РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Благой Ангелов Узунов, Биологически фалултет,
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

на докторска дисертация на тема:

„ИЗСЛЕДВАНЕ НА БИОЛОГИЧНИЯ ПОТЕНЦИАЛ НА ЦИАНОПРОКАРИОТИ И ЗЕЛЕНИ МИКРОВОДОРАСЛИ ЗА ФИКОРЕМЕДИАЦИЯ НА ВОДИ, ЗАМЪРСЕНИ С ТЕЖКИ МЕТАЛИ“

за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика,
професионално направление: 4.3. Биологически науки,
докторска програма: Физиология на растенията

Автор на дисертационния труд: Зорница Красимирова Карчева,

докторант в БФ на СУ „Св. Климент Охридски“

Научен ръководител: доц. д-р Ганка Чанева

Декларирам, че нямам конфликт на интереси по смисъла на чл. 4, ал. 5 от Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ). Настоящата рецензия е изготвена в съответствие с нормативните документи – ЗРАС и ППЗРАС и Препоръките на ФС на БФ за критериите при придобиване на научни степени, съобразени с тях. Рецензирането на материалите е съгласно Заповед № РД 38-237/ 12.05.2025 год. на проф. д-р Георги Вълчев, Ректор на СУ „Св. Кл. Охридски“ за назначаване на научното жури.

Докторантът Зорница Красимирова Карчева е представил необходимите документи, изисквани за процедурата за защитата на дисертационен труд, които включват: 1. Дисертация; 2. Автореферат (на български и на английски език); 3. Две публикациите по темата на дисертацията; 4. Диплома за придобита бакалавърска степен (копие); 5. Диплома за придобита магистърска степен (копие); 6. Заповеди за зачисляване и отчисляване; 7. Удостоверение за положените изпити от индивидуалния план; 8. Протокол и становище за липса на плагиатство; 9. Справка за съответствие с минималните национални изисквания за ОНС „доктор“ за област *4. Природни науки, математика и информатика*, *Професионално направление 4.3. Биологически науки*,

според която докторантът покрива 82 точки (от изискуеми 80); 10. Справка от системата *Авторите*; 11. Автобиография.

Общо представяне за съответствие на процедурата и докторанта с националното законодателство

Представеният комплект документи на хартиен и електронен носител от Зорница Красимирова Карчева за присъждане на образователната и научна степен (ОНС) „доктор" е в съответствие с действащите към момента ЗРАСРБ и ППРАСРБ. От приложената справка за съответствие с националните минимални изисквания за ОНС „доктор" за съответната научна област е видно, че кандидатката напълно отговоря на тях. **Нямам критични забележки по същество към представените документи.**

Кратки биографични данни за докторанта

Зорница Красимирова Карчева завършва средното си образование в Националното училище за фолклорни изкуства „Широка лъка" през 2015 г. През 2019 г. придобива ОКС *Бакалавър* по молекулярна биология, а през 2021 г. ОКС *Магистър* по растителни битехнологии в Биологически факултет на СУ „Св. Климент Охридски". Парелелно с това през същата година придобива и СДК за учителска правоспособност по биология в Центъра за продължаващо обучение на Шуменския университе „Епископ Константин Преславски". От 2016 г. до 2024 г. е учител в Професионална гимназия по транспорт „Владимир П. Минчев, с. Владимирово, обл. Монтана и едновременно с това (от 2020 до 2024 г.) работи като биолог и микробиолог в СУ „Св. Климент Охридски". В периода 2021-2024 г. тя е редовен докторант в Катедрата по физиология на растенията в СУ „Св. Климент Охридски". От 2024 г. и понастоящем Зорница Карчева заема академичната длъжност „асистент" в Катедрата по дендрология на Лесотехническия университет. Дипломантът е представил две научни публикации по темата на дисертацията, седем участия в научни форуми, от които три по темата на дисертацията, а също и участие в пет научни проекта, три от които също са пряко свързани с темата на дисертацията.

Обща характеристика на дисертационния труд

Рецензираният от мен дисертационен труд е структуриран съгласно изискванията за такъв тип научни разработки. Написан е на 157 стандартни машинописни страници и съдържа следните раздели: Въведение – 1 стр.; Литературен обзор – 35 стр.; Цел и задачи – 1 стр.; Материали и методи – 17 стр.; Резултати и обсъждане – 51 стр.; Изводи – 2 стр.;

Заключение – 3 стр.; Приноси – 2 стр. Включени са 30 фигури и 12 таблици. В литературната справка са отразени 332 заглавия на латиница.

Оценка на съдържанието на дисертационния труд

Темата на дисертационния труд е актуална и има ясна практическа насоченост и приложимост, а разработката ѝ е необходима с оглед на пълноценното използване на изследваните водораслови щамове за фикоремедиация на води, замърсени с тежки метали, а също и за използването им с тази цел и при дизайна на моделни системи за съвместно култивиране с висши растения.

В ***уводната част*** е обоснован и формулиран научният обхват на дисертацията, представен е проблемът, който ще се изследва, както и неговата важност и актуалност. Направена е заявка, че една от целите на дисертационния труд е съчетанието на фундаментални научни данни с тяхното практическо приложение.

Литературният обзор е структуриран в съответствие с основните насоки на изследване по темата на дисертацията и е много богат като включва множество проучвания за ролята и влиянието на тежките метали. Обзорът е разделен на десет части, както следва: тежки метали (мед, кадмий, олово и цинк); роля на тежките метали в природата; влияние на тежките метали върху човека; физиологичен отговор на растенията при излишък на тежки метали; тежки метали и водорасли; физиологични характеристики и биологичен потенциал на *Arthronema africanum*; физиологични характеристики и биологичен потенциал на *Coelastrella* sp. BGV; тежки метали и висши растения; физиологични характеристики и биологичен потенциал на *Pisum sativum* L. *cv*. RAN1; фикоремедиацията като подход за модулиране на токсичния ефект на различни замърсители. Обзорът на литературата показва, че докторантът има задълбочени познания върху публикуваните източници в областта на изследването, разбира и интерпретира най-важните теоретични и методологични въпроси, като демонстрира критичност и аналитичност.

Целта е ясно и точно формулирана, а ***задачите*** са седем. Те представят логическите етапи на изследването и дават ясна представа за информацията, която ще се събира, което от своя страна е предпоставка за оценка на адекватността на използваните методи. Всичките планирани задачи намират своето разрешение в края на разработката.

Разделът ***Материали и методи*** включва подробно описание на цяла *палитра* от анализи, които са използвани при работата по настоящия дисертационен труд. В този раздел са описани още използваните хранителни среди за култивиране на избраните водораслови щамове (*Arthronema africanum*, щам Lukavsky, 1981/01 и *Coelastrella* sp. BGV) и условията на култивирането им, последвани от описание на моделния обект от висшите растения (*Pisum sativum*) и използваната хранителна среда за култивирането му. Следва определяне на физиолого-биохимични показатели – растежа на микроводораслите и граха, определяне на белтъчното и пигментното съдържание (хлорофили, каротеноиди и фикобилипротеини). Направено е измерване на активността на антиоксидантните ензими (каталазна активност, гваяколпероксидазна активност, супероксиддисмутазна активност), определяне на стресовите маркери (количество малондиалдехид и общи пероксиди) и интензивност на транспирация при интактните растения, а също и вегетациония индекс на граховите растения иводородния индекс и кислородно съдържание във водораслова суспензия и хранителна среда. Проследено е акумулирането на минерални елементи в биомаса от водорасли и грах и е направена статистическа обработка на данните. Големият набор от различни по своята същност използвани анализи е повече от показателен за това, че докторантът в работата си борави добре и е усвоил множество специфични методи и ги е приложил правилно, което е гаранция за добрите и надеждни резултати. Поздравления за добре организираната и извършена лабораторна работа, която е в огромен обем и изисква много усилия и къртовската работа по реализирането на всички анализи със специфичните инструменти.

Главата ***Резултати и обсъждане*** е разделена на две части, които съответно включват стресов отговор на микроводораслите и фикоремедиационен отговор на микроводораслите към Zn в супраоптимални концентрации. В първата част са проследени физиологичния и биохимичен отговор на двата водораслови щама към третиране с тежки метали – Cu^{2+}, Cd^{2+} и Pb^{2+} – в концентрации 50 и 100 μmol, с цел да се установят видовоспецифични реакции и потенциална устойчивост към метален стрес и подчертават значителното влияние на тежките метали върху физиологичните параметри и растежа на различни видове микроводорасли, с ясно изразена зависимост от концентрацията и вида на метала. Получените резултати подкрепят възможността микроводораслите да бъдат ефективни за фикоремедиация. На фона на индустриализацията и увеличеното използване на микроелемента цинк в селското стопанство и технологиите, а също и последващото му натрупването във водни и почвени

среди съвсем логично във втората част тази глава докторнтът е акцентирал върху фикоремедиационния отговор на микроводораслите към цинка. Представените резултатите са от три паралелни моделни хидропонни системи за съвместно култивиране на *P. sativum* с двата микроводораслови щама (*Coelastrella* sp. BGV и *A. africanum*). Този мултидисциплинарен подход разкрива взаимодействието между видове с различна биологична организация при тежкометален стрес и оценява ефективността на комплексните биосистеми като екологично устойчиви решения за редуциране на замърсявания с цинк. Всичко това дава допълнителна тежест на разработката и заслужава да бъде отбелязано, че всички анализи са направени професионално и резултатите са представени много убедително. Обсъждането на резултатите от друга страна също е логично и много добре обвързано с подходящо подбрани позоваванията в подкрепа на получените резултати, което свидетелства не само за добре свършената работа, но и за безспорната аналичност на докторанта.

Напълно подкрепям и направените ***изводи и приноси***. Изводите имат връзка с поставените цели и задачи и логически следват от представените резултати и техния анализ. Приносите напълно отразяват достойнствата на направените проучвания.

Личен принос на докторанта. Значимото лично участие на Зорница Карчева в проведените изследвания е неоспоримо. Тя е първи автор в двете публикации, свързани с дисертацията, както и в трите доклада на научни форуми. Това ми дава основание да считам, че представеният дисертационен труд, както и формирането на приносите и изводите в него са нейна заслуга.

Автореферат. Отразява изцяло и коректно същността на дисертацията. Включва 61 страници заедно с представените таблици и фигури. Формулираните изводи и приноси съответстват на тези в дисертацията. Считам, че авторефератът отговаря на всички необходими изисквания.

Становище за значимостта и убедителността на получените резултати

Следва да се подчертае, че темата на дисертационния труд изисква многостранни и задълбочени познания и практически умения, каквито Зорница Карчева определено е усвоила в периода на разработването на дисертационния си труд. Тя демонстрира добри изследователски умения за планиране на проучването и подбора на подходящите класически и съвременни методи и средства, както и за правилната интерпретация и анализ на резултатите. Те са значими, убедителни и представени по подходящ начин.

Критични бележки, препоръки и въпроси

Нямам критични забележки или препоръки към начина на провеждане на изследванията и тяхното интерпретиране. Имам забележки, които са свързани с терминологията, използвана в литературния обзор и по-конкретно с частта, която е свързана с възприемането на микроводораслите от отдел Cyanoprokaryota като бактерии (цианобактерии). И това само по себе си също не би било проблем ако в целия текст на обзора се използва единна терминология, но в случая докторантът от една страна разглежда и класифицира синьозелените водорасли като водорасли (вкл. и в заглавието), а от друга страна като цианобактерии (на различни места в текста). И отново във връзка с терминологията при синьозелените водорасли биха могли да се направят някои корекции: на стр. 32 неправилно е използван термина *полизахаридна слуз*, правилният термин в случая е ***полизахаридна слиз***; на същата страница при описанието на вида *Arthronema africanum* е написано, че *....нишките на A. africanum съдържат единична трихома*..., а при този вид (и при целия род) нишки не се образуват, т.к. при тях няма слизесто влагалище. Ето защо коректния термин тук е само ***трихом*** и то в мъжи род. На стр. 33, при описанието на род *Coelastrella* е използван терминът *коковидни*. Този термин се отнася до морфологичния тип на водорасловия талус и следва да е ***кокоиден.***

В глава ***Материали и методи*** като подглави са обособени морфологични характеристики на *A. africanum,* морфологични характеристики на *Coelastrella* sp. BGV, и съответно морфологична характеристика на *Pisum sativum*, но такива характеристики в тази глава няма. Реалните характеристики, отнасящи се до морфологията на двата водораслови щама и на граха са направени в глава ***Литературен обзор***.

На фиг. 1, 5 и 6 липсва мащаб, а на фиг. 2 на стр. 48 думата *Бар* следва да се замени с ***мащаб***. На стр. 23 и 32 латинските наименования на родовете „Sargassum и Leptolyngbya“ следва да се изпишат в курсив.

Към докторанта имам два въпроса:

1) какво представляват ***инволюционните клетки*** при *Arthronema africanum* (на стр. 32) и може ли да се използва друг термин за означаването им?
2) в кои ***водораслови органи*** се извършва биоакумулацията на Zn^{2+} (от стр. 85)?

Оценка на качеството на научните трудове, отразяващи изследванията по дисертацията

В приложената справка са представени 2 научни публикации, като и в двете докторантката е първи автор. Една от публикациите е в списание с импакт фактор (IF=1.17), а другата в списание с импакт ранг (SJR=0.18 за 2023). Публикациите ѝ дори вече са цитирани седем пъти. По този начин Зорница Карчева изпълнява изискванията за публикационна дейност, свързана с дисертационния труд. В приложената справка са посочени и три участия в научни форуми, в които докторантката е първи автор. Благодарение на това свое активно участие тя е успяла да запознае научната общественост с резултатите от своята научна дейност по темата на дисертацията си.

Мотивирано заключение

Рецензираният от мен дисертационен труд е написан интелигентно и на високо научно ниво. Той представлява научно изследване върху актуален проблем и съдържа оригинални научни и научно-приложни резултати с принос към задълбочаването на знанията за физиологичните и молекулни механизми, чрез които микроводораслите и растенията взаимодействат в условия на тежкометален стрес. А въз основа на експериментално установените зависимости се предлагат и научно обосновани насоки за бъдещи изследвания и практическо прилагане на фикоремедиацията в устойчиви земеделски и екологични стратегии. Трудът е лично дело на Зорница Карчева, която показва солидни теоретични знания и умения за провеждане самостоятелно научно изследване. Впечатленията ми са, че тя се е изградила като изключително прецизен, ерудиран и перспективен млад изследовател. Дисертационният труд напълно отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ. Представените резултати и публикации напълно съответстват на наукометричните изисквания за такъв труд.

Изложеното до тук ми дава основание убедено да препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да подкрепят присъждането на научната и образователна степен „доктор” на Зорница Красимирова Карчева в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.3. Биологически науки, докторска програма: Физиология на растенията.

04.06.2025 г. Рецензент:

гр. София /доц. д-р Благой Узунов/