

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р **АЛБЕНА ДЕЧЕВА-ЧАКЪРОВА**, член на научното жури
относно дисертационния труд на **Лидия ПЕТКОВА ИВАНОВА**, задочна докторантка към
ИОНХ-БАН
на тема: „Аналитично охарактеризиране на природни материали и изследването им като
биосорбенти за пречистване на води”
представен за придобиване на образователната и научна степен „**доктор**”
по професионално направление 4.2. „Химически науки” (аналитична химия)
с научни ръководители: доц. д-р **АЛБЕНА ДЕЧЕВА-ЧАКЪРОВА** и доц. д-р **ПАУНКА НОВАЧКА**
(ИОНХ-БАН)

В наши дни научните изследвания са с все по-ясно изразена екологична насоченост и интердисциплинарен характер. Растенията играят основна роля в екосистемите и почти всички елементи, които се срещат в природата, могат да се открият в тях.

Минералните химични елементи растенията усвояват от почвата. Тези елементи значително влияят на различни биохимични процеси при растения, животни и хора и това налага стриктен аналитичен контрол на техните съдържания в пробите от растителен произход.

От друга страна, някои елементи създават сериозни екологични проблеми, в това число и замърсяване на повърхностни, подземни и отпадни води. В последните години етерично-маслените растения предизвикват все по-голям интерес като биосорбенти, тъй като съдържат множество активни фитоконпоненти, способни да свързват метали. Използвайки възобновим или отпадъчен материал, биосорбцията може да е икономически още по-атрактивна от познатите конвенционални методи за очистване на замърсени с метални йони води.

В настоящия дисертационен труд са поставени **две основни цели**:

1. Да се предложи и оптимизира аналитичен метод за определяне на минералния състав на растителни проби по отношение на максимален брой елементи, отговарящ на концепцията за „зелен” аналитичен метод, шадящ околната среда;
2. Да се изследва ефективността на подбраните растителни материали с оглед използването им като биосорбенти за пречистване на води от медни (II) йони.

Дисертацията е написана на 135 страници и съдържа 16 таблици и 37 фигури. Целите и конкретните задачи са формулирани точно и ясно. В обзора са описани и сравнени методите на атомната спектрометрия, подходящи за определяне на минералния състав на растителни проби и са разгледани основните аспекти на биосорбцията като иновативен сорбционен метод. Цитирани са общо 275 литературни източници.

Докторантката **Лидия Иванова** е избрала осем широко разпространени и достъпни етерично-маслени растения, известни с високата си адсорбционна способност, както и отпадъка от производството на етерични масла за две от тях. Съвместно с колеги от Германия (TU Bergakademie Freiberg) е изследван минералният елементен състав на десетте растителни материала с помощта на съвременния инструментален метод Електротермично изпарение, съчетано с атомноемисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма (ETV-ICP-OES). Методът е многоелементен и е директен, т.е. без предварително разлагане на пробите, което е негово основно предимство. Оптимизирани са инструменталните параметри и

експерименталните условия стъпка по стъпка, избран е подходящ газ-модификатор като алтернатива на широкоизползвания фреон. С така разработения метод са определени концентрациите на 28 макро-, микро- и следови елементи в изследваните проби, без наличие на матрично пречене. Методът е достатъчно точен и възпроизводим, за да се използва за аналитичен контрол на хранителния статус и замърсяването на растителни материали с токсични елементи и е конкурентен на класическите методи на атомната спектроскопия за анализ на растителни материали. Резултатите като цяло са представени прегледно, има и някои пропуски (напр. мерните единици на представените концентрации в таблица 7, какво означават доверителните интервали в същата таблица и т.н.), но считам, това са грешки по невнимание.

Проведен е клъстерен анализ на базата данни, която включва 10 обекта (растителните материали), описани чрез 28 променливи (концентрациите на анализите). Химичният състав на 10-те растителни материала, е повлиян от пет главни фактора, свързани с качествата на почвите, а разделението на обектите е най-вероятно свързано с биологичните особености на растителните образци.

С оглед използването на подобрите растителни материали като биосорбенти е изследван фазовият състав, текстурните параметри и повърхностните функционални групи. Определени са оптималните параметри (контактно време, киселинност на изходните разтвори, температура, изходна концентрация на медни (II) йони и количество биосорбент) за провеждане на адсорбционния процес и са изчислени максималните адсорбционни капацитети по отношение на Cu^{2+} . Резултатите показват, че както изходните растения, така и отпадните продукти след извличане на етеричните масла, могат да се използват успешно за отстраняване на медни йони от замърсени води. Механизмът на сорбция е със сложна природа и най-вероятно комбинация от повърхностно комплексообразуване, електростатично привличане и йонообмен. Проучени са възможностите за регенериране на биосорбентите и медта по неструктивен метод.

Въз основа на проведените систематични изследвания в настоящата дисертация са получени следните по-важни **резултати**:

- С разработения ETV-ICP-OES – метод са определени едновременно най-голям брой елементи в растителни проби в сравнение с докладваните до този момент (есенциални, неесенциални и токсични) в концентрационния интервал от проценти до стотни от $\mu\text{g g}^{-1}$;
- Така предложеният метод изцяло отговаря на изискванията за „зелен“ аналитичен метод, щадящ околната среда;
- За първи път са проведени адсорбционни експерименти с подобрите етерично-маслени растения и отпадни продукти след извличане на етеричните масла;
- Както изходните етерично-маслени растения, така и отпадните продукти след извличане на етеричните масла от тях, могат да се използват успешно за отстраняване на медни йони от замърсени води.

Изследванията, проведени в дисертационния труд, са изключително актуални и представляват както научен, така и приложен интерес. Настоящата дисертация включва **три основни екологични аспекта**:

1. Развитие на „зелената“ аналитична химия (в случая – разработване и оптимизиране на „зеления“ аналитичен метод ETV-ICP-OES за определяне на минералния състав на растителни материали);
2. Пречистване на замърсени води (в случая – използване на природни материали с минимална пробоподготовка за очистиране на замърсени с медни (II) йони води);

3. Оползотворяване на растителни отпадъци (в случая – оползотворяване на отпадните материали от процеса на дестилация на етерични масла).

Върху дисертацията са написани 6 научни труда в реферирани списания, в пет от които докторантката е на първо място, което показва нейния съществен принос в направените изследвания. Върху статиите са забелязани 3 цитата.

Прави впечатление големият брой участия на докторантката в научни форуми – общо 14 постерни доклада, два от които отличени с награди. **Лидия Иванова** е ръководител на успешно приключил проект на тема: „Изследване на адсорбционните свойства на растителни материали по отношение на медни (II) йони с оглед пречистване на замърсени води“ по Програмата за подпомагане на млади учени и докторанти (2017 г.), който отличен с грамота „Най-добър проект“ от 40 проекта на млади учени и докторанти в БАН.

Авторефератът правилно отразява основните положения и приноси на дисертационния труд.

Изследванията, проведени в дисертационния труд, представляват както научен, така и приложен интерес, а приносите могат да се охарактеризират като „Новост за науката“ и „Обогатяване на съществуващите знания“. Наред с това, от дисертацията се вижда необходимостта от **бъдещи проучвания**, които да позволят да се добие цялостна представа за ефективността на предложените биосорбенти и по отношение на други токсични йони, както и за конкуренцията между йоните в мултиелементни разтвори, каквато е в същност ситуацията в реалните водни системи. Изследванията ще се насочат по-нататък и към замърсени с метални йони водоеми в различни промишлени зони.

Искам също да подчертая, че като научен ръководител на докторантката имам и лични впечатления. В процеса на работата ѝ по дисертацията **Лидия Иванова** много израсна, разви се като изследовател и напълно заслужава да ѝ бъде присъдена докторската степен.

В заключение считам, че дисертационният труд съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и **напълно** съответстват на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложение на закона в Института по обща и неорганична химия към БАН. Всичко това ми дава основание да подкрепя най-убедено присъждането на образователната и научна степен “доктор” по научна специалност 4.2 „Химически науки” (Аналитична химия) на **Лидия Петкова Иванова**.

21.06.2022 г.

Подпис:

Доц. д-р Албена Дечева-Чакърва