

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-12

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БИОСИНТЕЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА КОБАЛЬТА В ОТНОШЕНИИ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

О.К. ДавыдоваФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460000, г. Оренбург, пр. Победы, 13

РЕЗЮМЕ. Рассмотрено влияние токсичности биосинтезированных наночастиц оксида кобальта в зависимости от их концентрации и используемого при синтезе восстановителя (растительного экстракта) на различные виды бактерий: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Salmonella enterica*. Показано, что наибольший антибактериальный эффект выражен против *P. aeruginosa*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оксид кобальта, наночастицы, зеленый синтез, микроорганизмы, антибактериальное действие, токсический эффект.

Для цитирования: Давыдова О.К. Биологическая активность биосинтезированных наночастиц оксида кобальта в отношении патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):29–31. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-12.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования показывают, что антибактериальные свойства наночастиц (НЧ) оксида кобальта до сих пор остаются малоизученными. Тем не менее известно, что эти НЧ обладают потенциальным антисептическим действием против таких бактерий, как *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas spp.* Более того, НЧ оксида кобальта безопасны для человека, поскольку при концентрации 100 мкг/мл они показали минимальное воздействие на клетки человека в тестах на цитотоксичность (Ma et al., 2022). Размер НЧ также оказывает влияние на их антибактериальную активность, причем более мелкие частицы Co_3O_4 проявляют более сильный ингибирующий эффект по сравнению с крупными.

Таким образом, высокая биологическая активность НЧ при малых концентрациях, а также влияние на этот параметр способа производства, формы и условий их применения представляют актуальную научную задачу.

Биотехнологический подход, использующий в качестве биокатализаторов для синтеза НЧ такие природные компоненты, как бактерии, дрожжи, грибы, водоросли и растительные экстракты, представляет собой альтернативу существующим физико-химическим методам промышленного производства наноматериалов. Этот инновационный метод обладает экономической эффективностью и минимальными затратами на оборудование, а также имеет значительные экологические преимущества, что позволяет называть его зеленым синтезом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Синтез НЧ с помощью экстракта *Cannabis sativa* осуществляли согласно описанной ранее методике (Давыдова и др., 2023), а с помощью каллусных тканей *Ocimum basilicum* – в соответствии с (Gvozdikova et al., 2023).

Активность НЧ Co_3O_4 в отношении выбранных бактерий оценивали, измеряя зоны ингибирования их роста вокруг лунок, в которые вносили различные концентрации НЧ (1, 5 и 10 мг/мл) через сутки инкубации при температуре 37 °С. Также использовали контрольные образцы: К+ и К-, содержащие $\text{Co}(\text{NO}_3)_3$ С=10 мг/мл и водные экстракты растений, используемых в качестве восстановителей при синтезе НЧ. Все опыты были повторены не менее трех раз.

Идентификацию НЧ осуществляли методами спектрофотометрии (Флюорат-02 «Панорама» (Люмэкс, Россия)) и атомно-силовой микроскопии (СММ-2000 (ОАО «Завод Протон-МИЭТ», Россия)) согласно описанной ранее методике (Давыдова и др., 2023).

Для НЧ Co_3O_4 наблюдается характерный максимум поглощения 280 нм для НЧ Co_3O_4 , полученных из *C. sativa*, и 300 нм для НЧ Co_3O_4 , синтезированных из каллусных тканей *O. basilicum*, в диапазоне длин волн 260–340 нм, что аналогично данным из (Dewangga, 2022). По данным атомно-

силовой микроскопии, биосинтезированные НЧ Co_3O_4 имеют размеры от 180 до 360 нм с высотой около 30 нм, преимущественно округлой формы, сгруппированные в кластеры.

Антибактериальную активность НЧ Co_3O_4 оценивали по диаметру зон подавления роста различных культур бактерий в зависимости от используемой концентрации и способа биосинтеза НЧ, что указано в таблице.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что НЧ Co_3O_4 , полученные методом зеленого синтеза, проявили легкое антибактериальное действие против *S. enterica*, *E. coli* и *S. aureus* и наибольшую активность против патогенного микроорганизма *P. aeruginosa* при $C=10$ мг/мл. Эффективность НЧ Co_3O_4 в сравнении с их ионами также при использовании максимальной концентрации увеличилась на 35% для *P. aeruginosa* и *S. enterica*, но лишь на 5–10% для *E. coli* и *S. aureus* (таблица).

Таблица. Зоны подавления бактериального роста НЧ Co_3O_4 , мм

Бактерии	НЧ Co_3O_4 , полученные с помощью <i>C. sativa</i>			НЧ Co_3O_4 , полученные с помощью <i>O. basilicum</i>			Нитрат кобальта (K^+)
	1 мг/мл	5 мг/мл	10 мг/мл	1 мг/мл	5 мг/мл	10 мг/мл	10 мг/мл
<i>S. aureus</i>	$6,5 \pm 0,5$	$8,8 \pm 0,9$	$9,8 \pm 0,6$	$6,5 \pm 0,4$	$8,5 \pm 0,7$	$9,5 \pm 0,8$	$8,8 \pm 0,7$
<i>E. coli</i>	$8,4 \pm 0,7$	$9,0 \pm 0,6$	$10,0 \pm 0,8$	$8,0 \pm 0,8$	$9,3 \pm 0,5$	$10,0 \pm 0,3$	$9,5 \pm 0,6$
<i>S. enterica</i>	$6,3 \pm 0,3$	$7,0 \pm 0,7$	$10,0 \pm 0,2^*$	$6,5 \pm 0,3$	$7,8 \pm 0,6$	$10,3 \pm 0,1^*$	$7,8 \pm 0,4$
<i>P. aeruginosa</i>	$8,8 \pm 0,8$	$12,0 \pm 0,5$	$13,0 \pm 1,0$	$9,0 \pm 0,7$	$11,8 \pm 0,4$	$13,3 \pm 0,5$	$10,3 \pm 0,5$

Примечание: * – $p \leq 0,2$.

Применение экстракта *C. sativa* или каллусных тканей *O. basilicum* в качестве агентов восстановления не привело к выявлению различий в антибактериальной активности и размерах синтезированных наночастиц оксида кобальта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря своим уникальным свойствам, биосинтезированные наночастицы оксида кобальта представляют собой простое и экономичное решение для разработки препаратов антибактериальной терапии.

Исследования выполнены в соответствии с грантом на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технического развития №075-15-2024-550.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Ma Y., Lin W., Ruan Y., Lu H., Fan S., Chen D., Huang Y., Zhang T., Pi J., Xu J.F. Advances of Cobalt Nanomaterials as Anti-Infection Agents, Drug Carriers, and Immunomodulators for Potential Infectious Disease Treatment. *Pharmaceutics*. 2022; 31; 14(11): 2351.

Давыдова О.К., Чмель И.О., Никиян А.Н., Сенаторова Д.Д. Свойства биосинтезированных наночастиц кобальта и оценка их антибактериальной активности. II Всероссийская научно-практическая конференция «Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук». Оренбург. 2023; 192–196. [Davydova O.K., Chmel I.O., Nikiyan A.N., Senatorova D.D. Properties of synthesized cobalt nanoparticles and assessment of their antibacterial activity. II All-Russian scientific and practical Conference "Theory and practice of innovative research in the field of natural sciences". Orenburg. 2023; 192–196. (In Russ.)].

Gvozdkova A.M., Lebedev S.V., Cherednichenko M.Yu., Polivanova O.B. Study of callus cultures of *O. basilicum* Animal Husbandry and Fodder Production. 2023; 106(1): 239–247.

Dewangga O.B. Green synthesis of Co_3O_4 nanoparticles using *Euphorbia heterophylla* L. leaves extract: characterization and photocatalytic activity. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2022.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF BIOSYNTHESIZED NANOPARTICLES OF COBALT OXIDE IN RELATION TO PATHOGENIC AND CONDITIONALLY PATHOGENIC MICROORGANISMS

O.K. Davydova

Orenburg State University,
Pr. Pobedy 13, Orenburg, 460013, Russian Federayion

ABSTRACT. The study examines the effect of toxicity of biosynthesized cobalt oxide nanoparticles depending on their concentration and the reducing agent (plant extract) used in the synthesis on various types of bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella enterica*. The greatest antibacterial effect is expressed against *P. aeruginosa* is shown.

KEYWORDS: cobalt oxide, nanoparticles, green synthesis, microorganisms, antibacterial effect, toxic effect.