

ПРИНОСИ

на
доц. д-р Емилия Варадинова

секция „Биоразнообразие и функциониране на сладководни екосистеми“ при отдел „Водни екосистеми“ на Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания, Българска академия на науките, във връзка с конкурса за заемане на академичната длъжност “професор” в професионално направление 4.3. Биологически науки, научна специалност „Хидробиология“, за нуждите на ИГ “Биоиндикатори, мониторинг и екологична класификация на сладководни екосистеми”, обявен в Държавен вестник, бр. 27 от 29.03.2024 г.

Представените приноси са обобщени в резултат на проведените широкообхватни проучвания върху макрозообентосните съобщества в различни категории повърхностни води, в т. ч. лотични и лентични, естествени и повлияни в различна степен от разнообразен тип човешка дейност. Изследванията обхващат анализ на състава и структурата на водните безгръбначни животни, биоиндикация на макрозообентоса и оценка на състоянието на различните типове повърхностни водни тела.

В справката са цитирани само научни трудове и проекти, с които кандидатът участва в конкурса за „професор“. При описание на приносите, в скоби са посочени номерата на научните трудове, представени в списъка с публикации. Номерата на цитираните проекти (групи E14, E15 и E16) отговарят на посочените в справката за съответствие с минималните изисквания. С цел избягване на повторение в изложението на приносите, те са обединени за показателите от групи „В“ и „Г“ от справката. Публикациите, които показват основните активности във връзка с участието ми в настоящия конкурс, са свързани с разработки, в които имам водеща роля в авторския колектив (№№ 60, 64, 66, 67, 70, 74, 81, 84). Във всички останали научни трудове, представени в съавторство, е очертан личния ми принос при провеждане на изследванията и подготовка на публикацията.

Основните научни и научно-приложни приноси са обобщени в следните няколко направления и области на изследване:

I. Биоразнообразие на макрозообентоса в повърхностните континентални води

Изследван е таксономичният състав и структура на макрозообентоса в различни типове реки, езера и язовири, разположени на територията на България. Съставът и разпространението на дънните безгръбначни животни и анализът на ключови таксономични

групи са оценени във връзка с водещи фактори на водната среда, в това число и под влияние на различни типове замърсявания на водите (**№№ 69, 74, 78, 79, 81, 84**). В процеса на проучване на водните безгръбначни се откроява принос в по-задълбочено изучаване на трихоптерната фауна (разред Trichoptera). При определяне на състава на макрозообентоса е диференциран и личен принос при детерминиране на таксоните/видовете от клас Turbellaria, подклас Hirudinea, разредите Coleoptera, Odonata, Hemiptera, Megaloptera и Diptera (без сем. Chironomidae), както и определянето на таксоните от подклас Oligochaeta и разредите Ephemeroptera и Plecoptera до ниво род/семейство.

Проведено е изследване в представителни лентични екосистеми, които принадлежат към планински тип водни тела (Тревисто езеро и язовирите Огняново, Бебреш, Христо Смирненски, Йовковци, Белмекен, Батак, Голям Беглик и Широка поляна), които се характеризират с отсъствие или с незначително човешко въздействие. Представен е пълен таксономичен списък на водната безгръбначна фауна (**№81**) в изследваните стоящи водоеми. Специален фокус е поставен върху широкообхватно проучване, осъществено в 51 от най-големите стоящи водоеми (езера и язовири) в страната и е установен таксономичният състав на макрозообентоса (**№56**). През 2020 г. е осъществено мащабно национално проучване в 139 речни и 79 езерни пунктове, представителни за всички типове стоящи и течащи водни тела, идентифицирани на територията на страната (**E16.1**). Изготвени са актуални видови списъци на водните безгръбначни животни във всички проучени мониторингови пунктове. В резултат са публикувани данни за състава на водните безгръбначни във водосбора на река Марица (**№80**), в избрани пресъхващи типове реки (водосборите на Струма, Тунджа, Арда и Марица) от Егейския водосбор (**№69**), както и в представителни карстови изворни екосистеми (**№79**), установени във водосборите на реките Искър, Осъм, Провадийска, Велека, Места, Струма. Изследванията показват, че в различните типове реки се формират специфични и разнообразни дънни съобщества. Описана е доминантната структурата на дънните съобщества в поречието на Марица и някои основни притоци (**№80**). Направен е сравнителен анализ на видовата структура на макрозообентоса в реките Марица и Хан (Южна Корея) (**№85**). Стойностите на индексите за видово разнообразие отразяват променливите характеристики на водните местообитания и адаптивни способности на бентосни безгръбначни в различни типове лентични екосистеми. В процеса на проучване на макрозообентоса в различни типове реки са публикувани по-детайлни данни за разпространението на водни безгръбначни (**№59**), вкл. и инвазивни видове (**№№71, 75**).

Структурирането на бентосните съобщества и преференциите на водните безгръбначни животни към различни местообитания се формират в зависимост от

характеристиките на водната среда. Видово-факторните взаимодействия отразяват комплексното действие на абиотичните параметри във връзка с регистрирания антропогенен натиск. Така, в нативни, неповлияни лентични и лотични екосистеми структуроопределяща роля имат надморската височина, която корелира с по-ниски стойности на температурата на водата, концентрацията на кислород, насищането и електропроводимостта, както и с ниско съдържание на биогени (**№№ 78, 81**). На примера на 15 референтни и повлияни в различна степен пунктове от водосбора на Марица е установено, че в резултат на човешкото въздействие, което рефлектира негативно върху характеристиките на местообитанията, настъпва преразпределение в съотношението на главните таксономични групи. По този начин видове, чувствителни към антропогенен натиск отпадат и се заместват от по-толерантни и широкопластични, което води до трансформация в състава на водните безгръбначни съобщества (**№74**). Сладководните биоценози проявяват специфични реакции към физикохимичните параметри и стресовите фактори във водната среда. Тези реакции са резултат от формирането на адаптивни механизми на водните съобщества като цяло, както и на индивидуални екологични предпочитания на отделните таксони/видове (**№84**). В тази връзка са описани и промените в състава на макрозообентоса в зависимост от надморската височина като интегрален показател, разстоянието от извора, типа субстрат и физикохимичните променливи в карстов тип водни екосистеми (**№79**). Процесите на възстановяване на сладководното биоразнообразие в Европа са обект на специална разработка (**№82**). В резултат на натрупани масиви от данни за река Места, както и за други български и европейски реки, които протичат на територията на 22 страни, са проследени дългосрочните промени в дънната безгръбначна фауна. Обобщените резултати показват, че въздействието на замърсителите, изменението на климата и разпространението на инвазивни видове генерират перманентен натиск върху сладководните екосистеми и оказват негативен ефект върху сладководното биоразнообразие.

Проучена и анализирана е трофична структура на макрозообентоса в по-големите езера и язовири в България. Динамиката на функционалните трофични групи в различните лентични екосистеми показва, че стържещите и грунтоедите доминират, при това първите имат структуроопределяща роля в езерата, а вторите са най-обилни в силномодифицираните и изкуствени водни тела (**№64**). Анализът на таксономичния състав на функционалните трофични групи на речния макрозообентос в типово-специфични референтни условия (**№60**), разкрива доминиращото присъствие (като общ брой таксони и като обилие) на групата на стържещите (първични консументи), в чийто състав преобладават представители на едnodневките, сладководните гастроподи, и ларвите на водните бръмбари. Тези таксони съставляват близо 60%

от трофичната структура на бентосните сообщества. Направен е сравнителен анализ на функционалните групи на макрозообентоса в дефинирани типове-специфични водни тела (планински, полупланински и равнинни), идентифицирани в различни екорегии (Понтийска провинция и Източни Балкани) и водосбори (№№ 57, 76). Анализът на *връзките на функционалните групи с физичните и химични параметри на водната среда* показват, че надморската височина, засенчеността и антропогенният импакт са ключови фактори за формирането на трофичната структура на дънните безгръбначни сообщества. Анализирани са влиянието на хетерогенността на дънния субстрат и количеството на органичния въглерод в седиментите върху структурирането на трофичните групи на речния макрозообентос (№65). Проучено е и въздействието на процесите на еутрофикация и флуктуациите във водното ниво върху трофични групи на водните безгръбначни в избрани силномодифицирани водни тела (№68). Установено е, че сезонната динамика и надлъжното разпределение на функционалните групи се подчинява на общите закономерности, заложи в Концепцията за речния континуум, но пречупени през ефектите от човешкия натиск. Под антропогенно влияние се извършва трансформация в състава на трофичната структура, което е свързано с намаляване на обилието на по-чувствителните групи (дробящи и стържещи) и увеличаване на дела на по-толерантните (грунтоеди).

II. Биоиндикация и оценка на екологичното състояние

Проведените дългосрочни изследвания са основа за *оценка на биоиндикативния потенциал на макрозообентоса* в лотични (№№ 55, 61, 63, 67, 74, 84) и лентични (№№ 58, 62, 66, 81) екосистеми. Промените в състава на *водните безгръбначни са пряко отражение на характеристиките на местообитанията и могат да характеризират състоянието на водните екосистеми*. Трансформации на дънните сообщества се наблюдава както по речния континуум, така и под влияние на човешка дейност. В резултат на външни въздействия (природни или антропогенни) се установява преразпределение на видовия състав и на функционалните групи, което води до изменение на трофичната структура на безгръбначните сообщества. Тези промени протичат в две посоки: постепенна смяна на доминиращите видове в рамките на отделните функционални групи и преразпределение на обилието и относителния дял на групите в състава на трофичната структура на макрозообентоса (№№ 57, 60, 64, 76).

В съответствие с изискванията на Европейското и национално законодателства, *макрозообентосът* е дефиниран *като ключов биологичен елемент за качество при оценка на екологичното състояние на повърхностните водни тела*. Чрез приложението на три

индекса (общо брой таксони, биотичен индекс и трофичен индекс), базирани на макрозообентоса е определен екологичния статус на 11 езера и 39 язовири, които принадлежат към 15 типа стоящи водни тела в България (**№64**). Комбиниран подход чрез прилагане на индекси, базирани на видовата и на трофичната структура, е приложен и при оценка на екологичното състояние на 40 референтни пунктове, разположени на 35 реки в Егейския и Черноморския водосбор (**№60**). Във връзка с представянето на мерки за възстановяване и дългосрочно опазване на Атанасовско езеро, специална разработка е посветена на шест годишния мониторинг и извеждането на интегрирана оценка на екологичния статус на крайбрежната лагуна. При определяне на екологичното състояние бе приет сайт-специфичен подход, при който в зависимост от солеността на водата в изследваните пунктове, бяха приложени релевантни метрики за оценка на сладки и на солени/свръхсолени води (**№58**).

Необходимостта от прилагане на природозащитни мерки с цел опазване на водите в защитени територии е в основата на проведените *целиви проучвания на реките* Владайска, Боянска, Витошка Бистрица и Янчовска, *които протичат на територията на резерватите* Бистришко Бранище и Торфено Бранище, разположени в природен парк Витоша (**№63**). Изследванията чрез Биотичен индекс, базиран на биологичен елемент за качество макрозообентос, *показаха „отлично“ и „добро“ екологично състояние*, а водните екосистеми се характеризираха като неповлияни, оптимално функциониращи и балансирани. Биотичният индекс, като нормиран в националното водно законодателство показател, бе използван и за *оценка на екологичното състояние в повлияни от различни източници, пунктове* от водосбора на река Марица (**№74**). Антропогенният импакт върху водите на трансграничната река Струмешница (най-големия приток на Струма) намира израз в неблагоприятната екологична ситуация на част проучените пунктове в реката. Установено бе, че Струмешница навлиза на територията на България в „умерено“ екологично състояние, което в резултат на допълнителни негативни натрупвания е влошило статуса на водите ѝ на българска територия. Проучването показва негативното въздействие и от заустването на непречистени отпадъчни води от населени места без пречиствателни станции (**№67**). Изведената оценка има важно значение предвид факта, че в рамките на водосбора на река Струмешница са идентифицирани зони със специален статут на защита (зони с води, предназначени за питейно-битови цели, нитратно уязвима зона, Натура зона). Друга българска река - Батова, чийто водосбор също попада в защитена зона е проучена от физикохимична (рН, проводимост, разтворен кислород, биохимична потребност от кислород, амониеви, нитратни, фосфатни йони) и биологична (бентосологична) гледна точка (**№ № 60, 61**). Състоянието на водите на реката е определено

като „добро“ по биологичен елемент за качество макрозообентос и непостигащо целевото „добро“ по физикохимични елементи за качество, причина за което са регистрираните високи концентрации на амониеви и нитратни йони.

На примера на моделни лотични екосистеми (река Четирка/Логодашка и нейните притоци, река Габровска и Лещинска река, както и участъка на река Струма след вливането на Четирка), бе *анализирана коректността/точността на оценката на екологичното състояние на течащи водни тела*. Проведени бяха комплексни хидробиологични (бентологични и физикохимични) изследвания на представителни пунктове, повлияни от различни видове антропогенен натиск, (хидроморфологични изменения, дифузно замърсяване от селскостопанска дейност, точково органично замърсяване) (**№70**). Резултатите бяха сравнени с оценките на екологичното състояние, извършени от оторизираните институции в страната. Предложени са препоръки свързани с необходимостта от увеличаване на честотата и броя на пунктовете в проучваните лотични водни тела. Направено е аргументирано предложение националният хидробиологичен мониторинг да се възлага директно на научни институции и да се извършва от учени-хидробиолози с дългогодишна експертиза. Посоченото ще гарантира предоставянето на качествени, коректни данни и максимално обективна оценка на екологичното състояние на повърхностните водни тела (**E14.15**). За опазване на водните екосистеми от съществено значение е *изучаването на ефектите от различни антропогенно индуцирани въздействия*, в т. ч. от дейността на МВЕЦ (**E14.14**) и на ТЕЦ (**№83**). Оценката на екологичната ситуация в засегнатите райони показват, че при такъв тип въздействия проучванията следва да включват както анализ на ключови биологични елементи за качество и подкрепящи физико-химични показатели на водата, така и да се извършва проследяване на пределно допустимите концентрации на специфични замърсители и приоритетни вещества. В тази насока за първи път бе оценен *ефектът от дейността на въглищните ТЕЦ „Република“ и „Бобов дол“ в България и влиянието на заустването на отпадъчни води върху екологичното състояние* на р. Разметаница (водосбора на р. Струма) и Река Соколица (водосбор на река Марица). Така, за периода 2013-2022 г. бяха анализирани широк набор от параметри в пунктове за мониторинг, разположени преди и след точките на заустване от въглищни електроцентрали във водосборите на Струма и Марица. Установена бе пряка зависимост между регистрираните неблагоприятните стойности на наблюдаваните основни физикохимични параметри на водната среда и превишените стандарти за качество на околната среда на конкретните замърсители от една страна, и влошаването на екологичното състояние на наблюдаваните повърхностни водни тела, дефинирано по задължителните биологични елементи за качество, от друга страна (**№83**).

Влиянието на сезонността върху оценката на екологичното състояние чрез макрозообентос бе проучено в 12 представителни стоящи водоеми (езера и язовири) (**№66**) и 9 речни пункта, разположени в горното, средното и долното течение на реките Места, Тунджа (Екорегиян 7 Източни Балкани) и Вит (Екорегиян 12 Понтийска провинция) (**№57**). Установено бе, че екологичното състояние се определя от типово-специфичните характеристики на проучваните речни участъци и вида на антропогенен натиск. ***Анализирана е приложимостта на трофичните индекси (RETI/PETI, ITC) при оценка на екологичното състояние*** на стоящи и течащи повърхностни води (**№№ 57, 60, 64, 76**)

Натрупаните бази данни за състава и структурата на безгръбначните съобщества, физикохимични и хидроморфологични показатели, дават възможност за ***анализ на дългосрочни промени и прогнозиране на екологичните ситуации във водните екосистеми*** (E14.8). По този начин се оценява не само актуалното състояние на водите, по-специално на трансграничната река Места като сайт от Европейската мрежа за дългосрочни екологични изследвания (E14.6), но и се очертават дългосрочни тенденции в изменение на характеристиките на водната среда в лотичните екосистеми (**№72**).

За ***валидиране на типологията и класификационната система в България е определено екологичното състояние на 218 мониторингови пункта, които принадлежат към 175 течащи и стоящи повърхностни водни тела*** (E16.1). Тествани са набор от хидроморфологични, физични, химични и биологични метрики, базирани на макрозообентоса, в това число ценотични, сапробни, биотични и трофични индекси/показатели. Направена е биологична класификация на повърхностни водни тела от категории „река“, „езеро“ и „преходни води“ в България, както и оценка на екологичното състояние на всички проучени водни тела за петгодишен период (E14.12). Резултатите са обобщени и включени в новите ПУРБ (2022-2027) на Дунавска, Черноморска, Източнобеломорска и Западнобеломорска басейнови дирекции. Въз основа на данни, натрупани в периода 2016-2020 г., е извършен сравнителен анализ и ***паралелна оценка на екологичното състояние*** на 367 речни пункта (15 речни типа), ***разположени на различни реки в България, по два ключови биологични елементи за качество*** макрофити и макрозообентос (**№84**). Адаптивните механизми, чрез които двете изследвани съобщества реагират като цяло, както и реакциите на видовете, провокирани от индивидуалните им предпочитания, формират специфичен отговор спрямо физикохимичните променливи и стресовите фактори. Това може да доведе до някои несъответствия в оценките на екологичното състояние, определено по двата биологични елементи за качество.

Извършено е *сравнение на класификационните системи за оценка на състоянието на повърхностните води между страни разположени в различни екорегиони в Европа и на различни континенти*. При паралелното изследване, проведено в България и Ирландия, бяха събрани проби и анализирани данни от общо 11 реки в двете страни. Стойностите на параметрите на водата показва, че ирландските реки се характеризират с по-кисело рН на водата, по-висока наситеност с кислород, по-ниска електропроводимост и относително по-ниски стойности на температурата на водата. Двете страни прилагат един и същ Биотичен индекс, базиран на макрозообентоса. Сравнителният анализ между две версии на Биотичния индекс демонстрира, че ирландската Q-схема може да бъде възприета от други региони с различни климатични условия и да се адаптира в широк биогеографски диапазон (**№55**). Две големи реки, Марица и Хан с общо 30 представителни пункта, разположени във водосборите им, бяха използвани като моделни системи, за да се съпоставят класификационните системи на България и Южна Корея. В двете страни оценките се базират на три основни групи показатели – биологични, физикохимични и хидроморфологични. Проучването показва, че независимо от спецификите на географските характеристики и различните индекси, които се прилагат, се наблюдава коректна съпоставимост на получените оценки. Посоченото се дължи на факта, че нормираните в двете законодателства индекси, са базирани на сходни оценъчни научно-обосновани подходи (**№77**).

Определена е степента на сходство на видовия състав на земните червеи в повлияни от урановите мини територии в България. Анализирано е видово-факторното взаимодействие и е оценен биоиндикативния им потенциал (**№73**).

III. Методология на биологичния мониторинг на водите

Във връзка с валидиране на типологията и класификационната система в България за оценка на екологичното състояние на повърхностните водни тела от категории „река“, „езеро“ и „преходни води (E14.12) е *извършено прецизиране на границите на класовете за екологично качество на типово-специфичните скали на Биотичния индекс*, базиран на макрозообентос. Скалите за оценка са публикувани в последното изменение на *Наредба Н-4/2012 за характеризиране на повърхностните води* (ДВ, 67/04.08.2023 г.).

Тествани са разнообразни експериментални метрики за оценка на екологичния статус в стоящи води в България (**№62**). В резултат е предложена и утвърдена *нова методика/мултиметрика и типово-специфични скали за оценка на екологичното*

състояние на различни типове повърхностни стоящи води чрез биологичен елемент за качество „макрозообентос. *Скалите за оценка са публикувани в последното изменение на Наредба Н-4/2012 за характеризирание на повърхностните води* (ДВ, 67/04.08.2023 г.).

Експертният опит е приложен при *участие в разработването на методологична рамка за оценка и картиране на състоянието на екосистемите и екосистемните услуги в България (Е14.2)*, по-конкретно картиране и оценка на екосистемните услуги във вътрешни влажни зони в България (*№№ 86, 87, 88, 89*), както и оценка на състоянието и екосистемните услуги на сладководни и морски екосистеми в България (*№№ 90, 91*).

IV. Опазване на биоразнообразието и на екологичното състояние на водни тела и влажни зони

Натрупването на теоретични знания и практически умения е реализирано в участия като експерт по сладководни екосистеми в проектни разработки посветени на:

- *анализ на разнообразието на хабитатите в дунавските влажни зони на Унгария и България*, с цел изучаване на биоразнообразието, биологичните инвазии, услугите, функционирането и управлението на водните екосистеми (**Е14.5**);

- биологично и екологично *проучване на състоянието на сладководните екосистеми в целеви езера*, с цел изготвяне на методика за ограничаване и поддържане на нивата на еутрофикация в тях, както и провеждане на мониторинг (**Е14.11**);

- *актуализиране и допълване на текста на проекта на „Стратегия за биологичното разнообразие в Република България“*, съгласно актуалните нормативни и стратегически цели и документи, с отношение към опазване и възстановяване на биологичното разнообразие на национално ниво, на ниво ЕС и на международно ниво (**Е14.10**).

Усвояването на екологични подходи и методи при разработване и хармонизиране на методологиите на избрани параметри за оценка качеството на околната среда, конкретно на водните екосистеми и влажни зони у нас доведе до *прилагане на опита в разработки от национално значение като План за управление на национален парк Пирин и на резерватите Бистришко Бранище, Торфено Бранище, Богдан и Училищна гора*. Разработени са *екологичните оценки на Плановете за управление на речните басейни* на Дунавски, Черноморски, Източнобеломорски и Западнобеломорски райони за периода 2016-2021 г. Част от опитът е прилаган при изготвяне на становища по компетентност и преценки на качество на доклади по ОВОС.

Във връзка с извършване на предпроектни проучвания и провеждане на собствен мониторинг е анализирано състоянието на водите на реките Мочурица, след Карнобат, р. Сютлийка/Азмака и Бяла река (ляв приток на Луда река, басейна на река Марица) по биологични елементи за качество фитобентос, макрозообентос и подкрепящи физикохимични показатели на водата (E14.9, E16.2, E16.4).

V. Други приноси

Разработени са собствени електронни лекционни курсове и в периода 2015-2024 г. е *проведена преподавателска дейност* на студенти бакалаври и магистри от ЮЗУ „Н. Рилски“ Благоевград и ПУ „П. Хилендарски“ *по учебните дисциплини* „Замърсяване на водите и въздействие върху екосистемите“, „Управление на водните ресурси“, „Методи за анализ и оценка на състоянието на водите“, „Екологичен мониторинг“, „Замърсяване на въздуха и въздействие върху екосистемите“, „Замърсяване на въздуха и водите“, „Екологични изисквания и норми“, „Управление на опазването на околната среда“, „ОВОС“, „Екологични оценки“, „Управление на екологични проекти“ и „Екологични програми“.

21.05.2024 г.

Подпис:

(Доц. д-р Емилия Варадинова)