

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник підприємства/установи/організації
(Грантоотримувача)

(посада)
Директор Інституту біології клітини НАН України,
академік НАН України Сибірний А.А.

(підпис)

М.П. 255758



АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок
«Створення нових нанозимів як каталітичних елементів для ензиматичних наборів та
хемо/біосенсорів»
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: Підтримка досліджень провідних та молодих учених _____
Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0100 _____

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту: 2020.02/0100; договір № 48/02.2020 від 27.10.2020 р. «Створення нових нанозимів як каталітичних елементів для ензиматичних наборів та хемо/біосенсорів»)

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу "Підтримка досліджень провідних та молодих учених" (назва конкурсу) протокол від "04-07" вересня 2020 року № 20.

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Тривалість виконання Проєкту

Початок – 27 жовтня 2020 р. (дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок);

Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн.: 11 500 000 грн.

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 1 500 000 грн. _____

2-й рік 5 000 000 грн. _____

3-й рік 5 000 000 грн. _____

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту залучено 6 виконавців, з них:

доктори наук 1;

кандидати наук 3;

інші працівники 2.

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(І) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

Виконавець проєкту – відділ аналітичної біотехнології Інституту біології клітини НАН України.

Субвиконавець проєкту – лабораторія матеріалів твердотільної мікроелектроніки і кафедра біології та хімії Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)

Синтез, вивчення структурних, фізико-хімічних і каталітичних властивостей нових каталітично активних наноматеріалів (нанозимів) та створення на їх основі нових діагностичних методів та вивчення їх біологічної дії.

4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)

Синтез нанокompatитів із пероксидажною активністю на основі Карбонових матеріалів і наночастинок металів. Структурно-функціональна і каталітична характеристика нанозимів із оксидоредуктажною активністю. Імобілізація нанозимів та дослідження їх каталітичних властивостей і стабільності. Вивчення біологічної дії нанозимних композитів на клітині. Створення діагностичного набору, конструювання хемо/біосенсорів на основі нанозимів і їх тестування.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- *Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)*

Ензими – біологічні каталізатори, які відіграють ключову роль в біологічних процесах. В останні роки доведено, що каталітичними властивостями володіють також різноманітні природні та синтетичні матеріали, які імітують структуру та функції природних ензимів. Показано, що деякі наночастинок теж мають властивості штучних ферментів, але є більш стабільними та доступними. Ці нанозими розглядають як потенційну альтернативу ферментам у сучасних технологіях.

- *Новизна Проєкту (до 400 знаків)*

Новизна та оригінальність проєкту базується на ідеї використання комерційно недоступних наночастинок благородних, перехідних та рідкісних металів (у тому числі, їх гібридних форм), а також нанокompatитних матеріалів на основі похідних Карбону. Серед синтезованих штучних нанозимних оксидоредуктаз будуть відібрані найактивніші претенденти для створення нових діагностичних продуктів, зокрема, «наносенсорів» для аналізу практично важливих речовин.

- *Методологія дослідження (до 400 знаків)*

Основні методологічні підходи: хімічний та електрохімічний синтез і функціоналізація похідних Карбону (у тому числі нанониток, нанотрубок і наностінок) та металевих наночастинок (НЧ). Імобілізація наноматеріалів та природних ферментів на поверхні робочих електродів. Циклічна вольтамперометрія та хроноамперометрія. Кінетичний аналіз нанозимної активності у складі хемо(біо)селективних мембран амперометричних сенсорів. Хемоензиматичний аналіз.

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)

Здійснено синтез нових наночастинок (НЧ) благородних, перехідних та рідкісних металів, а також їх гібридних форм, методами хімічного відновлення відповідних солей та "зеленого"

синтезу. Методами сканувальної електронної мікроскопії та рентгеноспектрального фазового мікроаналізу доведено їх нанорозмірний стан та охарактеризовано їх морфологію. Наявність характерних максимумів поглинання в УФ-видимих спектрах підтверджують утворення відповідних НЧ. Проведено аналіз синтезованих НЧ на псевдоензиматичну активність (пероксидазну, лакказну, каталазну та редуказну). Показано, що серед отриманих 25 різних за хімічним складом НЧ, 10 володіють найвищою пероксидазною активністю (1-8,6 Од./мг), 4 – лакказною (0,8-4 Од./мг), по одному типу - каталазною (0,3 Од./мг) та редуказною (1,3 Од./мг) активністю.

Синтезовано різноманітні наноматеріали на основі фероціанідних солей заліза та інших перехідних металів (аналоги Пруської блакиті) методами сумісного осадження відповідних солей та "зеленого" синтезу. Серед 12 хімічно синтезованих гексаціанофератних (HCF) НЧ найвищою псевдопероксидазною активністю володіють Cu/Fe-HCF, Fe-HCF, а псевдолакказною активністю - Mn-HCF, Zn-HCF, Ni-HCF. Cu-HCF НЧ, отримані "зеленим" синтезом, володіють найвищою активністю в розчині серед досліджуваних НЧ.

Проведено скринінг низки мікро/нано матеріалів на основі Карбону (графен, нанотрубки, каронізована целюлоза) за їх пероксидазною та лакказною активністю. Найбільш перспективні матеріали (графен та нанотрубки) було додатково модифіковано геміном та наночастинками благородних металів для покращення їх каталітичних параметрів. Встановлено, що модифікація підвищує пероксидазну активність (у 2-15 разів) у порівнянні з немодифікованими Карбоновими матеріалами. Після первинного скринінгу на відповідну псевдоензиматичну активність, найперспективніші наноконізити було відібрано для подальших досліджень.

Протестовано на оксидоредуказну активність феромагнітні матеріали на основі Феруму оксиду Fe₃O₄. З метою покращення каталітичних властивостей, проводилась їх модифікація геміном та гексаціанофератними НЧ (аналогами Пруської блакиті). Показано, що модифікація дає можливість збільшити пероксидазну активність наноконізитів у 1,5-2 рази.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

Опубліковано 3 статті в міжнародних журналах із сумарним імпакт-фактором 9.77 та 1 тези доповіді.

1. Gayda G.Z., Demkiv O.M., Gurianov Y., Serkiz R.Ya, Gonchar M.V., Nisnevitch M. "Green" nanozymes: synthesis, characterization and application in amperometric (bio)sensors // *Proceedings*. – 2020. – V.60, Issue 1. – 58. DOI:10.3390/IECB2020-07072.

2. Stasyuk N., Smutok O., Demkiv O., Prokopiv T., Gayda G., Nisnevitch M., Gonchar, M. Synthesis, Catalytic Properties and Application in Biosensors of Nanozymes and Electronanocatalysts: A Review // *Sensors*. - 2020. – V. 20, N 16. – 4509 (42 p.). (IF-3.78). DOI: 10.3390/s20164509.

3. Smutok O., Kavetsky T., Prokopiv T., Serkiz R., Wojnarowska-Nowak R., Šauša O., Novák I., Berek D., Melman A., Gonchar M. New micro/nanocomposite with peroxidase-like activity in construction of oxidases based amperometric biosensors for ethanol and glucose analysis // *Analytica Chimica Acta* (accepted, available on-line: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000326702031182X?via%3Dihub> (IF-5.99). DOI:10.1016/j.aca.2020.11.052.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проєкту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

Розроблені методи синтезу нанозимних конізитів та отримані наноматеріали з оксидоредуказною каталітичною активністю будуть використані на подальших етапах виконання проєкту для створення нових біоаналітичних продуктів (діагностичний набір та амперометричні хемо(біо)сенсорів для аналізу практично важливих речовин (глюкози, L-молочної кислоти, спиртів), що важливо для вдосконалення діагностичних методів в клінічній

медицині та контролю якості харчових та фармацевтичних продуктів.

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці.

На завершальних етапах виконання проєкту, за умови успішного тестування розроблених нових біоаналітичних продуктів, буде розглядатись можливість їх реєстрації в МОЗ України як діагностичних засобів та пошук потенційного виробника для пілотного виробництва.

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

Науковий керівник Проєкту
завідувач відділу аналітичної біотехнології
Інституту біології клітини НАН України
(посада)
Гончар Михайло Васильович
ПІБ

(підпис)



Підпис Гончара М.В.
ЗАСВІДЧУЮ

Учений секретар
ІБК НАН України, к.б.н.
Барська А.Л.

