

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U004220

Державний реєстраційний номер: 0124U004065

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-11-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Отримання комплексів на основі редокс-активних наночастинок та органічних молекул (СМК) та встановлення механізмів їх редокс-активності у водних розчинах та модельних біологічних системах.

Початок етапу: 03.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітнього документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380573404474, 380573410161

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний фонд досліджень України

Код за ЄДРПОУ: 42734019

Місцезнаходження: вул. Бориса Грінченка, Київ, 01001, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR:

Розмір організації:

Телефон: 380442981629

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - Договір (замовлення) з міністерством, іншим центральним органом виконавчої влади, академією наук (головним розпорядником бюджетних коштів на проведення ДіР)

Напрямок фінансування: 2.1 - Фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - Кошти загального фонду державного бюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201300

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 3935.015

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Редокс-активні комплекси на основі оксидних наночастинок та органічних біологічно активних молекул для нетоксичної хіміотерапії.

Назва роботи англійською:

Redox-active complexes based on oxide nanoparticles and organic biologically active molecules for non-toxic chemotherapy.

Реферат українською:

В рамках виконання другого етапу проекту було синтезовано наночастинок (НЧ) з різним хімічним складом ($\text{CeO}_2\text{-x}$, $\text{CeO}_2\text{-x:Eu}^{3+}$, $\text{REVO}_4\text{:Eu}^{3+}$ ($\text{RE} = \text{Y, Gd, La}$)), формою та розміром, на основі яких отримано органіко-неорганічні супрамолекулярні комплекси (СМК) різного складу (НЧ + вітамін К3, НЧ + холестерин, НЧ + вітамін К3 + холестерин, НЧ + бичачий сироватковий альбумін) та проведено їхню характеристикацію методами просвітлюваної електронної мікроскопії, рентгенофазового аналізу, рентгенівського мікроаналізу, термогравиметрії та оптичної спектроскопії. За допомогою методів люмінесцентної спектроскопії досліджено вплив отриманих СМК на вміст активних форм кисню (супероксид аніонів, гідроксил радикалів, перекису водню) у водних розчинах та модельних біологічних системах та отримано перші результати безпосередньо на ракових клітинах. За результатами проведених досліджень вдалось обрати найбільш ефективну композицію СМК ($\text{CeO}_2\text{-x}$ (2 нм) + вітамін К3 + холестерин) з точки зору ефективності генерації АФК у водних розчинах та модельних біологічних системах, показано, що висока ефективність генерації АФК цими СМК зберігається у ракових клітинах, результатом чого є високий рівень цитотоксичності цих СМК для ракових клітин. Встановлено механізми прооксидантної дії НЧ $\text{CeO}_2\text{-x}$ та СМК на їхній основі, опосередкованого процесами відновлення іонів Ce^{4+} до Ce^{3+} у НЧ $\text{CeO}_2\text{-x}$ шляхом як перенесення електрона від аскорбінової кислоти, так і безпосереднього окиснення тиольних ($-\text{SH}$) груп у складі амінокислот, що було підтверджено як для низькомолекулярних тіолів, що відіграють важливу роль у антиоксидантному захисті клітини (глутатіон, цистеїн), так і для протеїнів (бичачий сироватковий альбумін). Показано, що ефект зростання вмісту іонів Ce^{3+} у НЧ $\text{CeO}_2\text{-x}$ внаслідок окиснення тиольних груп відкриває можливість ефективного детектування рівню АФК у мікромольному діапазоні (зокрема, АФК, що генеруються СМК на основі цих НЧ) методами люмінесцентної спектроскопії.

Реферат англійською:

During implementation of the second stage of the project, nanoparticles (NPs) with different chemical compositions ($\text{CeO}_2\text{-x}$, $\text{CeO}_2\text{-x:Eu}^{3+}$, $\text{REVO}_4\text{:Eu}^{3+}$ ($\text{RE} = \text{Y, Gd, La}$)), morphology, and size were synthesized, on the basis of which organo-inorganic supramolecular complexes (SMCs) of various compositions (NPs + vitamin K3, NPs + cholesterol, NPs + vitamin K3 + cholesterol, NPs + bovine serum albumin) were obtained and characterized using transmission electron microscopy, X-ray diffraction analysis, X-ray microanalysis, thermogravimetry, and optical spectroscopy. Using luminescence spectroscopy, the effect of the obtained SMCs on the content of reactive oxygen species (superoxide anions, hydroxyl radicals, hydrogen peroxide) in aqueous solutions and model biological systems was investigated, and the first results were obtained directly on cancer cells. Based on the results of the studies, the most effective SMC composition was selected ($\text{CeO}_2\text{-x}$ (2 nm) + vitamin K3 + cholesterol) in terms of the efficiency of ROS generation in aqueous solutions and model biological systems, and it was shown that the high efficiency of ROS generation by these SMCs is preserved in cancer cells, resulting in a high level of cytotoxicity of these SMCs toward cancer cells. The mechanisms of the pro-oxidant action of $\text{CeO}_2\text{-x}$ NPs and SMCs are mediated by Ce^{4+} to Ce^{3+} reduction processes in $\text{CeO}_2\text{-x}$ NPs via both electron transfer from ascorbic acid and direct oxidation of thiol ($-\text{SH}$) groups in amino acids. This effect was confirmed for both low-molecular-weight thiols, which play an important role in the cell's antioxidant defense (glutathione, cysteine), and for proteins

(bovine serum albumin). It was demonstrated that the increase in the Ce³⁺ ion content in CeO_{2-x} NPs resulting from oxidation of thiol groups enables efficient detection of ROS level in the micromolar range (in particular, ROS generated by the SMCs based on these NPs) using luminescence spectroscopy.

Індекс УДК: 577.1:615;577.1:615.28,

Коди тематичних рубрик: 31.27.51, 29.41

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Семінько Владислав Вікторович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання: с.д.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Звіт про науково-дослідну роботу «Редокс-активні комплекси на основі оксидних наночастинок та органічних біологічно активних молекул для нетоксичної хіміотерапії». Етап 2.

Назва НТП англійською: Scientific report on the results of research «Redox-active complexes based on oxide nanoparticles and organic biologically active molecules for non-toxic chemotherapy». Stage 2.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Інше (Звіт)

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: В рамках етапу отримано наночастинок (НЧ) з різним складом, формою та розміром, на основі яких отримано супрамолекулярні комплекси (СМК). Показано здатність СМК «НЧ CeO_2 -х + вітамін К3 + холестерин» до ефективної генерації АФК у водних середовищах, модельних біологічних системах, а також 2D та 3D культурах ракових клітин. Встановлено, що механізм генерації АФК у присутності аскорбінової кислоти обумовлено оборотною редокс-активністю НЧ та вітаміну К3 у складі СМК, яка забезпечує перенесення електрону від аскорбінової кислоти до молекул кисню з формуванням супероксиданіонів, що приводить до зростання рівню оксидативного стресу та відкриває можливість селективного знищення ракових клітин. Показано здатність НЧ CeO_2 -х до окиснення -SH груп у складі низькомолекулярних тіолів, що відіграють важливу роль у антиоксидантному захисті ракових клітин (глутатіон, цистеїн), а також білкових молекул (бичачий сироватковий альбумін), що супроводжується відновленням іонів Ce^{4+} до Ce^{3+} у НЧ CeO_2 -х.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Вплив НТП на довкілля: Не впливає.

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Наукові установи НАН України.

Перспективні ринки: Україна.

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

IX. Бібліографічний опис

Статті:

1. Kavok N., Dudetskaya G., Seminko V., Maksimchuk P., Kot Y., Klochkov V., Yefimova S. Ascorbate-Triggered Antitumor Activity of Nanoceria-and Ceria-Based Supramolecular Complexes in 2D and 3D Cell Cultures. *ACS Applied Bio Materials*, 2025, Vol. 8, No. 11, pp. 9730–9740. (Q1).
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsabm.5c00916>
2. Neuhodov Y., Seminko V., Maksimchuk P., Grygorova G., Hubenko K., Kavok N., Dudetska G., Kot Yu., Yefimova S. Cerium oxide luminescent sensors for hydrogen peroxide detection with fetal bovine serum-enhanced sensitivity and aggregation stability in biological environments. *Journal of Molecular Liquids*, 2025, Vol. 433, 127798. (Q1)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167732225009754>
3. Kavok N. S., Dudetskaya G. V., Seminko V. V., Maksimchuk P. O., Klochkov V. K., Kot Y. H., Nikitchenko Yu. V., Sedyx O. O. Influence of redox cyclers on thiol oxidation in the presence of nanoparticles. *Biophysical Bulletin*, 2025, No. 53, pp. 7–17. (Q4) <https://periodicals.karazin.ua/biophysvisnyk/article/view/24384>
4. Neuhodov, Y., Maksimchuk, P., Hubenko, K., Kavok, N., Dudetska G., Kot Yu., Sedyh, O., Klochkov V., Seminko, V. Ultra-Small CeO₂-x:Eu³⁺ Colloidal Nanoparticles For Simultaneous Turn-Off and Ratiometric Hydrogen Peroxide Sensing *Journal of Molecular Liquids* (Q1) – на повторній рецензії

Статті за матеріалами конференцій (Scopus):

5. Kavok, N., Dudetskaya, G., Seminko, V., Maksimchuk, P., Kot, Y., Klochkov V., Sedyh, O. Polyphenols in Combination with Redox Active Nanoparticles as Enhancers of Ascorbic Acid Suppressive Effect in Fibrosarcoma L929 Cells. *Proceedings of Nanomaterials: Applications & Properties (NAP) International Conference (2025)*, NRA01-1 – NRA01-4. <https://ieeexplore.ieee.org/document/11216269>
6. Maksimchuk, P., Neuhodov, Y., Hubenko, K., Grygorova, G., Onishchenko A., Kavok, N., Dudetska G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. Nanoceria Luminescence Enhanced by FBS: A Sensitive Approach for Hydrogen Peroxide Monitoring. *Proceedings of Nanomaterials: Applications & Properties (NAP) International Conference (2025)*, NRA05-1 – NRA05-5. <https://ieeexplore.ieee.org/document/11216268>

Тези доповідей на конференціях:

7. Kavok, N., Dudetska G., Seminko, V. Maksimchuk, P., Kot Yu., Sedyh, O., Klochkov V. ROS Generation in the Presence of High Concentrations of Ascorbic Acid Under an Influence of CeO₂-x and GdYVO₄:Eu³⁺ NPs Based Supramolecular Complexes in L929 Fibrosarcoma Cells. 2025 IEEE 15th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2025), Bratislava, Slovakia, September 7–12, 2025, p. 11nra-27.
<https://submission.ieeenap.org/site/submission.html?id=1522>
8. Kavok, N., Dudetska G., Seminko, V. Maksimchuk, P., Kot Yu., Klochkov V., Sedyh, O. Comparison of Antitumor Activity of Supramolecular Complexes with Menadione Based on CeO₂-x or GdYVO₄:Eu³⁺ Nanoparticles in Combination with High Concentrations of Ascorbic Acid on Fibrosarcoma and Carcinoma Cells in a Monolayer. 2025 IEEE 15th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2025), Bratislava, Slovakia, September 7–12, 2025, p. 11nra-41. <https://submission.ieeenap.org/site/submission.html?id=1429>
9. Kavok, N., Dudetska G., Seminko, V. Maksimchuk, P., Kot Yu., Klochkov V., Sedyh, O. Polyphenols in Combination with Redox Active Nanoparticles as Enhancers of Ascorbic Acid Suppressive Effect in Fibrosarcoma L929 Cells. 2025 IEEE 15th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2025), Bratislava, Slovakia, September 7–12, 2025, p. 11nra-6. <https://submission.ieeenap.org/site/submission.html?id=1429>

10. Maksimchuk, P., Neuhodov, Y., Hubenko, K., Grygorova, G., Onishchenko A., Kavok, N., Dudetskaya G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. Nanoceria Luminescence Enhanced by FBS: A Sensitive Approach for Hydrogen Peroxide Monitoring. 2025 IEEE 15th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (IEEE NAP-2025), Bratislava, Slovakia, September 7–12, 2025, p. 11nra-19.
<https://submission.ieeenap.org/site/submission.html?id=1485>
11. Hubenko K.O., Maksimchuk P.O., Seminko V.V., Dudetskaya G.V., Oninshchenko A.A., Kavok N.S., Yefimova S.L. Prooxidant activity of CeO_{2-x} nanoparticles - Ascorbic acid complex. International conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2025), Bukovel, 20–23 August 2025, p. 110. <https://nano-conference.iop.kiev.ua/en/participants.html>
12. Neuhodov, Ye., Maksimchuk, P., Grygorova, G., Hubenko, K., Onishchenko A., Kavok, N., Dudetskaya G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. CeO_{2-x} nanoparticles for redox-driven luminescent hydrogen peroxide sensing. International conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2025), Bukovel, 20–23 August 2025, p. 129. <https://nano-conference.iop.kiev.ua/en/participants.html>
13. Neuhodov, Ye.I., Seminko V.V., Maksimchuk, P.O., Kavok N.S., Dudetskaya G.V., Yefimova S.L. Eu³⁺-Doped CeO_{2-x} Luminescent Sensors for Combined Turn-Off and Ratiometric Hydrogen Peroxide Sensing. International conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2025), Bukovel, 20–23 August 2025, p. 225. <https://nano-conference.iop.kiev.ua/en/participants.html>
14. Maksimchuk, P., Grygorova, G., Hubenko K., Oninshchenko A., Kavok, N., Dudetskaya G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. FBS-stabilized cerium oxide nanoparticles for reversible luminescence detection of hydrogen peroxide with increased sensitivity. International conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2025), Bukovel, 20–23 August 2025, p. 106. <https://nano-conference.iop.kiev.ua/en/participants.html>
15. Neuhodov, Ye., Maksimchuk, P., Grygorova, G., Onishchenko A., Kavok, N., Dudetskaya G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. Fetal bovine serum-mediated enhancement of cerium oxide-based luminescent sensors for hydrogen peroxide detection. V International Conference “Condensed Matter and Low Temperature Physics”, Kharkiv, 2–6 June, 2025, p.190. https://www.ilt.kharkov.ua/cmltp2025/doc/FINAL_PROGRAM.pdf
16. Neuhodov, Y., Maksimchuk, P., Grygorova, G., Hubenko, K., Onishchenko A., Kavok, N., Dudetskaya G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. Recoverable luminescent hydrogen peroxide sensors based on CeO_{2-x} nanoparticles. International Conference of Young Scientists and Post-Graduate Students IEP-2025, Uzhhorod, May 20–23, 2025. http://www.iep.org.ua/content/conferenc/iep_2025/files/Book_of_abstract_IEP-2025.pdf
17. Neuhodov, Y., Maksimchuk, P., Grygorova, G., Hubenko, K., Onishchenko A., Kavok, N., Dudetskaya G., Kot Yu., Yefimova, S., Seminko, V. Enhanced hydrogen peroxide detection via FBS-stabilized cerium oxide nanocrystals. Ukrainian Conference with International Participation “Chemistry, physics and technology of surface”, Kyiv, 28–29 May, 2025, p.152. <https://isc.gov.ua/index.php/en/konferentsiji/506-konferentsiya-2025-en>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Гриньов Борис Вікторович

д. т. н., акад.

Перелік осіб-виконавців

Дудецька Галина Вадимівна

(д.філософ)

Кавок Наталія Сергіївна

(к. б. н., 03.00.04)

Кот Юрій Георгійович

(к. б. н.)

Максимчук Павло Олегович

(д. ф.-м. н., с.д.)

Семінько Владислав Вікторович

(д. ф.-м. н., с.д., 01.04.10)

Відповідальний за підготовку

облікових документів

Сорокін Олександр Васильович

Телефон

057-341-01-50

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна