

**Справка за приносите
в научните статии на гл. ас. д-р Христина Калчева**

във връзка с участие в конкурс за академичната длъжност „Доцент” по професионално направление 4.3. Биологични науки, научна специалност „Хидробиология”, обявен в ДВ, бр. 36 от 23.04.2024 г.

Научната ми дейност основно е продължение на работата като докторант и е насочена към изследване на динамиката в количествените показатели на бактериопланктона в сезонен и пространствен аспект в сладководни екосистеми и, благодарение на екипната полева работа с паралелни изследвания, проследяване на връзките на бактериопланктона с фактори на средата и с други съобщества на микробната и пасищната трофична мрежа (фитопланктон, зоопланктон, макрофити, риби и др.) в условия на климатични изменения и разпространение на инвазивни чужди видове. Представените научни трудове и приноси във връзка с конкурса са в следните направления:

1. Сладководна микробна екология и комплексни екосистемни изследвания във:
 - 1.1. Влажни зони в заливната тераса на река Дунав и река Дунав
 - 1.2. Язовири със и без наличие на инвазивната мида зебра и нейното влияние върху екосистемите
2. Инвазивни чужди видове - разпространение, пътища на въвеждане, превенция и управление
3. Влияние на органичното торене върху първичната продукция и останалите фактори на средата в шаранови рибарници с приложен характер в рибопроизводството.
4. Прилагане на статистически методи при анализ на данни в други изследвания:
 - 4.1. Хидробиологични – разред Plecoptera в бентала
 - 4.2. Екологични - горски екосистеми
 - 4.3. Екотоксикологични изследвания с пестициди

Приносите в научните статии са описани по свързаност между тях, а не по пореден номер. Номерацията на научните статии, по-които са описани приносите, е по групи показатели в таблицата с наукометричните показатели на справката за съответствие като и в списъка с публикации са в същата последователност.

1. Приноси в сладководната микробна екология, таксономията, комплексните екосистемни изследвания и методологични приноси
 - 1.1. Влажни зони в заливната тераса на река Дунав и река Дунав – всички с приноси в екосистемните изследвания
- ✓ За първи път е изследван бактериопланктон за тригодишен период (2009-2012 г.) сезонно във влажни зони от различен тип, блата на остров Белене и канали Калимок-Бръшлен и в река Дунав при Белене. Резултатите показаха, че неговите морфологични групи се разделят ясно пространствено между трите биотопа – р. Дунав с най-високи числености от всички морфологични групи, плитките блата с преобладаване на коките (свободни и прикрепени) и каналите с преобладаване на прикрепените и свободни пръчици. Пространственото разпределение на бактериопланктона по размерни групи отличава отново р. Дунав с най-големи числености на всички размерни групи от влажните зони, особено през пролетта на екстремно пълноводие (вследствие на изменението в климата в глобален аспект), довело до наводнения и навлизане на много

органика в реката, докато между каналите и плитките блатата няма разлика. Във времеви аспект във влажните зони по-големи числености на всички морфологични и размерни групи се наблюдават през маловодните години, като това се обуславя от повишената химическа потребност на кислород (ХПК) и мътността. Наблюдаваният пролетен максимум се увеличава към 2011 г. по време на по-ниското ниво на р. Дунав и отново намалява през 2012 г. при новото наводнение след пълното пресъхване през есента на 2011 г. През пролетта и лятото на 2011 г. бяха установени за първи път фототрофни анаеробни пурпурни серни бактерии от родовете *Chromatium* и *Thiopedia* в каналите и нишковидни фототрофни зелени несерни бактерии от рода *Chloroflexus*, както в блатата, така и в каналните типове влажни зони. Добрата метаболитна пластичност на пурпурните бактерии е допринесла за тяхното масово развитие в микроаерофилни условия в по-плитките и с по-висока температура влажни зони (**B4.2.**). (Оригинален научен принос в областта на водната микробна екология и таксономията на бактериите, като за пурпурните фототрофни бактерии с личен кариерен принос – лична покана от испанския ръководител на COST акция “Основи и приложения на биотехнологията на пурпурните бактерии за възстановяване на ресурси от отпадъци” (2022-2026 г.) за включването ми в акцията и съм единствен представител от България засега)

- ✓ За първи път се изследва бактериопланктон в две от влажните зони в заливната тераса на река Дунав, Унгария (Среден Дунав) (**B4.7.**). Изследванията на зоопланктона, бактериопланктона, хлорофил-а и факторите на средата, проведени месечно от април до октомври 2014 г. в две влажни зони, с различна хидроложка свързаност с Дунав, Mocskos-Danube и Riha, както и в реката при Мохач в Национален парк Béda-Karapancsa показаха следните резултати:

- ❖ Видовият състав на ракообразния зоопланктон, включващ общо 23 вида - 17 Cladocera и 6 Copepoda, от които 16 вида в Mocskos-Danube и 19 вида в езерото Riha (Риха), е по-нисък в сравнение с предходните години, но подобен на други резултати от изследвания относно влажните зони. Река Дунав при Мохач има най-ниското разнообразие от трите изследвани места, което потвърждава, че влажните зони се характеризират с по-голямо богатство на видове от реката. Регистрирани са два чужди вида ракообразни, клadoцерата *Pleuroxus denticulatus* с ниско обилие само в езерото Риха и каланоидът *Eurytemora velox* в двете влажни зони. Сезонни разлики в обилието на зоопланктона се наблюдават в двете влажни зони, т.е. пролетен максимум, дължащ се предимно на Cladocera в Mocskos, който е в активната заливна низина, и лятно-есенен максимум в изолираното езеро Riha. Предполагаме, че тези разлики се дължат на влиянието на пулса на наводненията през пролетта в Mocskos. Това разкрива значението на речната свързаност за биоразнообразието на влажните зони. Установени са положителни корелации между Copepoda и температурата, Cladocera и фосфатите и между двете групи ракообразни със съдържанието на въглерод (DOC и TOC) и общ фосфор. (Научен принос към фаунистиката и установяване на чужди видове, все още неинвазивни, поради ниските числености, в Европейска страна)
- ❖ Бактериопланктонът е с най-голямо обилие през пролетта, по време на наводнението през май, което е характерно и за други влажни зони от Долен Дунав (във **B4.2.**). По-малката численост на бактериопланктона през лятото и есента вероятно е свързана с увеличаването на натиска от зоопланктона (top-down контрол) и на конкуренцията с макрофити и фитопланктон за биогени.

Морфотиповете и размерната структура се различават достоверно между влажните зони. Бактериите имат слаба отрицателна корелация с Copepoda и положителна на прикрупените бактерии с чуждия вид *Eurytemora velox*. Cladocera повлиява негативно само средните по размер свободно-живеещи бактерии, което потвърждава установеното досега за връзката Cladocera–бактерии. Сезонното и пространственото развитие на бактериопланктона, отрицателната му връзка с разтворения органичен въглерод (DOC) и положителната с биогените и chl-a предполагат, че бактериопланктонът активно участва в разграждане на мъртвата органична материя и самопречистване на водата с реминерализация на биогените за нуждите на фитопланктона във влажните зони. (Оригинален научен принос във водната микробна екология)

- ❖ Установена е отрицателна корелация между зоопланктона и биомасата на фитопланктона (изразена чрез хлорофил-а), което е индикация за силна зоопланктонна преса, типична при пасищната хранителна верига. Макрофитният вид *Ceratophyllum demersum*, по-добре развит в езерото Riha, като по-добър конкурент за биогени е довел до азотно и фосфорно ограничение за фито- и бактериопланктона и, поради изолацията от реката, тези две съобщества са по-малочислени там, а зоопланктонът е видово по-богат и многочислен, поради създадените по-добри кислородни условия и храна (B4.7.).
- ✓ Първостепенни фактори, определящи хидрохимията и функционирането на влажните зони като източник или утайтел на биогенни елементи в унгарския и българския участъци на р. Дунав са степента на свързване на влажните зони с реката (определена като еу, пара, плезио потамал или като тип – канал или блато и разликите във връзката им с реката) и наличието и процентът на покритие с макрофити (B4.1.). Установената значителна разлика в концентрациите на азота и фосфора в унгарските и българските влажни зони е вследствие на наличието на промиващ ефект в унгарските влажни зони, дължащ се на ефективната им връзка с реката и в минимализирането или пълното ѝ отсъствие в българските. В резултат на това в българските често се наблюдава кислороден дефицит, причиняващ денитрификация и мобилизация на фосфора от седимента. Затова те показват по-високи концентрации на общия фосфор и по-ниски концентрации на общия азот от унгарските ((B4.1.). (Оригинален научен принос за сравнение в морфологията на влажните зони и биогените в унгарския и българския участъци на река Дунав)
- ✓ Бактериопланктонът в плиткото езеро Сребърна, което е част от Дунавските влажни зони, се характеризира със сравнително равномерно разпределение в мониторингово определените хоризонтални трансекти и в дълбочина. Има средно високи численост, биомаса и скорост на размножаване като стойностите показват мезотрофно състояние по микробиология, въпреки че морфологично Сребърна е еутрофно езеро. Пространствената динамика на органотрофните бактерии свидетелства, че основните процеси на биодеградация на органичната материя протичат не толкова в пелагиала, колкото в седиментите и периферната литорална зона на езерото. Колебанията на числеността, скоростта на размножаване, биомасата и морфологичната структура на бактериения планктон не следват сезонната динамика, характерна за другите планктонни съобщества. В периода 2005-2007 г., след обилни пролетни валежи и наводнения през първите две години, бактериината биомаса нараства, а относителният

дял на пръчиците, прикрепени към суспендирани частици, се увеличава за сметка на свободно живеещите коки, което е указание за общо нарастване на количеството свежа и трудно разградима органика в пелагиала. Общият брой на бактериите е в обратна корелация с рН и в права корелация с концентрацията на разтворен кислород и температурата на водата. Положителната корелация на броя бактерии и тяхната биомаса със съдържанието на фосфати потвърждава лимитиращата роля на фосфора в езерната вода. Бактериите съставляват 0,5 % от общата планктонна въглеродна биомаса. Корелации, достоверни за кратки периоди от време, на бактериологичните параметри с числеността, биомасата и таксономичната структура на фитопланктона очертават динамични взаимоотношения на мутуализъм и конкуренция (Г8.1.). (Оригинален научен принос във водната микробна екология и разлика с установения морфологично трофичния статус на езерото като еутрофно с определянето му по микробиологични показатели като мезотрофно)

- ✓ Пространствените и времеви морфологични изменения в езерото Сребърна са вследствие на изграждането на дига през 1949 г., отделяща езерото от река Дунав, построяването на яз. „Железни врата“ през 1972 г. и увеличеното водоползване във водосборната област, които са довели до създаването на значителен воден дефицит. Нарушената проточност на езерото е довела до натрупване на дънна тиня и полутечна утайка с високо органично съдържание (сапропел). Акумулирането и концентрирането на огромни количества биогени в езерната екосистема е причинило драстично засилване на еутрофизацията и ускоряване на езерната сукцесия. Влошават се светлинните условия във водния стълб. Водосборният басейн с площ от 402 km² се отводнява от три реки, които почти пресъхват през лятото. Необходима, но недостатъчна мярка за възстановяването на Сребърна се оказва прокопаването на канал, който свързва езерото с Дунав през 1994 г. Езерното ниво, измервано ежеседмично от 1991-2007 г. е показало спадане с около 4.5-5 cm месечно и 50 cm годишно. Отстраняването на част от тръстиката, дървесната и храстова растителност би намалило евапотранспирацията, чиято годишна стойност е приблизително равна на годишния воден дефицит. Резултатите от изследването показват, че нивото на езерното дъно е твърде динамично и с тенденция за увеличаване мощността на дънните отложения. Увеличаването на проточността на езерото чрез прокопаване на втори входящ канал в района на съборената дига или осигуряване на отток при навлизането на високи дунавски води през съществуващия канал би довела до „промиване“ и изнасяне на дънни отложения. С това състоянието на езерото би се доближило до естественото (Г8.2.). (Научно-приложен принос за подобряване на морфологията на езерото)
- ✓ Дългосрочните промени на биогените (азот и фосфор), суспендираните твърди вещества и концентрациите на хлорофил-а в българо-румънския участък на Долен Дунав през периода 1950–2014 г. са изследвани като са използвани главно литературни данни и резултати от програмата за мониторинг. Установени са значително намаляване концентрациите на фосфати, но по-слабо на разтворен неорганичен азот в периода 2008-2014 г. Поради това се е променило и съотношението N:P, което е довело до фосфорно лимитиране при нарастването на фитопланктона. Въпреки силното и

стабилно намаление на фосфатите и неорганичния фосфор, концентрацията на хлорофил-а не спада след 2008 г., най-вероятно поради значително подобряване на условията на подводна светлина, причинено от около десет пъти намаление на концентрацията на суспендирани твърди вещества от 1950 г. насам, което е продължило и след 2008 г. Водните стоежи в долното течение на р. Дунав са обвързани с водното ниво в ез. Сребърна. Възстановяването на тази влажна зона между 1990 и 2015 г. чрез увеличаване втока на води от реката е довело до подобряване качеството на водите в езерото (увеличаване на прозрачността, намаляване на концентрациите на хлорофил-а, биообема на фитопланктона и дела на синьозелените водорасли. За първи път е изведено много силно уравнение за множествена регресия между биообема на фитопланктона като зависима и водното ниво, хлорофил-а и разтворения неорганичен азот като независими променливи ($R=0.93$), което позволява да се предвиди биообемът на фитопланктона чрез по-лесно измерими променливи с добра точност. (Г8.3.). (Научен принос за дългосрочни анализи на биогените в река Дунав и оригинален научен принос с уравнението за множествена регресия, с което се предлага да се измерват по-лесно измерими променливи за предвиждане на биообема на фитопланктона)

1.2. Язовири със и без наличие на инвазивната мида зебра и нейното влияние върху екосистемите – всички с приноси в екосистемните изследвания

- ✓ За първи път е изследван бактериопланктонът в три български язовира, два засегнати, Огоста и Жребчево, а един незасегнат, Копринка, от инвазивните миди *Dreissena* spp., сезонно за тригодишен период (В4.6.). Годишните, сезонните и пространствените промени в числеността, биомасата, морфотиповете и размерната структура на бактериопланктона показват по-голяма вариабилност в язовирите с *Dreissena* spp. (*Dreissena polymorpha* в Жребчево, а само в яз. Огоста и *D. bugensis*), отколкото в незасегнатия. Общият брой и биомасата на бактериите в язовирите Огоста и Жребчево са по-високи в екотонните станции през пролетта и в дълбочините около термоклина през лятото, докато в незасегнатия язовир Копринка нарастват през есента в повърхностния слой и близо до дъното. Най-малкият размерен клас бактерии е доминиращ във всички язовири. Съществуват положителни взаимодействия между бактериите и биогените азот и фосфор, Fe йони, мътност, химично потребление на кислород (ХПК) и фитопланктона. Корелациите с прозрачността, pH и Ca^{2+} са отрицателни. Установяваните досега във водоеми без *Dreissena* spp. положителни връзки с хлорофил-а и температурата са нарушени в населените с инвазивни миди язовири. Количествата на *D. polymorpha* показват слабо отрицателни корелации с общия брой и биомаса на бактериопланктона и положителни корелации с количествата на пръчиците, по-едрите и прикрепени бактерии, вероятно поради нарастване на органиката от екскретите на мидата-зебра (В4.6.). Непрякото въздействие на *Dreissena* spp. върху бактериопланктона в засегнатите язовири се определи като положително (В4.6.), поради повлияване на инвазивните миди върху други трофични групи и промени във факторите на средата (отразено в В4.3, В4.4., Г7.2., Г7.4). (Оригинален научен принос във водната микробна екология)
- ✓ Трофичното състояние на три язовира (два засегнати от инвазията на мидата зебра и един незасегнат) беше определено като мезотрофно с помощта на трофичните индекси

на Carlson, основани на концентрациите на общия фосфор, хлорофил-а и прозрачността на водния стълб по Секки. *Dreissena* spp. притежава способността да се размножава бързо и да филтрува огромни обеми вода, в резултат на което за кратко време измества интензивността на метаболизма във водните екосистеми от пелагиала към бентала. В засегнатите от *Dreissena* spp. язовири Огоста и Жребчево зообентосът беше доминиран от филтратори и детритофаги, а ихтиофауната от бентиворни, следвани от омниворните видове, като резултат от изместването на процесите към бентала. В зообентоса на незасегнатия язовир Копринка доминираха детритофагите, а ихтиофауната беше представена от различни трофични групи, без преобладаване на бентиворните видове, т.е. нямаше изместване на потока на енергия към бентала (Г7.4.). (Научен принос за трофично състояние и трофична структура в язовири със и без *Dreissena* spp.)

- ✓ Периодите преди и след инвазията на мидата зебра (*Dreissena polymorpha*) в язовир Жребчево показаха статистически достоверни разлики в прозрачността на водния стълб по Секки и концентрациите на кислорода и NO₃-N (нитратен азот) в хиполимниона в полза на периода след инвазията. Въпреки че след инвазията концентрацията на PO₄-P (форфатен фосфор) в язовира беше по-висока, показваща еу- до хипертрофия, стойностите за прозрачността по Секки показваха мезотрофност (в Г7.4.), което показва сериозно несъответствие в концепцията за трофността по характеристиките в пелагиала, поради факта че мидата-зебра премества продукционно-деструкционните процеси в бентала (Г7.2.). (Научен принос, показващ сериозно несъответствие в концепцията за трофността по прозрачност по Секки в пелагиала след инвазията на мидата зебра в язовир Жребчево)
- ✓ Таксономичният състав и числеността на фитопланктона и връзката му с основните биогени са сравнени в периодите преди (1978-1980) и след (2009-2010) инвазията на *Dreissena polymorpha* в язовир Жребчево (В4.4.). Установено беше, че мидата зебра оказва най-голямо влияние върху синьозелените водорасли *Cyanoptychota*. За разлика от биомасата, числеността на фитопланктона показва достоверно по-високи стойности, което се обяснява с намаляване на размерите на индивидите и преминаването на съобществото към г-стратегия. Установената биомаса на фитопланктона, макар и недостоверно по-ниска през периода след инвазията, показваше по-ниска трофност от концентрацията на PO₄-P, което потвърждава разминаването в оценката на трофността по тези две характеристики на пелагиала под влиянието на драйсената (установено в Г7.2.). Това разминаване може да се дължи и на азотно лимитиране на фитопланктона, освен на въздействието на мидата зебра, въпреки високите стойности на отношението N/P, установено с регресионни анализи (В4.4.). (Таксономичен принос и научен принос за разминаване в оценката на трофността по неорганичен фосфор и по биомаса на фитопланктона в язовир Жребчево)
- ✓ Бяха тествани някои от резултатите в Г7.2. на 52 водоема (10 езера и 40 язовири), от които 22 със и 30 без *Dreissena* spp. Потвърди се, че по време на лятната термална стратификация хиполимнионите на засегнатите от *Dreissena* spp. водоеми имат статистически достоверно по-високи стойности за рН, концентрацията и насищането с кислород. Това увеличение на концентрацията на кислород под влиянието на *Dreissena* spp. представлява новост за научната литература. Потвърдено беше също достоверното увеличение на прозрачността в епилимниона под влиянието на драйсената и по-ниски стойности за концентрацията на кислород в засегнатите от инвазивните миди водоеми. Отчетена е подобна тенденция на повишена прозрачност, измерена чрез проникване на

фотосинтетична слънчева радиация, докато мътноста, измерена чрез абсорбция при 550 nm, не показва разделяне. Очаква се *Dreissena* spp. да понижава значително числеността на фитопланктона и зоопланктона (особено в епилимниона по време на термична стратификация) в заселените с инвазивни миди по-чисти води. Отбелязано беше също, че понижаването на водното ниво на язовирите намалява или отстранява влиянието на *D. polymorpha*, тъй като тя населява горните 2-4 метра от бентала и значителна част от популацията ѝ загива при понижаване на водното ниво (B4.3.). (Оригинален научен принос за влиянието на инвазивния вид *Dreissena polymorpha* за повишаване на разтворения кислород и потвърдителен за увеличаване на прозрачността по Секки в засегнатите язовири)

- ✓ Прозрачността на водния стълб, концентрациите на общ фосфор (TP) и хлорофил-а (Chl) в 49 български сладководни язовира, от които 23 засегнати и 26 незасегнати от *Dreissena* spp. са сравнени въз основа на оригинални и литературни данни. Средната прозрачност, определена с диска на Секки (SD) и концентрацията на хлорофил-а са силно статистически различни между тези групи, докато общият фосфор не показва значителни разлики. Наличието на такива силни инвазивни видове като *Dreissena* spp. влияе върху разработените връзки между замърсяването с общ фосфор, биогени и върху биологичните показатели, използвани при оценката на екологичното състояние на водните тела за целите на Рамковата директива за водите на Европейския съюз. В това изследване засегнатите от инвазивната мида язовири вероятно са с различна плътност на мидите, причинявайки различна степен на отслабване на връзката не само в TP–Chl, но и във връзките Chl–SD и TP–SD. По този начин присъствието на мидата зебра не разделя напълно връзката, но статистически се получават по-слаби корелации и регресионни уравнения с по-малко стръмни наклони, което е все още приложимо (но с по-ниска точност) за определяне на екологичното състояние. Оценката на екологичното състояние в присъствието на миди зебра може да се подобри, ако наличието/отсъствието на инвазивни миди се замени с оценка на обилието им. Въпреки това, този подход изглежда труден за прилагане, особено в язовири, в които плътността на мидите варира често и силно и следователно не е лесно да се регистрира. Прозрачността с диска на Секки и концентрациите на хлорофил-а могат да се използват като показатели, приложими при оценката на трофичния и екологичния статус на повърхностни стоящи водни тела, засегнати от инвазивни миди (B4.5.). (Научно-методологичен принос, описан в последното изречение)
- ✓ Фитопланктонът е изследван в 18 български язовира през лятото и есента на 2016 г., от които 10 засегнати от мидата зебра (*Dreissena polymorpha*). Наличието/отсъствието на *D. polymorpha* обяснява статистически значима част от пространствената вариация в основните таксономични групи на фитопланктона. Всички количествени променливи на фитопланктона (брой индивиди, клетки и биомаса), отдели и видово разнообразие имат статистически значими по-високи стойности в язовирите без миди зебра. Вариациите в таксономичната структура на фитопланктона между двата сезона са значително по-малки от вариациите между изследваните язовири. Резултатите потвърдиха изчистващия ефект на *D. polymorpha* върху фитопланктона – статистически значимо по-ниско числено обилие, биомаса и видово разнообразие на фитопланктона,

както и увеличаване на прозрачността на водата в засегнатите водоеми. Отделите на фитопланктона са в обратнопропорционална (отрицателна) връзка с *D. polymorpha*. Този състав обаче зависи и от биогените, тъй като се наблюдава ясно разделение между биомасите на флагелатни и нефлагелатни водорасли по отношение съответно на амониевия азот и общия фосфор. За разлика от посочените доказателства за връзката между наличието на *D. polymorpha* и обилието на фитопланктона и прозрачността на водата, общият фосфор не показва такива връзки и разлики между засегнатите и незасегнатите от инвазията водоеми. Това наблюдение е още един аргумент в полза на предишните открития, че *D. polymorpha* засяга връзката между фосфора и други трофични характеристики в стоящите водни екосистеми (Г7.1.). (Научен потвърдителен принос за влиянието на *D. polymorpha* върху две от характеристиките за трофност – отрицателно върху обилието на фитопланктона, положително върху прозрачността, но неповлияване на фосфора като така се засяга връзката му с тях)

- ✓ Въз основа на проби от естествен фитопланктон от осем сладководни язовира на българска територия, както и от пет дунавски влажни зони, беше тестван ефектът от замразяване в течен азот върху добива на хлорофил-а (Chl) феопигменти (Phaeo) и пигментното разнообразие (PD) в екстракти от 90% етанол и 90% ацетон. Освен това беше предложен коефициент на преобразуване на данни, измерени от стар спектрофотометър към скорошни данни за Chl, измерени на модерен спектрофотометър. Дълбокото замразяване на филтрирани проби от фитопланктон в течен азот доведе до значително по-висок добив на Chl, особено когато фитопланктонът беше доминиран от водорасли с дебели клетъчни стени. Коефициентът на преобразуване между данни за Chl, екстрахирани в 90% ацетон и измерени на Spekol с ширина на лентата 10 nm, към данни, екстрахирани в 90% етанол и измерени на Ultrospec с ширина на лентата по-малка от 3 nm, възлиза на 1.27. Всички изводи, отнасящи се до проби от различни водни обекти с естествен фитопланктон с разнообразен състав на отделите, ги правят по-надеждни и полезни (Г7.3.). (Научно-методологичен принос за анализ на хлорофил-а)
- ✓ Принос в Г7.10. публикацията е предоставеният пълен библиографски списък на научните публикации на проф. д-р Румен Калчев като утвърден учен в областта на хидробиологията и по този начин методите, резултатите и изводите от неговите изследвания могат много по-лесно да се намерят в интернет или специализирани библиотеки и да се ползват от заинтересовани учени в същата област (Г7.10.).

2. Инвазивни чужди видове – приноси в таксономичния състав, разпространението, пътищата на въвеждане, превенцията и управлението

- ✓ В последните години въвеждането и разпространението на инвазивни чужди видове (ИЧВ) в Европа се увеличава и различни региони са засегнати от тяхното въздействие (Източна и Южна Европа, Дунавски регион). Две нови регионални мрежи бяха създадени и развити: Източно- и Южноевропейската мрежа за инвазивни чужди видове (ESENIA) и Мрежата за инвазивни чужди видове в Дунавския регион (DIAS). Представена е информация в публикацията за създаването, структурата, мисията и дейността на двете мрежи. ESENIA насърчава инициативи за повишаване на осведомеността и изграждане на капацитет на годишни семинари, провежда научни

изследвания и обмен и разпространява информация за (ИЧВ) и резултати от изследвания. Представените резултати от Седмият семинар на ESENIAS с научна конференция, съвместно с DIAS, проведен през 2017 г. в София по 6 теми, показват силната необходимост от сътрудничество и координирани действия, свързани с инвазивните чужди видове на регионално ниво. След широкото международно участие с презентации и постери, участниците предоставиха важен научен принос (127 публикувани резюмета) и 41 приноса със статиите си, описани накратко в настоящата статия (Г7.9.).

- ✓ Последните научни доклади подчертават, че биоразнообразието и природата в световен мащаб са в състояние на криза и има спешна нужда от радикални промени в управлението на природните ресурси. Инвазивните чужди видове (ИЧВ) заедно с изменението на климата са признати за основни и бързо нарастващи преки двигатели на загубата на биоразнообразие и екосистемни услуги в Европа и по света. Екосистемите с глобално значимо биоразнообразие, включително водните екосистеми, са най-уязвими от въздействието на ИЧВ и поради това се нуждаят от специална защита. В отговор на необходимостта от координирани действия в това отношение, третата съвместна научна конференция на ESENIAS и DIAS и 9-ият семинар на ESENIAS се проведе през 2019 г. в гр. Охрид. В тази публикация се представя информация за мястото на провеждане на конференцията, както и участниците в конференцията и техния принос. Разглеждат се и научните резултати от конференцията по седемте теми (Г7.13.).
- ✓ Представен е кратък преглед на водните инвазивни чужди видове (ИЧВ) в басейна на река Дунав (DRB) и Западното Черноморско крайбрежие (WBSC), включително списъци с видове, пътища на въвеждане и разпространение, въздействие и стратегии за управление. Съставените списъци включват 48 сладководни вида (32 безгръбначни и 16 риби), чужди за DRB, 36 вида от Понто-Каспийски произход (30 безгръбначни и 6 риби), пренесени към Горен и Среден Дунав, и 219 морски таксона (12 гъби, 95 водорасли, 103 безгръбначни и 9 гръбначни) чужди за Черно море. Десет от всички изброени видове са ИЧВ под управлението на European Union (EU) Concern, 21 се наблюдават от DRB и 28 са чужди видове с приоритет за управление в страните от Югоизточна Европа. Някои скорошни интродукции, установяване и разпространение на чужди видове оказват потенциално въздействие върху местната биота. Съвместни усилия на различни нива (Европейска комисия [ЕК], Стратегия на ЕС за Дунавския регион [EUSDR], Международна комисия за опазване на река Дунав [ICPDR], Черноморска комисия [BSC], Международна асоциация за изследване на река Дунав [IAD], и други регионални и национални организации) са необходими за преодоляване на многобройните предизвикателства при управлението на водните ИЧВ и различните пътища и вектори на тяхното въвеждане. Мрежата за инвазивни чужди видове в Дунавския регион (DIAS) насърчава подобряване на координацията между учени, власти и заинтересовани страни в областта на ИЧВ (Г8.4.).

3. Влияние на органичното торене върху първичната продукция и останалите фактори на средата в шаранови рибарници - с научно-приложен принос в рибопроизводството.

- ✓ В седем рибарника, три от които наторени с оборски (говежди) тор, а останалите определени като контролни, към Института по рибарство и аквакултури в гр. Пловдив, е проведен тригодишен експеримент с цел да се изследват връзките между биотичните

фактори (зоопланктон, фитопланктон, зообентос, хлорофил-а, макрофити, бактериопланктон, процент на усвояване на енергията чрез първичната продукция (РЕУ), влиянието им върху първичната продукция (РР) и ефекта от торенето. По-голямата част от вариабилността на биотичните фактори се определя от разликите между месечните проби в сравнение с промените между рибарниците. Биотичните фактори като РР, дишане и РЕУ в рибовъдните басейни с тор показват по-високи стойности в сравнение с контролните. По-добре развито макрофитно покритие и по-високи съотношения РР/дишане и РР/хлорофил-а бяха установени в контролните рибарници. Получените зависимости могат да допринесат за повишаване на продукцията на шаранови басейни и за подобряване на съществуващите практики за управление с оглед по-добро качество на водата в рибовъдството (Г7.6.).

- ✓ Направени са нови анализи на резултатите на същите три наторени и четири контролни рибарника с шаранова поликултура (Г7.6) с цел установяване на връзки между биотичните и абиотичните променливи, влиянието им върху първичната продукция и ефекта от оборския тор върху рибарниците. Нитратният азот демонстрира силна връзка с брутната първична продукция (Рбруто), последван от концентрацията на хлорофил-а и съотношението N/P в наторените басейни. Когато не се прилага тор, значението на биогените по хранителната верига „биогени – фитопланктон – зоопланктон“ намалява. Влиянието „отгоре надолу (top-down)“ върху хранителната верига се осъществява от компонентите на зоопланктона, Зоопланктонът и температурата на водата имат отрицателно влияние върху РЕУ в контролните рибарници. Дишането на планктона в торените басейни показва положителна връзка с хлорофила-а, нитратните йони и общия азот. В контролните басейни числеността на зоопланктона корелира положително с дебита на водата. Установена е отрицателна корелация между нитратния азот и прозрачността на водата. Резултатите дават указания за подобряване на съществуващите практики за по-добро управление на продукцията в рибовъдните стопанства (Г7.7.).
- ✓ Тригодишният експеримент (2004-2006 г.) в шаранови наторени и контролни рибарници (Г7.6.) е анализиран с цел установяване на връзки между абиотичните фактори, тяхното влияние върху първичната продукция на планктона (РР) и ефекта на торене. Не са открити разлики между наторените и контролните басейни по отношение на наблюдаваните абиотични променливи през 2004 г. Големите сезонни (месечни) вариации намаляват възможността за разкриване на разликите между наторени и контролни басейни. Абиотичните променливи като окисляемост, съдържание на разтворен кислород и рН в наторените рибарници са с по-високи стойности в сравнение с контролните през 2005 г. Повишено ниво на окисляемост, фосфатен фосфор и рН е установено в наторените басейни през последната година (Г7.8.).

4. Прилагане на статистически методи при анализ на данни в други изследвания

4.1. Изследване на перли (Insecta: Plecoptera) в бентала – с приноси към фаунистиката, екологията и в опазване на биоразнообразието

Обобщени са данни за разпространението и екологията на 17 вида от семейство Taeniopterygidae (Insecta: Plecoptera) в България. Географското им разпространение е представено с карти и UTM кодове. Анализирани са екологичните характеристики за отделните видове. Основните фактори на околната среда, които определят видовото разпространение и числеността на сем. Taeniopterygidae в българските реки, са типовете

субстрати, надморската височина, наситеността с кислород и разтворения кислород, установени чрез мултивариантни анализи (CCA) и непараметрични корелации по Spearman. Оценен е консервационния статус на някои от видовете съгласно критериите на IUCN. От регистрираните 17 вида един е регионално изчезнал (RE) от страната, 9 – критично застрашени (CR), 3 – застрашени (EN) и един е уязвим (VU). От зоогеографска гледна точка 4 вида от Taeniopterygidae, установени в България, са ендемити: един е български ендемит (само в Родопите), а три вида са балкански ендемити. (Г7.11.).

4.2. Горски екосистеми и дървесни характеристики (индекси) - оригинален научен принос от географски широкообхватно изследване на връзката между радиалния растеж (RWI) на два дървесни вида и две от характеристиките им, но и с приложен характер обяснен в последното изречение.

Характеристиките на растенията често се използват за разбиране на стратегиите на растенията, но все още има много неясноти относно това как те да се превеждат в растеж. Тази връзка обаче е критично важна за по-добра оценка на стратегиите на дървесните видове и използване на зависимости в различни модели. Изследването има за цел да се направи оценка на връзките растеж-характеристики в горите чрез свързване на данните за дървесните пръстени и характеристиките. Това е едно от първите изследвания върху връзката между радиалния растеж (RWI) на дърветата и характеристиките на дърветата. Въз основа на Международната банка данни за дървесни пръстени, данните бяха избрани за 50 места в 12 държави за 2 дървесни вида – *Picea abies* и *Quercus rubra*. Наблюденията бяха допълнени от специфични стойности на характеристиките от базата данни TRY за три характеристики: специфична листна площ (SLA) и съотношение на теглото на листата (LWR), всяка от които е свързана с различен компонент на стратегията за растенията. Беше установена достоверна положителна корелация между SLA и RWI. Получената значима и силна връзка между SLA на изследваните дървесни видове и индекса на ширината на пръстена съответства на установените по-рано връзки между SLA и други свързани с растежа променливи на дърветата. Получената връзка (корелация) подчертава важноста на определянето на радиалния растеж на дървото. Освен това силната връзка на радиалния растеж със SLA (като представител на спектъра на листната икономика) и слабата с LWR (представляващ моделите на разпределение на биомасата в цялото растение) за изследваните дървесни видове показва, че темповете на растеж са резултат от жизнената стратегия на дърветата като фанерофити. Съвпадението на връзките характеристика-RWI с тези за връзките характеристика-RGR (относителна скорост на растеж) и характеристика-SGR (стандартизирана по размер скорост на растеж) е важно, като се има предвид, че RWI интегрира темпове на растеж за по-дълъг период от време, отколкото измерванията на RGR и SGR обикновено позволяват. Изследванията на връзките между характеристиките (индексите) на дърветата, изследвани както в местни мащаби, така и в глобални приложения, изглеждат най-плодотворният път напред в глобалното моделиране на темповете на растеж на растенията. Нашите резултати предполагат, че радиалният растеж на двата вида в изследваните места може да бъде тясно свързан със стратегиите за придобиване (както е изразено в SLA), отколкото със стратегиите за разпределение (както е изразено в LWR), което показва координация на цялото растение. Прилагането на знания относно стратегията за растеж на дърветата може да бъде важно за избор на подходящи дървесни видове и увеличаване на доходите от горите (Г7.5.).

4.3. Екотоксикологични изследвания с пестициди - оригинален научно-приложен принос за използването на пестицида глифозат в определени дози и научно-методологичен принос за използване на определени праймери на ISSR метода при ДНК анализа.

Изследвано е въздействието на хербицидите паракват (PQ) и глифозат (G) върху кълняемостта и ранното развитие на стандартни тестови растения – крес салата (*Lepidium sativum* L.) и репички (*Raphanus sativus* var. *radiculata* L.). PQ има доказана токсичност за околната среда и използването му е забранено в Европа, докато G се използва широко в селскостопанската практика. Замърсяването на почвата и повърхностните води с пестициди може да доведе до намаляване на биологичното разнообразие и обилието от видове. Освен способността им да се натрупват и биомагнифицират по трофичните вериги като остават в биотопа за дълго време в нарастващи концентрации, те могат да инхибират покълването на семената и ранното развитие на младите растения в екосистемите. Проведените екотоксикологични тестове са със седем концентрации на хербицидите (в интервала 200-1100 μM) и контрола с дестилирана вода. Броят на покълналите семена и жизнеспособните кълнове, дължината на стъблата и корените и абсолютното сухо тегло на стъблата, корените и листата са използвани като параметри за идентифициране на въздействието на пестицидите. Екотоксикологичните тестове показват общо изразена по-висока токсичност на PQ в сравнение с G. Статистическите анализи доказаха токсичния ефект на двата пестицида върху растежа на корените и стъблата. PQ повлиява растежа на корена на репичките и има по-голям инхибиторен ефект. Проведените експерименти за PQ ефект върху корените и листата на двата тестови обекта показаха инхибиране на растежа им. PQ оказва по-висок ефект върху кресона в сравнение с репичките и върху растежа на корените в сравнение с листата. Тестовите с G върху корените и листата показаха също инхибиране на техния растеж. В този случай репичките бяха по-чувствителен тестов обект от кресона. По отношение на въздействието върху броя на покълналите семена и жизнеспособните кълнове, като по-чувствителен обект се очертава крес салатата. PQ имаше подчертана токсичност върху дължината на стъблата, която се увеличава с увеличаване на концентрацията. Стимулиращ ефект и на двата хербицида върху теглата на тестовите обекти се установи с увеличаване на концентрациите им. Въпреки стимулиращия ефект, теглата на пробите, третирани с PQ, като цяло са по-ниски от контролните стойности, а тези на G третираните проби обикновено бяха по-високи от контролните. Експерименталните резултати показват, че дори G да има по-малко токсичен ефект върху тестови обекти, тенденциите в изследваните параметри са сходни с тези на PQ. Това води до голямо безпокойство, тъй като широкото му използване може да причини натрупване в почвата и увеличаване на ефекта върху засадени култури. Проведените молекулярни анализи (PCR) показват мутационни пренареждания в ДНК на третираните с хербициди растения, което е доказателство за реакция на ниво ДНК. Генетичният анализ, използващ маркери ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat техника с 10 праймера - 8 динуклеотидни и 2 тринуклеотидни) за амплифициране на различни геномни региони показва, че растенията реагират на хербициден стрес чрез промени на ниво ДНК, които като цяло са зависими от дозата и поне частично са стрес-специфични. Приложената технология на ISSR профилиране е подходящ инструмент за идентифициране както на индуцирани от G, така и от PQ мутации (Г7.12.).