкото тяло. Хроничната експозиция при животни включва вредни ефекти върху черния дроб, стомашно-чревния тракт и нивата на тироидните хормони. Няма мутагенни свойства. Няма налични данни за вредни въздействия върху репродукцията и развитието при хората.

ИЗВОДИ

Европейските морета, сред които и Черно море, имат решаваща роля за развитието на съвременните общества и общности. Замърсяването им води до тежки и дълготрайни екологични и здравни последици, както за хората, обитаващите крайбрежните зони, така и за цялото население на Европа.

Основните замърсители са тежките метали, органобромидите, полихлорираните бифенили, полиароматните въглеводороди, органокалаени съединения и органохлорините без PCBs. Те са токсични, устойчиви и с потенциал за натрупване в хранителната верига. Могат да причинят тежки заболявания, като засягат имунната, ендокринната, репродуктивната, нервната и др. системи.

Замърсяването с токсични метали, промишлени химикали и пластмасови отпадъци е на проблемно ниво в приблизително 91% в Черно море. Екологичното състояние на крайбрежните морски води на Р България за 2021 г. като цяло е определено като добро. Алуминият е основен специфичен замърсител. По отношение химично състояние на крайбрежните морски води нито едно от изследваните водни тела не постигат добро състояние поради наличие на кадмий, живак, перфлуороктанова и перфлуорооктансулфонова киселини.

Преодоляването на предизвикателствата изисква интегриран и междусекторен подход. Необходимо е постигане на по-високо ниво на осведоменост относно възможните преки и косвени опасности и въздействия от замърсяването на морето върху човешкото здраве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басейнова дирекция „Черноморски район". МОСВ. Р България. Бюлетин за състоянието на водите в Черноморски район за басейново управление за 2021 г. Достъпен от https://www.bsbd.org/bg/index_bg_1668393.html (Посетен на 10.03.2023)
2. Изпълнителна агенция по околната среда. Достъпен от https://eea.government.bg/bg/output/daily/pollutants/pab.html (Посетен на 18.03.2023)
3. Изпълнителна агенция по околна среда. Национален доклад за състоянието и

опазването на околната среда в Р България. Управление на водните ресурси и качество на водите. Достъпен на: https://eea.government.bg/bg/soer/2019 (Посетен 13.03.2023)

4. Министерство на околната среда и водите. Национален план за действие за управление на устойчивите органични замърсители в България 2020–2030 г. (НПДУУОЗ, България, 2020-2030). София, 2021 г.
5. Alasfar RH, Isaifan RJ. Aluminum environmental pollution: the silent killer. Environ Sci Pollut Res 28, 44587–44597 (2021). https://doi.org/10.1007/s11356-021-14700-0.
6. AMAP. AMAP assessment 2015: temporal trends in persistent organic pollutants in the Arctic, Arctic Monitoring and Assessment Programme. 2016b. Oslo, Norway. Достъпен от https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2015-temporal-trends-in-persistent-organic-pollutants-in-the-arctic/1521 (Посетен 14.03.2023)
7. AMAP. AMAP Assessment 2016: chemicals of emerging Arctic concern, Artic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2017. Oslo, Norway. Достъпен от www.amap.no (Посетен 14.03.2023)
8. Bott ́e A, Zaidi M, Guery J, Fichet D, Leignel V. Aluminium in aquaticenvironments: abundance and ecotoxicological impacts. Aquat. Ecol. 2022. 56(4). https://doi.org/10.1007/s10452-021-09936-4.
9. Dahms HU. The grand challenges in marine pollution research. Front. Mar. 2014. Sci. 1:9. doi: 10.3389/fmars.2014.00009.
10. European Environment Agency. Contaminants in Europe's seas — moving towards a clean, non-toxic marine environment, EEA Report No 25/2018, European Environment Agency. 2018. Достъпен от https://www.eea.europa.eu/publications/contaminants-in-europes-seas/ (Посетен 13.03.2023)
11. European Environment Agency. Marine messages II — navigating the course towards clean, healthy and productive seas through implementation of an ecosystem-based approach, EEA Report No 17/2019, European Environment Agency. 2019a. Достъпен от https://www.eea.europa.eu/publications/marine-messages-2/file (Посетен 13.03.2023)
12. Environmental Protection Agency. Organochlorine pesticides. 2019. Достъпен от https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/organochlorine-pesticides (Посетен на 18.03.2023)
13. European Union. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (OJ L 327, 22.12.2000, pp. 1-73).
14. Gascon M, Vrijheid M, Martínez D, Forns J, Grimalt JO, Torrent M, et al. Effects of pre and postnatal exposure to low levels ofpolybromodiphenyl ethers on neurodevelopment and thyroid hormone levels at 4 years of age. Environ Int. 2011; 37(3):605–11.161.
15. Goksoyr A, Bjornfoth H. Environmental toxicology: Biological and health effects of pollutants (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press. 2019.
16. Hertz-Picciotto I, Bergman Å, Fängström B, Rose M, Krakowiak P, Pessah I, et al. Polybrominated diphenyl ethers in relation toautism and developmental delay: a case-control study. EnvironHealth. 2011; 10(1):1.
17. Intergovernmental Panel on Climate Change. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate Geneva, Switzerland: IPCC; 2019. Достъпен от https://www.ipcc.ch/srocc/ (Посетен на 13.03.2023)
18. Landrigan PJ, Stegeman JJ, Fleming LE, Allemand D, Anderson DM, Backer LC, Brucker-Davis F, Chevalier N, Corra L, Czerucka D, Bottein MD, Demeneix B, Depledge M, Deheyn DD, Dorman CJ, Fénichel P, Fisher S, Gaill F, Galgani F, Gaze WH, Giuliano L, Grandjean P, Hahn ME, Hamdoun A, Hess P, Judson B, Laborde A, McGlade J, Mu J, Mustapha A, Neira M, Noble RT, Pedrotti ML, Reddy C, Rocklöv J, Scharler UM, Shanmugam H, Taghian G, van de Water JAJM, Vezzulli L, Weihe P, Zeka A, Raps H, Rampal P. Human Health and Ocean Pollution. Ann Glob Health. 2020 Dec 3;86(1):151. doi: 10.5334/aogh.2831. PMID: 33354517; PMCID: PMC7731724.
19. Mahalakshmi M. Characteristic levels of heavy metals in canned tuna fish J. Toxicol. Environ. Heal. Sci., 4 (2) (2012), pp. 43-45.
20. Mitra S, Prova SR, Sultana SA, Das R, Nainu F, Emran TB, Tareq AM, Uddin MS, Alqahtani AM, Dhama K, Simal-Gandara J. Therapeutic potential of indole alkaloids in respiratory diseases: A comprehensive review Phytomedicine, 90 (2021), p. 153649, 10.1016/j.phymed.2021.153649.
21. MOE. ‚Minimata disease: the history and measures', Environmental Health Department, Ministry of the Environment, Government of Japan. 2002. Достъпен от http://www.env.go.jp/en/chemi/hs/minamata2002/ (Посетен на 14.03.2023)
22. National Institute of Environmental Health Sciences. Organochlorine pesticides and health. 2021. Достъпен от https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/oc-persistent/index.cfm (Посетен на 18.03.2023)
23. Organisation for Economic Co-operation and Development. Достъпен от oecd.org/ocean (Посетен 13.03.2023)
24. OSPAR. Intermediate assessment 2017, OSPAR Commission, London. Достъпен от https://oap.

ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017 (Посетен на 14.03.2023)

25. OSPAR. Polychlorinated biphenyls (PCBs), Hazardous Substances Series, OSPAR Commission, London, UK. 2018. Достъпен от https://www.ospar.org/documents?v=6918 (Посетен на 09.03.2023)

26. Review WO. WOR 5 Coasts – A Vital Habitat Under Pressure Hamburg: Mareverlag. 2017. Достъпен от https://worldoceanreview.com/en/wor-5/ (Посетен 13.03.2023)

27. Steenland K, Fletcher T, Savitz DA. Epidemiologic evidence on the health effects of perfluorooctanoic acid (PFOA). Environ Health Perspect. 2010;118(8):1100-1108. doi:10.1289/ehp.0901827.

28. Swinehart S, Fuller R, Kupka R, et al. Rethinking aid allocation: Analysis of official development spending on modern pollution reduction. Annals of Global Health. 2019; 85(1). DOI: 10.5334/aogh.2633.

29. The Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission (HELCOM). Hazardous substances in the Baltic Sea — an integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea, Baltic Sea Environmental Proceedings No 120B, Helsinki Commission — Baltic Marine Environment Protection Commission, Helsinki, Finland. 2010. Достъпен от http://www.helcom.fi/Lists/Publications/BSEP120B.pdf (Посетен 14.03.2023)

30. The Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution. Permanent Secretariat. Достъпен от http://www.blacksea-commission.org/ (Посетен 13.03.2023)

31. Tornero V, Hanke G. Potential chemical contaminants in the marine environment. An overview of the main contaminant lists, JRC Technical Reports, European Commission Joint Research Centre, Directorate D Sustainable Resources, Water and Marine Resources Unit. 2017. Достъпен от http://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201801085655.pdf (Посетен 14.03.2023)

32. UNESCO. Facts and Figures on Marine Pollution. Достъпен от http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/ioc-oceans/focus-areas/rio-20-ocean/blueprint-for-the-future-we-want/marine-pollution/facts-and-figures-on-marine-pollution/ (Посетен на 18.03.2023)

33. United Nations. Sustainable Development Goals. Достъпен от https://www.un.org/sustainabledevelopment/ (Посетен 13.03.2023)

34. Washington State Department of Health. Environmental Toxicology Program. Достъпен от https://doh.wa.gov/ (Посетен на 18.03.2023)

35. World Health Organization. Health, The Global Ocean and Marine Resources. 2019.

36. Wu L, Li Y, Ru H, Xie H, Yao F, Ni Z, et al. Parental exposure to2, 2′,4,4′5-pentain polybrominated diphenyl ethers (BDE-99) causes thyroid disruption and developmental toxicity in zebrafish. Toxicol Appl Pharmacol. 2019; 372:11–8.

Адрес за кореспонденция:
Николина Радева
Катедра „Медицина на бедствените ситуации и морска медицина“
ул. „Проф. Марин Дринов“ 55
Варна, 9000
e-mail: niki.radeva@mu-varna.bg