

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен **„доктор“** по: област на висше образование «Природни науки, математика и информатика», професионално направление 4.4. „Науки за земята“, научната специалност „Екология и опазване на екосистемите“

Автор на дисертационния труд:

Мария Радкова Ихтярова, задочен докторант към катедра „Химия, фитофармация и екология и опазване на околната среда“ при Аграрен университет, гр. Пловдив

Тема на дисертационния труд:

„Фиторемедиация на замърсени с тежки метали почви, с растения от семейство *Asteraceae*“

Рецензент:

Проф. д-р Мариана Генова Дончева–Бонева, Лесотехнически университет, София, област на висше образование „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление 4.4. Науки за земята, научна специалност „Екология и опазване на екосистемите“,

определен/а за член на научното жури със заповед № РД 16-809/29.06.2026 год. от Ректора на АУ.

1. Кратко представяне на кандидата.

Мария Ихтярова завършва средно образование през 1999 г. в Природоматематическа гимназия „Акад. Никола Обрешков“ гр.Бургас. В периода 1999-2004 г. продължава образованието си в Лесотехнически университет, където придобива образователно-квалификационна степен „бакалавър“ по „Екология и опазване на околната среда“, с отличен успех. Същевременно в периода 2001-2010 г. се обучава в същия университет като се дипломира като „бакалавър“ по специалност „Горско стопанство“, с квалификация инженер по горско стопанство. В периода 2005-2007 г. продължава обучението си в Бургаския университет „Проф.д-р Асен Златаров“, специалност „Екология и опазване на околната среда“ където придобива квалификация „магистър-еколог“ също с отличен успех.

През 2004 г., докторантката има участия в два семинара - „Работа с доброволци“ и „Работа с медиите“, организирани от българската фондация „Биоразнообразие“.

Професионалната дейност и заеманите длъжности са в съответствие с придобитите квалификации. В периода 2004-2006 г. работи като лесничей в

Държавно ловно стопанство гр. Граматиково. От 2006 г. до 2015 г. заема длъжността инженер-проектант в „Агролеспроект“, като участва в разработване на лесоустройствени проекти и горскостопански планове. От 2015 г. до момента работи като Учител практическо обучение в Професионална гимназия селско, горско стопанство и туризъм „Н. Вапцаров“, гр. Чепеларе. Професионалният и проектантски опит, и експертиза в областта на опазването на околната среда и горите са от съществено значение за преподавателската й работа, при формиране на професионални знания, умения и компетентности на учениците, необходими за опазването и устойчивото управление на горските екосистеми.

Владее добре английски и руски език, както и работа с Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

2. Актуалност на проблема.

Замърсяването на почвите с тежки метали е един от сериозните и дългосрочни екологични проблеми в световен мащаб. Независимо от предприетите мерки през годините и внедряването на нови производствени технологии, проблемът остава.

Разработени и използвани са различни подходи за пречистване на почвите от тежки метали: предимно физикохимични технологии – изкопаване, промиване, стабилизация, химична имобилизация. Тези методи са свързани с нарушаване на почвената структура и биологичната активност. Фиторемедиацията е перспективен подход за подобряване на почвените условия и възстановяване на силно замърсени територии.

Биологична рекултивация на силно нарушени и замърсени от добивна и индустриална дейност терени се провежда от десетилетия. Вниманието е насочено към използване на растения толерантни към влошените условия, с цел успешно възстановяване на нарушените територии.

В настоящия труд, докторантката търси друг подход за възстановяване и използване на замърсени с тежки метали почви, чрез засаждане на растения, които акумулират замърсителите и същевременно могат да се използват за производство на етерични масла, без риск за здравето на хората.

Това направление в развитието на фиторемедиацията е не само актуално, но е икономически обосновано, което го прави и много перспективно.

3. Цел, задачи, хипотези и методи на изследване.

Целта на дисертационния труд е да се направи комплексна оценка на поведението на тежките метали Pb, Cd и Zn в системата „почва – растение – етерични масла и свързаните с тях терпенови вторични метаболити“ при условия на реално индустриално замърсяване. От поставената цел произтичат и ясно формулирани задачи, които са логически свързани с целта

на проучването: да се направи детайлна характеристика на почвите от избрани обекти и да се оцени степента на почвеното замърсяване; да се анализират акумулацията, транслокацията и органоспецифичното разпределение на основни микро- и макроеlementи в избрани растения от семейство *Asteraceae*; да се оцени влиянието на бионаличността на тежките метали върху тяхната акумулация и транслокация в растителния организъм; да се определи фиторемедиационният потенциал на изследваните растения; да се изследва съдържанието на Pb, Cd и Zn в етеричните масла и да се оцени тяхната безопасност; да се анализира влиянието на тежките метали върху химичния състав и хемотипната принадлежност на етеричните масла; да се разработи и обоснове интегративен концептуален модел на взаимодействието между почвеното замърсяване с Pb, Cd и Zn и системата „почва – растение – етерично масло“.

Изследователската тези е добре обоснована и се базира на съществуващите научни концепции за поведението на тежките метали в системата „почва – растение“ и влиянието им върху синтеза на вторични метаболити.

Използваният методичен подход при разработване на дисертационния труд е в съответствие с целта и поставените задачи. Широкият обхват на научното изследване изисква усвояване на много методи, свързани с проучване, анализ и оценка на почвените условия, анализ и оценка използваните растения за фиторемедиация и получените от тях етерични масла. Използвани са специфични коефициенти и индекси за оценка на резултатите за поведението на тежките метали в почвата и растенията. Статистически методи, корелационни анализи са приложени за доказване на достоверността на резултатите и установяване на взаимовръзки.

4. Онагледеност и представяне на получените резултати.

Дисертационният труд е разработен върху 135 стр., допълнително има списък на използваната литература, включваща 241 заглавия и приложения – 5 бр. – общо 158 стр. Трудът е структуриран последователно в съответствие с целта и поставените изследователски задачи и добро съотношение между отделните части: Въведение – 1,5%; Глава 1 - Литературен обзор – 18,5%, Глава 2 – Цел, задачи и работни хипотези – 1,5%; Глава 3 - Материал и методи на експерименталното изследване – 13,3%; Глава 4 - Резултати и обсъждане – 62,2%; Глава 5 – Общи заключения, изводи, приноси и препоръки – 3,0%.

В дисертационния труд резултатите от проведеното проучване са представени в подходящи таблици – 21 бр. и добре онагледени с фигури и интересни, и информативни схеми (11 бр.).

5. Обсъждане на резултатите и използвана литература.

Резултатите от проведеното проучване обхващат различни научни области. В дисертационния труд се включват резултати, анализи и оценки на:

- почвените условия - механичен състав; минерален състав; киселинност и съдържание на въглерод, азот, фосфор, калций, калий и магнезий; съдържание на общи форми на мед, желязо, манган, олово, кадмий и цинк; съдържание на подвижни форми на олово, кадмий и цинк.
- елементния състав, акумулацията и разпределението на изследваните елементи в различни органи на избраните за експеримента растения – съдържание на микро – (олово, кадмий, цинк, мед, желязо и манган) и макроеlementи (фосфор, калий, калций, магнезий) в различни органи на растения от сем. *Asteraceae*;
- фиторемедиационния потенциал и толератността на растенията към тежки метали;
- съдържанието и състава на етеричните масла добити от използваните в изследването растения – поведение на олово, кадмий и цинк в етеричните масла;
- присъствието на тежки метали върху терпеновия профил и хемотипичната принадлежност на видовете растения.

Докторантката показва умения да интерпретира получените резултати, като са направени задълбочени анализи, потърсени са връзки и зависимости между отделните показатели и са приложени подходящи критерии за оценка на получените данни. Обсъждането на резултатите е извършено последователно и аргументирано съобразно поставената цел. Висока оценка трябва да се даде на предложени концептуален модел, който е нагледно обобщение на резултатите от цялото проучване. Открояват се взаимовръзките между почвеното замърсяване, акумулацията на тежки метали в растенията и ограничения им пренос към етеричните масла, както и кои от изследваните видове могат да съчетават фиторемедиационен потенциал с производство на етерични масла.

Използваната литература е голяма по обем, но в литературния обзор са цитирани сравнително малък брой от литературните източници -около 30%.

6. Приноси на дисертационния труд.

Дисертационният труд съдържа научни и научно-приложни приноси, които допълват съществуващите научни изследвания в областта на фиторемедиацията и поведението на някои тежки метали в системата почва - растения - етерични масла.

Научни приноси

1. Установена е ясно изразена видова и органоспецифична акумулация на олово, кадмий и цинк в растения от семейство *Asteraceae*, отглеждани в условия на индустриално замърсяване.
2. Установени са зависимости между акумулацията на олово, кадмий и цинк и разпределението на микро- и макроеlementи в различните органи на растенията, което е от значение за минералното хранене и адаптация на

- растенията в условия на замърсяване с тежки метали.
3. Разработена е класификация на изследваните видове растения според способността им за усвояване, транслокация и акумулация на тежки метали, което позволява сравнителна оценка на техния фиторемедиационен потенциал.
 4. Разработен е концептуален модел на „двоен селективен филтър“, съвместно действие на физиологичните бариерни механизми и селективност на дестилационния процес, който обяснява ограничения трансфер на тежки метали към произведените от тях етерични масла.
 5. Установено е, че замърсяването с олово, кадмий и цинк не нарушава хемотипната принадлежност на етеричните масла, а е свързано с количествени изменения в терпеновия профил без загуба на химична идентичност.

Научно-приложни приноси

1. Идентифицирани са растителни видове от сем. *Asteraceae* с потенциал за фиторемедиация, което е основа за тяхното приложение в технологии за стабилизация и/или извличане на тежки метали от замърсени почви.
2. Оценена е безопасността на етерични масла, добити от растения, отглеждани на почви замърсени с тежки метали, като е установено, че високите концентрации на олово, кадмий и цинк в почвата и растителната биомаса не водят до замърсяване на крайния продукт.
3. Предложени са практически насоки за използване на растения от сем. *Asteraceae* на замърсени терени, като се съчетава екологичното възстановяване на почвите с производство на фармакогностично ценни продукти.
4. Предложен е приложим концептуален модел за оценка на риска и потенциала на растителни системи в условия на замърсена среда, който може да бъде използван като методологична основа при планиране на екологични, агроекологични и фитотехнологични интервенции.

7. Критични бележки и въпроси.

Към докторанта имам следните бележки и препоръки:

1. Литературният обзор е добро въведение към разглеждания проблем, но са цитирани сравнително малък брой автори от посочените в списъка с литература. Препоръчвам на докторантката: при положение, че има добра литературна усвещеност да включва повечето автори от списъка с литература към литературната справка.
2. В списъка с литературата са включени много малко български автори, а проучвания на замърсяване на почви с тежки метали и фиторемедиация на територии около добивни и преработвателни металургични предприятия в България се провеждат от десетилетия. Препоръчвам на докторантката да се запознае с трудове на тези автори при бъдещата си работа.

3. В глава Резултати са цитирани много автори, като в някои случаи поясняват получени от докторанта резултати. В други случаи цитатите не са обвързани с конкретни данни от проведените проучвания – напр. т.4.2.6.3. и др.

Към докторантката имам следните въпроси:

1. При подготовка на растителните проби се казва, че отделните фракции са промити с вода. Няма ли опасност някои от макроелементите да се извлекат при измиването - напр. калият. Ще се отрази ли това на вашите резултати?
2. Какво количество етерично масло се получава от 1 тон надземна биомаса от растенията, които сте проучвали?
3. Имате ли информация за какво се използва етеричното масло от видовете, които сте проучвали?
4. Какъв е икономическият ефект от добива на етерично масло при отглеждане на растенията с висока фиторемедиационна оценка, обект на проучването?
5. Пелинът и бялият равнец се характеризират с висока акумулационна способност и толерантност към тежките метали, как следва да се постъпи с надземната биомаса от тези растения, ако няма проявен интерес за производство на етерично масло.
6. Как трябва да се третира останалата след дестилацията биомаса?

8. Публикувани статии и цитирания.

Докторантката Мария Ихтярова е представила пет научни труда по дисертацията (един под печат), които са разработени съвместно с научния ръководител.

Статиите са публикувани в престижни издания – четири, от които са в реферирани в Web of Science, в това число 2 в категория Q4 (Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering), 1 в Agricultural Sciences/Agrarni Nauki и 1 в издание на 20-ти Международен симпозиум по селско стопанство в Хърватия. Една от статиите е публикувана в Научни трудове / Scientific Works на Аграрен университет, Пловдив. Публикациите са тематично свързани с научните изследвания на дисертационния труд и отразяват отделни аспекти от тях.

Публикациите отговарят на изискванията за придобиване на образователна и научна степен „доктор“.

Докторантът е представил списък с 4 цитирания на две от публикациите, което показва интерес на учени от страната и чужбина и потвърждава значимостта на получените резултати от проведеното проучване.

Представеният автореферат отразява обективно структурата и съдържанието на дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Въз основа на научените и приложените, от докторантката, различни методи

на изследване, правилно изведените експерименти, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника на Аграрния университет за неговото приложение, което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Позволявам си да предложа на почитаемото Научно жури също да гласува положително и да присъди на *Мария Радкова Ихтярова* образователната и научна степен **“доктор”** по научната специалност „Екология и опазване на екосистемите“

Дата: 31.07.2026 г.
гр. Пловдив

Подписите в този документ са
заличени
във връзка с чл.4, т.1 от Регламент
(ЕС) 2016/679
(Общ Регламент относно защитата
на данни).