

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Петя Койчева Христова

Софийски Университет, Биологически факултет,
катедра „Обща и промишлена микробиология“

Тема на дисертационния труд: „Характеристика на микробиома при комплексно изследване на фини прахови частици (ФПЧ) в атмосферата на урбанизирани градски райони и оценка на риска“ за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“
Професионално направление 4.3. Биологични науки (Микробиология)

Автор на дисертационния труд: Боянка Николаева Ангелова

Научен ръководител: доц. д-р Михаил Илиев, проф. д-р Иван Недков

Със заповед на Ректора на СУ „Климент Охридски“ № РД 38-388/13.07.2022 г. съм определена за Член на научното жури за провеждане на процедура за защита на дисертационен труд на Боянка Николаева Ангелова. Представените документи и материали отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за неговото прилагане.

1. Кратки данни за докторанта

Докторант Боянка Ангелова е възпитаник на Биологически факултет, при СУ „Св. Климент Охридски“, където завършва през 2017 г с отличие ОКС“Бакалавър“, специалност „Молекулярна биология“. Продължава своето образование в МП „Микробиология и микробиологичен контрол“ към катедра „Обща и промишлена микробиология“ като успешно се дипломира през 2019 г.

Веднага след завършване на бакалавърската степен започва работа като технически сътрудник към катедрата по Обща и промишлена микробиология, а след това и като микробиолог. В периода 15.07.2019 г.-15.07.2022 г. Боянка Ангелова е редовен докторант в катедра „Обща и промишлена микробиология“ и едновременно биолог – специалист на половин работен ден.

2. Актуалност и значимост на дисертационната тема

Предложената за рецензия дисертация е насочена към изследване на важен и актуален проблем свързан със здравето на населението в ЕС. Според СЗО замърсяването на въздуха е един от най-значимите рискови фактори, свързани с околната среда. Темата произтича от декларираните приоритети на ЕС за „Опазване на околната среда“ и получените резултати имат важни фундаментални и приложни приноси.

Наложено през последните години разбиране за комплексния характер на въздушните замърсявания насочва усилията на изследователите не само за установяване на качествения и количествен състав на асоциираната с праховите замърсявания микробна компонента, но също така и за определяне на мултифакторната обусловеност на нейната динамика. Това води до възникване на нов подход за оценка на степента на замърсяване на въздуха посредством комплексни мониторингови проучвания. Проследяването на зависимостта на качеството на въздуха от присъствието на различни физични, химични и микробиологични замърсители дава по-задълбочена информация за проблемите особено в силно урбанизирани райони. Резултатите от такива комплексни изследвания могат да подпомогнат вземането на правилни управленчески решения за опазване на околната среда.

Изложените факти ясно мотивират избора на темата, нейната актуалност и практическо значение. Съдържанието на дисертационния труд напълно покрива обявената номенклатурна специалност по професионално направление 4.3 Биологични науки, научна специалност “Микробиология” за присъждане на ОНС “доктор”.

3. Оценка на структурата на дисертационния труд

Дисертационният труд е написан на 300 стандартни страници – формат А4, резултатите са обобщени и представени в 44 таблици и 112 фигури. Структуриран е по класическата схема и е балансиран по отношение на обема на всеки раздел. Първите 9 раздела включват Увод (1 стр.), Литературен обзор (63 стр.), Цел и задачи (1 стр.), Материали и методи (22 стр.), Резултати и обсъждане (150 стр.), Изводи (2 стр.), Приноси (1 стр.), Препоръки (1 стр.) и Литература (30 стр.). Много добро впечатление прави групирането на част от данните в отделно Приложение, както и приложените списъци на фигурите, таблиците и използваните съкращения.

Дисертацията е написана с добър научен стил, с точно използване на терминологията което показва, че докторантката познава професионално материята.

Необходимо е да се отбележи, че представената литературна справка (641 публикации по темата) предлага един задълбочен анализ на състоянието на проблема. Дисертантката се е запознала много добре с литературните данни и умело ги използва при интерпретиране на резултатите.

3.1. Литературен обзор

Литературният обзор е структуриран правилно с пряко отношение към целта на дисертацията и поставените задачи. Обзорът на дисертационния труд засяга основните аспекти на аеромикробиологията и биогеографията на въздуха. Условно се разграничават няколко основни теми, които обаче са тясно свързани помежду си. В първата част докторантката представя въздухът като среда за живот на микроорганизмите и факторите, които обуславят тяхното съществуване в тази екологична ниша. Втората част е насочена към представяне на качествения и количествен състав на въздушния микробиом и методите за неговото изследване. Третата тема разкрива природата на замърсителите във въздуха – физични и химични и тяхната роля за възникването на риск за здравето на населението. В четвъртата тема докторантката представя качеството на атмосферния въздух в урбанизираните райони, приетите стандарти за оценка на качеството на въздуха, българската национална мрежа за мониторинг на замърсяването, както и системата за мониторинг на въздуха в София. В петата тема подробно са обсъдени методите за събиране на аерозоли и устройствата, които се използват. Шестата тема представя предимствата на метагеномния анализ за изучаване на биоаерозоли и за провеждане на микробиологичен мониторинг на въздуха в урбанизирани райони. Заключениеето на литературния обзор ясно обобщава постигнатите знания до момента, очертава необходимостта от нов подход за определяне на профила на микробиалната биоаерозолна контаминация в столичния град и умело насочва към необходимостта от провеждане на пълно комплексно изследване върху абиотичното и биоаерозолното замърсяване на въздуха в силно урбанизираната централна част на София.

3.2. Цел и задачи

Целта на дисертацията е формулирана ясно и точно като включва провеждане на целогодишен количествен мониторинг върху нивата на биоаерозолната контаминация в подбрана локация, идентифициране на доминиращите микробни видове и пълно охарактеризиране на асоциираното прахово замърсяване. За постигането на формулираната цел докторантката си поставя пет основни задачи – проследяване на сезонната, седмичната и целодневната динамика в числеността на микробното

присъствие, качествен анализ и идентифициране на доминиращите видове, установяване на таксономичната принадлежност на доминиращите видове както чрез класически методи, така и чрез метагеномен анализ и системно и комплексно характеризирани на фракциите от ФПЧ в лидарно характеризирани аерозолни полета.

3.3. Материали и методи

Това е една важна част от дисертационния труд, която показва нивото на научните изследвания. Представени са съвременни микробиологични, биохимични, молекулни, физични и микроскопски методи, така че самото им разработване и успешно прилагане е вече един безспорен успех и показва сериозната методична подготовка на докторантката. За период от 54 седмици е проведен качествен и количествен анализ на биоаерозолите и са изолирани 248 чисти бактериални култури и 35 гъбни култури. Докторантката прилага както класически микробиологични методи за таксономично характеризирани на изолатите, така и секвениционен анализ от ново поколение (NGS [Next-Generation Sequencing]) на изолирана ДНК от проби, събрани през топлата и студена част от годината. Този подход позволява пълно характеризирани на биоаерозолната микробна компонента. За събиране на биоаерозоли от въздуха и количественото им определяне е използван шест степенен каскаден импактор на Андерсен. Трябва да се подчертае, че прилагането на специфичните методи като рентгено-фазов и рентгено-структурен анализ, сканиращ електронен микроскоп, анализатор за размер на частици предоставя задълбочена информация за структурата и вида на биоаерозолите, която е ограничена в литературата преди настоящото изследване. Мултидисциплинарният характер на изследването е позволило на докторантката да придобие нови методически умения.

3.4. Резултати и обсъждане

Основните резултати са представени съгласно поставените задачи и избраните методични подходи и по своята същност са една задълбочена характеристика на микробиома на биоаерозолите в урбанизиран централен район на гр. София. Експерименталната част е изработена много прецизно и представено достоверно. Посредством дневни, седмични и месечни мониторинги е проследен количествения и качествения състав на въздушната микробиота. За определяне на факторите, оказващи специфично въздействие на върху нивата на биоаерозолната контаминация, са проведени изследвания в определени дни с различни метеорологични явления (мъгла, дъжд, снеговалеж, вятър). От всички 54 седмични пробовземания са обработени 648 проби, от които са изолирани и идентифицирани представители на различни

филогенетични групи. Бактериалните изолати са характеризирани според методите на класическата таксономия и са отнесени към 25 рода, докато гъбните изолати са отнесени към 4 рода на отдел *Ascomycota* – *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* и *Cladosporium*. Най-много бактериални изолати са отнесени към родовете *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Enterobacter* и *Paracoccus*. Всички резултати са представени в сравнителен план относно сезонната динамика, видовото разнообразие и степен на разпространение. За преодоляване на недостатъците на културално-зависимите изследвания докторантката е приложила метагеномен анализ, който изследва общите микробни геноми в проби получени директно от околната среда. Чрез този подход е установено еубактериалното, археално и фунгиално разнообразие, както и доминиращите видове, които са представители на филумите *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroides*, *Actinobacteria*, *Cyanobacteria*, *Ascomycota* и *Basidiomycota*. Това е първото по рода си изследване на въздуха в България и представлява важен фундаментален и практически принос на работата.

От особена важност в дисертацията е интерпретацията на микробиологичните изследвания в зависимост от параметрите и количеството на биоаерозолните частици във въздуха. Абиотичното прахово присъствие е съществен фактор, определящ до голяма степен динамиката и разнообразието на микробната компонента. Затова определянето на физическите параметри на аерозолното натоварване в района на пробовземане е съществен принос на работата. Проведените физикохимични анализи показват, че ФПЧ са предимно агрегати от твърдо ядро и течна повърхност. Самите агрегати са съставени от малки частици, включително такива с наноразмери. Повечето частици са агломерати най-често обогатени с различни метали като желязо, мед, цинк и други. Праховите частици се състоят главно от силикатни, алумосиликатни съединения, както и от органични и неорганични въглеродни фази. Пиковите на замърсяване с ФПЧ са свързани предимно с повишаване на автомобилния трафик, промишлеността и отоплението, докато промяната в количествения и качествения състав на микробиотата е сезонна.

3.5. Изводи и препоръки

Дисертантката обобщава огромната експериментална работа в 14 извода, които отговарят на всеки етап от направените изследвания. Установена е годишната, сезонната и месечната динамика на микробната контаминация и биоаерозоли във въздуха, която е резултат от климатичните, географските и антропогенните характеристики на населеното място. Доказано е голямото таксономично разнообразие

на култивируемата бактериална микробиота и по-слабо изразеното разнообразие във фунгиалното присъствие. Метагеномният анализ добавя нови таксономични групи към получените данни. Установено е, че видът и концентрацията на ФПЧ в района на локация са сезонно зависими. След обобщение на получените резултати докторантката оформя три препоръки относно оптимизиране на анализите за нивата на микробна биоаерозолна контаминация.

4. Приноси с научен и приложен характер

В извършените изследвания могат да се очертаят както теоретични, така и оригинални приложни приноси, които доказват значимостта на научната разработка. Приносите са както следва:

- Проведеният едногодишен микробиологичен мониторинг върху количественото микробно присъствие във въздуха на централната част на град София е първото по рода си проучване в национален мащаб и едно от най-продължителните за територията на Европа.

- Изучаването на състава на въздушната микробиота е фундаментален принос за аеромикробиологията. Получена е информация за таксономичния диверситет на въздушната микробна контаминация, като са определени доминиращите бактериални и фунгиални таксони.

- Установена е зависимост между качеството на въздуха, присъствието на различни замърсители (физични и химични) и концентрацията на микробните биоаерозоли във въздуха на град София.

- Получена е информация относно дневната, седмична, месечна и годишна динамика на микробното биоаерозолно замърсяване на въздуха на град София.

- Осъществено е първото по рода си в национален мащаб комплексно изследване на фини прахови частици в атмосферата чрез лидарно локализиране на времево - пространствено разпределение, характеризиране по състав, структура, и морфология.

- Получените данни са съществен принос за разработването на стратегия за контрол и оценка на замърсяването на въздуха на територията на град София и вземането на правилни управленчески решения за опазване на чистотата на въздуха.

5. Участие на докторанта в изработването на дисертацията

Реализираните контакти с докторантката при обсъждане на въпроси от дисертационния труд ми дават основание да считам, че изпълнението на дисертационния труд е изцяло нейно дело.

6. Публикации във връзка с дисертационния труд

Докторантката е представила списък с две научни публикации (Q2), свързани с дисертацията. Резултатите от дисертацията са докладвани на 8 международни и 3 национални научни форума. Представено е участие в три научни проекта свързани с темата на дисертацията.

7. Автореферат

Авторефератът е изготвен, съобразно изискванията и вярно отразява резултатите от дисертацията като в съкратен вид са представени най-важните елементи от всички раздели (без литературния обзор).

8. Препоръки, забележки и въпроси

В дисертационния труд няма съществени грешки относно използваните подходи и представяне на резултатите, поради което нямам препоръки или забележки.

Към докторантката имам следните въпроси:

а) Каква информация носят оперативните таксономични единици и етикетите в метагеномния анализ?

9. Придобита компетентност и съответствие с изискванията на образователната и научна степен „доктор”

В хода на изпълнението на експерименталната работа и оформянето на дисертационния труд докторантката Боянка Николаева Ангелова е придобила компетенции и умения, които могат да бъдат групирани по следния начин:

- разширила е теоретичната си компетентност в специфична област на микробиологията – аеромикробиологията,

- придобила е умения за работа с научна литература, анализирайки и обобщавайки научна информация.

- обогатила е методичните си умения, особено в частта на прилагането на съвременни методи

- придобила е умения самостоятелно да оформя и дискутира резултатите, получени в хода на разработването на дисертацията, както и да прави изводи на базата на тях.

Всичко това ми дава основание да смятам, че докторантката е придобила необходимите компетенции и умения за придобиване на образователната и научна степен „Доктор”.

10. Заключение

Представеният дисертационен труд е едно завършено изследване, което предоставя ценна научна информация и разкрива възможности за практическо приложение. Много добрата теоретична подготовка е дала възможност на докторантката да подбере и съчетае набор от методи, които осигуряват изпълнение на поставените задачи и постигане на целта. Смятам, че обемът на този труд е внушителен, направени са много анализи, получени са ценни резултати, направени са важни изводи, препоръки и изследването има значими научно-приложни приноси. Авторефератът е направен по изискванията и отразява вярно основните резултати и изводи на дисертационния труд.

Въз основа на направения разбор и на доказаното израстване на докторантката, предлагам на уважаемите членове на научното жури, сформирани със заповед № РД 38-388/13.07.2022 г. на Ректора на Софийския Университет „Св. Климент Охридски”, да присъдят на **Боянка Николаева Ангелова** образователната и научна степен “доктор” по професионално направление 4.3 Биологични науки (Микробиология).

15.09.2022

Рецензент:

проф.д-р Петя Христова