

**Биологическая активность систем на основе наночастиц фторидов  
редкоземельных металлов**

**Научный руководитель – Зеленихин Павел Валерьевич**

***Шамсутдинов Наиль***

*Студент (магистр)*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт фундаментальной  
медицины и биологии, Кафедра микробиологии, Казань, Россия

*E-mail: michaeldermoon@gmail.com*

Наноматериалы используются в различных областях биомедицины и биологии [1]. Среди огромного количества наноматериалов особое место занимают наночастицы трифторида, легированные редкоземельными элементами, в основном благодаря их превосходной фотостабильности, длительному времени жизни при люминесценции и эмиссии в узком спектре, что очень важно для промышленных и биомедицинских применений [2]. Однако, нанотехнологии могут иметь потенциальную опасность для окружающей среды, людей и других организмов из-за их состава, активности и небольшого размера [3]. Следовательно биологическая активность наночастиц, которые, как ожидается, будут использованы в различных областях, особенно в биомедицине, должна быть тщательно охарактеризована, чтобы гарантировать необходимые физико-химические свойства в сочетании с низкой токсичностью в неиндуцированном состоянии. Также одной из важных задач в современной нанотехнологии является защита наночастиц против их агрегации и адсорбции белка путем покрытия частиц полимерами [4].

1. Плоские наночастицы  $\text{Pr}^{3+}:\text{LaF}_3$  обладали более выраженным концентрационнозависимым цитотоксическим действием на клетки A549 при культивировании в средах RPMI-1640 и Alfa-MEM, но в среде DMEM в диапазоне концентраций 0.01 - 0.5 г/л не обладали цитотоксическим действием на клетки A549 (рис. 1). Наночастицы  $\text{Pr}^{3+}:\text{LaF}_3$  сферической формы обладали незначительным концентрационнозависимым цитотоксическим действием на клетки A549 при культивировании в средах RPMI-1640 и Alfa-MEM, однако индуцировали рост клеток при повышении концентрации наночастиц в среде DMEM (рис. 2).

2. Была установлена способность клеток аденокарциномы легких человека A549 интернализировать плоские и сферические наночастицы  $\text{Pr}^{3+}:\text{LaF}_3$  (CPt = 1%) путем макропиноцитоза в разных условиях культивирования с использованием просвечивающей электронной микроскопии (рис. 3-4). Достоверное превышение бокового светорассеяния клеток наблюдали при инкубировании клеток в присутствии плоских наночастиц в средах RPMI-1640 и DMEM с фетальной сывороткой в течение 10 ч (рис. 5). Изменений параметров бокового светорассеяния клеток при обработке сферическими наночастицами не зафиксировали во всём диапазоне исследованных периодов обработки (2-24 ч) (рис. 6).

3. Наночастицы  $\text{Pr}^{3+}:\text{LaF}_3$  не покрытые полиэфиримидом (ПЭИ) обладали незначительным цитотоксическим действием на клетки A431 в концентрации 1 г/л (жизнеспособность  $87 \pm 4\%$ ) (рис. 7). Наночастицы  $\text{Pr}^{3+}:\text{LaF}_3$  покрытые ПЭИ обладали концентрационнозависимым цитотоксическим действием на клетки A431. Снижение значений показателя жизнеспособности зафиксировано для всего диапазона исследованных концентраций (0.01 - 1 г/л) и достигало  $63 \pm 5\%$  в концентрации 1 г/л (рис. 8).

## Источники и литература

- 1) Lucky, S. S., Nanoparticles in photodynamic therapy [Text] / S. S. Lucky, K. C. Soo, and Y. Zhang // Chemical Reviews, - 2015. - V.115. - P.1990–2042.
- 2) Dong, H., Lanthanide nanoparticles: from design toward bioimaging and therapy [Text]/ H. Dong, S.-R. Du, X.-Y. Zheng // Chemical Reviews. - 2015. - V. 115. - P.10725–10815.
- 3) Zucker, R., Detection of TiO<sub>2</sub> Nanoparticles in Cells by Flow Cytometry. Nanoparticles in Biology and Medicine [Text] / R.M. Zucker, K.M.Daniel // Nanoparticles in Biology and Medicine. 2012. P.497-509.
- 4) Baldim, V., Monophosphonic versus Multiphosphonic Acid Based PEGylated Polymers for Functionalization and Stabilization of Metal (Ce, Fe, Ti, Al) Oxide Nanoparticles in Biological Media [Text] / V. Baldim, N. Bia, A. Graillot, C. Loubat, J. Berret // Advanced Materials Interfaces. – 2019.

## Иллюстрации

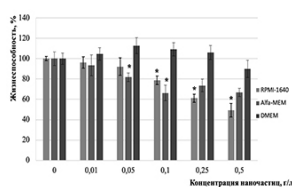


рис. 1

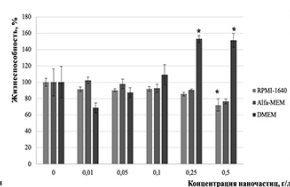


рис. 2

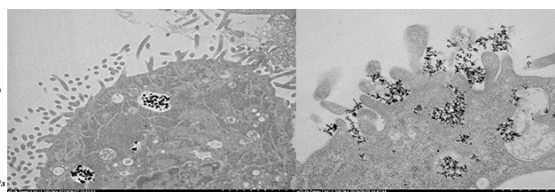


рис. 3

рис. 4

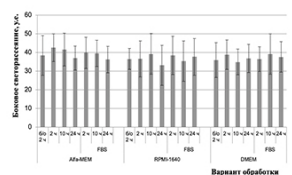


рис. 5

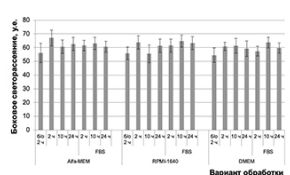


рис. 6

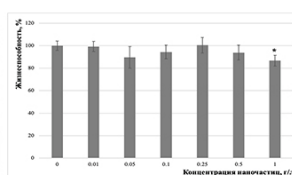


рис. 7

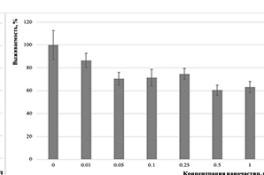


рис. 8

Рис. 1. Наглядное отображение результатов работы