

СТАНОВИЩЕ

за дисертационния труд на **Радина Николаева Николова** на тема „**Структурни и функционални характеристики на почвените микробни съобщества в отговор на дълготрайно замърсяване с тежки метали**“ за присъждане на ОНС „Доктор“ по Професионално направление 4.3. „Биологични науки“, Научна специалност „Молекулярна генетика“

от **проф. д-р Румяна Миронова**, Институт по молекулярна биология „Академик Румен Цанев“ към БАН

Замърсяването на почвите с тежки метали представлява критичен екологичен и обществено-здравен проблем в световен мащаб. Метали като олово, цинк, кадмий, мед и арсен се натрупват постоянно в почвите като по този начин повишават риска от токсичност за микробните съобщества, растенията, животните и хората. Дисертационният труд на Радина Николова разглежда таксономичния състав, функционалната активност и ключови фактори на околната среда, оформящи почвените микробни съобщества в райони, засегнати от дългосрочно замърсяване с тежки метали близо до най-голямото предприятие за производство на олово и цинк в Югоизточна Европа — Комбинатът за цветни метали (КЦМ) 2000., гр. Пловдив. Изследването на Радина Николова е актуално, със значителен принос в областта на екологичната микробиология, почвознанието, оценката на екологичния риск и допринася за по-доброто разбиране на пластичността и устойчивостта на почвените екосистеми в райони, замърсени с тежки метали.

Дисертацията обхваща 197 страници, в т. ч. Приложение от 12 таблици с подробни данни от проведените теоретични анализи. Дисертацията включва стандартните раздели като Резултатите и Обсъждането са обособени в отделни глави. Дисертацията съдържа богат илюстративен материал от 27 фигури и 33 таблици, които подкрепят докладваните от докторанта резултати и допринасят за по-лесното им възприемане от читателя. Литературната справка се базира на 303 литературни източника и е показателна за добро запознаване на докторанта със състоянието и тенденциите на изследванията по темата на дисертационния труд. Това проличава още по-добре от литературния обзор, написан на добър литературен език и научен стил. В него са разгледани ключови за изследването въпроси като влияние на абиотичните и биотични фактори на средата върху почвения микробиом. Специално внимание е отделено на подходите за изследване на микробиома и на особеностите на микробиомите в почви, замърсени с тежки метали. Смятам, че обзорът е достатъчно изчерпателен и целенасочено води читателя към същността на изследването.

Целта на изследването е ясно формулирана: Да се установят таксономичните и функционалните характеристики на почвения микробиом в почви, трайно засегнати от замърсяване с тежки метали, и да се идентифицират ключови фактори на околната среда, които формират тези микробни съобщества. В методологично отношение изследването е многостранно и комбинира прецизни физикохимични почвени анализи (включително ICP-

MS определяне на концентрациите на тежки метали) с най-съвременно молекулярно микробиологично профилиране (16S rRNA и ITS генно секвениране) за характеризиране на бактериалните и гъбните съобщества. Използването на биоинформатични инструменти като PICRUST2 за прогнозиране на функционални пътища, анализи на ензимна активност и усъвършенствани статистически анализи, включително корелационни и ординационни подходи, допълнително повишават изчерпателността и надеждността на резултатите.

Главите Резултати и Обсъждане на резултатите обхващат над една трета от дисертацията (70/197стр.), което показва, че акцентът е поставен върху собствените данни и тяхната интерпретация, което е важен показател за научната стойност (научната компонента от ОНС „Доктор“) на един дисертационен труд. Изследването показва, че изследваните почви са замърсени с тежки метали над допустимите граници, но биологично достъпните фракции са ниски, което е индикация за значителен буферен капацитет на почвата, смекчаващ пряката токсичност на тежките метали върху микробните съобщества. Анализите на микробните съобщества разкриват отчетливи таксономични промени по градиентите на замърсяване. Някои бактериални и гъбни таксони поддържат високо разнообразие и изобилие във всички места на пробовземане и са класифицирани като устойчиви или толерантни към тежки метали. В резултат на функционалните анализи са идентифицирани 26 специфични микробни метаболитни пътища, свързани с адаптацията и резистентността на микробите към тежки метали, като тяхното изобилие значително корелира с нивата на замърсяване, което подчертава устойчивостта на микробиома. Абиотичните параметри на почвата, като съдържание на влага, органичен въглерод и фосфати, значително модулират структурата и функцията на микробните съобщества. Въпреки замърсяването, хетеротрофните бактериални общности запазват широк метаболитен потенциал, особено в асимиляцията на въглехидрати, за да поддържат енергийните си нужди в силно замърсени почви. Анализите на ензимната активност потвърждават значително запазване на функционалния капацитет на почвения микробиом, който намалява значително само в най-замърсените места.

В края на дисертацията са формулирани общо 7 извода, които точно и лаконично отразяват съдържанието на дисертацията. Освен това докторантката е направила оценка на своето изследване в контекста на публикувани вече данни като ясно е формулирала три свои приноса с оригинален и два с потвърдителен характер. Авторефератът представлява удачно съкратена версия на дисертационния труд, при което той не е загубил нищо от своите достойнства, поради което приемам начина, по който той е оформен и поднесен на читателя.

Резултатите от изследването са отразени в три излезли от печат публикации с общ **импакт фактор 2.062**, което отговаря на формалните изисквания на ИМБ-БАН за придобиване на ОНС „Доктор“. Към момента на написване на дисертацията са регистрирани общо **29 независими цитирания** на неотдавна публикуваните статии (през 2022 г. и 2023 г.), което говори за интереса към тях и тяхната значимост. Резултатите от изследването са представени на общо 9 научни форума, на два от които докторантката е

получила награди за най-добър устен доклад. Отбелязвам още факта, че до момента докторантката е участвала в разработването на общо 4 проекта – два финансирани от ФНИ, един по националната научна програма БиоАктивМед и един по ЕБР с Чешката академия на науките, което означава, че тя е натрупала значителен опит в екипна работа и в разработването на научноизследователски проекти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд на Радина Николова съдържа значими научни резултати, отнасящи се до почвените микробни съобщества, подложени на продължителен стрес от замърсяване с тежки метали. Използваният мултидисциплинарен подход, обхващащ химични, молекулярни, биохимични и биоинформатични методи подсилва стойността и значимостта на това изследване. Идентифицирането на резистентни към замърсяването таксони и на функционални механизми за адаптация е от значение за мониторинга на почвеното здраве, потенциала за биоремедиация и оценката на екологичния риск. Изследването е в съответствие с целите за екологична устойчивост и принципите на подхода „Едно здраве“ (One health), който акцентира върху взаимовръзката между здравето на хората, животните и околната среда. В хода на изработването на дисертационния труд докторантката е овладял голям брой най-съвременни експериментални и теоретични методи и е придобила опит в разработването на научноизследователски проекти. Резултатите от изследванията ѝ са публикувани в реферирани международни издания като във всички публикации тя е първи автор. С тези наукометрични показатели докторантката изцяло покрива критериите на ЗРАСРБ, БАН и ИМБ-БАН за придобиване на ОНС „Доктор“, което ми дава основание без всякакво колебание да дам своя положителен вот за присъждане на ОНС „Доктор“ на ас. Радина Николаева Николова по Професионално направление 4.3. Биологически науки, Научна специалност „Молекулярна генетика“.

30 ноември, 2025 г.

Изготвил становището:

/проф. Р. Миронова/