

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Десислава Станева Грабчева

катедра „Текстил, кожи и горива“

Химикотехнологичен и металургичен университет

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: маг. инж. Селин Ердинч Кючюк-Хюсеин

Тема: Влакна с архитектура „сърцевина–обвивка“ от поли(етиленов оксид), биоразградим алифатен полиестер и пчелен восък, получени чрез електроовлажняване

Научни ръководители: доц. дн Диляна Панева и член-кореспондент на БАН, проф. дхн Илия Рашков

Настоящата рецензия е изготвена на основание на Заповед на Директора на Института по полимери - БАН № РД-09-125/01.10.2025 г. и решение на заседанието на научното жури от 03.10.2025 г. Тя е съобразена с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане (ППЗРАСРБ), Правилника на БАН и Правилника на ИП-БАН по ЗРАСРБ.

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси на кандидата

Инж. Селин Ердинч Кючюк-Хюсеин е възпитаник на Химикотехнологичния и металургичен университет, София. Получила е бакалавърска степен през 2021 г. по специалността „Технология на стъклото, керамиката и свързващите вещества“ и магистърска степен през 2023 г. по специалността „Фин органичен синтез“. Тя има и допълнителна квалификация по „Парфюмерийни и козметични продукти“.

През 2019 г. постъпва на работа като младши лаборант в „Златна Панега Цимент“ АД, след което от 2020 г. работи в Институт по полимери – БАН, където в момента е химик.

От 01.11.2023г. е зачислена като докторант на самостоятелна подготовка по Професионално направление: 4.2. Химически науки (Полимери и полимерни материали) към Института по полимери – БАН, Научно направление „Полимерни биоматериали“, Лаборатория Биологично активни полимери. Темата на дисертацията ѝ е „Влакна с архитектура „сърцевина-обвивка“ от поли(етиленов оксид), биоразградим алифатен полиестер и пчелен восък, получени чрез електроовлажняване“, а нейни научни ръководители са доц. дн Диляна Панева и чл.-кор. проф. дхн Илия Рашков.

2. Оценка на научните и изследователски постижения на кандидата

2.1. Оценка за изпълнение на минималните изисквания съгласно специфичните правила за придобиване на научни степени, посочени в Правилника на Института по полимери, Българска академия на науките, Приложение 1.

Съгласно ЗРАСРБ и Правилника за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности на Българската академия на науките, минималният общ брой точки от всички необходими показатели трябва да е 80 т. При защитата на дисертационния си

труд инж. Селин Ердинч Кючюк-Хюсеин участва с 200 т., което многократно надвишава това изискване. По показател А, който носи 50 т. тя е представила дисертационен труд. Резултатите от него са оформени в 5 научни публикации в издания, които са индексирани и реферирани в световните база данни SCOPUS/Web of Science. Две от публикациите са с квантил Q1, а три са с квантил Q2, което носи 110 т. по показател Г, при необходими 30 т. За актуалността и значимостта на получените и публикувани научни резултати говори фактът, че всяка от тези публикации има вече цитати в източници реферирани в SCOPUS/Web of Science. Общият им брой е 20 и съответните точки са 40 т.

2.2. Оценка на изискването докторската дисертация да съдържа ценни теоретични или приложни научни резултати, които съответстват на съвременните постижения и представляват значителен и оригинален принос към полимерната наука.

Изследванията в дисертацията са насочени в актуално направление от развитието на полимерната наука и тексилните материали, свързано със създаването, чрез електрохидродинамични методи, на нови композитни микро- и нановлакнести материали, които се характеризират с уникални морфологични характеристики, специфична повърхност и възможност за структурна модификация. Тези иновативни материали намират приложение в биомедицината, фармацевтията, хранителната индустрия, земеделието, при опазване на околната среда и др.

Както докторантката е посочила в дисертацията си, представените резултати са част от дългогодишните системни изследвания на Лабораторията по Биоактивни полимери, в Научно направление Полимерни биоматериали, към Института по полимери - БАН (ЛБАП), създадена през 1989 г. от един от нейните научни ръководители чл.-кор. проф. дхн Илия Рашков. Настоящата дисертация се основава на натрупания през тези години опит като методология, оборудване, висока компетентност и квалификация на научните ръководители на докторантката, както и на стремежа към иновации и създаване на нови технологии.

Дисертационният труд е изложен на 148 страници, включва 70 фигури, 9 таблици, 3 схеми и цитира 123 литературни източника, повечето от които са от последните 10 – 15 години. Дисертацията включва следните раздели: Увод, Обзор на състоянието на проблема, Цел и задачи на дисертационната работа, Резултати и обсъждане, Опитна част, Изводи, Приноси на дисертационния труд, които и очертават насоки на бъдещи изследвания, Списък на публикациите и научните трудове, отразяващи резултатите от дисертационната работа, Списък на забелязаните цитати и Използвана литература.

В Литературния обзор много накратко са представени свойствата на микро- и нановлакнения нетъкан текстил, както и същността на електрохидродинамичните методи за овлакняване. Подробно обаче са разгледани устройства за електроовлакняване, прилагани за получаване на монолитни влакна и най-вече на влакна със сложна архитектура, което е свързано с целта на дисертацията. Разгледани са факторите, които влияят върху морфологията на влакнестите материали, методите за охарактеризирането им, различните полимери и използването на пчелен восък при получаването на влакна чрез електроовлакняване. На база на прегледа на литературните източници са формулирани целта и задачите на дисертационната работа, свързани с получаването на композитни влакна с архитектура сърцевина–обвивка и сърцевина–двойна обвивка чрез еднодузово електроовлакняване, без използване на коаксиално устройство. В отговор на съвременните

изисквания към новосъздадените материали са използвани биологично поносими и биологично разградими полимери с оптимална молекулна маса и пчелен восък. Проведени са и изследванията свързани с оценка на антибактериалната, противогъбична и противоракова активност на новите влакнести материали, с което е доказана тяхната приложимост в медицината, козметиката и агрофармацията. Представената информация е намерила своята международна популярност и оценка, тъй като е публикувана в обзорна статия „Влакна със структура сърцевина–обвивка, получени чрез еднодюзово електроовлажняване от емулсии и хомогенни смесени разтвори“. Тази статия е от 2024 г., но вече има 5 цитата.

Разделът „Резултати и обсъждане“ включва 4 глави, чиито заглавия показват възникването на идеята за получаване на влакна с архитектура „сърцевина-обвивка“, нейното развитие до получаване на влакна с архитектура „сърцевина-двойна обвивка“, доказване на валидността на предположения подход за получаване на влакна с архитектура „сърцевина-двойна обвивка“ чрез използване на други биоразградими полиестери и изследване на влиянието на отношението на молните маси на поли(етиленов оксид) РЕО и на полиестера върху състава на сърцевината и на обвивките. Четвъртата глава е свързана с доказване на потенциала на новите влакнести материали, с включено биологично активно вещество за приложение в областта на медицината и на „зеленото“ земеделие.

За първи път е предложен оригинален подход за получаване на влакна с архитектура „сърцевина-обвивка“ без използване на допълнително устройство за коаксиално електроовлажняване. Намерен е подходящ общ разтворител (хлороформ), чрез който се получават хомогенни разтвори от РЕО, биоразградими алифатни полиестери: полилактид (PLA), поли(ε-капролактон) (PCL), полибутиленсукцинат (PBS), поли(D,L-лактид-съ-гликолид) (PLAGA), поли(3-хидроксибутират) (PHB) и пчелен восък (BW). Това е позволило да се приложи изцяло нов способ за получаване на влакна от тип „сърцевина-обвивка“ и „сърцевина-двойна обвивка“, чрез самоорганизиране на компонентите в процеса на електроовлажняване. Включването на природния компонент пчелен восък, който има антиоксидантни и бариерни свойства е придало на влакната, съдържащи РЕО, хидрофобна повърхност и устойчива морфология. Включването на биосъвместим и биоразградим алифатен полиестер значително е подобрило механичните показатели на влакната, в сравнение с тези получени само от РЕО, PLA, РЕО/BW, а присъствието на РЕО е придало високата еластичност влакната. Изследвано е оптималното тегловно съотношение първоначално между РЕО и BW, след това между РЕО, PLA и BW и чрез различни методи като сканираща електронна микроскопия (SEM), диференциална сканираща калориметрия (DSC) и рентгеноструктурен анализ (XRD), както и чрез измерване на контактния ъгъл на омокряне спрямо вода са направени заключения за свойствата на влакната. Структурата на влакната е доказана чрез рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS), трансмисионна електронна микроскопия (TEM) и чрез селективно екстрахиране с подходящ разтворител и последващ анализ с Инфрачервена спектроскопия (FTIR).

Валидността на предположения подход за получаване на влакна с архитектура „сърцевина-двойна обвивка“ е доказана чрез заместване на PLA с един от другите биосъвместими и биоразградими полиестери PCL, PBS, PLAGA и PHB. Установено е, че при молна маса на полиестера, по-ниска от тази на РЕО, се получават влакна с добре разграничена сърцевина от РЕО, вътрешна обвивка от полиестер и външна обвивка от BW. При полиестери с молна маса, по-голяма от тази на РЕО, е установено, че има присъствие

на макромолекули от полиестер в сърцевината от РЕО и на вериги от РЕО във вътрешната обвивка от полиестера. За първи път е приложено последователно селективно екстрахиране на външната и на вътрешната обвивка при използване съответно на хексан и на тетрахидрофуран (THF) като разтворител. За доказване на твърдението, че може да се постигне насочено отлагане на хидрофилни и хидрофобни биологично активни вещества в процеса на електроовлажняване са използвани като контрастни агенти хидрофилния ZnO и хидрофобния ZnO(Si) и тяхното разпределение в структурата на влакната е доказано с помощта на ТЕМ.

В получените влакна са включени биологично активните вещества 5-хлоро-7-йодо-8-хидроксихинолин (CQ) и 5-нитро-8-хидроксихинолин (NQ). Изследвана е кинетиката им на освобождаване от влакната, както и антимикробната и противоракова активност на получените материали.

В Опитната част са описани обстойно използваните материали, приготвянето на разтворите и апаратурата за получаване на влакнестите материали, методите, с които са охарактеризирани. Представени са използваните микробиологични изследвания и отнасянията на влакнестите материали спрямо човешки патогенни микроорганизми, спрямо ракови и нормални клетъчни линии и спрямо фитопатогенни и полезни за растенията микроорганизми.

С направените изводи са обобщени получените резултати и е подчертана иновативността на предложените подходи не само при получаване на новите влакнести материали, но и при доказване на тяхната структура, както и при изследване на техните свойства и възможности за приложение.

2.3. Оценка на научните постижения на кандидата и на приносите в дисертационния труд

В дисертационния труд са предложени редица оригинални идеи, които успешно са осъществени и доказани чрез различни подходящо избрани методи за анализ. Представен е нов подход за създаване на влакна с архитектура „сърцевина-обвивка“ от хомогенни разтвори чрез еднодузово електроовлажняване. По този начин за първи път са получени и влакна с архитектура „сърцевина-двойна обвивка“ чрез самоорганизация на компонентите, което прави ненужно използването на устройство за коаксиално електроовлажняване. Доказано е, че този подход може да се използва с различни биоразградими полиестери, което позволява да се оптимизират механичните, повърхностни и биологични свойства на влакната. Създаването на влакна с хидрофилна сърцевина – хидрофобна обвивка позволява включването в тях на биологично активни вещества, с хидрофилни, амфифилни и хидрофобни свойства. Показан е потенциалът на получените нови материали в биомедицината и „зеленото“ земеделие.

2.4. Оценка на научната продукция на кандидата, както и отразяването на резултатите в трудовете на други автори.

Резултатите от дисертационния труд са обобщени в 5 научни статии, които са публикувани в списания с висок импакт фактор и квантил (2 са с Q1 и 3 с Q2). Две от статиите са публикувани в списанията *Macromol. Biosci.* и *J Appl Polym Sci.* (издателство: Wiley), една в *Polymers* и две, от които едната е обзорна в *Materials* (издателство: MDPI). Във всички публикации инж. Кючюк-Хюсеин е първи автор. До август месец 2025 г., по данни на Scopus, всяка от статиите вече е цитирана и общия брой цитати в научната

периодика е 20, което е много висок показател за тяхната актуалност и интерес от страна на научната общност.

Докторантката е докладвала представените резултати в дисертационния труд на 5 научни форума, с три устни и с две постерни съобщения. За представените изследвания тя е получила две награди: За най-добър доклад в Тринадесетата научна сесия „Млади учени в света на полимерите“, Институт по полимери-БАН, 2022 г. и в конкурса за млади учени „Академик Иван Евстатиев Гешов“, в направление Нанонауки, нови материали и технологии, БАН, 2023 г.

3. Оценка на качествата на автореферата на докторската дисертация и дали правилно отразява приноса ѝ

Докторантката много прецизно е оформила дисертационния си труд, както и неговия автореферат, който отговаря на изискванията. Авторефератът представя актуалността на проведените изследвания, поставената цел и задачи на дисертационната работа, получените основни резултати и направените изводи. Отбелязани са постигнатите приноси и са очертани насоки за бъдещи изследвания.

4. Становища, бележки и препоръки

Инж. Селин Кючюк-Хюсеин е извършила значителна по обем експериментална работа, с която е доказана и доразвита първоначалната идея за получаване на влакна с архитектура „сърцевина-обвивка“ чрез електроовлажняване, без допълнително коаксиално устройство, до получаване на влакна с още по-сложна архитектура „сърцевина-двойна обвивка“. Анализирани са редица фактори, които биха могли да променят свойствата на получените по този начин влакна, както и са направени изследвания, свързани с тяхното приложение като антимикуробни и противоракови материали. Всички идеи, както и направените изводи са доказани с различни съвременни методи за анализ. Получените резултати са дискутирани умело и са подкрепени чрез редица схеми, фигури, и таблици.

Докторантката успешно е взела необходимите изпити, добре е оформила и е представила всички документи, съгласно изискванията.

Докторантката заедно със своите научни ръководители участва в два договора, в един полезен модел и един патент, както и има участие в други три научни форума, на които е представила получени резултати, извън дисертационната си работа с три постерни съобщения. Всичко това е основание за твърдението, че инж. Кючюк-Хюсеин е получила отлична подготовка, което я характеризира като много добре подготвен млад изследовател.

5. Заключение

Въз основа на представените документи от инж. Селин Кючюк-Хюсеин, на оценката на дисертационния ѝ труд и свързаните с него публикации, давам своята положителна оценка и препоръчвам на членовете на уважаемото научно жури да вземе положително решение за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ на инж. Селин Ердинч Кючюк-Хюсеин по професионално направление: 4.2. Химически науки, научна специалност: Полимери и полимерни материали.

12.11.2025 г.
София

Рецензент:.....
/проф. Десислава Станева Грабчева/
Член на научното жури