

## **АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ ЖЕЛЕЗА С КЛЕТОЧНЫМИ МЕМБРАНАМИ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ**

**Фаткуллина Л.Д., Кривандин А.В., Бурлакова Е.Б.**

Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН, Россия;  
119334, Москва, ул. Косыгина, 4; E-mail: bcp-lfat@mail.ru

Известно, что развитая удельная поверхность металлов в нанодисперсном состоянии предопределяет их высокую химическую и каталитическую активность и позволяет использовать их в различных отраслях народного хозяйства, в частности, в медицине и сельском хозяйстве. Клеточные мембраны являются одними из главных мишеней действия металлов на организм. Поэтому существенный интерес представляет изучение особенностей взаимодействия нанопорошков с биологическими модельными системами. В опытах *in vitro* исследовано действие порошка железа на структурное состояние мембран эритроцитов и липосомальных мембран. Поскольку функциональные свойства наночастиц определяются их химическим и фазовым составом, а также формой и размерами частиц, мы провели рентгеновское дифракционное изучение структуры порошка железа. Анализ фазового состава проводили методом Дебая. Использовали рентгеновскую камеру типа «РКД», острофокусную рентгеновскую трубку с молибденовым анодом БСВ25Мо и бета-фильтром из циркониевой фольги, рентгеновский генератор «ИРИС-М3». Оценку степени дисперсности порошка железа проводили по ширине дифракционных линий. Профиль дифракционных линий измеряли от тонких образцов «на просвет» на малоугловом гониометре (“Rigaku”, Япония) при ширине щелей, формирующих рентгеновский пучок, равной 0.1 мм (рентгеновская трубка БСВ25Мо, бета-фильтр из циркониевой фольги). Дифрактограммы регистрировали при помощи линейного позиционно-чувствительного детектора, изготовленного в ОИЯИ (г. Дубна). Результаты анализа наночастиц железа показали, что это чистое железо в  $\alpha$ -форме. Судя по полученной оценке размера кристаллов (~30-40 нм), порошок является весьма мелкодисперсным, что, по-видимому, способствует его эффективному действию *in vivo*. Микровязкость липидного бислоя мембран эритроцитов и липосом при инкубации их с водными суспензиями нанопорошка в разных концентрациях измеряли методом ЭПР-спектроскопии с использованием спиновых зондов, локализующихся в поверхностном липидном слое на разной глубине. Спектры регистрировали на ЭПР-спектрометре ER-200D SRC (Bruker), определяя время вращательной корреляции зонда.

Обнаружено действие наночастиц железа на физико-химическое состояние липидного бислоя клеточных мембран. Эффект зависит от концентрации порошка, времени инкубации с мембранами и от структуры мембран. Полученные результаты крайне актуальны для разработки методов оценки безопасности наночастиц, учитывая ожидаемое широкое распространение наноматериалов в мировом промышленном производстве, и появление рисков как непосредственного контакта людей с нанодисперсными частицами при получении и переработке, так и в результате их возможного накопления в окружающей среде (воздухе, воде, почве).