

РЕЦЕНЗИЯ

ОТ ПРОФ. Д-Р МИЛКА МИЛЧЕВА МИЛЕВА

Ръководител на лаборатория „Модификатори на биологичния отговор и патогенеза на вирусните инфекции“ - Институт по микробиология „Стефан Ангелов“ – БАН

Относно: конкурс за академичната длъжност "Доцент" по област на висше образование 4.

Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3 Биологически науки (специалност Микробиология) от ЗРАСРБ, обявен в ДВ бр. 30 от 08.04.2025 г. за нуждите на Департамент „Биотехнология“, Лаборатория „Екстремофилни микроорганизми“ ИМикБ – БАН.

Настоящата рецензия е изготвена в съответствие със Заповед № І-77/25.05.2025 г. на Директора на Институт по микробиология „Стефан Ангелов“ – БАН (ИМикБ) по решение на Научния съвет на ИМикБ, Протокол № 7 от 23.05.2025 г., според които съм включена в научното жури на конкурс, обявен в Държавен вестник бр. ДВ бр. 30 от 08.04.2025.

Кандидат(и): гл. ас. д-р Иванка Петрова Бояджиева – единствен кандидат

Прегледът на документите показва, че процедурата по разкриване и обявяване на конкурса е спазена. Представеният комплект материали е в съответствие с изискванията на Глава IV, Раздел III от Условия и ред за заемане на академичната длъжност „Доцент“ от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Института по Микробиология „Стефан Ангелов“ при Българска Академия на Науките и включва всички необходими документи.

Познавам кандидатката по конкурса, с отлични впечатления съм от нея, нямаме общи публикации и не съм в конфликт на интереси, съгласно закона.

КРАТКИ БИОГРАФИЧНИ ДАННИ ЗА КАНДИДАТА

Единственият участник в обявения конкурс – гл. ас. д-р Иванка Петрова Бояджиева – е изследовател в Института по микробиология - БАН на постоянен трудов договор от 2000 г. Трудовият и стаж е 25 год. и три месеца е преминал в ИМикБ в Лаборатория „Екстремофилни микроорганизми“. От представената автобиография се вижда, че тя се е формирала и израстнала като учен, преминавайки през всички стъпала на професионалната стълбица. В периода 2003 – 2008 е била докторант, следва период на майчинство, а през 2011 защитава дисертация на тема „Биосинтез и свойства на супероксид дисмутаза от термофилни бактерии, изолирани от български горещи извори“, с научен ръководител доц. д-р Елка Емануилова. От 2011 до 2015 е асистент, а от 2015 г. до сега, заема длъжност Главен асистент.

Иванка Петрова Бояджиева е роден на 08 май 1975. През 1999 г. придобива магистърска степен по биотехнология към Софийски университет „Св. Климент Охридски“ със специалност Вирусология. Владее английски и руски език на средно ниво.

ОЦЕНКА НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ МАТЕРИАЛИ В КОНКУРСА

В настоящия конкурс д-р Бояджиева представя списък със 22 научни труда, а общият брой публикации е 27, след придобиване на ОНС „Доктор“.

Представените публикации са разпределени по групи показатели, съгласно изискванията на ЗРАСРБ в съответното професионално направление, както следва: 22 публикации и доклади,

публикувани в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация, от които 5 по показател В и 17 по показател Г. В таблицата по показател Г е включени и един полезен модел, на който д-р Бояджиева е първи автор. Общият импакт-фактор за цялата научна кариера 35.835, H-индекс 6.

Наукометричните показатели на гл. ас. Иванка Бояджиева по точковата система, сравнени с минималните изисквания според ЗРАСРБ са съм отразила в кратката таблица. Установих, че при представяне на точките по показател Г 7 е допусната техническа неточност. Според моите изчисления точките са 232, а са дадени 220, така че общият брой за участие в конкурса се получават 750, вместо 738.

Група показатели	Представени доказателства	Изисквания за ДОЦЕНТ	Брой точки, постигнати от кандидата
А.	Дисертационен труд на тема за ОНС Доктор	50	50
В.	Хабилитационен труд /5 бр. научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в WoS/Scopus	100	100
Г.	Научни публикации в реф. издания и индексирани в световно известни бази данни Web of Science/Scopus – 13 статии; Статии извън Web of Science/Scopus - 1; Публикувана глава от книга или колективна монография – 3; Полезен модел - 1	220	312 + 12=324
Д.	Цитирания в научни издания, според изискванията	60	326
ВСИЧКО			738 +12 = 750

С така посочените наукометрични показатели д-р Бояджиева покрива т.н. допълнителни критерии за израстване на академичния състав в Института по микробиология – БАН за заемане на академичната длъжност ДОЦЕНТ.

Основни научни приноси

Общото впечатление на представената по конкурса документация е, че няколко характеристики, могат да се изведат на преден план преди подробния анализ:

- Фокус върху специфичната научна тематика;
- Дълбочина при разработването на приоритетна биотехнологична тематика;
- Комбинация между експериментални подходи и функционално- механизмова обосновка;
- Оригинални, интересни и иновативни, но прагматични елементи на разработките.

Налице е отлично вграждане и съответствие на тематиката на лабораторията и департамента, за които е обявен настоящият конкурс за АД „Доцент“.

Научната тематика, която кандидатката развива, е систематизирана в четири научни направления:

1. Биоразнообразие на микробни съобщества в екстремални ниши;
2. Биосинтетичен потенциал на екстремофили от български екстремни ниши;
3. Микробни ензими и екзополisahариди с биотехнологично значение;
4. Участие в съвместни изследвания с екипи от учени, работещи в други научни направления.

Основните интереси на д-р Бояджиева попадат в областта на нови микробни ензими, разграждащи разнообразни индустриално значими субстрати. Систематизирана и обобщена е

наличната информация от изследванията върху микробните фитази, като акцентите са върху бактериалните ензими, с екстремофилен произход, които запазват активността си при различни неблагоприятни условия..

Изолирана, пречистена и характеризирана нова фитаза от *Cobetia marina* щам 439 с ценно приложение във фуражната индустрия и 439 показва по-висока резистентност към стомашни протеази. Използвани са модерни методи за 17-кратно пречистване с 35% добив. Характеризирани са рН и температурният интервал на стабилност и специфичното действие само със субстрат фитат, а не други фосфорсъдържащи съединения.

За първи път е документирано, че бактерията *Virgibacillus salarius* щам 434 продуцира екстрацелуларна халоалкалофилна пектиназа с много висока ензимна активност. Установено е, че ензимът е алкалофилен (с максимална активност при рН 9.0) и термостабилен, което го прави подходящ за промишлена употреба. Определени са неговите физико-химични свойства, включително молекулно тегло и субстратна специфичност (полигалактуроназа). Изследванията показват, че активният център на ензима вероятно съдържа сулфхидрилни функционални групи, тъй като активността му се потиска от тежки метали и инхибитори.

За първи път е изследвана, пречистена и характеризирана пектиназа от вида *Anoxybacillus gonensis*. Определени са оптималните условия за култивиране на щама и е установено, че ензимът е термостабилен (запазва 100% активност при 60°C за 1 час) и алкалофилен (оптимална активност при рН 8.5). Доказано е, че ензимът е полигалактуроназа, тъй като проявява най-висока активност към неметилирани пектинови структури.

Класифициран е нов термофилен щам от род *Bacillus* (UG-5B), който е депозиран в Националната банка за индустриални микроорганизми и клетъчни култури. Доказано е, че щамът продуцира нитрилаза, чиято активност се проявява само в присъствието на субстрат, което показва, че ензимът е индуцируем. Установено е, че имобилизирането на клетките в агаров гел значително повишава термостабилността на ензима, което го прави по-устойчив при високи температури. Благодарение на своята термофилност и висока устойчивост до 90°C, ензимът е идеален за детоксикация на индустриални отпадни води с висока температура, съдържащи токсични нитрилни съединения. Имобилизирането на клетките като подход пък позволява многократното им използване, удължава времето на работа на ензима и осигурява висока ефективност, което прави технологията икономична и екологично приложима. Установено е, че българското царевично нишесте е най-подходящият субстрат за производството на циклодекстрини (CDs), като се постига добър добив на търсения γ -CD. Добавянето на Mg^{2+} допълнително стабилизира ензима и леко увеличава продукцията на γ -CD.

Считам за сериозно откритие и високо оценявам идентифицирането на бактериалното съобщество, което разгражда пластмасата ϵ -поликапролактон (ПКЛ) при най-високата докладвана досега температура от 55°C. Изолиран е нов щам, *Brevibacillus thermoruber* щам 7, който е представител на важна биотехнологична група и показва способност за разграждане на ПКЛ. Метагеномният анализ показва, че видовете *Meiothermus* и *Brevibacillus* имат ключова роля в процеса на биоразграждане. Откритието предлага нов, високотемпературен метод за биодеградация на пластмасови отпадъци, което има голям потенциал за екологични приложения в борбата със замърсяването.

Липазата от *Brevibacillus thermoruber* щам 7 е първият термостабилен ензим, активен върху ϵ -поликапролактон (ПКЛ), който е изолиран, пречистен и характеризиран. Установено е, че ензимът действа като липаза с екзогенен механизъм, като основен продукт от хидролизата е

мономерът ϵ -капролактон. Благодарение на високия си температурен оптимум, изключителната термостабилност и широк рН диапазон, ензимът е изключително подходящ за рециклиране и разграждане на ПКП отпадъци при високи температури, дори близки до точката на топене на полимера. Това позволява *in situ* обработка на пластмасови отпадъци.

Термофилните микроорганизми синтезират екзополisahариди (ЕПЗ) като механизъм за адаптация и защита срещу стресови условия, като високи температури, UV лъчи и осмотичен стрес. Термофилните ЕПЗ имат голям потенциал за биотехнологични приложения поради своята термостабилност, вискозитет и емулгиращи свойства. Могат да се използват в хранителната и козметичната индустрия като емулгатори и стабилизатори. Подходящи са и като флокуланти за пречистване на отпадъчни води. Производствените процеси с термофили са икономически изгодни, тъй като се отличават с кратка ферментация и нисък риск от замърсяване.

Идентифициран е нов и ефективен продуцент на екзополимерни вещества (*Chromohalobacter canadensis* 28), което е първо съобщение за халофилна бактерия, синтезираща полимер с γ -PGA (полиглутаминова киселина). Екзополимерът съдържа уникална комбинация от γ -PGA и различни захари, която не е била докладвана досега за други халофилни бактерии. Доказана е високата хидрофилност, способност за задържане на вода, пенообразуваща и емулгираща активност на биополимера.

Определени са оптималните условия за култивиране на бактерията *Chromohalobacter canadensis* 28 в биореактор (скорост на разбъркване, аерация), което е първо подобно изследване за този вид. Постигнат е добив на ЕПЗ от 3.085 mg/mL, което е три пъти по-високо от средния за морски бактерии и поставя този щам сред най-продуктивните. Екзополимерът показва значително по-добра стабилност на емулсиите от търговски хидроколоиди и може да се смесва с други полимери за постигане на 100% стабилност.

Изследване на продукцията на ЕПЗ от халофилната бактерия *C. canadensis* 28 в условията на непрекъснато култивиране. *C. canadensis* 28 е единственият известен халофилен бактериален щам, който произвежда γ -PGA (полиглутаминова киселина) - нетоксична, неимуногенна и биосъвместима полиаминокиселина, която образува хидрофилни гелове, подходящи за пренос на лекарства, биозалепващи материали, криопротекция, особено в козметика. ЕПЗ от *C. canadensis* 28, съдържащ γ - полиглутаминова киселина (72%) и ЕПЗ-фракция (14.3%) притежава висока биосъвместимост спрямо човешки кожни клетки. При третиране на човешки дермални фибробласти (PCS-201-012) с непречистен и пречистен ЕПЗ, се наблюдава по-висока клетъчна жизнеспособност в сравнение с третиране само с γ -PGA при дози 100 и 500 μ g/mL. ЕПЗ, продуцирани от *C. canadensis* 28 има значителен потенциал за приложение в козметиката, особено в продукти с овлажняващ, възстановяващ и анти-ейдж ефект. Благодарение на естествения си произход и безопасен профил, този биополимер е подходящ за развитие на козметични формули с висока толерантност и ефикасност.

Екзополisahаридът, продуциран от *Chromohalobacter canadensis* щам 28 понижава повърхностното напрежение на водата, като критичната концентрация за образуване на мицели е около 0.05%. При концентрация от 1.5% ЕПЗ постига 100% емулгираща стабилност, без отделяне на маслена фаза дори след центрофугиране или продължителен престой. Най-високата способност за образуване на пена (до 140%) се постига при концентрация от 1%, което е съизмеримо с тази на яйчния белтък. Високата пенообразуваща способност на ЕПЗ го прави подходящ за използване в производството на пенообразни храни, козметика и почистващи

продукти. Емулсиите, образувани с ЕПЗ, са стабилни за дълъг период от време, което е доказателство за дълготрайна ефективност без нужда от консерванти.

Имобилизацията на *Bacillus* sp. UG-5B в зол-гел матрици, предлага биокатализа, с възможно приложно значение в индустриални и екологични процеси. Изследването на чревната микробиота при видове гущери в Западна България предоставя нови данни за ролята на микробиома и показва връзки между физиологията на гостоприемника и микробния състав. Разработването на мембрани от бактериална наноцелулоза, чрез използване на хранителни отпадъци и симбиотични култури за суперкондензатори, показва възможност за използване в зелената енергетика и създаването на високоефективни, биоразградими и стабилни материали за съвременни енергийни системи.

Доказано е, че клетките на *Bacillus* sp. UG-5B могат успешно да бъдат инкапсулирани в зол-гел хибридни матрици. Установено е, че добавянето на органични компоненти като полиетиленгликол (PEG) и глицерол към матрицата подобрява жизнеспособността и ензимната активност на имобилизираните клетки.

Друг силно положителен акцент според мен е, това че една част от изследванията и научните продукти са направени в колективи с разностранни кросдисциплинарни умения. Това само утвърждава ценните изследователски качества на д-р Бояджиева – да се вгражда в научен екип и да играе важна роля в него. Проведено е оригинално и иновативно проучване, което предоставя данни за фекалната микробиота на пет вида гущери в България. Установено е, че чревните микробни съобщества на различните видове гущери се различават съществено, въпреки че обитават една и съща зона. Открито е значително количество от типа *Cyanobacteria* само при един от видовете, което е необичайно и не може да бъде обяснено само с хранителната диета. Изследването показва, че сходството в диетата не е пряко свързано със сходството в микробиотата, което предполага, че фактори като генотипът и физиологията на гостоприемника също играят важна роля.

Като важен принос приемам разработката на хибридни мембрани чрез импрегниране на бактериална наноцелулоза (BNC) с поли(бензимидазол) (PBI) за използване като сепаратори в суперкондензаторни клетки. Доказано е, че алкалното третиране подобрява хидрофилността и електролитната абсорбция на BNC, което води до по-добра производителност. Създаден е нов тип екологичен сепаратор, получен чрез ферментация на хранителни отпадъци. Мембраните от BNC показват висока устойчивост и проводимост в алкални електролити, което ги прави подходящи за алкални батерии и други енергийни устройства. Проучването потвърждава потенциала на BNC като функционален материал за енергийни системи, съчетаващ биологичен произход с висока технологична ефективност, което е концепция на "зелената електрохимия".

Като цяло, работата на д-р Бояджиева демонстрира силен ангажимент към иновативни биотехнологични решения и има значителен принос в областта на микробиологията. Чрез изследвания върху екстремофилни микроорганизми, тя открива нови видове и ензими с уникални свойства. Тези открития имат широк потенциал за биотехнологични приложения, включително в производството на биоразградими материали, фармацевтиката и козметиката. Работата ѝ допринася както за фундаменталните научни познания, така и за разработването на иновативни и устойчиви решения за индустрията. Нейните приноси представляват важна стъпка напред в използването на природните ресурси за справяне с екологични и технологични предизвикателства.

Надлежно са описани и **НАСОКИТЕ ЗА НЕЙНАТА БЪДЕЩА РАБОТА**. Те са естествено продължение на проведената до тук изследователска работа и перспективите са тяхното задълбочаване.

- Изследване на нови екстремни ниши: Ще продължат проучванията върху термофилни и халофилни бактерии, като се разширят към нови екологични ниши като психрофилите (микроорганизми, обитаващи студени среди).
- Ще се използват модерни молекулярно-биологични, метагеномни и биоинформационни анализи за идентифициране на некултивируеми микроорганизми и за търсене на гени за нови ензими и биоактивни съединения.
- На базата на натрупания опит, ще се задълбочат проучванията върху способността на екстремофили (термофили, халофили, психрофили) да разграждат пластмаси, включително чрез генно инженерство за подобряване на свойствата на биоразградими полимери.
- Ще се разработи ново направление за биологичен "зелен" синтез на наночастици (например сребърни и медни) от екстремофилни бактерии. Целта е да се създадат екологично чисти и биосъвместими материали с потенциал за приложение в медицината, екологията и енергетиката.
- Ще се работи за привличането и обучението на млади учени, както и за осигуряване на финансиране чрез национални и международни програми, за да се гарантира успешното изпълнение на изследователските цели.

ОБЩА ОЦЕНКА ЗА СЪОТВЕТСТВИЕТО НА КАНДИДАТА НА ЗАДЪЛЖИТЕЛНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ НА ЗРАСРБ

Публикационната активност на д-р Бояджиева напълно отговаря на изискванията за израстване на академичния състав. Заслужава да се отбележи и фактът, че тя има публикации в международни списания, позиционирани в Q1 с висок импакт, като *Molecules*, *Fermentation*, *Appl Microbiology and Biotechnology* и др. Забелязани са 163 цитата в Scopus.

Представени са 11 участия на национални и международни научни форуми, в 9 научни проекта, от които 5 международни, като ръководител е на 1 от тях.

Съгласно приложената справка за изпълнение на минималните изисквания на ЗРАСРБ и тези на ИМикБ – БАН, гл. ас. д-р Иванка Петрова Бояджиева изпълнява и надхвърля показателите за заемане на академичната длъжност „Доцент“.

КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ – забелязват се някои технически неточности, които не намирам за съществени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на научно-изследователската дейност на гл. ас. д-р Иванка Петрова Бояджиева показва, че нейната експертиза е изцяло в областта на обявения конкурс. Получените резултати са оригинални, актуални и с обществена значимост. Приносите имат значим фундаментален характер, а също и ясно очертана практическа насоченост - те разкриват възможности и перспективи за разработване на нови технологии.

Научно-изследователската дейност на кандидатката покрива и надвишава изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника на БАН, както и Институт по микробиология „Стефан Ангелов“

- БАН. С оглед на всичко изложено по-горе мога да заключа, че гл. ас. д-р Иванка Петрова Бояджиева е изграден изследовател, с ярък научен профил.

Като член на научното жури по обявения конкурс **давам положителна оценка на научните приноси на гл. ас. д-р Иванка Петрова Бояджиева и убедено препоръчвам на членовете на почитаемото жури да гласуват за избирането и на академичната длъжност „Доцент“ по професионално направление 4. Природни науки, математика и информатика, 4.3 Биологически науки (специалност Микробиология) от ЗРАСРБ, обявен в за нуждите на Департамент „Биотехнология“, Лаборатория „Екстремофилни микроорганизми“ към Институт по микробиология „Стефан Ангелов“ – БАН.**

18.08.2025 г.

Изготвил рецензията:

София

/ Проф. д-р Милка Милева /