

УДК 546.22/24; 57.083.13

**БИОЦИДНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДА КАДМИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ
МИКРОБНЫМ СИНТЕЗОМ****О.А. Журавлева^{1,2}, В.С. Кулигин^{1,2}, Т.А. Воейкова^{1,2}, В.Г. Дебабов^{1,2}**¹ НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия² НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика, Москва, Россия

Широкое использование антибиотиков привело к появлению мультирезистентных штаммов микроорганизмов, устойчивых ко многим лекарственным препаратам, что представляет опасность для здоровья человека и требует разработки новых высокоэффективных антибактериальных средств защиты. Доказанная способность наночастиц сульфида кадмия (NPsCdS) подавлять рост большого спектра бактерий представляет практический интерес для получения нанокристаллов различными методами и создания на их основе противомикробных агентов направленного действия. Существенное развитие получили исследования микробного синтеза NPsCdS с применением различных видов бактериальных культур, отвечающих за восстановление и стабилизацию наночастиц биоконпонентами, выделяемыми бактериями в процессе формирования биогенных наноструктур [1].

С целью определения биоцидных свойств биогенных наночастиц были синтезированы NPsCdS с использованием бактерии *Bacillus subtilis* 168 и исследованы в качестве ингибиторов роста микроорганизмов различных таксономических групп – грамположительных *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* 168, *Rhodococcus rhodochrous* и грамотрицательных *Escherichia coli* K-12, *Pseudomonas putida*, *Shewanella oneidensis* MR-1.

По разработанной и оптимизированной нами методике [2] были получены NPsCdS/*B. subtilis* 168 сферической формы, имеющие кристаллическую структуру, и размер 5 ± 1 нм. Поверхность биогенных NPsCdS содержит слой белковых молекул, сформированный бактерией *B. subtilis* 168, и имеет отрицательный заряд; гидродинамический диаметр наночастиц варьируется от 200 до 550 нм, величина ζ -потенциала составляет от -20 до -27 мВ.

Антибактериальную активность NPsCdS/*B. subtilis* 168 оценивали методом диффузии в агар по диаметру зоны ингибирования роста исследуемых тест-культур. В толще 0,8 %-агаризованных LBA и ISP сред, содержащих соответствующие тест-штаммы, делали лунки диаметром 8 мм и вносили по 50 мкл водной суспензии NPsCdS (3 мг/мл) и стерильной деионизированной воды в качестве контроля (50 мкл). Чашки Петри с тест-культурами и наночастицами инкубировали при оптимальной температуре жизнедеятельности бактерий (28–37 °C) в течение 24–48 ч.

Была выявлена высокая биоцидная активность NPsCdS/*B. subtilis* 168 в отношении всех заявленных грам (+) бактерий: *B. licheniformis* (28 мм), *B. subtilis* 168 (18 мм), *R. rhodochrous* (16 мм), тогда как среди грам (–) тест-культур восприимчивость к NPsCdS проявил только штамм *P. putida* (16 мм). Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о возможности применения NPsCdS, синтезированных биологическим методом, в качестве антибактериальных агентов нового типа.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–04–00088. Бактериальные штаммы предоставлены НБЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика.

Литература

Grasso G., Zane D. et al. Microbial Nanotechnology: Challenges and Prospects for Green Biocatalytic Synthesis of Nanoscale Materials for Sensoristic and Biomedical Applications // *Nanomaterials*. 2020. 10(1). P. 1–20. DOI 10.3390/nano10010011

Воейкова Т.А., Кожухова Е.И. и др. Микробный синтез наночастиц сульфида кадмия. Влияние бактерий различных видов на характеристики биогенных наночастиц // *Российские нанотехнологии*. 2020. Т. 15. № 2. С. 194–204. DOI 10.1134/S199272232002020X