

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Наталия Тончева-Мончева,
член на научно жури във връзка с откриване на процедура за защита на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност Полимери и полимерни материали

Автор на дисертационния труд: Ина Бориславова Анастасова

Тема: Електроовлакнени хибридни материали от поли(L-лактид-съ-D,L-лактид) и производни на хитозана с насочено моделиран дизайн за потенциални приложения в биомедицината и за фотокаталитично пречистване на води

Научни ръководители: проф. д-р Оля Стоилова
проф. д-р Милена Игнатова

Становището е изготвено въз основа на решение на Научното жури, определено със заповед на Директора на Института по полимери - БАН (ИП-БАН) № РД 09-182 от 02.12.2025 г. и е съобразено с изискванията в Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за неговото прилагане, както и в съответните правилници за прилагане на ЗРАСРБ в БАН и в Института по полимери – БАН.

Дисертационният труд на Ина Анастасова е посветен на получаването и охарактеризирането на електроовлакнени хибридни материали на основата на поли(L-лактид-съ-D,L-лактид) (PLDLLA) и производни на хитозана с насочено моделиран дизайн, както и изследване на възможностите за тяхното приложение в биомедицината и при фотокаталитично пречистване на води. Трудът обхваща синтез и модификация на хитозанови производни, получаване на влакнести системи с комплексобразувани метални йони (Cu^{2+} и Fe^{3+}) и наночастици от ZnO и Fe_3O_4 , както и детайлно физикохимично, морфологично и функционално охарактеризиране. Тематиката е актуална, тъй като е свързана с разработването на биоразградими хибридни материали за биомедицински и екологични приложения — области с интензивно развитие и значителен приложен потенциал.

Литературният обзор е задълбочен, актуален и добре структуриран, като демонстрира отлична осведоменост на докторантката по разглежданата тематика и обхваща 41 страници. Значителна част от цитираните литературни източници са съвременни. В заключителната част е направен аналитичен преглед на литературните данни, като ясно са очертани съществуващите научни празнини. Разгледаните научни направления логично водят до избора на изследваните полимерни системи и до формулирането на изследователските задачи в дисертационния труд. В обзора са представени хитозанът и неговите производни, поли(L-лактид-съ-D,L-лактид) (PLDLLA) като биоразградим съполимер, както и електроовлакняването като метод за получаване на влакнести материали и комбинирането му с електроразпръскване. Разгледани са също съвременните хибридни влакнести системи на основата на биоразградими полимери и металоксидни наночастици с потенциални биомедицински и екологични приложения. Отразени са и основните експериментални подходи и инструментални методи за тяхното охарактеризиране.

Експерименталната част на дисертацията е представена в обем от 9 страници и е ясно структурирана и изложена стегнато, като съдържа необходимата информация за използваните изходни вещества, условията на синтез, получаването на влакнестите материали чрез електроовлажняване и електроразпръскване, както и процедурите за последваща модификация и комплексобразуване. Описани са приложените методи за охарактеризиране, което осигурява надеждна експериментална основа за интерпретация на получените резултати.

Резултатите, получени в рамките на дисертацията, и тяхното обсъждане са представени на 36 страници. В Глава 1 са разгледани хибридни влакнести материали от поли(L-лактид-съ-D,L-лактид) (PLDLLA) и Шифова база на хитозана с 8-хидроксихинолин-2-карбоксалдехид, както и техните комплекси с Cu^{2+} и Fe^{3+} йони, като е изследвана морфологията, структурата, термичните свойства и тяхната биологичната активност (антибактериална и противотуморна). Представените резултати показват целенасочен подход при изграждането на функционални хибридни системи и задълбочено изследване на връзката между състав, структура и биологично поведение на материалите. В Глава 2 са представени хибридни влакнести материали с насочено моделиран дизайн от PLDLLA, кватернизиран хитозанов олигозахарид и наночастици от ZnO и Fe_3O_4 , получени чрез комбиниране на електроовлажняване и електроразпръскване, като е проведено тяхното физикохимично охарактеризиране и е оценена антиоксидантната и фотокаталитичната им активност. Получените резултати демонстрират успешно прилагане на комбиниран технологичен подход за създаване на многофункционални хибридни влакнести материали с потенциал за екологични приложения.

В тази връзка бих искала да формулирам следните препоръки и бележки:

- 1) С оглед на значителния обем на обзора, по-синтезираното представяне на част от литературните данни би допринесло за по-добър структурен баланс и по-ясно открояване на собствените научни приноси на дисертационния труд. При разглеждането на PLDLLA като клас материали изложението остава на по-общо ниво. Би било уместно да се обсъдят по-конкретно диапазоните на молекулните маси и съотношенията L/DL. Това би засилило връзката между литературната обосновка и използвания в работата съполимер PLDLLA.
- 2) Синтезът на Шифовата база на хитозана е подробно описан и добре охарактеризиран структурно. Предвид обработката в кисела среда при повишена температура е уместно да се оцени евентуалната промяна в молекулната маса на хитозана (напр. чрез вискозиметрия). Контролен експеримент без 8QCHO би позволил по-ясно разграничаване между ефектите от химичната модификация и тези, обусловени от реакционните условия.
- 3) На фиг. 12, в DSC термограмите са включени температурни интервали, в които протичат процеси на термично разлагане. Тъй като DSC не е подходящ метод за изследване на термична стабилност, включването им не допринася за коректната интерпретация на резултатите. От гледна точка на по-ясното визуализиране, по-подходящо би било DSC анализът да се ограничи до температурния диапазон, в който материалите са термично стабилни. При системите, съдържащи хитозан и хитозанови производни, се наблюдава широк ендотермичен ефект в областта 25–100 °C, свързан с отделяне на адсорбирана и свързана вода в Ch и Ch-8Q. Тъй като температурата на встъпяване на PLDLLA попада в същия температурен интервал, тези процеси се припокриват, поради което изводите за липса на влияние на добавките върху подвижността на полимерните вериги следва да се разглеждат с повишено внимание.

4) В Глава 1. (стр 51.), обсъждането на образуването на вторични тънки влакна в резултат на разцепване на струята е коректно и съответства на литературните данни. Към това обяснение може да се добави и влиянието на повишената електропроводимост на разтворите, съдържащи Ch и Ch-8Q, която води до усилване на електрическите сили в струята и благоприятства формирането на разклонени и по-фини влакнести структури.

Към докторантката имам следните въпроси:

1. Извършвано ли е количествено определяне на металното съдържание във влакнестите материали след комплексобразуването с Cu^{2+} и Fe^{3+} , което да позволи разграничаване между координационно свързани метални йони и евентуално физически задържани остатъци от соли?
2. Как може да бъде оценена селективността на цитотоксичното действие на материалите, съдържащи комплекси на Ch-8Q с Cu^{2+} и Fe^{3+} , предвид наблюдаваното понижаване на жизнеспособността както на туморни, така и на нормални клетки, с оглед потенциалната им приложимост при локално приложение?
3. Изследвана ли е устойчивостта на повърхностно отложения ZnO/QCOS при контакт с водна среда, преди и след експозиция, с оглед водоразтворимия характер на QCOS и предвидените екологични приложения?

В заключение: Дисертационният труд представлява иновативно и целенасочено изследване, насочено към разработването на хибридни материали с биологична активност и екологично приложение. Избраните подходи за синтез са добре обосновани и съответстват на поставените цели, а получените резултати са ясно представени и коректно интерпретирани. Работата демонстрира способността на докторантката да планира и реализира самостоятелно комплексно научно изследване. Съществен фундаментален принос е синтезирането за първи път на Шифова база на хитозана с 8-хидроксихинолин-2-карбоксалдехид и установяването на връзки между състава, структурата и свойствата на получените хибридни влакнести материали. Към приносите с приложна насоченост спадат разработените електроовлакнени хибридни системи с потенциал за локално терапевтично приложение, както и за фотокаталитично пречистване на води.

Дисертацията напълно отговаря на изискванията на Института по полимери – БАН, като съдържа оригинални научни и научно-приложни резултати, представени в обем и структура, съответстващи на съвременните научни стандарти.

Научните резултати са отразени в две публикации в международното списание *Polymers* (Q1, MDPI), по които към момента са забелязани общо 14 цитата, като с тези публикации са покрити и надвишени минималните изисквания за брой точки по показател Г съгласно ЗРАСРБ и Правилника за неговото прилагане.

Всичко това ми дава основание убедено да препоръчам на научното жури и да гласувам „за“ присъждане на Ина Анастасова на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност, Полимери и полимерни материали.

10.02.2026 г.

Член на научното жури:.....

/доц. д-р Наталия Тончева-Мончева/