



СТАНОВИЩЕ

От: доц. д-р Траяна Спасова Недева, Катедра по Обща и промишлена микробиология на Биологически факултет при СУ „Св. Климент Охридски“

Относно: дисертационен труд, представен за защита пред научно жури за получаване на образователната и научна степен “доктор”

Автор на дисертационния труд: РАДИНА НИКОЛАЕВА НИКОЛОВА

Тема на дисертационния труд: „Структурни и функционални характеристики на почвените микробни съобщества в отговор на дълготрайно замърсяване с тежки метали”

Почвата е универсален източник на жизненоважни услуги за всички екосистеми на Земята поради своето значение като най-голямото находище на хранителни вещества и вода за растенията, най-мощният регулатор на газовите емисии, основният участник в процесите на циркулация и рециклиране на биогенни елементи и молекули. Негативните последици от климатичните промени, например интензивните наводнения или дългите периоди на суша, както и обширните антропогенни дейности, свързани с промишлеността и селското стопанство, водят до ускорена фрагментация на почвата. Необходими са спешни мерки за минимизиране на тези отрицателни въздействия върху структурата на почвата и за защита на нейното здраве. Една от стратегиите, която включва ефективен набор от защитни мерки, е използването на биоиндикатори, които характеризират колебанията в здравето на почвата и предоставят ценна информация, която допълва тази, натрупана от физико-химичните ѝ характеристики. Екологичните проучвания изследват различни биоиндикатори. Сред тях микроорганизмите притежават обещаващ потенциал благодарение на регулираните методи, установени от Международната организация за стандартизация (ISO) за тяхното използване в анализи на качеството на почвата. Само един от тези методи (ISO 11063:2020) обаче, е свързан с прилагането на геномни техники за директно извличане на ДНК от почвата. Поради това е необходимо да се придобият знания и практически умения за използване на метагеномни техники при оценката на качеството и състоянието на почвата чрез идентифициране на микробните **почвени съобщества** в различни проби.

Замърсяването на почвата с тежки метали представлява значителен риск за околната среда и здравето, произтичащ както от естествени, така и от антропогенни източници, и изисква ефективни стратегии за смекчаване на неговото въздействие. Почвените микроорганизми, които са от решаващо значение за функциите/функционирането на почвата, са засегнати от замърсяването с тежки метали. Микробната активност, включително ензимната активност, **съставът и разнообразието на микробните съобщества**, микробната биомаса/изобилие, които

отразяват въздействието на тежките метали, показват разнообразни микробни реакции, повлияни както от замърсяването с тежки метали, така и от свойствата на почвата. В светлината на тези факти изследванията на докторант Николова отразяват съвременните тенденции в изучаването на биоразнообразието и промените в структурата и функцията на микробните съобщества в почви, трайно повлияни от замърсяване с тежки метали. Темата на дисертационния труд и формулираните в него задачи подчертават актуалността на научния проблем в областта на микробната екология.

Дисертационният труд е написан на коректен научен стил; описанието на експериментите и представянето на получените резултати е логично, ясно и последователно. Обсъждането на експерименталните данни е изчерпателно, аргументирано и творческо в контекста на известната научна информация за влиянието на тежките метали върху микробните съобщества.

Литературният обзор е структуриран така, че изцяло отразява темата на дисертационния труд с вътрешен баланс по отношение на 4-те си подраздела. По характер е едновременно задълбочен и конкретен, което показва придобитите от докторантката умения да анализира научна информация и да прави научни обобщения. Това ѝ помага да формулира и ясна работна хипотеза, позиционирана в заключителната част на обзора и фокусираща нерешените проблеми и рационалния подход за проверка на валидността на хипотезата.

Докторант Николова е провела впечатляваща експериментална работа, логично свързана В континуума пробовземане, физикохимични и микробиологични анализи на почви и молекулярно-биологични подходи (метагеномен анализ със секвениране на Illumina MiSeq платформа, конструиране на 16S рДНК клонови библиотеки), биоинформатични анализи за характеризиране на микробните съобщества в тях. Информацията в цифри сочи 37 различни физико-химични, биохимични и молекулярно-биологични анализи, структурирани в логична схема на изпълнение, която покрива всички изследователски задачи в тяхната последователност.

В резултат на този комбинативен подход са натрупани сериозни по обем и ценни по съдържание резултати във връзка с изследване на структурата и функцията на почвения микробиом в индустриално замърсено местообитание, изложен на стреса от тежки метали и оценка на това въздействие върху микробното разнообразие и функциите му чрез прилагане на съвременни екологични подходи и методи. Тези широкообхватни изследвания, генерираните от тях научни данни и техния анализ и интерпретация позволяват на докторант Николова да предложи модел за провеждане на комплексно проучване на микробиом в замърсени с тежки метали почви, с установяване на биоиндикаторни бактериални видове и микробни таксони по градиента на замърсяване с тежки метали и доказване на ключови микробни таксони по отношение на адаптацията към тежките метали.

Резултатите са представени в удачно подбрани и с високо качество изработени 23 фигури и 17 таблици. Това е доказателствен материал, който онагледява убедително експерименталните постижения. Като цяло дисертационният труд е оформен с вещина, прецизност и професионализъм.

Формулираните изводи следват логичната последователност на основните проблеми в труда. Те отговарят както на обхвата на проведените изследвания, така и на тяхната значимост във фундаментален и приложен аспект. Комплексни по своя характер, 7-те извода реално отразяват постиженията на работата.

Представеният ми за рецензия дисертационен труд притежава несъмнени приноси, по-важните от които са като следва:

1. Основната значимост на работата е комплексния подход, който се прилага за решаване на проблем с фундаментална и приложна значимост, какъвто е замърсяването на почвите с тежки метали. Този подход включва генериране и прилагане на процедура за многостранна оценка на микробиом в матрица почва, натоварена с тежки метали и прогнозиране на базата на микробни биоиндикатори на адаптационния капацитет на микробиома за отговор на специфичен абиотичен стрес при поддържане на почвеното здраве.
2. С оригинален характер е установения модел на промяна на таксономичния профил на микробните съобщества по градиента на замърсяване с тежки метали, идентифицираните микробни биоиндикатори и влиянието на абиотичните почвени фактори върху токсичния ефект на тежките метали.
3. С приносен характер е установения високия потенциал на изследвания микробиом за устойчивост към тежки метали, регистриран с помощта на биохимични и молекулярно-генетични подходи, който позволява реализиране на основните екологични процеси в антропогенно замърсените почви.
4. От методична гледна точка трябва да се отбележи като оригинална методическата възможност за индикация на ефектите на замърсяване с тежки метали върху почвени микробни съобщества чрез установените биоиндикаторни таксони.

Научните постижения на докторантката са обобщени в 3 научни публикации в специализирани реферирани научни издания (2 с квантил Q3 и 1 – с Q4, общ $IF_{2025}=2.062$, $SJR=0.17$), в които докторантката е водещ автор. Тя е депозирала 166 аотирани достоверни 16S rPHK генни последователности в GenBank. Радина Николова е участвала в 3 национални и 6 международни научни форуми и е представила 3 постерни съобщения и 6 доклада, един от които е удостоен с награда за най-добро представяне. Докторантката е посочила още 2 публикации, извън темата на дисертационния си труд.

Подготвеният автореферат изцяло отговаря на съдържанието на дисертацията и на държавните изискванията за такъв вид труд.

Гореспоменатите факти ми позволяват да определя труда на Радина Николова като актуална научна разработка, посветена на важен фундаментален проблем с реализирани резултати и приноси, които могат да служат като надеждна основа за следващи научни изследвания.

Дисертационният труд напълно съответства на критериите за получаване на образователна и научна степен „доктор”. Докторантката е придобила знания и умения в микробната екология: изследване на структурата и функцията на почвен микробиом в индустриално замърсено местообитание, изложен на стреса от тежки метали и оценка на това

въздействие върху микробното разнообразие и функциите му. Тя е усвоила прилагането на комбиниран научен подход за изучаването на тези проблеми на биохимично и молекулярно ниво. Чрез прилагането на специализирани техники, анализиране, интерпретация и обобщение на получените резултати, Радина Николова получава нови научни данни и потвърждава установени тенденции при създаването на модел за провеждане на комплексно проучване на микробиом в замърсени с тежки метали почви. По отношение на квалификационния дескриптор самостоятелност и отговорност, докторантката показва определен интерес към актуални научни идеи, самостоятелност и творчество при разработването им, добра теоретична подготовка и методични умения, висок потенциал за качествено изпълнение на разнообразни задължения в академичен стил.

Въз основа на горепосочените аргументи оценявам положително дисертационния труд, който удовлетворява напълно изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за неговото приложение и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в Института по молекулярна биология „акад. Румен Цанев“ (ИМБ) при Българската Академия на Науките и предлагам на уважаемите членове на Научното жури, сформирано със Заповед на Директора на ИМБ-БАН № 143-ОБ/28.08.2025 г. да присъди на РАДИНА НИКОЛАЕВА НИКОЛОВА образователната и научна степен „Доктор“.

София

доц. д-р Траяна Недева:

19.11.2025 г.