

**Биологическая активность эндоэдрального Gd-содержащего фуллеренола.  
Роль активных форм кислорода в клеточных и ферментативных процессах**

**Научный руководитель – Кудряшева Надежда Степановна**

*Сушко Екатерина Сергеевна*

*Аспирант*

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского  
отделения РАН, Красноярск, Россия

*E-mail: kkovvel@yandex.ru*

Фуллеренолы - водорастворимые биологически активные наночастицы, полигидроксилированные производные фуллеренов, перспективные агенты для разработки лекарственных препаратов. Фуллеренолы, содержащие гадолиний, могут быть перспективными кандидатами для использования в качестве новых контрастных агентов для магнитно-резонансной томографии (МРТ). Наиболее широко используемыми Gd-содержащими соединениями являются гадолиамид, гадопентетат димеглюмин, гадотерат меглюмин и др.; однако есть опасения, что эти вещества могут быть токсичными. Производные металлофуллерена удерживают токсичные ионы  $Gd^{3+}$  в инертной, но прочной углеродной оболочке, предотвращая их высвобождение.

В работе проведен анализ токсичности и антиоксидантной активности эндоэдрального Gd-содержащего фуллеренола с 40-42 кислородсодержащими группами (Gd@F). Для мониторинга токсичности и антиоксидантной активности Gd@F в модельных растворах использовали люминесцентные клеточные и ферментативные биотесты (светящиеся морские бактерии и их ферментативные реакции, соответственно), где главный тестируемый параметр физиологической активности - интенсивность биолюминесценции. Для характеристики токсичности Gd@F определяли эффективные концентрации, ингибирующие биолюминесценцию тестовых систем на 50%. Антиоксидантную активность Gd@F изучали в растворах модельных окислителей (1,4-бензохинона и  $K_3[Fe(CN)_6]$ ); по уменьшению общей и окислительной токсичности растворов рассчитывали коэффициенты детоксикации. Содержание активных форм кислорода (АФК) оценивали в экспериментальных растворах, определяли корреляции с токсичными/антиоксидантными характеристиками.

Gd@F ингибировал биолюминесценцию биотестовых систем при высоких концентрациях ( $>2 \cdot 10^{-1}$  г/л), проявляя меньшую токсичность по сравнению с ранее изученными фуллеренолами [1]. Эффективная активация бактериальной биолюминесценции (до 100%) наблюдалась при воздействии низкой концентрации Gd@F ( $10^{-3}$  г/л -  $2 \cdot 10^{-1}$  г/л). Была изучена антиоксидантная способность фуллеренола Gd@F. Особые биоэффекты Gd@F (низкая токсичность, активация биолюминесценции бактерий низкими концентрациями, эффективная антиоксидантная способность) были объяснены гидрофобными взаимодействиями, сродством к электрону и нарушением баланса АФК в биолюминесцентных системах.

В работе продемонстрирован высокий потенциал люминесцентных биотестов для сравнения токсичности и антиоксидантной активности углеродных наноструктур.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края и Красноярского краевого фонда науки в рамках научных проектов № 18-29-19003; № 20-44-243001.*

**Источники и литература**

- 1) Kovel (Sushko), E.S.; Sachkova, A.S.; Vnukova, N.G.; Churilov, G.N.; Knyazeva, E.M.; Kudryasheva, N.S. Antioxidant activity and toxicity of fullereneols via bioluminescence signaling: Role of oxygen substituents. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 2324.