

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Йордан Иванов Узунов,
пенсионер, бивш Ръководител на отдела “Водни екосистеми“, ИБЕИ-БАН

относно дисертационния труд на Мила Кирилова Александрова-Ихтиманска – редовен докторант към Отдела «Водни екосистеми» на ИБЕИ-БАН, на тема:

“Състав, структура и разпределение на макрозообентоса в рипалната зона на българския участък от р. Дунав в условията на антропогенен натиск и въздействие“,

представен за придобиване на ОНС «Доктор» по научната специалност «Хидробиология», в професионалното направление 4.3. «Биологични науки», област на висше образование 4. «Природни науки, математика и информатика»

Настоящата рецензия се изготвя в изпълнение на Заповед № 16/14.02.2025 г. на Директора на ИБЕИ-БАН във връзка с Решение на НС на ИБЕИ-БАН, Протокол № 37, т. 6 от 07.02.2025 г., и решението на НЖ от неговото Първо заседание, проведено на 26.02.2025, както и в съответствие с чл. 9 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИБЕИ-БАН, прието от НС на 22.07.2014, последно изм. доп. от 25.11.2022 г.

Лични данни: Докторантката Мила Александрова-Ихтиманска е родена на 06.04.1983 в София. Завършила е магистърска програма в Катедрата “Приложна хидробиология и аквакултури“ към Биологическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски“ с дипломна работа на тема: *“Проучвания върху макрозообентоса в поречието на река Места през 2010 г.“* След завършване на висшето си образование, тя е назначена като асистент в Отдел “Водни екосистеми“ (ОВЕ) на ИБЕИ-БАН до 2013, след което е преназначена на длъжността “Специалист-биолог“. Участвала е в екипите на 26 проекта, свързани с изследване на видовото разнообразие; динамиката и взаимодействието с факторите на средата със съобществото на дънните безгръбначни в различни сладководни екосистеми; провеждала е хидро-биомониторинг и е изготвяла оценки на екологичното състояние по БЕК Макрозообентос на редица типове водни тела/обекти на територията на България; участвала е като експерт по БЕК “Макрозообентос“ в националния екип на две международни експедиции за изследване на река Дунав.

През 2012 е зачислена в редовна докторантура в ОВЕ. През 2018 е отчислена с право на защита със Заповед № 91/30.10.2018. С решение на Колегиума на ОВЕ от 13.01.2025 дисертацията ѝ е насочена към процедура на защита.

Всички документи, свързани с процеса и процедурите на докторантурата и защитата са изрядно съставени.

(1) обща характеристика на дисертационния труд – обем и структура:

Основният елемент в **работната хипотеза** е (пред)положението, че промените в състава, структурата и разпределението на макрозообентоса отразяват въздействието на различни видове антропогенен натиск, като въздействието на хидроморфологичния натиск е по-силно, отколкото това, свързано с натоварването от биогени и тежки метали (което следва да се докаже).

Основната **цел на дисертационния труд** е чрез проучване на състава, структурата и разпределението на МЗБ в рипалната зона на българския участък от река Дунав и сравнителен ретроспективен анализ на налични (исторически?) данни да се очертаят промените и да се оцени екологичния потенциал на различни участъци и местообитания, като се използват мултиметрични показатели за екологична класификация.

За постигането на тази цел са формулирани и **4 изследователски задачи**. Планирани са: оценка на параметрите на съществуващия антропогенен натиск и въздействие в рипалната зона на българския дунавски сектор **(1)**; определяне на моделни референтни и повлияни в различна степен речни участъци **(2)**; проучване на видовия състав, структурата и разпределението на съобществата от дънни безгръбначни животни в моделните участъци **(3)**; идентифициране на параметрите на МЗБ, показателни за различните форми на натиск и въздействие **(4)**.

Представеният труд съдържа 135 страници текст, както и 13 приложения, 32 таблици и 55 фигури, които илюстрират различни аспекти от разработката и заключенията на дисертацията, която е структурирана по възприетите при нас глави/раздели:– Увод, Цели и задачи, Литературен преглед/обзор, Материали и методи, Резултати и обсъждане, Обобщени резултати, Изводи, Приноси; приложен е и списък на ползваните литературни източници.

От техническо гледище, дисертационният труд е отлично оформен; нагледните материали са четими, обектите са разпознаваеми, обозначенията са достатъчни и коректно формулирани.

(2) литературна осведоменост и теоретична подготовка на кандидата:

Списъкът на ползваните литературни източници съдържа 240 заглавия, от които 25 са заглавия/индекси на нормативни документи или стандарти, други 27 заглавия са на кирилица, а останалите - на латиница. Следва да се изтъкне, че 64.5% от източниците са публикувани след 2000та, а 40,2% след 2010-та година, което е много добър показател за

актуалността на ползваната литература. Разбира се, част от заглавията (35.6%) неминуемо обсъждат и исторически данни, в които докторантката е търсила също така опора.

Обзорът на ползваната литература обхваща няколко направления, които съответстват на така формулираните цели и задачи на дисертационния труд и по-нататък са разгърнати в изследователската програма. Много добро впечатление прави и подходящото/удачното включване и цитиране на литературните източници при обсъждането на собствените данни и резултати, а не просто изброяването им в литературния преглед.

Всичко това показва добра осведоменост и умение за боравене с литературните данни от докторантката, което поддържа и високата ѝ теоретична подготовка.

(3) методичен подход:

Проби са събрани от 29 станции в рипалната зона на българския участък на река Дунав между 844 (Ново село) и 380 р.км (Силистра). Пунктовете са така подбрани, че да отразяват ефектите от различни натиск и въздействия върху дунавската биота: точковите и дифузни източници на замърсяване, нитратно уязвими зони; места, на които има издадено, разрешение за изземване на инертни материали и драгиране на речното дъно, съгл. актуалния ПУРБ. Също така са отбелязани: наличие на брегови укрепвания; на притоци, пристанища, селища и град; на инфраструктури и други до 5 km нагоре по течението. Важно обстоятелство е съгласуването на подбраните целеви пунктове с тези от националната мрежа за мониторинг (ИАОС), както и с други от Joint Danube Survey 3, проведено през 2013.

На основата на наличната информация, е приложен е подходът на Stoddard et al. (2006) с допълнение от Flotemersch et al. (2006a) при определянето на референтни участъци за целите на това изследване, като са определени антропогенно повлияните станции, и такива, които могат да се приемат за най-слабо повлияни (условно референтни).

Полевите изследвания са провеждани при ниски водни стоежи на Дунав (юли, август и септември) на годините 2012, 2013 и 2014. Общо са събрани и анализирани 54 проби от МЗБ, с прилагане на мултихабитатния подход, съвместим с дефинициите/нормите на РДВ за оценка на екологичното състояние, респ. потенциал (AQEM Consortium, 2002). Обследвано е голямо разнообразие от дънни хабитати/субстрати (мегалитал, макролитал, мезолитал, микролитал, акал, псамал, псамопелал, аргилал, ксилал, фитал, микроводорасли, потопена или полупотопена висша водна растителност (макрофити), живи части на сухоземни растения и др. Всички проби са били фиксирани с 4% формалдехид.

Видовата детерминация на събраните материали от МЗБ е провеждана с класически методи и специализирана литература (определители), както и със съдействието на колеги-специалисти по отделни таксономични групи.

Част от физичните и химичните показатели на дунавските води и седименти са регистрирани както на място (общо 5 показателя), така и *in lab* (различни форми на биогените, както и тежки метали, арсен), като измерванията са извършвани съгласно съответните БДС и ISO стандарти.

Прави впечатление широкото ползване на различни статистически методи и процедури, като техният подбор е добре аргументиран и целево насочен – за изследване и оценка на състава, структура и разпределението на МЗБ (ANOSIM-тест и SIMPER, програма Primer v.6), за визуализация на резултатите (nMDS-ординация); за тестване на нулева хипотеза (DistLM); за оценка на връзката между водните стоежи и обилието (корелационен анализ на главните таксономични групи, програма PAST v. 4.03.); за оценка на връзката между колебанията на водните стоежи и обилието (чрез Обобщен линеен модел, програма RStudio v.4.3.0 с пакет „mvabund”) и т.н.

За определяне на многообразието на съобществата и за отразяване на степента на изравненост са изчислявани индекси за средна таксономична разлика (Δ^+) и вариация на таксономичната разлика (Δ^+), като за целта е съставен пълен инвентарен таксономичен списък на всички таксони от МЗБ в участъка от 851 р.км до 130 р.км на река Дунав, (вкл. българския участък) въз основа на литературни данни за периода 1952-2014 вкл. Може само да се съжалява, че е пропусната възможността в този масив да бъдат включени и организирани данни за МЗБ от други периоди и други находища, с каквито рецензентът разполага. Анализът е допълнен с данни за индивидуалното видово разнообразие и изравненост на съобществата чрез изчисляване на индексите на Shannon-Weaver и Pielou.

Екологичният потенциал на рипалната зона на Дунав е оценен чрез два мултиметрични индекса - фламандски мултиметричен индекс за оценка по макробезгръбначни за много големи реки с площ на водосбора над 10000 km² (MMIF) и модифициран експресен метод за биологичен мониторинг (mRBA), който е нормиран в националното законодателство (Наредба Н-4/2013). Паралелно е извършвана и оценка на станциите по физикохимични параметри съгласно Наредба Н-4/2013. Разработена и приложена е модификация на методиката за изчисление на mRBA, която е тествана чрез корелационен анализ с набор от променливи

на водната среда и на тази основа са е предложено прецизиране на граничните стойности на EQR.

Както бе отбелязано по-горе, получените резултати от приложението на този немалък набор от методики са изнесени/представени в 13 приложения, 32 таблици и 55 фигури.

(4) значимост и убедителност на получените резултати, интерпретациите и изводите;

В изпълнение на своите задачи, докторантката последователно представя получените резултати в няколко раздела:

- Таксономичен състав и разпределение на МЗБ в рипалната зона на българския участък на река Дунав, където са установени общо 133 таксона от видов ранг от 18 главни таксономични групи (2013) и 93 вида от 16 таксономични групи (2014). Получени са достоверни, но невисоки различия в МЗБ от островните ръкави (2012) и главното корито (2013).

Потвърдено е условното поделение на българо-румънския сектор по показатели на МЗБ, обособено от JDS-3, като за граница между секторите 5 и 6 се приема станция ДБ Вардим, както и тезата на проф. Б. Русев (1960), че съставът на МЗБ пред българския бряг е достатъчно представителен за характеризиране на целия общ участък,

- Анализът на факторите и променливите на водната среда и въздействието им върху МЗБ следва основни показатели на водната среда като: значението на дънния субстрат за разпределението на МЗБ; колебанията на водните стоежи и динамиката на състава и обилието на МЗБ; връзката на различните физични и химични показатели със състава и обилието на МЗБ; както и на условните/интегралните показатели “местоположение на станциите“, “участък от реката“, “специфични замърсители“, които са подложени на статистически анализ за извеждане/доказване на тяхното значение за МЗБ. Невисоките стойности, независимо от доброто равнище на достоверност, на повечето статистически резултати подсказват нужда или от натрупване на повече информация (брой на проби/случаи за всяка станция), или от разработване на интегрален подход за оценка на състоянието и динамиката на МЗБ съобщество.

- Специален раздел е посветен на индексите за разнообразие, които са със значително по-ниски стойности в основното корито през 2013 и 2014, което се тълкува чрез различията и резките колебания във водните стоежи през отделните сезони/години на изследване. Стойностите на индексите на Shannon-Weaver и Pielou показват по-високо разнообразие и по-

изравнена структура на станциите в ръкавите на островите в сравнение с тези в основното корито.

- Аналогично, анализи на индексите за таксономична разлика са проведени по отношение на различията в периода преди и след пускането в експлоатация на яз. “Железни врата”; специално на ситуацията в островните ръкави, както и в основното корито за актуалния период на изследване (2012-2014), като са оценени и таксономичните разлики чрез първично и вторично водните организми.

- Оценката на екологичния потенциал в рипалната зона на българския участък на Дунав е проведена въз основа на физични и химични показатели, съгл. националната нормативна уредба, като нито една станция от основното корито през 2013 и 2014 г. не е оценена изцяло с „добър“ или „отличен“ екологичен потенциал по всички изследвани параметри. Въз основа на проведените паралелни оценки за екологичния потенциал чрез два мултиметрични индекса се прави предложение за модификация на методиката за изчисление на индекса mRBA; прецизирани са и гранични стойности на mRBA и EQR за оценка на екологичния потенциал.

Въз основа на така получените, представените и статистически оценените резултати от проведеното проучване по темата на дисертацията, са изведени и няколко извода, които обобщено се свеждат до:

- Таксономичният състав и числеността на макрозообентоса в рипалната зона на българския участък от река Дунав е представителен за целия българско-румънския участък от реката и успешно може да бъде използван за характеризиране на целия сектор. В рипалната зона на основното корито на реката съставът на дънния субстрат в голяма степен е повлиян от бреговото укрепване от типа „рип-рап“, докато ръкавите на островите са по-слабо повлияни от човешка дейност и може да се приеме, че съставът и разпределението на дънния субстрат отразяват близки до естествените процеси в речния континуум.
- Формирането/Разпределението на субстрата има водеща роля за разпределението и на МЗБ съобщества, като класовете на първично водните организми показват значима свързаност с по-голям брой типове субстрати в сравнение с вторично водните организми.

- Високите водни стоежи и по-резките им колебания обуславят по-неблагоприятни условия за развитие на бентосните организми в рипалната зона. В условия на ниски водни стоежи съобществата на станциите в ръкавите на островите имат по-изравнена структура, отколкото тези в основното корито. Колкото по-големи и продължителни са колебанията на водните стоежи, толкова е по-значима връзката с промяната в обилието/числеността на организмите. Хидрологичният режим оказва силно въздействие върху концентрациите на разтворения кислород и фосфора във водата, постъпващата разтворена органична материя от заливната тераса. Замърсяването с тежки метали и арсен във водата е еднакво високо на станциите след притоци и след градуве. От друга страна притоците и градувете оказват по-силно влияние при натоварването на водата с биогени, отколкото с тежки метали и арсен.
- Въпреки големият брой видове, установен в съвременния период (2012-2014), богатството на надвидови таксони остава по-ниско от наблюдаваното в ретроспекция дори през период на силно въздействие, непосредствено след построяването на хидровъзел Железни врата I. Индексите за таксономична разлика не успяват да разграничат въздействието от различните видове антропогенен натиск върху състава на съобществата от дънни безгръбначни в рипалната зона на българския участък от река Дунав.
- Стойностите на индексите за таксономична разлика на станциите в островните ръкави ги открояват като своеобразни убежища/рефугиуми и места, в които биологичното и таксономично богатство на първично водните дънни безгръбначни животни успява да се съхрани в най-голяма степен близко до средно очакваното за района на българския участък на р. Дунав.
- Промените в таксономичния състав, числеността и разпределението на представителите на групите *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Malacostraca*, *Trichoptera* и *Chironomidae* в по-голяма степен от тези на други групи отразяват промените в състоянието на местообитанията и могат да се ползват като биоиндикатори.
- Оценката на екологичния потенциал според предложената модификация на методиката за изчисление на mRBA показва, че в условията на ниски води (периодът, през който следва да се извършва стандартният хидробиологичен мониторинг) преобладаващата част от станциите в ръкавите на островите и немалка част от тези в основното корито се оценяват с “добър“ екологичен потенциал. Ефективността на индекса,

изчислен чрез предложената модификация на методиката за изчисление , се потвърждава и от достоверните корелации със значителен брой променливи на средата, които оказват влияние върху състава, структурата и разпределението на МЗБ съобщества.

(5) критични бележки към дисертационния труд:

Към дисертацията имам следните критични бележки:

- не е посочено авторството на данните, съдържащи се в Приложения II, III и IV; ако са заимствани от ПУРБ или са предоставени от РИОСВ/БДДР това следва надлежно да се цитира;
- приведените данни за видовия състав на МЗБ в Приложения V, VI и VII не съдържат авторски имена и години; има разминаване/несъответствия с имената на някои таксони/видове, приведени в Приложение X (пълнен инвентарен таксономичен списък....);
- не приемам ползването на обобщения термин “биологично разнообразие“ вместо ясно дефинираното в нормативната уредба понятие “видово разнообразие“.

(6) характер на научните приноси:

Първото толкова обхватно, подробно, задълбочено и компетентно проучване на дънните съобщества на река Дунав за последните повече от 30 години е **най-големият и най-значимият принос** на тази дисертация.

Като *потвърдителни приноси* се очертават: актуализирането на познанието/представата за съвременния състав, структурата и разпределението на съобществата дънни безгръбначни животни в рипалната зона на Дунав; потвърждава се силното въздействие на хидроморфологичния натиск върху състава, структурата и разпределението на МЗБ в сравнение с този от натоварването с биогени и тежки метали; анализирано е влиянието на различни форми на антропогенен натиск в рипалната зона на целия български участък върху МЗБ;

Според рецензента, *оригинални са приносите*, свързани с първото задълбочено проучване на влиянието на колебанията на водните стоежи върху разпределението на макрозообентоса в рипалната зона на българския дунавски сектор; оригинално е и първото прилагане на индексите за таксономична разлика с данни за състава на МЗБ и е тествана тяхната ефективност в лотични екосистеми (трансфер от изучаването на МЗБ в морски екосистеми).

Като *научно-приложни приноси* извеждам разработеното предложение за модификация в методиката за изчисление на показателя/индекса mRBA, нормиран в националното законодателство за определяне на екологичния потенциал на реките тип R6 (Среден и Долен Дунав), както и изготвената оценка на екологичния потенциал на редица пунктове в рипалната зона на българския участък от река Дунав с открояване на най-слабо повлияните от антропогенния натиск пунктове/места.

Приемам като обективна и изчерпателна справката на докторантката за нейните приноси.

(7) оценка на качеството на научните трудове, отразяващи изследванията по дисертацията;

Приведените заглавия на публикации по темата на дисертацията отразяват обективно хода на изследването и различни аспекти от получаваните резултати. В тях дисертантката има водещото място на основен/водещ инициатор и съавтор, като главен източник на данни, анализи, детерминация и последваща статистическа обработка. Публикувана е статия с IF, представяни са в пълен текст доклади пред международни и национални научни прояви.

(8) мотивиран отговор на въпроса доколко изследванията по дисертацията са предимно лично дело на докторанта;

Категорично считам, че изследванията по дисертацията са лично дело на докторантката; участието на колеги в разработката се е изразявала преди всичко в логистична подкрепа/поддръжка и колегиални консултации по общи теми.

(9) мотивирано заключение, препоръчващо еднозначно присъждане на научната и образователна степен “доктор“:

Въз основа на горния анализ и оценки убедено предлагам на почитаемото Научно жури да присъди на Мила Кирилова Александрова-Ихтиманска научно-образователната степен “ДОКТОР“ по Хидробиология (01.11.06).

София, 12 май 2025

Рецензент: проф. д-р Й. Узунов