

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд на тема:

„Аналитично охарактеризиране на природни материали и изследването им като биосорбенти за пречистване на води”

представен за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.2. „Химически науки“ (Аналитична химия)

Докторант: Лидия Петкова Иванова (ИОНХ-БАН)

Научни ръководители: доц. д-р Албена Дечева-Чакърва,
доц. д-р Паунка Новачка

Рецензент: доц. д-р Иванка Петрова Спасова

1. Общо описание на представените материали

Представеният от Лидия Иванова комплект материали е в съответствие с Правилника за развитие на академичния състав на ИОНХ-БАН и отговаря напълно на критериите за придобиване на научната и образователна степен „доктор“. Докторантът е приложил автобиография, дисертационен труд, автореферат, списък и публикации по дисертацията със забелязани цитати върху тях, представяния на научни форуми и съответният доказателствен материал. Документите са оформени ясно и може да се добие ясна представа за научно-образователната дейност, извършена в хода на докторантурата.

2. Кратки биографични данни на кандидата

Докторантът Лидия Петкова Иванова е получила магистърската си степен през 2007 г. в Химикотехнологичен и металургичен университет- гр. София, със специалност „Неорганични химични технологии“. През 2012 г. постъпва на работа в ИОНХ-БАН, където и понастоящем работи като химик в „Методична лаборатория по атомна спектрометрия“. През 2015 г. е зачислена като задочен докторант в същия институт по професионално направление 4.2. „Химически науки“ и специалност „Аналитична химия“, с научни ръководители доц. д-р Албена Дечева-Чакърва и доц. д-р Паунка Новачка. Докторантката е изпълнила напълно образователната и научна програма по докторантурата и от 1 август 2020 г. е отчислена с право на защита.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Растенията, като основа на хранителната верига са ценен източник на минерални елементи за човека, някои от които са свързани с техните лечебни свойства. За съжаление, поради антропогенни влияния, те могат лесно да бъдат замърсени, най-вече с токсични метали. Затова е необходимо изучаването на елементния състав на растенията и въздействието им върху човешкото здраве. От друга страна, от особено значение е оползотворяването на отпадъчна биомаса в процеси за очистване на отпадни води- т. нар. биосорбенти, като е важно намирането на такива с ниска цена, висок адсорбционен капацитет, бърза кинетика и висока селективност.

Дисертационният труд е насочен към решаване на три екологични проблема: разработване на «зелен» аналитичен метод за определяне на минералния състав на растителни материали; оползотворяване на биомаса и пречистване на води, замърсени с медни (II) йони посредством биосорбенти на нейна основа.

4. Характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е оформен съгласно изискванията на 135 стр., съдържа 37 фигури и 16 таблици и включва Увод, Литературен обзор, Изводи от литературния обзор, Цели и задачи на дисертационния труд, Експериментална част, Резултати и дискусия, Основни изводи, Научни приноси и Литература. Цитираните литературни източници са 275. Пропорциите между основните компоненти на дисертацията са съобразени и съответстват на наложилите се в практиката, а именно: литературен обзор около 22 %, експериментална част 6 % и резултати и обсъждане 41%.

В литературния обзор, обхващащ 32 страници, е направен подробен преглед на методите на атомната спектрометрия за определяне на елементния състав на растителни материали, включващи методи на атомната спектрометрия, изискващи разлагане на пробите (атомноабсорбционна спектрометрия и оптична емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма) и директни методи на атомноабсорбционната спектрометрия. Поставен е проблемът за замърсяване на околната среда с метални йони, главните източници за замърсяване с токсични метали и в частност с медни йони. Разгледани са методите за очистване на замърсени води, като вниманието е съсредоточено върху адсорбционните такива, за които са представени основните параметри, влияещи на адсорбционните процеси, кинетиката на адсорбционните процеси, както и видовете моделни адсорбционни изотерми, използвани при адсорбция във водна среда. Внимание е отделено на биосорбцията като иновативен и перспективен сорбционен метод и на приложението на биосорбенти за очистване на медни йони от замърсени води с оглед практическото им приложение. Цитирани са 230 литературни източника.

Въз основа на направените от литературния обзор изводи, са определени целите и задачите в дисертацията, които са формулирани ясно и прецизно. Целта на представения дисертационен труд е да се предложи и оптимизира аналитичен метод за определяне на минералния състав на растителни материали по отношение на максимален брой елементи, отговарящ на концепцията за «зелен» аналитичен метод и да се изследва ефективността на подбрани растителни материали с оглед използването им като биосорбенти за пречистване на води от медни (II) йони. Задачите са добре дефинирани и подробно разписани, а методите и техниките за определяне на физико-химичните и сорбционни характеристики на изследваните растителни материали са правилно подбрани и са дали възможност на докторантката да постигне целите на дисертацията.

Експерименталната част е от 8 стр. и запознава с изследваните изходни етерично-маслени растения и тяхната пробоподготовка, условията, при които става определянето на елементния състав на растителни материали по метода

електротермично изпарение, съчетано с оптична емисионна спектрометрия с източник на възбуждане индуктивно свързана плазма и използваните калибрационни стандарти, както и статистическата обработка на резултатите от елементния анализ. За физикохимичното характеризирание на растителните материали удачно са комбинирани рентгенофазов анализ, термичен анализ, инфрачервена спектроскопия, рентгенова фотоелектронна спектроскопия, сканираща електронна микроскопия и нискотемпературна адсорбция на азот. Представени са и начинът и условията, при които се извършва адсорбцията на медни йони от водни среди като тест за приложимостта на растителните материали като биосорбенти.

Резултатите и обсъждането им са представени на 56 стр., включващи 31 фигури и 10 таблици. Цитирани са допълнително още 45 литературни източника. Основните резултати от проведените изследвания могат да се обобщят както следва:

Разработен е метод за директно определяне на макро-, микро- и следови елементи в растителни материали посредством електротермично изпарение, съчетано с оптична емисионна спектрометрия с източник на възбуждане индуктивно свързана плазма, при който са подбрани подходящи аналитични линии, подходящ температурен режим, „зелен“ газ модификатор трифлуорметан. По този метод са определени 28 химични елемента в 10 подбрани растителни материала в широк концентрационен интервал, като е доказано, че резултатите са съизмерими с получени по класическите методи на атомната спектрометрия. Направен е и статистически анализ на резултатите. Методът е достатъчно точен и възпроизводим и може да се използва за аналитичен контрол на замърсяването на растителни материали с токсични елементи.

На изследваните растителни материали са определени фазовият състав, термичните свойства, текстурните параметри и повърхностните функционални групи. Изследвана е сорбцията на медни йони из водни разтвори посредством тези растителни материали. Изучено е влиянието на рН на средата, изоелектричната точка, време на контакт, изходната концентрация на медните йони, влияние на температурата и на количеството биосорбент върху адсорбционния процес.

За някои от сорбентите към данните от кинетичните експерименти са приложени моделите за псевдо-първи, псевдо-втори порядък и дифузионния модел на Вебер и Морис (междучастичкова дифузия) за да се установи скоростоопределящия етап в механизма на адсорбционния процес. Намерено е, че кинетичният модел за псевдо-втори порядък описва най-добре адсорбцията на Cu^{2+} йони в изследвания концентрационен интервал.

За изясняване на адсорбционния процес са приложени три линейни изотермни модела – на Лангмюир, Фройндлих и Дубинин-Радушкевич към равновесните експериментални данни. Установено е, че механизмът на адсорбция не се отнася еднозначно към един от използваните модели и в повечето случаи е смесен. Най-добре равновесните експериментални данни за повечето от изследваните в настоящата дисертация растителни материали се описват с моделното уравнение на Лангмюир. Намерено е, че сорбцията на медни йони на повърхността на биосорбентите се осъществява посредством наличните в тях хидроксилни, естерни и етерни групи.

Установено е, че механизмът на задържане на медните йони е комбинация от повърхностно комплексообразуване, електростатично привличане и йонообмен.

5. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Приносите в дисертационния труд могат да се класифицират като научни с потенциал за практическо приложение. Те могат да бъдат отнесени към допълване и обогатяване на съществуващи научни знания. Разработеният «зелен» аналитичен метод може да се прилага за едновременно определяне на по-голям брой елементи в растителни проби в сравнение с докладваните до момента, а етерично-маслени растения и отпадни растителни продукти могат да се използват успешно за отстраняване на медни (II) йони от замърсени води.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Дисертационният труд е изграден върху 6 публикации в индексирани списания, една от които все още е под печат. Две от публикациите са в списания с квартали Q2, три в Q3, а една е в списание с SJR.

Резултатите по дисертационния труд са докладвани на 11 национални и 3 международни научни форуми. За работите по дисертацията има забелязани 3 цитата. В дисертацията са включени резултати от успешно приключил проект по «Програма за подпомагане на млади учени и докторанти – 2017г.», отличен с грамота за „Най-добър проект“ в БАН.

7. Лично участие на докторанта

Личният принос на докторантката е несъмнен, като по моя преценка, той е основно в извършване на експерименталната дейност, описанието на получените резултати, а при интерпретацията и представянето на резултатите докторантката е подкрепена от научните си ръководители.

8. Автореферат

Авторефератът отразява точно и изчерпателно съдържанието, изводите и научните приноси на дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд *съдържа научни и научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката* и отговарят на всички изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ на БАН и ИОНХ.

Дисертационният труд показва, че докторантката Лидия Иванова е придобила теоретични и практически познания и компетентности по научна специалност “Аналитична химия”, като показва качества и умения за самостоятелно провеждане на

научно изследване. Поради гореизложеното, *убедено давам своята положителна оценка* за проведеното изследване представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси и *предлагам на почитаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен 'доктор'* на Лидия Иванова в професионално направление 4.2. „Химически науки“, научна специалност „Аналитична химия“.

София, 16.06.2022 г.

Рецензент:

(доц. д-р Иванка Спасова)