

УДК 615.281.9

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ЛИЗИНОМ

© Карясова В.А., Языкова М.Ю.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: valeriakaryasova@gmail.com

Серебро и его соединения использовались в течение длительного исторического периода в антибактериальных и терапевтических целях. Однако к 1940-м годам медицинское применение серебра уступило место клиническому использованию антибиотиков [1]. Неконтролируемое использование антибиотиков привело к тому, что устойчивость к ним бактерий стала глобальной проблемой. Практически во всех странах мира фиксируется высокий уровень распространения устойчивых к антибиотикам возбудителей инфекций что приводит к большой нагрузке на систему здравоохранения [2]. Разработка новых препаратов на основе наночастиц серебра, обладающих антибактериальной активностью, но не вызывающих привыкания, позволит получить новый тип раневых покрытий. На антимикробную активность наночастиц серебра влияют концентрация, время, размеры наночастиц и специфические свойства, такие как форма, поверхностный заряд частиц, покрытия. В целом по мере уменьшения размера частиц антибактериальное действие наночастиц серебра значительно увеличивается [3].

Целью данного исследования являлось изучение антибактериальной активности наночастиц серебра, стабилизированных лизином в различных концентрациях ($C = 350$ мкМ; $C = 680$ мкМ; $C = 1400$ мкМ).

Наночастицы серебра получали цитратным методом, стабилизацию проводили во время синтеза частиц [4]. Спектрофотометрическим методом определяли наличие наночастиц в коллоидных растворах. Измерение проводили в видимой области спектра на спектрофотометре Agilent Cary 60 относительно дистиллированной воды при длине волны 395–500 нм.

Для определения формы, размеров и распределения наночастиц использовали сканирующий электронный микроскоп Carl Zeiss Supra 25. Морфология образцов определялась в режиме вторичных электронов SEI.

Изучение антибактериальной активности полученных наночастиц проводили методом диффузии с диска в агар, использовали штаммы микроорганизмов *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 и *Escherichia coli* ATCC 25922. Оценивая размеры появившихся зон ингибирования вокруг образцов после 24 часов инкубирования, определяли эффективность антибактериальной активности наночастиц, стабилизированных различными концентрациями лизина.

В результате исследования было установлено, что наночастицы серебра, стабилизированные лизином в концентрации 680 мкМ, обладают наилучшей антибактериальной активностью (диаметр зон лизиса составлял $17 \pm 0,43$ мм против *E. coli* и $13,5 \pm 0,58$ мм по отношению к *S. aureus*), вероятно, данные эффекты связаны с размером наночастиц. При изучении с помощью сканирующей электронной микроскопии зафиксированы самые маленькие в сравнении с другими концентрациями стабилизатора размеры частиц (30-80 нм). Наночастицы имели сферическую форму.

Наночастицы серебра, стабилизированные лизином в концентрациях 350 мкМ и 1400 мкМ, обладают менее выраженной антибактериальной активностью. По отношению к *E. coli* зона задержки роста составляла $14 \pm 0,82$ мм для наночастиц с концентрацией лизина 350 мкМ; $13,375 \pm 0,63$ мм для наночастиц с концентрацией стабилизатора равной 1400 мкМ. Против *S. aureus* диаметр зон лизиса составил $14 \pm 0,81$ мм при концентрации лизина 350 мкМ; $13,5 \pm 0,4$ мм при концентрации лизина 1400 мкМ.

Библиографический список

1. Zhang X.F. Silver Nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches / X. F. Zhang [et al.] // International journal of molecular sciences. 2016. P. 1534–1623.
2. Zhai Y. Drugging evolution of antibiotic resistance at a regulatory network hub / Y. Zhai [et al.] // Science Advances. 2023. Issue 25. P. 1–10.
3. Agnihotri S., Mukherji S. Size-controlled silver nanoparticles synthesized over the range 5–100 nm using the same protocol and their antibacterial efficacy // Rsc. Adv. 2014. P. 3974–3983.
4. Oprica L. Citrate–silver nanoparticles and their impact on some environmental beneficial fungi / L. Oprica [et al.] // Saudi Journal of Biological Sciences. 2020. P. 3365–3375.