

## 8. СПРАВКА ЗА ОРИГИНАЛНИТЕ НАУЧНИ ПРИНОСИ НА ГЛ. АС. Д-Р НИНА СТОЙЧЕВА ДЖЕМБЕКОВА

участник в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“ по научна Област 4. „Природни науки, математика и информатика“, Професионално направление: 4.3. Биологически науки, Научна специалност „Екология и опазване на екосистемите“, Научно направление „Екология и молекулярна таксономия на морски организми“ при ИО-БАН, Варна, обявен в ДВ бр. 1 / 02.01.2024 г.

Научните ми публикации включват 34 заглавия, от които 4 са свързани с придобиване на образователна и научна степен "доктор", 4 са във връзка с придобиване на академична длъжност "главен асистент" и 25 са представени по настоящия конкурс (от които 22 в издания, реферирани и индексирани в Web of Science / Scopus). Извън Справката за съответствие с минималните национални и изискванията на ИО-БАН във връзка с конкурса са представени 3 научни публикации в издания, които не са реферирани или индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, един научно-технически доклад и един стратегически документ.

Научните приноси могат да бъдат систематизирани в следните направления:

Значителна част са свързани с фитопланктонното биоразнообразие в Черно море, таксономията и екологията на потенциално токсичните и цъфтежни видове; прилагане на интегриран подход, съчетаващ молекулярни техники с класически морфологични методи, прецизиране на таксономичната принадлежност, включително и определяне на нови за басейна видове; изследване на фикотоксини и оценка на токсигения потенциал на черноморските изолати; изследване на разпространението на потенциално токсични и цъфтежни видове и цъфтежни явления, в това число биогеографското разпространение на покоящите бентосни стадии и взаимодействието бентос-пелагиал. За първи път е извършено изследване на черноморския микробиом с метагеномни методи; прилагане на многообразие от подходи (флоуцитометрия, целогеномно секвениране, метагеномика и qPCR) за изучаване на разпространението и екологията на пикоцианобактерии (*Synechococcus*) в различни зони в Черно море, включително аноксични.

Допълнително, част от изследванията ми е насочена към оценка на популационно-генетичната структура на стопански ценни видове риби, с принос за опазване и ефективно управление на техните запаси в региона.

Участието ми в разнообразни научноизследователски проекти разширява сферата на изследване, добавяйки приноси към познанието на биоразнообразието на диатомейните съобщества в Антарктика, включително разграничаване на нови за науката видове, получаване на първи за Черно море данни за наличие на гени на антибиотична резистентност и гени за устойчивост на метали, както и оценка на инвазивни и чужди видове.

## НАУЧНИ ПРИНОСИ

### I. Изследване на фитопланктонното биоразнообразие, разпространението и екологията на токсични, потенциално токсични и цъфтежни видове фитопланктон в Черно море

I.1. За първи път чрез използване на молекулярен подход е изследвано видовото разнообразие на род *Pseudo-nitzschia* (характеризиращ се с голям брой потенциално токсични представители и невъзможна видова идентификация под светлинен микроскоп) в българската акватория на Черно море (Варненски залив). Регистриран е нов за Черно море представител на рода – *P. linea* и нови за българската акватория вид – *P. calliantha* (с доказан токсигенен потенциал в Черно море) и вариететна форма – *P. pungens* var. *aveirensis*. Прецизирането на таксономичната принадлежност на видово ниво е от голяма значимост, предвид съществуващото в рода криптично биоразнообразие и невъзможността за разграничаване на токсичните от безвредните видове с използване на конвенционални методи. **(6.3.1-1)<sup>1</sup>**

I.2. За първи път в Черно море е приложено метабаркодиране за изследване на биоразнообразието на фитопланктонните покоящи стадии в повърхностни седименти (13 проби от различни локации). Регистрирани са 180 оперативни таксономични единици, асоциирани с микроводорасли. Шестнадесет от идентифицираните видове са потенциално токсични (12 динофлагелати, 1 диатомея, 1 хаптофит и 2 рафидофита), като повече от половината от тях се съобщават за първи път в седиментни проби от Черно море. Изследването на биогеографското разпространение на покоящите бентосни стадии е с голяма значимост, предвид функцията им като „архив“ на биоразнообразието, но и „инокулум“ за цъфтежни явления. **(6.3.1-2)<sup>2</sup>**

I.3. За първи път в Черно море (41 станции в северозападната част) е извършено паралелно изследване на разпространението на токсични/потенциално токсични фитопланктонни видове (микроскопски анализ и метабаркодиране) и фикотоксини. Идентифицирани са 20 потенциално токсични вида, някои от които (*Dinophysis acuminata*, *Dinophysis acuta*, *Gonyaulax spinifera* и *Karlodinium veneficum*) са открити в над 95% от станциите. Във всички проби са регистрирани пектенотоксини (РТХ-2 като основен токсин), а в значителна част от пробите присъстват и йесотоксини. За първи път в Черно море е установено присъствие на РТХ-1 и РТХ-13, както и някои варианти на УТХ. Установена е положителна корелация между числеността на *Dinophysis acuta* и пектенотоксините, и между *Lingulodinium polyedra* и *Protoceratium reticulatum* и йесотоксините, предполагащо токсигенността на тези видове. Установена е зависимост между числеността и пространственото разпределение на токсичните микроводорасли и на токсините и параметрите на околната среда. Съчетаването на методите за мониторинг на биоразнообразието с изследване на фикотоксини дава възможност да се оцени реалния токсигенен потенциал на черноморските изолати и да се изгради статистически базирана хипотеза за продуциращите ги видове. **(6.3.1-7)**

<sup>1</sup> Избрано за най-значимо научно постижение на ИО-БАН за 2017 година.

<sup>2</sup> Избрано за най-значимо научно постижение на ИО-БАН за 2018 година.

I.4. Направена е инвентаризация на цъфтежите на *Pseudo-nitzschia* в целия черноморски басейн за периода 1959 – 2019 г. и оценка на зависимостта с ключови променливи на околната среда. Анализирани са видовете разнообразие на *Pseudo-nitzschia* и данните за наличие на домоена киселина. Установено е, че цъфтежи на *Pseudo-nitzschia* може да се развият по всяко време на годината при различни екологични режими. Тъй като фитопланктонните цъфтежи са сред основните проблеми за екологичното състояние на Черно море (особено в миналото), изследванията на басейново ниво за разпространението на потенциално токсични и цъфтежни видове и цъфтежи са от особена значимост. **(6.3.1-5)**

I.5. Изследвана е връзката между пространственото разпределение и численост на различни морфотипове на цисти на предизвикващия цъфтежи комплекс *Scrippsiella acuminata* в повърхностни седименти в Черно море и избрани променливи на околната среда чрез различни статистически подходи. Установена е връзка на всички морфотипове на цисти на *S. acuminata* с една или комбинация от променливи на околната среда, като соленост, температура и биогени. Географското разпространение на цъфтежи на *Scrippsiella* в Черно море показва, че взаимодействието между планктонното и бентосното местообитание на динофлагелатния вид му дава предимството да доминира в планктонните съобщества. **(6.3.1-6; 6.3.3-1)**

## **II. Изследване на екологичните характеристики на изолати на *Synechococcus* от Черно море и адаптивния им потенциал за оцеляване в анаеробни условия; характеризирани на черноморския микробиом чрез целогеномно секвениране**

II.1. Изследвани са култури на *Synechococcus*, изолирани от дълбочина 750 м в Черно море. Експериментално е доказана способността на черноморските изолати да оцеляват както при условия богати на кислород и светлина, така и при афотични и аноксични условия, потенциал доказан и чрез целогеномното секвениране. Това откритие предоставя нови доказателства в подкрепа на предишни хипотези, свързващи сигнала за „дълбоководна червена флуоресценция“ с жизнеспособни популации на пикоцианобактерии в дълбоките безкислородни океански зони, което предполага преразглеждане на екологичната роля на жизнеспособен запас от *Synechococcus* в дълбоководието. **(6.3.2-1)**

II.2. Изследвано е пространственото разпространение и числеността на *Synechococcus* в Черно море (хоризонтално и в дълбочина). Флоуцитометричните данни показват присъствие на *Synechococcus* във всички изследвани станции и почти всички дълбочини. Приложени са молекулярни методи (целогеномно секвениране, метагеномика и qPCR) за проучване на динамиката на различни филотипове на *Synechococcus* (условно обозначени като „повърхностен“ и „дълбоководен“). Установено е, че и двата филотипа достигат висока численост в повърхностните крайбрежни води, но представителите на „повърхностния“ филотип са специфично адаптирани към тази среда, докато принадлежащите към „дълбоководния“ филотип са способни да оцеляват и в афотичните безкислородни условия на дълбоките слоеве. Установената хетерогенност е ново знание за разпределението на различните филотипове на *Synechococcus* по екологични ниши. **(6.3.1-4)**

II.3. Анализирани са микробиомът в проби от две станции в българската акватория на Черно море чрез иновативен подход – шотгън метагеномика. Установено е, че кислородната зона наподобява стандартните морски фотични зони, с цианобактерии (*Synechococcus*, но видимо отсъстващ *Prochlorococcus*) и доминиране на фотохетеротрофи. Хемоклинът предоставя съвсем различни характеристики от оксичната повърхност с примери за хемолитотрофен метаболизъм (*Thioglobus*) и факултативно анаеробни микроби. Богатата на сероводород анаеробна зона се характеризира с масивно доминиране на метаболизъм базиран на сулфат-редукция, малко (но откриваеми) маркерни гени за метаногенеза и голям брой неклассифицирани геноми с непредвидима екология. Настоящото изследване добавя нова, ценна информация за тази уникална и важна екосистема и нейния микробиом. (6.3.2-2)

### **III. Изследване на популационно-генетичната структура и здравния статус на стопански ценни видове риби в българската акватория на Черно море**

III.1. За първи път е приложен интегриран подход (молекулярно-генетичен и морфологичен) за оценка на популационно-генетичната структура на калкана (*Scophthalmus maximus*) пред българския бряг на Черно море. Регистрирано е наличие на значителни вътревидови морфометрични вариации, но ниско ниво на генетична диференциация между изследваните популации. В допълнение е разработен модел за хабитатна пригодност за *S. maximus* в българския черноморски регион. Получените резултати са от съществено значение за опазването и ефективното управление на запасите от калкан в региона. (6.3.2-5; 6.3.2-6; 6.3.2-8; 6.3.3-3)

III.2. За първи път е приложен мултидисциплинарен подход, включващ генетични, морфологични, биохимични и химични биомаркери, за изследване на здравния статус и адаптивния потенциал на две популации на барбуня (*Mullus barbatus*) в българската акватория на Черно море. И при двете популации е наблюдавано ниско хаплотипно и нуклеотидно разнообразие, често асоциирано със свърхексплоатирани или „застрашени“ популации. Установено е наличие на алуминий (в северната популация) и хром (в южната популация) над пределно допустимите норми за биота, както и присъствие на микропластмасови частици в стомашно-чревния тракт на екземпляри и от двете популации. Регистрирани са повишени нива на оксидативен стрес и намалена антиоксидантна защита при по-голямата част от екземплярите от южния регион, което е възможна ранна индикация че са достигнали границите на своя адаптивен потенциал. (6.3.2-9)

III.3. Извършен е анализ на генетични, морфометрични и меристични характеристики на зарган (*Belone belone*) от българското черноморско крайбрежие (Несебър). Получени са първи данни за генетичното и морфологично разнообразие на вида в българската акватория. (6.3.2-7)

### **IV. Приноси към познанието на биоразнообразието на диатомейните съобщества в Антарктика и видова идентификация на антарктически кремъчни водорасли**

IV.1. Изследвано е биоразнообразието и колонизацията на диатомейните съобщества в различни субстрати и местообитания в Антарктика, като е установена схемата на

колонизация, както и влиянието на местообитанието/субстрата. Оценено е видовото богатство, индексите на разнообразие и равномерност. (6.3.2-10<sup>3</sup>; 6.3.2-11; 6.3.2-12)

IV.2. Разграничени са нови за науката видове *Halamphora* – *Halamphora kenderoviana* sp. nov. и *Halamphora moncheviana* sp. nov., открити при проучване на морската бентосна диатомейна флора по бреговете на остров Ливингстън (морски антарктически регион) и са предоставени данни за тяхната екология и разпространение. (6.3.2-13)<sup>4</sup>

#### **V. Изследване на състоянието на морската околна среда в контекста на опазване на човешкото здраве**

V.1. За първи път е проведено изследване на наличието на гени на антибиотична резистентност (ARGs) и гени за устойчивост на метали в Черно море с използване на qPCR и метагеномни анализи. Установено е наличие на различни видове гени за резистентност, предполагащо присъствие на мултирезистентни бактерии в различни зони в Черно море, включително в дълбочина. Резултатите, разкриващи Черно море като резервоар на ARGs, са от изключително значение, предвид увеличаващата се в световен мащаб заплаха за човешкото здраве и централната роля на околната среда в предаването, разпространението и еволюцията на антибиотичната резистентност. (6.3.2-3; 6.3.2-4)

#### **VII. Принос към оценката на инвазивни и чужди видове**

VII.1. Изготвен е списък на инвазивни/потенциално инвазивни чужди видове в Средиземно море и Черно море., Съставени са информационни листове за десетте вида с най-голям инвазивен потенциал. Резултатите са от ключово значение като система за ранно предупреждение и предприемане на ефективни мерки за управление на инвазивните видове. (6.3.2-14)

### **НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ**

#### **I. Оценка на приложимостта на различни иновативни методи за мониторинг на морската околна среда, в това число на потенциала на метабаркодирането за изследване на фитопланктонното биоразнообразие, включително потенциално токсичните видове, в Черно море**

I.1. Направен е преглед на иновативни методологии и технологии (в това число различни молекулярни подходи) за подобряване на индикаторите за морско биоразнообразие и методите за мониторинг. Дискутирани са предимствата и недостатъците от прилагането на иновативните инструменти при рутинно наблюдение. Обсъдени са и техните приложения в морския мониторинг в рамките на РДМС чрез анализ на казуси. Демонстрирани са предимствата на новите технологии по отношение на точност и ефективност. (6.3.2-15)

I.2. Анализирани са потенциалът на иновативния метагенетичен подход за изследване на микроводорасловото разнообразие във водния стълб и седимента в Черно море. Установено е много по-голямо видово разнообразие в сравнение с описаното по-рано на

<sup>3</sup> Избрано за най-значимо научно постижение на ИО-БАН за 2019 година.

<sup>4</sup> Избрано за най-значимо научно постижение на ИО-БАН за 2022 година.

база морфология. Потвърдено е, че новият подход предоставя перспектива за прецизно идентифициране на видовете и особено за регистриране на видове, предизвикващи вредни цъфтежи, което е инструмент за прилагане на ефективни програми за мониторинг и проучвания за оценка на екологичния риск. (6.1.2-1; 6.3.3-2)

I.3. Тестван е нов елемент – Потенциално токсични фитопланктонни видове, в рамките на индикатор вредни цъфтежи на фитопланктона (Дескриптор 5 – Еутрофикация) за анализ на състоянието на морската околна среда през 2017 г. чрез интегриран подход – количествени микроскопски данни и метабаркодиране. Установено е постоянно присъствие на потенциално токсичен фитопланктон и по-добра резолюция на молекулярния метод за откриване на видове. Оценена е приложимостта на новия елемент и са направени препоръки при бъдещо използване в мониторинга на Черно море в рамките на РДМС. (6.4-1)

I.4. Приложен е интегриран подход (класическа морфологична идентификация под светлинен микроскоп и метабаркодиране) за изследване на биоразнообразието на динофлагелатните цисти в проби от повърхностни черноморски седименти. Идентифицирани са общо 112 динофлагелатни вида (принадлежащи към 51 рода), от които 14 потенциално токсични. Сравнението на двата подхода демонстрира установяване на по-голям брой таксони чрез молекулярния анализ (66 таксона) в сравнение с морфологичната идентификация (56 таксона). Дискутирани са специфични методологични ограничения водещи до несъответствия между данните получени с двата подхода. Потвърдено е че паралелното прилагане на морфологични и молекулярни методи увеличава потенциала за по-надеждна таксономична оценка на фитопланктонното биоразнообразие в морските седименти, което от своя страна доказва убедително изключителното значение на интегрирания подход. (6.3.1-3)

## **II. Принос към разработването на стратегически документи за развитие на научните изследвания и иновации в Черно море**

II.1. В рамките на международния проект Black Sea Connect, беше подготвена актуализирана версия на Стратегическата програма за научни изследвания и иновации в Черно море. Този стратегически документ отразява споделената визия за насърчаване на синята икономика в Черно море и е насочен към широк кръг от заинтересовани страни за преодоляване на пропуски, бариери и затруднения в областта на иновациите и новите технологии, научните знания и устойчивото развитие на морските икономически сектори. Програмата, определяща общата рамка за стратегически изследвания, развитие и иновации в Черно море, получи признание както от всички черноморски държави, така и на европейско ниво, по време на официалното представяне (заедно с плана за изпълнението на програмата) в Европейския парламент през май 2023 година. (6.4-2)

27.02.2024 г.

Подпис:

гр. Варна

/гл. ас. д-р Н. Джембекова/