



ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
YEREVAN STATE UNIVERSITY

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО
STUDENT SCIENTIFIC SOCIETY

ISSN 1829-4367

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ СНО ЕГУ

COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES OF YSU SSS

1.1 (27)

Естественные и физико-математические науки

(География и геология, информатика и прикладная математика,
биология, химия, фармацевтика, физика и радиопизика)

Natural and Physical-Mathematical Sciences

(Geography and Geology, Informatics and Applied Mathematics,
Biology, Chemistry, Pharmacy, Physics and Radiophysics)

ЕРЕВАН - YEREVAN
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЕГУ - YSU PRESS
2019

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ՈՒՍԱՆՈՂԱԿԱՆ ԳԻՏԱԿԱՆ
ԸՆԿԵՐՈՒԹՅՈՒՆ

ISSN 1829-4367

ԵՊՀ ՈՒԳԸ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

1.1 (27)

Բնական և ֆիզիկամաթեմատիկական գիտություններ

(աշխարհագրություն և երկրաբանություն, ինֆորմատիկա և կիրառական
մաթեմատիկա, կենսաբանություն, քիմիա, ֆարմացիա, ֆիզիկա և ռադիոֆիզիկա)

ԵՐԵՎԱՆ
ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
2019

Հրատարակվում է ԵՊՀ գիտական խորհրդի որոշմամբ
Издаётся по решению Ученого совета ЕГУ
Published by the resolution of the Academic Council of YSU

Խմբագրական խորհուրդ՝

ա.գ.դ., պրոֆ. Թ. Վարդանյան
կ.գ.դ., պրոֆ. Լ. Նավասարդյան
ֆ.մ.գ.դ., պրոֆ. Ռ. Ալավերդյան
ֆ.բ.գ.դ., դոց. Ա. Բալաբեկյան
ֆ.մ.գ.դ., դոց. Ե. Մամասախլիսով
ֆ.մ.գ.դ., դոց. Տ. Հակոբյան
ա.գ.թ., դոց. Ս. Սուվարյան
ա.գ.թ., դոց. Գ. Ալեքսանյան
Ե.գ.թ., դոց. Մ. Գրիգորյան
կ.գ.թ., դոց. Հ. Փանոսյան
տ.գ.թ., դոց. Հ. Հարոյան
ֆ.մ.գ.թ., դոց. Ս. Մխիթարյան
ք.գ.թ., դոց. Ի. Ալեքսանյան
ք.գ.թ., դոց. Ա. Մարտիրոսյան
ֆ.մ.գ.թ., ասիստ. Ա. Մանասեյան
ֆ.մ.գ.թ., ասիստ. Ա. Վարդանյան
ֆ.մ.գ.թ. Մ. Ալեքսանյան
ֆ.մ.գ.թ. Տ. Աբրահամյան

Редакционная коллегия:

д.г.н., проф. Т. Ваданян
д.б.н., проф. Л. Навасардян
д.ф.м.н., проф. Р. Алавердян
д.ф.м.н., доц. А. Балабекян
д.ф.м.н., доц. Е. Мамасакхлисов
д.ф.м.н., доц. Т. Акобян
к.г.н., доц. С. Суварян
к.г.н., доц. Г. Алексанян
к.г.н., доц. М. Григорян
к.б.н., доц. О. Паносян
к.т.н., доц. О. Ароян
к.ф.м.н., доц. С. Мхитарян
к.х.н., доц. И. Алексанян
к.х.н., доц. А. Мартирян
к.ф.м.н., ассист. А. Манаселян
к.ф.м.н., ассист. А. Ваданян
к.ф.м.н. М. Алексанян
к.ф.м.н. Т. Абрамян

Editorial Board

DSc, Prof. T. Vardanyan
DSc, Prof. L. Navasardyan
DSc, Prof. R. Alaverdyan
DSc, Associate Prof. A. Balabekyan
DSc, Associate Prof. Y. Mamasakhlishov
DSc, Associate Prof. T. Hakobyan
PhD, Associate Prof. S. Suvaryan
PhD, Associate Prof. G. Aleksanyan
PhD, Associate Prof. M. Grigoryan
PhD, Associate Prof. H. Panosyan
PhD, Associate Prof. H. Haroyan
PhD, Associate Prof. S. Mkhitaryan
PhD, Associate Prof. I. Aleksanyan
PhD, Associate Prof. A. Martiryan
PhD, Assistant Prof. A. Manaselyan
PhD, Assistant Prof. A. Vardanyan
PhD M. Aleksanyan
PhD T. Abrahamyan

Հրատարակիչ՝ ԵՊՀ հրատարակչություն
Հասցե՝ ՀՀ, ք. Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, (+374 10) 55 55 70, publishing@ysu.am

Հրատարակության նախապատրաստող ստորաբաժանում՝ ԵՊՀ ՈՒԳԸ
Հասցե՝ ՀՀ, ք. Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, (+374 60) 71 01 94,
Էլ. փոստ՝ sss@ysu.am
ԵՊՀ ՈՒԳԸ հրատարակումների կայք՝ www.ssspub.y-su.am.

Тимотина Марина, Арутюнян Ани

РАУ, Институт биомедицины и фармации, студенты бакалавриата

Научный руководитель: к.б.н., доц. Л. Габриелян

Эл. почта: timotina.mar@gmail.com

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА НА РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНОЙ БАКТЕРИИ *Escherichia coli*

В настоящее время большое внимание уделяется разработке перспективных подходов к преодолению резистентности микроорганизмов с использованием альтернативных средств с высокой антибактериальной активностью, в том числе и наночастиц различных металлов [1, 2, 3]. Текущие достижения нанотехнологий позволяют использовать их в самых различных сферах жизнедеятельности, таких, как биотехнология, биомедицина, фармацевтика, пищевая промышленность и так далее. Наночастицы уже применяются в антибактериальном покрытии имплантируемых устройств и медицинских материалов для предотвращения инфицирования и более быстрого заживления ран, в системах доставки антибиотиков и в других сферах.

По размеру наночастицы близки большинству биологических макромолекул [4, 5] а по химической активности превосходят ионы вследствие большой удельной площади поверхности наночастиц в растворах [6]. Было установлено, что наночастицы различных металлов обладают ярко выраженным бактериостатическим или бактерицидным действием [6, 5, 7]. Наиболее актуальными претендентами на роль альтернативы современным антибиотикам являются наночастицы серебра [4, 6]. Они воздействуют на мембраны микроорганизмов, нарушая их жизнедеятельность и вызывая их гибель.

Наночастицы оксида железа (Fe_3O_4) благодаря их парамагнитным свойствам широко используются для целевой доставки лекарств при лечении некоторых видов опухолей в биомедицинских исследованиях [2]. Также данные наночастицы влияют на формирование биопленок различными патогенами [2].

Разные бактерии обладают различной чувствительностью к наночастицам, которая зависит от различных факторов, таких как структура, форма, размер, синтез, тип стабилизатора, структура бактериальной стенки и особенности метаболизма и др. [3]. Именно поэтому исследование антибактериальной активности наночастиц различных металлов представляет определенный интерес.

В нашей работе было исследовано действие наночастиц Fe_3O_4 на параметры роста грамотрицательной бактерии *Escherichia coli* BW 25113 и K-12 при их культивировании в анаэробных условиях.

Объект и методы исследования: В работе использовались штаммы *E. coli* дикого типа BW 25113 и K-12. Наночастицы Fe_3O_4 в концентрации от 50 до 250 мкг/мл

добавляли непосредственно в ростовую среду. За ростом бактерий следили по изменению оптической плотности суспензии с помощью спектрофотометра SP-2000 UV Visible (Ningbo Hinotek Instrument, China) при длине волны 600 нм (ОП₆₀₀). Удельную скорость роста (μ) определяли как частное от деления 0.693 (ln2) на время удвоения ОП в интервале, когда изменение ОП во времени носило линейный характер, и выражали в ч⁻¹: $\mu = 0.693/\tau$, где τ – время удвоения ОП суспензии бактерий. Продолжительность лаг-фазы определяли графически, как время до начала логарифмической фазы. Подсчет жизнеспособных бактерий проводили методом посева соответственно разведенной в определенном объеме бактериальной культуры на плотную питательную среду в чашки Петри. Затем подсчитывали количество сформированных колоний.

Результаты исследования: *E. coli* – хорошо изученная бактерия, которая широко используется в микробиологических и биотехнологических исследованиях, и поэтому может рассматриваться как модельный организм для Грамотрицательных бактерий [7]. Среди *E. coli* встречаются патогенные формы, вызывающие различные заболевания [8].

Обнаружено ингибирующее действие Fe₃O₄ на грамотрицательную бактерию *E. coli* BW 25113 и K-12 (Рис. 1). При этом действие Fe₃O₄ на рост *E. coli* имело концентрационную зависимость. Максимальный ингибирующий эффект был получен при концентрации 250 мкг/мл: удельная скорость роста *E. coli* BW 25113 и K-12 подавлялась примерно в 1.5-2.0 раза, соответственно, что указывает на бактерицидное действие наночастиц (Рис. 1).

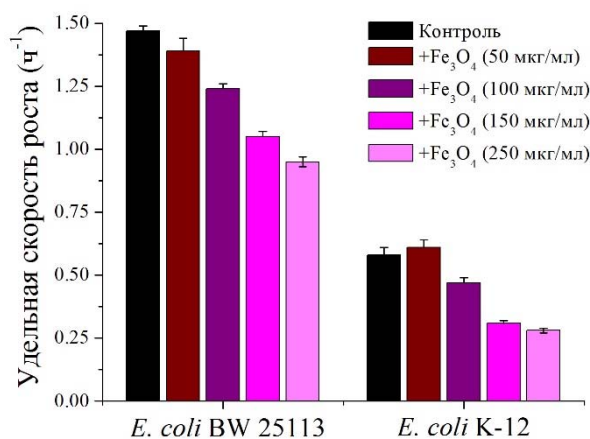


Рис. 1. Влияние различных концентраций наночастиц Fe₃O₄ на удельную скорость роста *E. coli* BW 25113 и K-12.

Предполагается, что причиной ингибирования являются активные формы кислорода вместе с супероксидными радикалами (O²⁻), гидроксидным радикалом (OH[·]) и синглетным кислородом (¹O²), образуемые наночастицами оксида железа Fe₃O₄ [3].

Образование активных форм кислорода происходит в наночастицах оксидов разных металлов, что может привести к окислительному стрессу, повреждению белков, клеточных мембран и ДНК, что является одним из основных механизмов нанотоксичности [3].

Длительность фазы латентного роста (лаг-фазы) значительно возрастала в присутствии наночастиц железа Fe_3O_4 , при этом также наблюдалась концентрационная зависимость (рис. 2). В случае *E. coli* K-12 продолжительность лаг-фазы возрастала в 2.0 раза. Разница в воздействии наночастиц Fe_3O_4 на оба штамма *E. coli* может быть обусловлена метаболическими особенностями используемых бактерий.

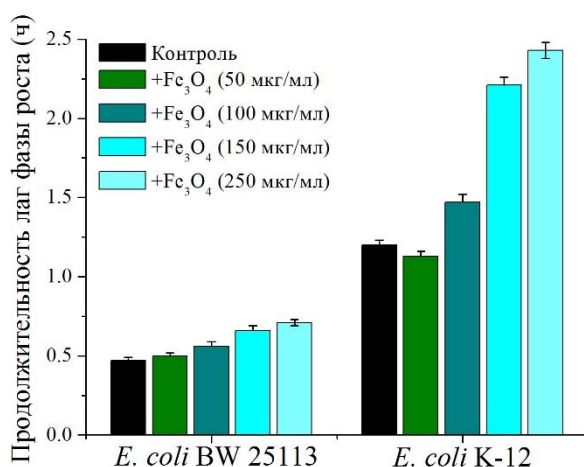


Рис. 2. Влияние различных концентраций наночастиц Fe_3O_4 на продолжительность лаг-фазы роста *E. coli* BW 25113 и K-12.

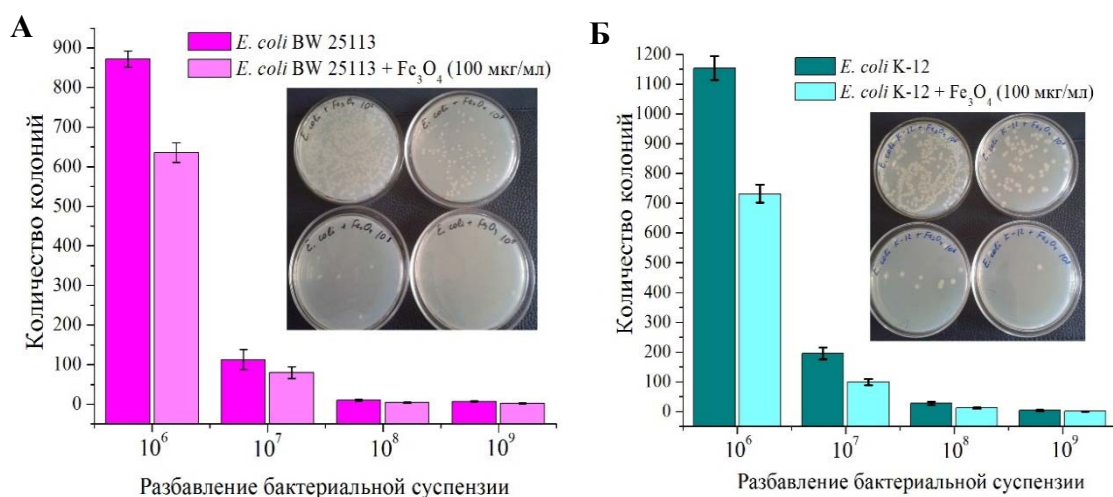


Рис. 3. Количество колоний *E. coli* BW 25113 (А) и K-12 (Б) при выращивании в отсутствие и присутствии 100 мкг/мл наночастиц Fe_3O_4 в зависимости от начального разбавления бактериальной суспензии.

Также было исследовано влияние наночастиц Fe_3O_4 на выживаемость бактерий путем подсчета количества жизнеспособных бактериальных колоний. На рис. 3 показана взаимосвязь между разбавлением бактериальной суспензии и количеством жизнеспособных колоний двух штаммов *E. coli*, выращенных в присутствии и отсутствии 100 мкг/мл наночастиц Fe_3O_4 . В присутствии наночастиц Fe_3O_4 наблюдалось уменьшение количества жизнеспособных колоний в 1.4–2.0 раза (рис. 3).

Таким образом, наночастицы Fe_3O_4 демонстрируют значительную антибактериальную активность против *E. coli*. При этом степень ингибирования зависит от концентрации наночастиц. Ингибирующее воздействие наночастиц Fe_3O_4 может быть обусловлено электростатическими взаимодействиями между бактериальными клетками и наночастицами. Малый размер наночастиц также может способствовать их антибактериальной активности. Наночастицы могут тесно взаимодействовать с бактериальными мембранами, поэтому можно предположить, что инактивация бактерий связана с их проникновением в бактериальную клетку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Seil J. T., Webster T. J.**, Antimicrobial Applications of Nanotechnology: Methods and Literature. *Int J Nanomedicine* 2012, 7, pp. 2767–81.
- [2] **Assa F., Jafarizadeh-Malmiri H., Ajamein H., Anarjan N., Vaghari H., Sayyar Z., Berenjian A.** A Biotechnological Perspective on the Application of Iron Oxide Nanoparticles. *Nano Res.* 2016, 9, pp. 2203–25.
- [3] **Wang L., Hu Ch., Shao L.** The Antimicrobial Activity of Nanoparticles: Present Situation and Prospects for the Future. *Int J Nanomedicine* 2017, 12, 1227–49.
- [4] **Петрицкая Е. Н., Рогаткин Д. А., Русанова Е. В.**, Сравнительная характеристика антибактериального действия препаратов серебра и наносеребра *in vitro*. Альманах Клинической медицины 2016, 44, сс. 221–6.
- [5] **Stankic S., Suman S., Haque F., Vidic J.** Pure and Multi Metal Oxide Nanoparticles: Synthesis, Antibacterial and Cytotoxic Properties. *J Nanobiotechnol* 2016, 14, 73.
- [6] **Morones J. R., Elechiguerra J. L., Camacho A., Holt K., Kouri J. B., Ramírez J. T., Yacaman M. J.**, The Bactericidal Effect of Silver Nanoparticles. *Nanotechnol* 2005, 16, pp. 2346–53.
- [7] **Vardanyan Z., Gevorkyan V., Ananyan M., Vardapetyan H., Trchounian A.**, Effects of Various Heavy Metal Nanoparticles on *Enterococcus hirae* and *Escherichia coli* Growth and Proton-Coupled Membrane Transport. *J Nanobiotechnol* 2015, 13, p. 69.
- [8] **Clements A., Young J. C., Constantinou N., Frankel G.**, Infection Strategies of Enteric Pathogenic *Escherichia coli*. *Gut Microbes* 2012, 3, pp. 71–87.

Тимотина Марина, Арутюнян Ани

**ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА НА РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ
ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНОЙ БАКТЕРИИ *Escherichia coli***

Ключевые слова: наночастицы, *Escherichia coli*, параметры роста, выживаемость.

Исследовано действие наночастиц оксида железа (Fe_3O_4) на рост и выживаемость двух штаммов *Escherichia coli* BW 25113 и K-12. Обнаружено ингибирующее действие Fe_3O_4 на рост бактерий. Возможно, что причиной ингибирования является образование активных форм кислорода, что может привести к окислительному стрессу, повреждению белков и клеточных мембран. Антибактериальная активность наночастиц выражалась также в уменьшении количества жизнеспособных бактериальных колоний.

Տիմոտինա Մարինա, Հարությունյան Անի

**ԵՐԿԱԹԻ ՕՔՍԻԴԻ ՆԱՆՈՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ *Escherichia coli*
ԳՐԱՄՐԱՑԱՍԱԿԱՆ ԲԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ԱՃԻ ԵՎ ԿԵՆՍՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ**

Բանալի բառեր՝ նանոմասնիկներ, *Escherichia coli*, աճման չափանիշներ, կենսունակություն:

Ուսումնասիրվել է երկաթի օքսիդի նանոմասնիկների (Fe_3O_4) ազդեցությունը *Escherichia coli*-ի երկու շտամների՝ BW 25113-ի և K-12-ի աճի և կենսունակության վրա: Հայտնաբերվել է Fe_3O_4 -ի արգելակող ազդեցությունը բակտերիաների աճի վրա: Արգելակման պատճառ կարող է լինել թթվածնի ակտիվ ձևերի առաջացումը, ինչը կարող է հանգեցնել թթվածնային սթրեսի, սպիտակուցների և բջջաթաղանթների վնասմանը: Նանոմասնիկների հակաբակտերիալ ակտիվությունը դրսևորվել է նաև բակտերիաների կենսունակ գաղութների թվի նվազմամբ:

Timotina Marina, Harutyunyan Ani

**EFFECT OF IRON OXIDE NANOPARTICLES ON GROWTH AND SURVIVAL OF GRAM-
NEGATIVE BACTERIA *Escherichia coli***

Key words: nanoparticles, *Escherichia coli*, growth properties, survival.

The effect of iron oxide nanoparticles (Fe_3O_4) on the growth and survival of *Escherichia coli* two strains BW 25113 and K-12 has been investigated. Fe_3O_4 show inhibitory effect on the bacterial growth. The formation of reactive oxygen species, which can lead to oxidative stress, damage of proteins and cell membranes, can be the inhibition reason. Antibacterial activity of nanoparticles has also been revealed in the decrease of the number of bacterial viable colonies.