

ПРЕПОРЪЧИТЕЛНИ ИЗИСКВАНИЯ

за оформяне на рецензии и становища по защити на дисертационни трудове в ИИХ-БАН за придобиване на образователна и научна степен “доктор” и научна степен “доктор на науките”

РЕЦЕНЗИЯ

относно защита на дисертационен труд

Иновативни методи за разделяне и пречистване на биоактивни вещества

(заглавие)

за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

по специалност Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология

с кандидат Апостол Георгиев Апостолов

(трите имена, научна степен, академична длъжност)

Рецензент/Изготвил становището **Димитър Цветков Пешев, д-р, доцент**

(трите имена, научна степен, академична длъжност)

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси и научната дейност на дисертанта (в рецензия за «доктор на науките»).

Апостол Георгиев Апостолов, с роден на 7 април 1995 г. Притежава магистърска степен с отличие по цифрови технологии и химично инженерство от Руски химико-технологичен университет "Д.И. Менделеев", където завършва и бакалавърската си степен по химично инженерство и технологии. Натрупал е известен изследователски опит в областта на аналитичната химия и химическото инженерство още преди да стартира редовна докторантура в ИИХ-БАН, по време на стажът му в Институт по обща и неорганична химия – Руска академия на науките, в периода Февруари 2019 – Юли 2020. От 2021 г. е редовен докторант в ИИХ-БАН и същевременно служи като отговорник по безопасност и здраве в института. Неговите научни интереси включват анализ и моделиране на процеси, проектиране на оборудване и високоефективна течна хроматография. Той е допринесъл за четири национални научни проекта и може да се похвали с 18 публикации и 10 цитати, част от които извън темата на дисертационния труд.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем.

Темата е насочена към дизайна и тестването на устойчиви и „зелени“ технологии за

разделяне и пречистване на биоактивни вещества. Повишаването на ефективността, селективността и екологичната устойчивост на тези процеси е в съответствие със съвременните изисквания към технологиите за производство на продукти от природни ресурси. Работата се фокусира върху три основни метода: екстракция течност-течност с помощта на дълбоко евтектични разтворители (DES) като ефективна и екологично съобразна алтернатива на конвенционалните органични разтворители; разделяне с течни мембрани (пертракция); разделяне при „меки“ условия с помощта на твърди мембрани (нанофилтруване и обратна озмоза), като алтернатива на термичните методи на разделяне. В последното десетилетие използването на DES, както и на нанофилтруването при екстракция и пречистване/фракционизиране на биоактивни вещества с природен произход е обект на засилен интерес в химическата и биотехнологичната индустрия поради предимствата им, свързани с висока селективност, нисък специфичен разход на енергия, работни условия осигуряващи запазване на структурата и активността на целевите компоненти. Темата и постигнатите резултати са в съответствие с както с Националната стратегия за развитие на научните изследвания, така и с обществените предизвикателства, дефинирани от Европейската комисия.

3. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите.

Дисертационния труд започва с раздел, в който е направен широкообхватен преглед както на конвенционалните, така и на някои алтернативни и интензивни технологии за разделяне и пречистване на биологично активни вещества – твърдо-течна екстракция, течност-течна екстракция, мембранни процеси на разделяне, хроматографски методи за разделяне и инструментален химичен анализ. В резултат на анализа достатъчно добре е обоснован изборът на интензивни и „зелени“ технологии, върху които се фокусират опитните изследвания в дисертационния труд, каквито са екстракция течност-течност с помощта на дълбоки евтектични разтворители (DES) и нанофилтруването. Третия метод, пертракция с органични разтворители, не се включва в категорията „зелени технологии“, но хипотезата изказана от дисертанта, че при продължаващи изследвания, мембранната фаза ще бъде съставена от DES, в известна степен мотивира включването ѝ в настоящия дисертационен труд.

Успешно са синтезирани и характеризирани нови хидрофобни DES системи на базата на ментол. Опитно е демонстрирано, че ментол-амин DES, включващи диоктил амин (DOA) и трихексил амин (ТХА) са високоефективни за екстракция на L-млечна киселина. Изследвана е стабилността на М-ДОА при многократна екстракция и реекстракция и е установена ефективност до четири цикъла, след което е наблюдавано частично запълване на капацитета на DES. Не е

коментирано дали този резултат е задоволителен с оглед практическо приложение и как се оползотворява остатъчната DES. Ментол-салицилова киселина DES показва ясна селективност спрямо транс-изомера (фумарова киселина) на бутендиовата киселина, което показва нейния потенциал като селективен екстрагент за геометрични изомери.

Опитно е демонстрирано, че пертракцията ефективно разделя изомерите на бутендиовата киселина, с оптимална селективност за фумарова киселина, постигната при кисели условия (pH 1,8), използвайки 1-деканолова мембрана. Алкалните условия значително потискат преноса на маса поради пълна дисоциация на киселините. Потенциалът на нанофилтруването и обратната осмоза е демонстриран при фракциониране на червено вино. Демонстрирано е, са налице търговски полимерни мембрани, с помощта на които ефективно при температура на околната среда могат да се разделят компонентите на виното от разтворителя, включително етанола. Това позволява чрез комбинирана схема за диананофилтруване/обратна осмоза да се постигне общо задържане на ключови компоненти (90— 100%) и ефективното намаляване на концентрацията на етанола във виното.

Всички тези опитни резултати са оригинални, получени с използване на релевантни методи и апаратура и представени коректно.

4. Основни научни и научно-приложни приноси.

Научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд могат да се квалифицират, като обогатяване на съществуващи знания и теории във връзка със синтеза и фундаменталната характеристика на нови зелени хидрофобни дълбоко евтектични разтворители (DES), изясняването на техните селективни механизми за течено-течна екстракция, както във връзка с практическото приложение и оптимизиране на нанофилтруването за индустриално значими разделяния, особено в хранително-вкусовия и биотехнологичния сектор.

Може да се каже, че докладваните резултати свързани със селективна екстракция с ментол-салицилова киселина DES обогатява разбирането на свойствата на DES и техните потенциални приложения. Установена е ясна селективност на ментол-салициловата киселина DES спрямо транс-изомера (фумарова киселина) на бутендиовата киселина, която се обяснява с различните механизми на разпределение на двата изомера са свързани с молекулярната геометрия,

водородната връзка и хидрофобните взаимодействия с органичната фаза.

С подчертан научно-приложен характер са докладваните резултати относно частична деалкохолизация на червено вино „Мавруд“ чрез филтруване с нанофилтрационни и обратноосмотични полимерни мембрани. Доказано е, че двустъпален процес с използване на търговски мембрани, т.нар. „Dia-NF/RO“ процес, значително намалява съдържанието на алкохол с минимални загуби на органични киселини и захари, предлагайки практически насоки за промишлено приложение при деалкохолизиране на червено вино.

От научните публикации по дисертационния труд е видно, че докторантът се е включил ефективно в работата на изследователски екипи от три института на БАН, по тематики които вече са били утвърдени, и е използвал опитни инсталации, методики и аналитични инструменти, които вече са били в експлоатация. Не може да се говори за създаване на нова научна тематика или теория, но обхватът и качеството на проведените от дисертанта научни изследвания надвишават изискуемото за придобиване на ОНС „доктор“.

5. Описание и оценка на представените материали: (брой и характеристики на представените трудове - научни публикации, монографии, научно-изследователски проекти, патенти, учебници и др.). Отбелязват се трудовете, които са включени в дисертацията. Оценява се дали са спазени количествените показатели съгласно критериите в Правилника на ИИХ за придобиване на научни степени.

Дисертантът е представил общо три научна публикации в списания с импакт фактор, които се отчитат по показател 7 от група показатели Г съгласно ППЗРАСРБ за Област 4, ПН 4.2, по което е настоящия конкурс. В една от публикациите дисертантът е първи автор. Формално това осигурява 52 точки в група Г, при изискуеми минимум 30. Тоест публикационната активност надхвърля минималните национални изисквания, изискванията съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в българска академия на науките и Правилника на ИИХ за придобиване на научни степени. Научните публикации са по темата на дисертационния труд.

6. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература.

В световната база данни с научна литература Scopus е налице само един независим

цитат върху трудове на кандидата включени в дисертационния труд. Върху публикациите на дисертанта, които не са включени в дисертационния труд (12 броя) са налични други 12 цитата.

7. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата.

Публикациите на дисертанта са в реномирани научни списания индексирани в световно известните бази данни с научна литература и са в съответствие със съответните стандарти. При оформянето на дисертационния труд е подхотено с небрежност, в резултат на което са допуснати технически грешки и неточности. В литературните източници не са цитирани собствените публикации, на които се основава дисертационния труд.

8. Лични впечатления на рецензента за кандидата.

Нямам лични впечатления от дисертанта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считам, че дисертационният труд „Иновативни методи за разделяне и пречистване на биоактивни вещества” с автор Апостол Георгиев Апостолов съответства на изискванията за научно-приложно изследване за придобиване на образователната и научна степен „доктор”, съгласно Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото приложение, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в българска академия на науките и Правилника на ИИХ за придобиване на научни степени. Оценявам положително дисертационния труд и личния принос на дисертанта.

Препоръчвам на отговорната инстанция в Българска академия на науките да удостои Апостол Георгиев Апостолов с образователната и научна степен „доктор“.

Дата:

Рецензент:

22.12.2025

/доц. Д-р инж. Димитър Пешев/