

РЕЦЕНЗИЯ

от

д-р Янка Николова Видинова,

доцент в Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания при БАН,
отдел „Водни екосистеми“

относно дисертационния труд на редовен докторант Джи Янг Парк на тема: **„Екологичен статус на моделни лотични екосистеми от Южна Корея и България“** за придобиване на образователната и научна степен “доктор” по научната специалност „Екология и опазване на околната среда“.

Настоящата рецензия е изготвена в отговор на участието ми в състава на научно жури, назначено със заповед на декана на Природо-математическия факултет на Югозападния университет „Неофит Рилски“ – Благоевград.

Дисертационният труд е разработен под ръководството на доц. д-р Емилия Варадинова и доц. д-р Лидия Сакелариева в качеството им на научни ръководители.

1. Обща характеристика на дисертационния труд – обем и структура

Дисертационният труд представя резултатите от задълбочено проучване по актуална тема, а именно - ефективно опазване и устойчиво управление на сладководните ресурси като отговор на ключово за съвременето ни предизвикателство – климатичните промени – от една страна, осигуряването на достатъчно количество качествена вода за питейни нужди и икономически дейности, а от друга, съхраняване на цялостта и функционирането на природните екосистеми. В основата на изследването е актуалното екологично състояние на река Марица (България) и на река Хан (Южна Корея) като моделни обекти в контекста на общите принципи, които двете държави прилагат по отношение целите на опазването на водните ресурси, въпреки

географското разделение и различията в законовата база при управлението на водите. Изборът на двата водосбора е особено актуален, като се има предвид тяхната големина и икономическото и социалното им значение за страните.

Дисертационният труд е разработен под формата на „скрепени“ публикации и придружаващ текст с общ обем от 201 страници, от които: 106 стр. текст, 16 стр. апендикс и 78 стр. приложения – пет публикации в пълен текст, отразяващи резултатите от разработката. Придружаващият текст е на английски език и включва: въведение – 2 стр., цел и задачи – 1 стр., литературен преглед – 10 стр., материали и методи – 11 стр., резултати – 53 стр., заключения – 3 стр., приноси – 1 стр. и използвана литература – 16 стр. Изложението е добре илюстрирано – общо 20 таблици и 14 фигури онагледяват анализите и интерпретацията на резултатите. В апендикс са представени: (i) снимки на 15-те пункта от водосбора на р. Марица и (ii) такива, отразяващи етапите на събиране, теренна и лабораторна обработка на макрозообентосните проби. Списъкът с използвана литература включва 192 заглавия, изписани на латиница. От тях, 148 са на английски език, 24 на корейски, 15 на български, 2 на руски, 1 на китайски, 1 на унгарски и 1 на словашки. По структура и обем дисертационният труд напълно съответства на изискванията за този вид научна разработка. Авторефератът е изготвен съгласно изискванията, представен е на български език и отразява структурата, съдържанието, научните резултати и приноси на дисертационния труд.

2. Научни трудове, отразяващи изследванията по дисертацията

Резултатите от изследванията са отразени в пет научни статии, публикувани в специализирани научни издания, индексирани във водещи бази данни с научна информация (WoS и Scopus) и попадащи в системата от квартали – *Diversity* (1), *Acta zoologica bulgarica* (1), *Ecologia balcanica* (2) и *Ecologica Montenegrina* (1). В три от публикациите докторантката е първи и кореспондиращ автор, в една – втори и в една – трети съавтор. Приемам това като доказателство, че в основната си част изследванията, анализът на

резултатите и научните приноси на дисертационния труд са лично дело на Джи Янг Парк.

С представената научна продукция докторантката покрива минималните национални изисквания на ППЗРАСРБ и дори надвишава определения брой точки за професионално направление Биологически науки.

3. Литературна осведоменост и теоретична подготовка на кандидата

Литературният преглед е обзорен и аналитичен. Задълбочено и компетентно са разгледани нормативните уредби на двете страни, обосновани от историческия им опит и отразяващи стратегиите за развитие на водните политики. Изчерпателно и в необходимата степен на подробност са разгледани подходите за управление на речните басейни в България и Южна Корея, както и политиките за управление на водите в контекста на опазване на водните екосистеми. Подходите за оценка на качеството на водата и класификационните системи за оценка на екологичното състояние, които се прилагат понастоящем, допълват цялостната картина за регулациите по отношение на повърхностните течащи води. Измененията в състава на макрозообентоса на двете моделни реки, във връзка с промяната на екологичното им състояние в исторически аспект, са разгледани в отделна подглава на литературната справка. Големият брой цитирани източници, групирани и анализирани тематично, показват изключително добра осведоменост на Джи Янг Парк по темата на дисертационния труд.

Теоретичната подготовка на дисертантката е на високо ниво. Основната цел на изследването – да се установи актуалното екологично състояние на река Марица в България и на река Хан в Южна Корея, чрез прилаганите в двете страни класификационни системи за оценка на екологичното състояние на повърхностни течащите води, обуславя логично поставените конкретни задачи. Те са свързани с анализ на състоянието на бентосните съобщества в двата водосбора, анализ на видово-факторните взаимодействия, определяне на екологичното състояние на изследваните реки и на тази основа – сравняване на системите за оценка на течащите води в двете страни.

4. Методичен подход

Изследването се основава на богат материал – двукратно (през 2020 и 2021 г.) са събрани и обработени общо 60 проби от 15 пункта от всеки от моделните водосбори. Обхванати са освен участъци от главните реки (Марица и Хан), но и устията на по-големите им притоци. Използвани са утвърдени и общоприети методи за пробонабиране на дънни безгръбначни животни от реки, както и за лабораторната обработка на събраните проби.

При изпълнението на конкретните задачи в дисертацията (респ. в публикациите, които я представят), докторантката прилага широк спектър от методични подходи, като същите са детайлно описани. Приложени са индекси за определяне на структурата на макрозообентосните съобщества, вкл. и доминантен анализ (по *De Vries* и *Kozhova*), индекси на видово разнообразие по *Shannon & Weaver* и по *Margalef*, индекс за доминиране по *Simpson*, индекс за изравненост на съобществото по *Pielou*. Чрез индекса на *Sørensen* е анализирано видовото сходство между бентосните съобщества във времеви и пространствен аспект. Оценявам високо приложения подход за оценка на екологичното състояние на изследваните водоеми. Считаю за положителен елемент на разработката измерването и анализа на основните физикохимични параметри и хидроморфологичните характеристики и особено включването им в интерпретацията на екологичното състояние заедно с биологичния елемент за качество (макрозообентос). В изпълнение на основната цел на дисертацията, състоянието на реките Марица и Хан е оценено по класификационните системи на двете страни, което е предпоставка за коректен сравнителен анализ.

За визуализация на част от анализите е използвана програмата Microsoft Excel; Статистическите анализи са извършени чрез използване на многовариантни статистически методи с помощта на програмните продукти PRIMER-E v.6 и CANOCO 5. Клъстерен анализ илюстрира сходството в таксономичния състав на макрозообентоса в моделните реки, а каноничен кореспондентен анализ (CCA) е приложен за представяне на видово-факторните взаимодействия на изследваните пунктове. Изброеното дотук

показва, че дисертантката владее и прилага успешно съвременни методи за екологични изследвания. Тя притежава и много добра методична подготовка, демонстрира умело боравене с данни при обработка и анализ на информация от теренни наблюдения, а така също и от литературни източници.

5. Значимост и убедителност на получените резултати, интерпретациите и изводите.

Богатият материал, на база на който са извършени екологичните анализи, както и използването на съвременни методи за статистическа обработка на данните обуславят достоверността на получените резултати и направените обобщения и заключения. Резултатите от научното изследване са представени в три подглави, включващи анализ на: (i) основни аспекти на структурата на макрозообентосните съобщества – таксономичен състав, вкл. инвазивни видове, доминантен анализ, численост на бентосните съобщества, сходство в таксономичния състав на моделните реки, структура на съобществата; (ii) влияние на факторите на средата върху формирането на макрозообентосните съобщества, вкл. физични и химични показатели, хидроморфогични характеристики, намиращи изражение във видово-факторните взаимодействия; (iii) оценка на екологичното състояние на моделните речни течения. Получените резултати са коректно анализирани и добре онагледени с таблици, графики и диаграми. Умението на Парк за интерпретация и анализ на данните се доказва и от направените в края на дисертацията логични заключения/изводи.

6. Характер на научните приноси

Приемам напълно представената от докторантката формулировка и групиране на заключенията. На база на проведеното изследване, респ. получените резултати, са изведени обобщения по темата на дисертацията с безспорен приносен характер. Най-общо те се изразяват в следното:

- Потвърждава се адаптацията на макрозообентоса към различните условия и въздействия във водната среда чрез промени във видовата структура на съобществата. Установеното високо видово разнообразие на бентосните

съобщества в референтните пунктове с близки до естествените, неповлияни условия, е в противовес на обеднения таксономичен състав на речните участъци в долните течения, подложени на значителен антропогенен натиск.

- Анализът на динамиката на физикохимичните параметри на водната среда в изследваните водосбори дава възможност да се очертаят ясно тенденции в разпределението на бентосните видове като отговор към измененията на температура, кислородно съдържание, рН, електропроводимост, биогени, хидроморфологични характеристики (дънен субстрат и др.).
- Установените по-ниски стойности на разтворения кислород се дължат главно на увеличаването на замърсяването, поради регистрирани антропогенни въздействия в изследваните водни екосистеми. В същото време обаче, се допуска повлияване разпределението на бентосните видове в по-голяма степен от специфичните диапазони на толерантността им към разтворения кислород, отколкото от общата наличност на кислород в изследваните реки.
- Видово-факторните взаимодействия разкриват чувствителността на бентосни групи към промените в рН и показват сложното взаимодействие между естествени и антропогенни фактори в речните екосистеми. Водната среда с понижени нива на рН лимитира развитието на по-чувствителните таксони за сметка на доминиращото присъствие на толерантни видове от групите *Oligochaeta*, *Gastropoda* и *Bivalvia*.
- Съдържанието на биогени нараства надолу по течението и в двете реки, поради естественото натрупване и увеличаващата се човешка дейност, като тази тенденция съответства на регистрираните промени в таксономичното богатство и обилие на макрозообентосните съобщества.
- Доказана е значимостта на електропроводимостта като индикатор за замърсяване на водата, както и определящата му роля за разпределението на бентосните таксони във времеви и надлъжен аспект.

- Установяват се сложни и разнопосочни взаимоотношения между хидрологичните параметри (скорост на течението и воден обем) и макрозообентоса. Характеристиките на дънния субстрат са с подчертана роля при формирането на съобществата на водните безгръбначни и могат да бъдат основен движещ фактор за видовото богатство и обилие.
- Паралелният анализ на екологичната ситуация в двата водосбора показва относително сходни екологични условия и характеристики на водната среда в идентифицираните референтни пунктове, но различни модели на отрицателно антропогенно въздействие върху водните екосистеми и екологичното им качество в средните и долни течения. За река Марица основна роля за това оказва тенденцията за увеличаване на биогените надолу по течението, докато намаленото биоразнообразие в долните участъци на река Хан е в резултат на опростените характеристики на водната среда и увеличаване на замърсяването.
- Прилагането на двете класификационни системи за оценка на екологичното качество по макрозообентос отразява степента на антропогенното повлияване, като характеризира чистите, неповлияни пунктове и в двете реки в „добро“ или „отлично/високо“ екологично състояние. Обратно, в долните, речни участъци оценката варира от „умерено“ до „лошо“ и „много лошо“ екологично състояние.

7. Критични бележки към дисертационния труд

Нямам критични бележки към дисертационния труд във финалната му версия. Ще споделя следните препоръки, които обаче имат технически характер и не намаляват стойността на дисертационния труд:

- Изведените в края на обобщаващия текст Заключениея всъщност са изводи и по-коректно би било тази глава да се нарече Изводи.
- В документите по процедурата липсва информация за наличие на цитирания на отпечатаните статии. Такава справка неминуемо ще придаде допълнителна тежест на резултатите от изследването.

8. Мотивиран отговор на въпроса доколко изследванията по дисертацията са предимно лично дело на докторанта

На базата на предоставените материали по дисертацията, както и от личните ми наблюдения върху работата на Джи Янг Парк по време на докторантурата считам, че изследванията в значителна степен са нейно дело, макар и с консултативното участие на научните ѝ ръководители.

Заключение: Дисертационният труд на Джи Янг Парк съдържа съществени и оригинални научни приноси в областта на екологията на течащите води. Проведеното изследване е изключително актуално, съдържа новаторски елементи и е основано на целенасочени проучвания при използването на съвременни методи за събиране и анализ на данните. С разработката на настоящия дисертационен труд докторантката безспорно е придобила значителни компетенции в областта на водната екология, допълва задълбочените си теоретични знания по разработваната тема, демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване. На основание на гореизложеното, давам **положителна оценка** на дисертационния труд и предлагам на членовете на Научното жури по процедурата да присъдят на Джи Янг Парк образователната и научна степен „ДОКТОР“ по научна специалност „Екология и опазване на околната среда“.

10.04.2024 г.

Рецензент:



(доц. Я. Видинова, д-р)

REVIEW

by Yanka Nikolova Vidinova, PhD,

Assistant professor in the Institute of Biodiversity and Ecosystem Research at the Bulgarian Academy of Sciences, "Aquatic ecosystems" Department

Regarding the PhD thesis of a full-time doctoral student Ji Young Park on the topic: "**Ecological status of model lotic ecosystems from South Korea and Bulgaria**" for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor of Philosophy" in the scientific specialty "Ecology and environmental protection"

This review is prepared in response to my participation in a scientific jury, nominated by a perception of the dean of the Faculty of Science and Mathematics of the Southwest University "Neofit Rilski" - Blagoevgrad. The PhD thesis is developed under the supervision of Assoc. prof. Dr. Emilia Varadinova and Assoc. prof. Dr. Lidiya Sakelarieva within their capacity as scientific supervisors.

1. General characteristics of the dissertation - content and structure

The dissertation presents the results of an in-depth study on a current topic, namely - effective protection and sustainable management of the freshwater resources as a response to a key challenge at present - the climate changes: on the one hand, ensuring a sufficient amount of quality water for drinking needs and economic activities, and on the other, preserving the integrity and functioning of natural ecosystems.

The topic of the study is the current ecological status of the Maritsa River (Bulgaria) and the Han River (South Korea) as model objects in the context of the common principles that the two countries apply in relation to the objectives of the water resources protection, despite the geographical remoteness and the differences in the legislation regarding the water management. The selection of the two

watersheds is particularly relevant, considering their surface area and their economic and social importance for the countries.

The dissertation is presented in the form of "linked" publications and accompanying text with a total volume of 201 pages, of which: text - 106 pages, appendix - 16 pages and 78 pages for the applications - five scientific full-text articles, reflecting the study results.

The accompanying text is in English language and it is composed of: Introduction - two pages, Aim and tasks - one page, Review of the literature - ten pages, Materials and methods - 11 pages, Results and discussion - 53 pages, Conclusions - three pages, Contributions - one page and References - 16 pages. The main part of the thesis is well illustrated - a total of 20 tables and 14 figures visualize the analyses and the interpretation of the results. As appendix are presented: (i) photos of the 15 sampling sites within the Maritsa River watershed and (ii) photos, reflecting the sampling, field and laboratory processing of the benthic samples. The list of references used includes in total 192 items, of which 148 are in English, 24 - in Korean, 15 - in Bulgarian, two - in Russian, and one each - in Chinese, in Hungarian and in Slovakian. In terms of structure and volume, the dissertation fully corresponds to the requirements for such kinds of scientific achievements. The abstract is prepared according to the requirements; it's presented in Bulgarian and follows the structure, content, scientific results and contributions of the PhD thesis.

2. Research papers, which reflect the PhD study

The results of the research are presented in five scientific articles published in specialized scientific journals, indexed in leading databases for scientific information (WoS and Scopus) and belonging to the system of quartiles - *Diversity* (1), *Acta zoologica bulgarica* (1), *Ecologia balcanica* (2) and *Ecologica Montenegrina* (1).

The PhD student is a leading and corresponding author in three of the publications, second or third co-author - in the rest. I acknowledge this as evidence that the main part of the research, the analysis of the results and the scientific contributions of the dissertation are the personal merit of Ji Young Park.

With the presented scientific production, the PhD student meets the minimum national requirements of the law and even exceeds the specified points for the scientific field of Biological Sciences.

3. Literary awareness and theoretical basis of the candidate

The review of literature is comprehensive and analytical. The regulations of both countries, justified by their historical experience and reflecting the strategies for the development of water policies, have been thoroughly and competently examined. Different river basins management approaches, applied both in Bulgaria and South Korea, as well as water management policies in the context of the protection of aquatic ecosystems, have been comprehensively and detailed examined.

Both the water quality assessment approaches and ecological status assessment classification systems, which are currently in use, complete the overall picture for surface water regulations. The changes in the composition of the macrozoobenthos of the two Model Rivers, in regard with the change of their ecological status in a historical aspect, are discussed in a separate sub-chapter of the literature review. The large number of cited sources, grouped and analyzed thematically, shows Ji Young Park's extremely good conversance of the topic of the dissertation work.

The theoretical basis of the PhD student is at a high level. The main goal of the study – establishment of the current ecological status of the Maritsa River in Bulgaria and the Han River in South Korea, through the classification systems for assessing the ecological status of surface flowing waters, applied in both countries, determines logically the set of specific tasks. They are related to: an analysis of the benthic communities' state in the two watersheds, an analysis of the species-factor interactions, determination of the ecological state of the studied rivers and, on that basis, a comparison of the assessment systems of running waters in both countries.

4. Methodology

The research is based on rich material – a total of 60 samples from 15 points from each of the model watersheds were collected twice (in 2020 and 2021) and later on processed. In addition to the number of sites along the main stream of the Maritsa

and Han Rivers, the mouths of their larger tributaries are also sampled. Routine and generally accepted methods were used for sampling of benthic invertebrates from rivers, as well as for the laboratory processing of the collected samples.

In the implementation of the specific tasks in the dissertation (as in the published articles), the PhD student applies a wide range of methodological approaches, which are described in detail. Indices for determining the structure of the macrozoobenthos communities, incl. dominance analysis (according to De Vries and Kozhova), species diversity' indices according to Shannon & Weaver and Margalef, Simpson' index of dominance, index of evenness in the community according to Pielou. By means of the Sørensen index, the species similarity between the benthic communities was analyzed in temporal and spatial aspect. I highly appreciate the applied approach for the studied waterbodies ecological condition assessment. I consider the measurement and analysis of the main physicochemical parameters and hydromorphological characteristics to be a positive element, especially their interpretation in the context of the ecological state in parallel with the biological quality element (macrozoobenthos). In fulfillment of the main goal of the dissertation, the state of the Maritsa and Han rivers have been assessed according to the classification systems of both countries, which is a prerequisite for a correct comparative analysis.

The Microsoft Excel program was used to visualize part of the analyses; Multivariate statistical methods were performed using PRIMER-E v.6 and CANOCO 5 software products. Cluster analysis illustrated the similarity in the taxonomic composition of the macrozoobenthos in the model rivers, and canonical correspondence analysis (CCA) was applied to represent the species-factor interactions of the studied points. What has been listed so far shows that Ji Young Park has mastered and successfully applies modern methods for ecological research. She also has very good methodological training, demonstrates skillful handling of data processing and analyzing both from field observations and literary sources.

5. Significance and persuasiveness of the obtained results, interpretations and conclusions

The ecological analysis carried out is based on a rich material, as well as the use of modern methods for statistical processing of the data determine the reliability of the results obtained and the generalizations and implications made. The results of the scientific research are presented in three subchapters, including an analysis of: (i) main aspects of the structure of the macrozoobenthos communities - taxonomic composition, incl. invasive species, dominant analysis, number of benthic communities, similarity in the taxonomic composition of the model rivers, community structure; (ii) influence of environmental factors on the formation of macrozoobenthos communities, incl. physical and chemical indicators, hydromorphological characteristics, expressed by species-factor interactions; (iii) assessment of the ecological status of the model river courses. The obtained results are correctly analyzed and well-illustrated with tables, graphs and diagrams. Park's ability to interpret and analyze data is also proven by the logical conclusions drawn at the end of the dissertation.

6. Nature of scientific contributions

I fully accept the wording and grouping of the conclusions presented by the PhD student. Based on the conducted research and the obtained results, several conclusions on the thesis topic with an indisputable contribution character are drawn. In general, they could be summarised as follows:

- The adaptation of the macrozoobenthos to the different conditions and impacts on the aquatic environment is confirmed through changes in the communities' structure. The established high species diversity of the benthic communities at the reference sites with close to natural, undisturbed conditions is in contrast to the impoverished taxonomic composition in the river sections of the lower reaches, subjected to significant anthropogenic pressure.
- The analysis of the physicochemical parameters' dynamics within the studied watersheds makes it possible to clearly outline trends in the distribution of benthic species as a response to changes in temperature, oxygen content, pH, conductivity, nutrients, hydromorphological characteristics (bottom substrate, etc.).

- The established lower values of dissolved oxygen in the studied water ecosystems are mainly due to the increase of pollution as a result of obvious anthropogenic impacts. At the same time, however, the distribution of benthic species is assumed to be influenced to a greater extent by the specific ranges of their tolerance to dissolved oxygen rather than by the general availability of oxygen in the studied rivers.
- Species-environmental correlations further indicate the sensitivity between the benthic groups and pH and show the complex interaction between natural and anthropogenic factors in river ecosystems. The aquatic environment with reduced pH levels limits the development of the more sensitive taxa at the expense of the dominant presence of tolerant species from the groups Oligochaeta, Gastropoda and Bivalvia.
- The nutrients' quantity increased downstream in both rivers due to natural accumulation and increasing human activities, as such a trend is in response to the observed changes in taxonomic richness and macrozoobenthos communities' abundance.
- The importance of the conductivity as an indicator of water pollution has been proven, as well as its determining role for the distribution of benthic taxa in temporal and longitudinal aspects.
- Complex and multidirectional relationships between hydrological parameters (current velocity and water amount) and macrozoobenthos are established. The characteristics of the bottom substrate have a marked role in the formation of aquatic macroinvertebrate communities and can be a major driving factor for species richness and abundance.
- The parallel analysis of the ecological situation in the two watersheds shows relatively similar ecological conditions and aquatic environment' characteristics in the identified reference sites, but different patterns of negative anthropogenic impact on water ecosystems and their ecological quality in the middle and lower

reaches. For the Maritsa River, the main role in this process has the tendency to increase the nutrients downstream, while the reduced biodiversity in the lower reaches of the Han River is a result of the simplified characteristics of the water environment and increased pollution.

- The application of the two classification systems for evaluating the ecological quality of macrozoobenthos reflects the degree of anthropogenic influence by characterizing the clean, undisturbed sites in both rivers in "good" or "excellent/high" ecological status. Conversely, in the lower river sections, the assessment varies from "moderate" to "bad" and "very bad" ecological status.

7. Critical notes

I have no critical remarks or comments about the dissertation in its final version. I will share the following recommendations, which, however, are technical in nature and do not diminish the value of the PhD thesis:

- Conclusions drawn at the end of the summarizing text are actually conclusions and it would be more correct to call this chapter Implications.

- In the set of documents on the procedure there is no presented information whether there are citations to the published articles. Such references will inevitably lend additional weight to the research findings.

8. Proof of personal participation of the PhD student

Based on the materials provided, as well as my personal observations on Park's work, I believe that the results achieved to the great extent belong to her work, albeit with the consultative participation of her supervisors.

9. Conclusion

Ji Young Park's dissertation contains substantial and original scientific contributions in the field of running water ecology. The research carried out is extremely up-to-date, it contains innovative elements and is based on targeted research using modern methods of data collection and analysis. During the research study and preparation of the present dissertation, Park has undoubtedly acquired significant competences in the field of aquatic ecology, enriching her in-depth

theoretical knowledge on the current topic, demonstrated qualities and skills for independent work of scientific research. On the basis of all mentioned above, I give a positive assessment of the PhD thesis and propose to the other members of the Scientific Jury to award Ji Young Park the educational and scientific degree "DOCTOR" in the scientific specialty "Ecology and Environmental Protection".

09th April 2024

Reviewer:



(Assoc. Prof. Y. Vidinova, PhD)