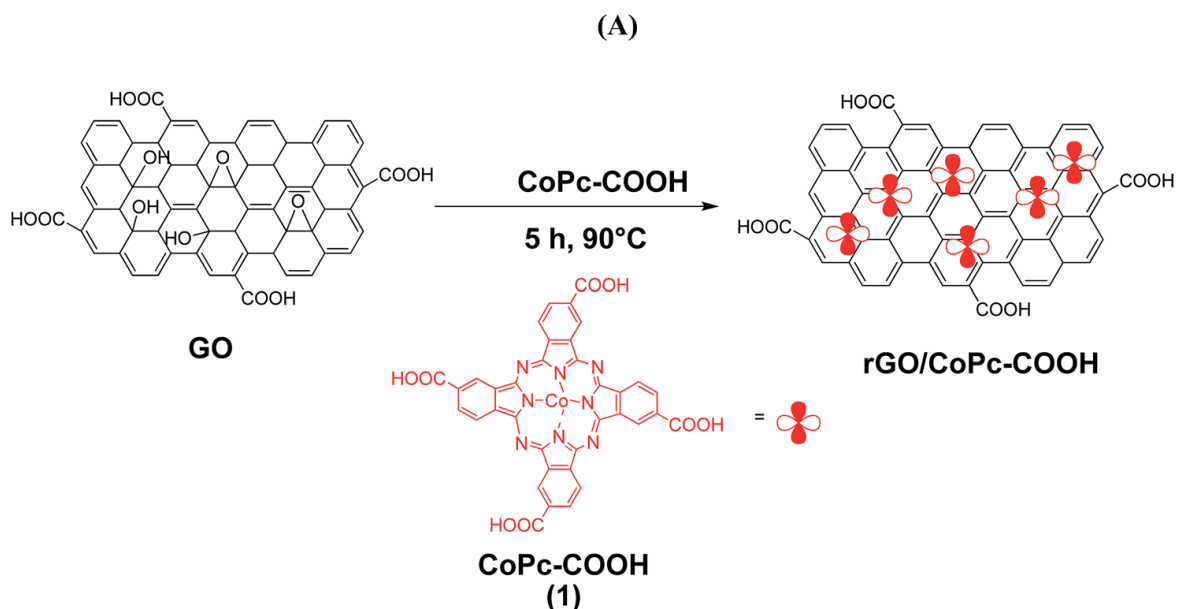
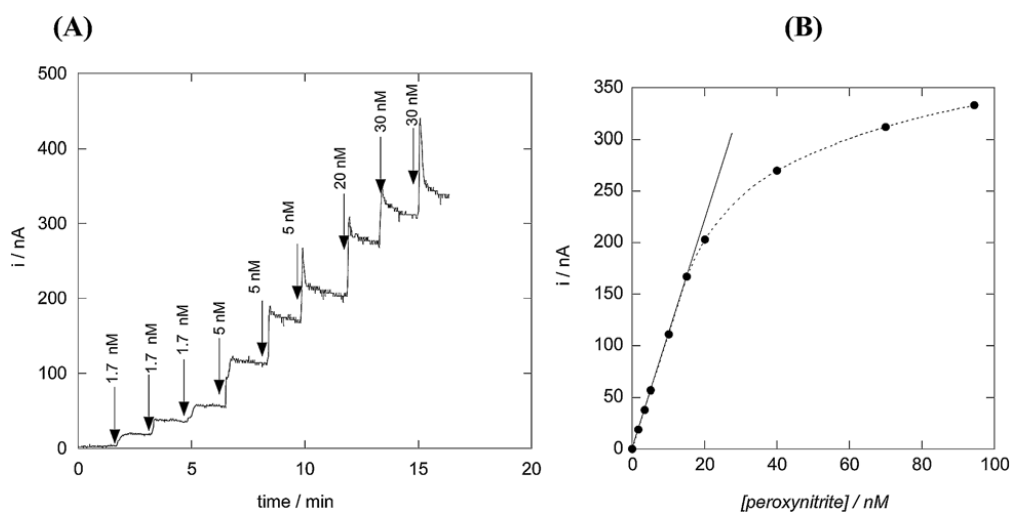


Кількісне визначення пероксинітриту (нестабільної сполуки, за своєю цито-токсичністю схожої на супероксид-радикал значно утруднено як коротким терміном її існування так і близьким до H_2O_2 окисно-відновним потенціалом. Щоб створити селективний електрохімічний сенсор для визначення пероксинітриту, на поверхню вуглеститалового електроду було нанесено композитну плівку на основі відновленого оксиду графену (rGO) з іммобілізованим комплексом тетракарбоксі фталоціаніном кобальту (Co-Pc). Була досліджена електрокаталітична активність комплексу Co-Pc у іммобілізованому на поверхні rGO стані по відношенню до пероксинітрит-іону.



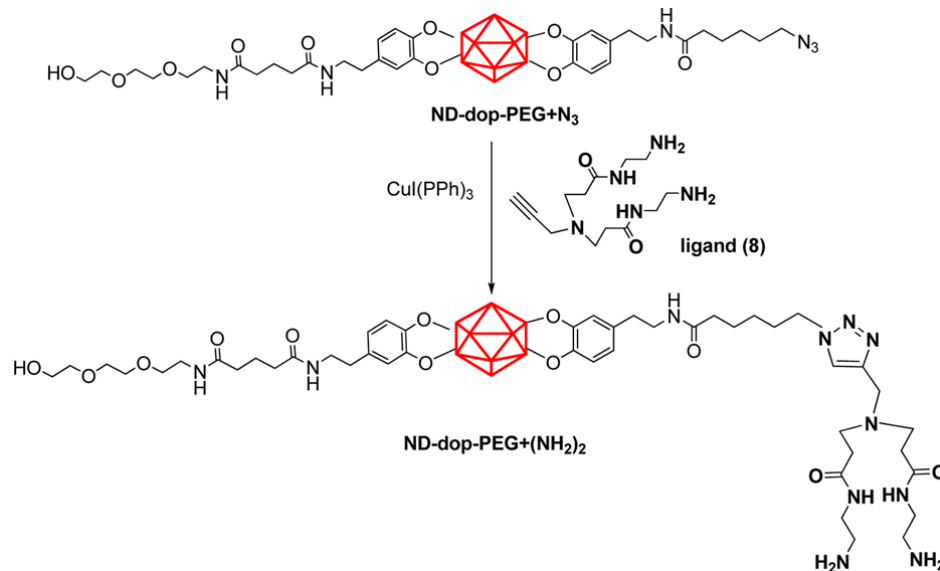
Встановлено, що композитна плівка Co-Pc/rGo проявляє високу електро-каталітичну активність і специфічність та дозволяє визначати концентрацію пероксинітриту у присутності H_2O_2 при анодному потенціалі -0.5 V з чутливістю 11.5 nA/nM та межею виявлення 1.7 nM [1].



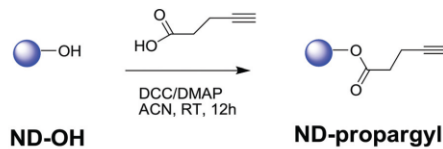
(A) Amperometric response curve in PBS (pH $\frac{1}{4}$ 7.4) obtained using glassy carbon electrode modified with rGO/CoPc-COOH by drop-casting polarized at 1.1 V vs. Ag/AgCl with subsequent addition of peroxynitrite, (B) calibration curve.

З метою спрощення процедури іммобілізації біологічно-активних сполук на поверхні неорганічних носіїв були продовжені дослідження по використанню з цією метою реакції

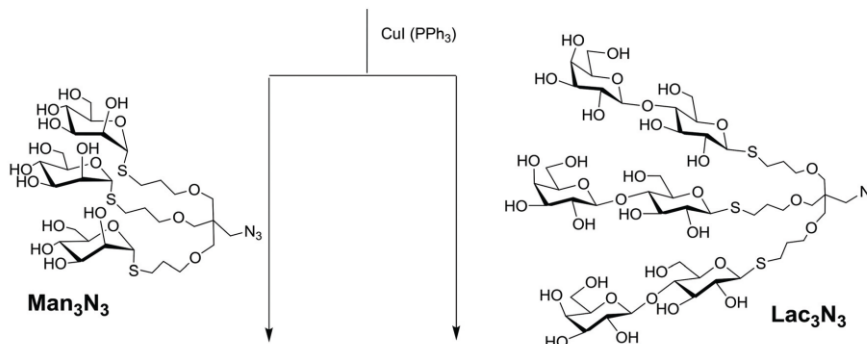
циклоприєднання (click-chemistry). Зокрема, реакція циклоприєднання була успішно використана для іммобілізації на поверхні нанорозмірних діамантів (NDs) модельного ліганду - ді(амідоетилендіаміну):



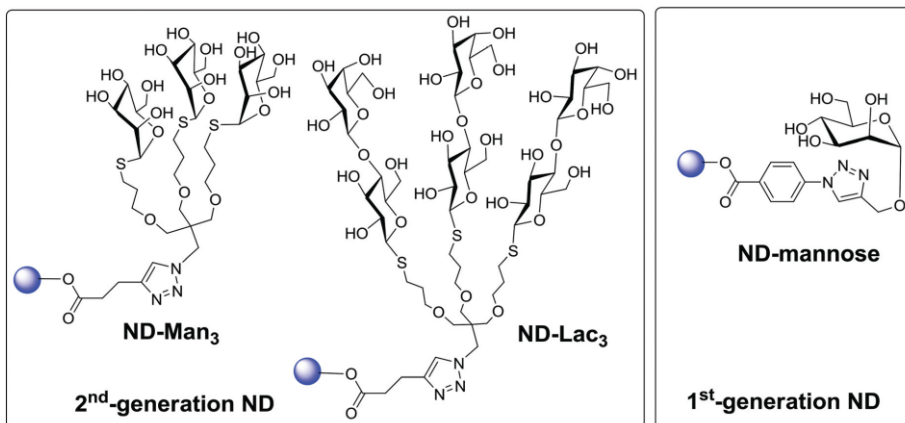
Нанодіаманти є одними з найперспективніших матеріалів для їх біомедичного застосування, тому оптимізація умов іммобілізації на їх поверхні біологічно-активних сполук є актуальним. Був розроблений підхід, що дозволяє отримати мульти-функціональні покриття, що містять



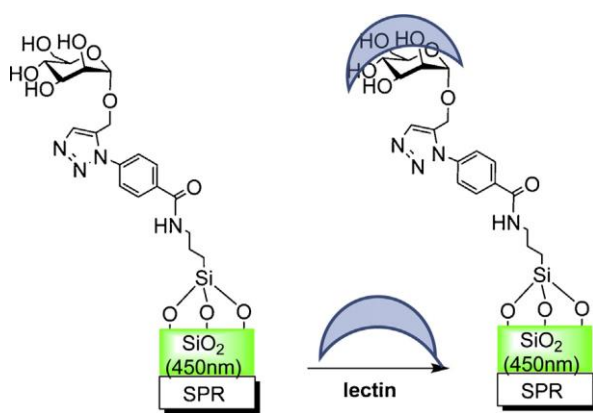
одночасно декілька різних функціональних груп. Підхід було апробовано на похідних допаміну та етиленгліколю [2].



Стратегія циклоприєднання була використана з метою отримання часток нанодіамантів, поверхня яких ковалентно модифікована похідними моно- та три-сахаридів.



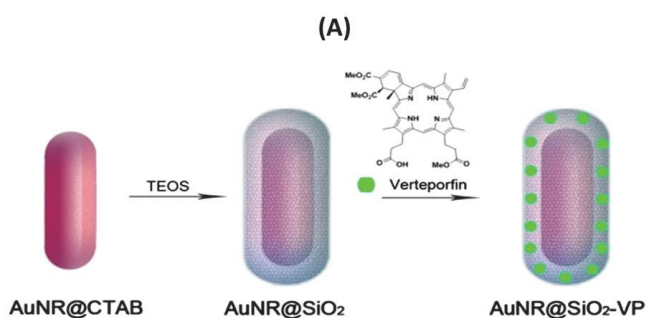
Було показано, що часточки такого типу ефективно інгібують адгезію бактерій кишкової палички до клітин дріжджів і клітин сечового міхура. Це перешкоджає утворенню бактеріальної плівки, яка не руйнується антибіотиками [4].



glycan-modified
Plasmon resonance waveguide

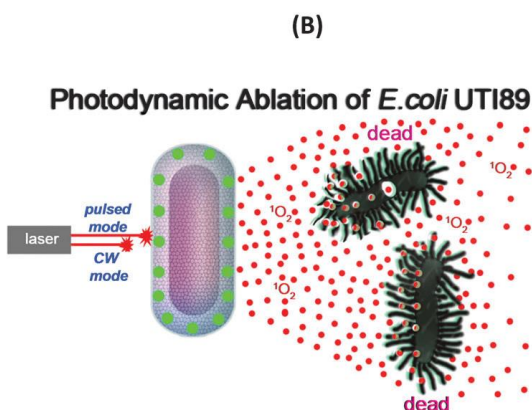
Аналогічний підхід циклопрієднання було застосовано для іммобілізації карбогідратів на поверхні кремнезему з метою створення оптичного сенсору для вивчення білково-карбогідратної взаємодії.

Такий підхід дав можливість створити прямий (без використання міток) підхід до визначення лектину методом поверхневого плазмонного резонансу. Запропонований підхід дозволяє селективно визначати лектин з межею виявлення (LOD) 0.5 нМ [3].



(A)

З метою розвитку сучасного підходу у боротьбі з бактеріями, що не знищуються антибіотиками, було розроблено метод отримання гібридного матеріалу на основі золотих нанорозмірних стержнів (наночасток, що мають несферичну форму), які вкриті тонким шаром кремнезему (Au@SiO₂) з іммобілізованим на його поверхні вертепорфіном (VP) - клінічно затвердженим фотосенсибілізатором.

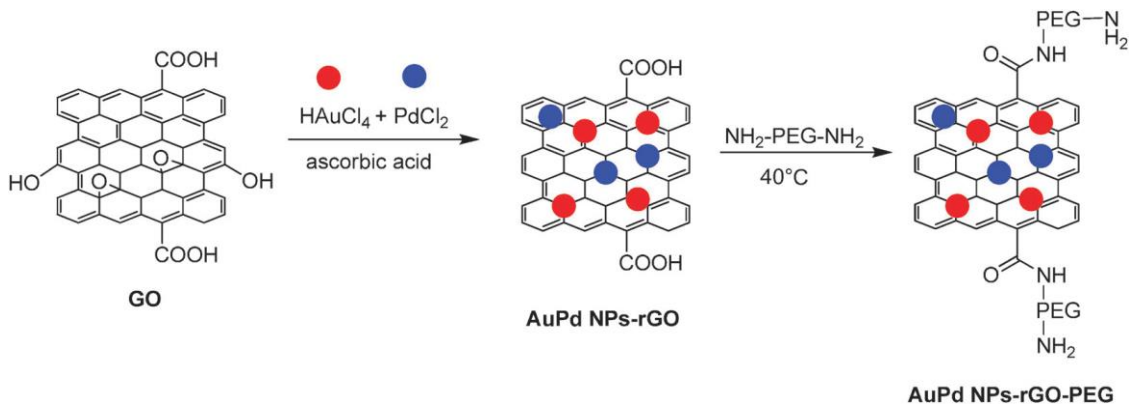


(B)

Photodynamic Ablation of *E. coli* UT189

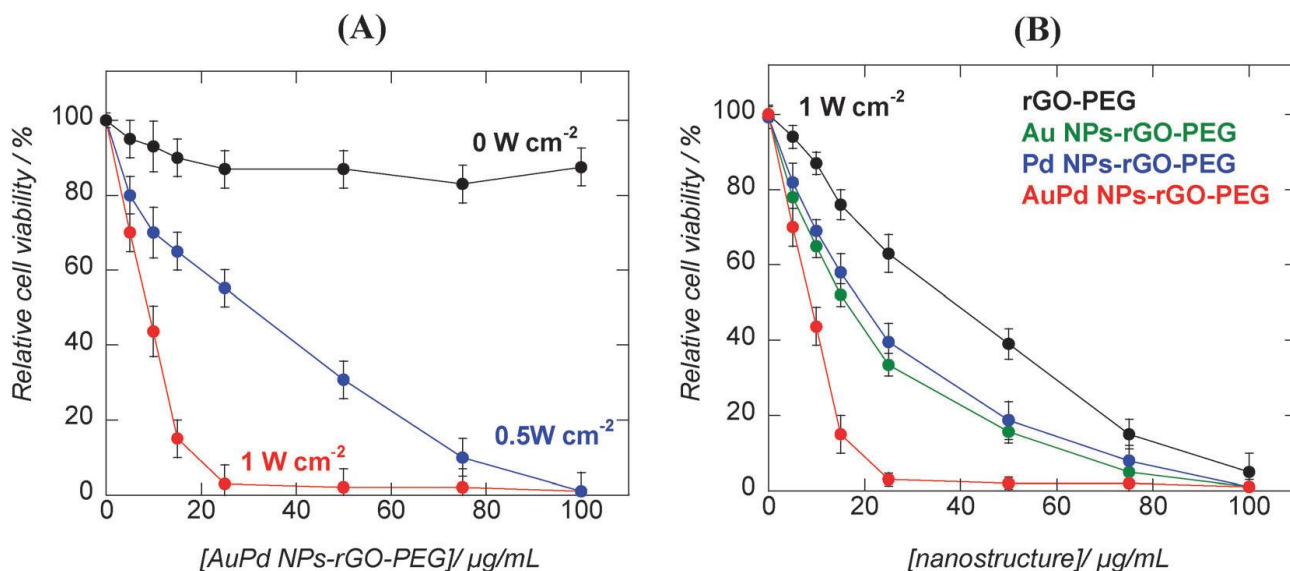
Показано, що такий матеріал ефективно поглинає лазерне опромінення в діапазоні NIR та генерує синглетний кисень, який руйнує мембрани бактерій. Це дало можливість застосувати новий матеріал для боротьби із вірулентним штамом кишкової палички [5].

В іншому дослідженні з метою розвитку методу фототермічної терапії ракових клітин був отриманий мульти-функціональний матеріал на основі золотих наночасток з іммобілізованим на їх поверхні оксидом графену.



AuPd NPs-rGO-PEG

Для покращення ефективності перетворення фототермічної енергії, на поверхні наночасток осаджували біметалічні кластери AuPd. Для збільшення стабільності наночасток у колоїдному стані, їх поверхню додатково модифікували фрагментами поліетиленгліколю. Показано, що така обробка не тільки збільшує стабільність наночасток у фіз. розчині, але й підвищує їх біо-сумісність. Вплив на суспензію зазначених композитних часток інфрачервоним світлом (800 нм) низької потужності (0.5 - 2 Вт/см) дозволяє проводити екстракорпоральну фототермічну абляцію модельних ракових клітин – HeLa [6].



Relative cell viabilities of HeLa cells after irradiation (808 nm, 10 min) in the presence of 75 mg/mL of (A) AuPd NPs-rGO-PEG nanocomposites at 0.5 W/cm²(blue), 1 W/cm²(red) and 0 W/cm²(black) and for (B) AuPd NPs-rGO-PEG nanocomposites (red) Au NPs-rGO-PEG nanocomposites (green), Pd NPs-rGO-PEG nanocomposites (blue) and rGO-PEG (black) at 1 W/cm²: error bars were based on quartet samples.

Список посилань:

- (1) Hosu, I. S.; Wang, Q.; Vasilescu, A.; Peteu, S. F.; Raditoiu, V.; Railian, S.; Zaitsev, V.; Turcheniuk, K.; Wang, Q.; Li, M.; et al. Cobalt Phthalocyanine Tetracarboxylic Acid Modified Reduced Graphene Oxide: A Sensitive Matrix for the Electrocatalytic Detection of Peroxynitrite and Hydrogen Peroxide. *RSC Adv.* **2015**, *5*, 1474–1484.
- (2) Khanal, M.; Turcheniuk, V.; Barras, A.; Rosay, E.; Bande, O.; Siriwardena, A.; Zaitsev, V.; Pan, G.-H.; Boukherroub, R.; Szunerits, S. Toward Multifunctional ‘Clickable’ Diamond Nanoparticles. *Langmuir* **2015**, *31*, 3926–3933.
- (3) Alves, I.; Kurylo, I.; Coffinier, Y.; Siriwardena, A.; Zaitsev, V.; Harté, E.; Boukherroub, R.; Szunerits, S. Plasmon Waveguide Resonance for Sensing Glycan-lectin Interactions. *Anal. Chim. Acta* **2015**, *873*, 71–79.
- (4) Khanal, M.; Larssonneur, F.; Raks, V.; Barras, A.; Baumann, J.-S.; Martin, F. A.; Boukherroub, R.; Ghigo, J.-M.; Ortiz Mellet, C.; Zaitsev, V.; et al. Inhibition of Type 1 Fimbriae-Mediated Escherichia Coli Adhesion and Biofilm Formation by Trimeric Cluster Thiomannosides Conjugated to Diamond Nanoparticles. *Nanoscale* **2015**, *7*, 2325–2335.
- (5) Turcheniuk, K.; Turcheniuk, V.; Hage, C.-H.; Dumych, T.; Bilyy, R.; Bouckaert, J.; Héliot, L.; Zaitsev, V.; Boukherroub, R.; Szunerits, S. Highly Effective Photodynamic Inactivation of E. Coli Using Gold nanorods/SiO₂ Core-shell Nanostructures with Embedded Verteporfin.

Chem. Commun. **2015**, *51*, 16365–16368.

- (6) Darabdhara, G.; Das, M. R.; Turcheniuk, V.; Turcheniuk, K.; Zaitsev, V.; Boukherroub, R.; Szunerits, S. Reduced Graphene Oxide Nanosheets Decorated with AuPd Bimetallic Nanoparticles: A Multifunctional Material for Photothermal Therapy of Cancer Cells. *J. Mater. Chem. B* **2015**, *3*, 8366–8374.