

## СТАНОВИЩЕ

от проф. Мария Богомилова Ангелова, дбн, Институт по микробиология „Стефан Ангелов” при БАН

върху дисертационен труд, представен пред научно жури, сформирано със заповед № РД-38-388/13.07.2022 г на Ректора на Софийския университет „Св. Климент Охридски” за получаване на образователната и научна степен “доктор” в Професионално направление: 4.3. Биологични науки (Микробиология)

Автор: **Боянка Николаева Ангелова**

Тема: **Характеристика на микробиома при комплексно изследване на фини прахови частици (ФПЧ) в атмосферата на урбанизирани градски райони и оценка на риска**

Научни ръководители: **доц. д-р Михаил Илиев**

**проф. Иван Недков, дтн**

Неблагоприятните последици от промените в околната среда и от активната антропогенна дейност са едни от най-сериозните проблеми на 21 век. Тук се включва и влиянието на замърсения въздух върху човешкото здраве. Въпреки че въздухът не е най-благоприятната среда за развитието на микроорганизми поради ниското съдържание на хранителни вещества, ниската влажност и високите нива на слънчева радиация, различни представители на микробиотата населяват атмосферата и формират основната съставна част от т. н. биоаерозоли. Има много изследвания за ефекта на химическите и физическите замърсители, но проучванията върху атмосферния микробиом се срещат изключително рядко. Още по-малко внимание се отделя на комплексния характер на съществуващите във въздуха замърсители, особено в силно урбанизираните райони. Всяко детайлно проучване на взаимовръзката между абиотичното и биоаерозолното замърсяване на въздуха в големите градове може да предостави резултати, които да обосноват ефективна стратегия за превенция на риска от замърсяване. Именно това е основната научна насоченост в разработката на Боянка Ангелова, а това е указание за нейната актуалност и значимост. Дисертационната теза е фокусирана върху комплексно изследване на въздушната микробиота в силно урбанизирана централна част на град София и по този начин включва за първи път състоянието на проблема с биоаерозолите в България в международната база данни. Освен това, очертава приноса на българската микробиология към решаването на съвременните екологични проблеми и ангажираността на докторантката и нейните научни ръководители с тях. Това е една неизследвана ниша, което е предпоставка за оригинални приноси.

Дисертационният труд е конструиран в традиционна форма със съответните раздели. Написан е на 300 стандартни компютърни страници, включващи 260 страници текст, 30 страници литература и 10 страници приложения. Литературният обзор е изготвен целенасочено и конкретно и отчита всички аспекти на изследването. В него са отразени 641 литературни

източника (639 са на на латиница) и 9 сайта, които кореспондират с всяка една от поставените задачи. Обзорът представя състоянието на проблема в момента, като коректно отчита развитието в исторически план и постигнатото до този момент в аеромикробиологията. Изключително подробно са обсъдени наличните литературни данни относно качеството и промените в атмосферната микробиота, видовете замърсители на въздуха и влиянието им върху човешкото здраве, състоянието на въздуха в урбанизираните райони и стандартите за неговото мониториране. Като има предвид важността на подходите за събиране на проби от биоаерозоли, докторантката включва и прецизно разглеждане на използваните методи. В края на обзора е включен подраздел „Заклучение“, в което са изтъкнати нерешените въпроси и е обусловена необходимостта от проведеното изследване. Според мен това е много добра идея, която помага на читателя да възприеме актуалността на дисертационната теза. Материалът е представен ясно, чете се с лекота и интерес, за което допринасят включените таблици и фигури.

Целта на дисертационния труд съответства на актуалността на проблема, подчертава иновативния характер на разработката и насочва вниманието към ново, съвременно ниво на проучване в микробната екология. Тя е ясна, добре формулирана и обединява всички направления на експерименталната работа. За реализиране на тази цел са формулирани 5 конкретни, взаимно обвързани и логически следващи задачи, които включват всички задължителни етапи на подобно проучване. Още тук се вижда сериозният обем работата, поставена пред докторантката.

Разделът „Материали и методи“ отговаря на мултидисциплинарния характер на разработката, използвани са рутинни и съвременни микробиологични, биохимични, молекулярнобиологични и физикохимични методи. Всички те са адекватни на изследванията и създават предпоставка за коректни резултати. Освен това, методите са представени разбираемо, достатъчно пълно, за да бъдат възпроизведени. Илюстративният материал помага много в тази насока. Тук искам да отбележа молекулярното определяне на състава на бактериалното и фунгално съобщество, метагеномния анализ, физикохимичното охарактеризиране чрез рентгенофазов анализ и Мьосбауерови спектри, инфрачервената и рентгеновата фотоелектронна спектроскопия, сканиращата електронна микроскопия и др. Всички те са достатъчно основание за достоверност и прецизност.

В раздел „Резултати и дискусия“ е включен огромен експериментален материал, който се характеризира с логическа последователност и очертава едно сериозно научно изследване. Отделните етапи са разработени обстойно. В същото време, всеки един от тях е отправна точка за следваща насоченост на научното изследване. Това придава на дисертацията характеристика за цялостност. Трябва да се отбележи и много добре избрания район на изследване - покривното пространство на сградата на Биологически факултет на Софийския университет (северното крило), т.е. идеалния център на столицата с прилежащите към него ключови пътни трасета и градска инфраструктура.

Основната част от изследванията е свързана с доказване на количествения и качествения състав на въздушната микробиота, промените които настъпват за различни периоди на изследване (дни, седмици, месеци) или в резултат на смяната на сезоните и атмосферните условия. Изолирани са чисти култури от бактерии и гъби, които се идентифицирани с методите на класическата таксономия. Представеното изследване е първият количествен анализ на проби от централната част на град София в национален мащаб и едно от най-продължителните за територията на Европа. Особен интерес представлява съпадението между времевата рамка на мониторинговото изследване и епидемиологичната обстановка заради Ковид-19. Това поставя нови предизвикателства пред докторантката, които тя преодолява и дава обяснение на получените резултати. Тук искам да подчертая, че данните от микробиологичните изследвания са интерпретирани в зависимост от данните за размера и разпределението на биоаерозолните частици в атмосферата, както и с параметрите на абиотичните фактори в съответния момент. Трябва да се отбележи прецизността на докторантката при представяне на резултатите за таксономичния статус и родовата принадлежност на изолираните бактерии и гъби в зависимост от сезона, от атмосферните условия и динамиката им за ден, за седмица или месец. Определен е профила на доминиращите родове, който е сравнен с данни за подобни изследвания в големи градове в Гърция, Турция, Полша, Китай, Египет и др.

Изключително впечатление прави използването на един от най-съвременните методи за определяне състава на некултивируеми еубактерии, археи и гъби, а именно метагеномния анализ. Този метод дава възможност на авторката да получи достоверни резултати за броя на оперативните таксономични единици и за доминиращите представители, определени до род и вид. Сред идентифицираните фунгиални представители са редица патогени и причинители на сезонни алергии, както и потенциални продуценти на биологично-активни вещества. Изследването установява изразена сезонност в таксономичното разнообразие във въздушни проби и ясно изразена връзка между това разнообразие и праховото замърсяване във въздуха.

Като иновативен акцент в дисертацията на Боянка Ангелова искам да подчертая охарактеризирането на абиотичната компонента на замърсяванията във въздуха в района на избраната локация, което е доказателство за комплексния характер на изследването. Определени са физическите параметри на аерозолното натоварване в района, направена е оценка на пространствените и времевите характеристики на установените аерозоли и тяхната масова концентрация. Чрез лидарен мониторинг с хоризонтално сканиране в различно време на денонощието са открити и локализираны плътни аерозолни струпвания.

След проведените експерименти за детайлно физико-химично охарактеризиране на ФЧП2.5 се установява тяхната структура и морфология, вида на елементите, разположени на повърхността, техните концентрации и съотношения, както и фазовия им състав. Комбинираният анализ на резултатите доказва, че основните фази, регистрирани в пробата са силикатни, алумосиликатни, сулфатни, карбонатни и въглищни. Получените данни са

интерпретирани и в сравнителен аспект по отношение на сезона и годината на вземане на пробите.

В този раздел, едновременно с коректното отразяване на получените данни, е направено задълбочено и професионално обсъждане на базата на подходящи литературни източници. Дискусията е умело преплетена със собствените данни, което създава впечатление за увереност и съизмеримост с публикуваното от други автори. Това, разбира се, е възможно благодарение на много доброто познаване на проблема и задълбочената научна разработка.

Искам със задоволство да подчертая отличното оформление на дисертацията, отличния научен стил, правилното отразяване на резултатите в таблици и фигури, както и тяхното професионално представяне. Снимковият материал също е с отлично качество и допринася за коректното възприемане на материала.

Докторантката представя 14 извода, които на пръв поглед са много, но като се има предвид големия обем на експерименталната работа, не считам, че това нарушава баланса в дисертационния труд. Според мен, те са логично следствие от получените данни и дават необходимата информация за стойността на проведените изследвания. Приемам и формулировката на приносите и искам да подчертая по-важните от тях, а именно:

1. За първи път в национален мащаб е осъществен едногодишен микробиологичен мониторинг върху количественото микробно присъствие във въздуха на централната част на град София, което включва България в международната база данни.

2. За първи път в България е реализирано комбинирано комплексно изследване на фини прахови частици в атмосферата чрез лидарно локализиране на тяхното разпределение в зависимост от времето и пространството. Получени са данни за техния състав, структура и морфология.

3. За първи път е получена детайлна информация за таксономичното разнообразие на въздушната микробиота в силно урбанизиран район, за доминиращите видове и промените в зависимост от времевата динамика.

4. Получената информация е съществен принос за разработването на стратегия за контрол и оценка на замърсяването на въздуха и вземането на правилни решения за опазване на чистотата на въздуха в силно урбанизиран район на столичния град.

Едно от достойнствата на дисертационния труд на Боянка Ангелова е формулирането на препоръки въз основа на получените резултати. Всички те могат да бъдат много полезни за оптимизиране на съществуващата в гр. София система за контрол на замърсяването на въздуха с ФПЧ.

Данните от дисертацията са включени в 2 журнални научни статии с импакт фактор и квартал Q2 и 8 участия в национални и международни форуми. Освен това, Ангелова е участвала в научен колектив за разработването на 3 проекта, свързани с темата на дисертацията.

Към дисертантката имам следните въпроси и препоръки:

1. Има ли възможност да се продължи работата по този проблем и да се направи по-детайлна характеристика на доминиращите видове като потенциални патогени, алергени или продуценти на биологично-активни вещества.

2. Как си обяснявате липсата на представители на домейн *Archaea* в проба №2 (м. януари) за разлика от проба № 1 (м. май).

3. Препоръчвам на докторантката да оформи и издаде обзора, което би било много полезно за широк кръг специалисти.

4. Препоръчвам на докторантката да избягва използването на съкращения в заглавията.

В заключение искам да подчертая, че материалът е дисертабилен, разработена е много актуалната тема, която предлага иновативни подходи за решаване на проблеми от екологичната микробиология. В същото време създава условия за по-ефективна стратегия за контрол на замърсяването на въздуха в столичния град или други силно урбанизирани райони. Експериментите са поставени методично правилно, получените резултати са достоверни и са солидна база за следващи научни и приложни разработки. Извършена е огромна експериментална работа, като поставеният проблем е многостранно и детайлно проучен на съвременен ниво, направени са съществени приноси, формулирани са препоръки за практиката. Към тази характеристика на дисертационния труд искам да добавя, че според мен Боянка Ангелова излиза от докторантурата като добре подготвен специалист в областта на аеромикробиологията, усвоила е голям брой съвременни методи, запознала се е основно с важен за науката и практиката проблем, получила е опит при интерпретиране на научни данни и всичко това ѝ дава квалификация на млад учен, достоен конкурент на колеги от чуждестранни лаборатории.

Въз основа на направения разбор и на доказаното израстване на докторантката, предлагам на уважаемите членове на научното жури, сформирано 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 научно направление 4.3 Биологични науки (Микробиология).

07.09.2022 г

София

Изготвил становището:.....

/проф. Мария Ангелова, дбн/