

Конформационные изменения состояний кверцетина, сопровождающие комплексообразование, определялись по эффекту Оверхаузера. Они показали, что при облучении $H_{[25]}$ или $H_{[27]}$ раствора кверцетина интегральная интенсивность спектральной линии протона $H_{[28]}$ возрастает примерно на 2,8 и 3,2 %, соответственно, с погрешностью 0,2 %. Подобное изменение интенсивности сигнала показывает сближение атомов водорода за счет вращения кольца С вокруг связи $C_{[2]}-C_{[11]}$. При введении в раствор лецитина образуется комплекс цикла С и холиновой группы ФХ, вызывающий торможение этого вращения. При этом в спектрах от протонов $H_{[25]}$ и $H_{[27]}$ возрастание интенсивности сигналов при облучении протона $H_{[28]}$ и наоборот не наблюдается. Исчезновение влияния облучения $H_{[25]}$ или $H_{[27]}$ и наоборот в комплексе качественно подтверждают поворот кольца С относительно плоскости флавоноида вокруг связи $C_{[2]}-C_{[11]}$.

Как следует из того же эффекта, при облучении атома $H_{[29]}$ интенсивность сигналов от ядер $H_{[25]}$, $H_{[27]}$ свободного кверцетина меняется приблизительно одинаково, хотя эти атомы расположены на расстояниях, отличающихся в 1,7 раза, что свидетельствует о достаточно быстром вращении кольца С вокруг связи $C_{[2]}-C_{[11]}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kahl.R., H.Sies*, Protective and Adverse Biological Actions of Phenolic Antioxidants (London, 1991), pp. 245-273.
2. *S.A. van Acker, D.J. van den Berg, M.N. Tromp, D.H. Griffioen, .W.P. van Bennekom, W.J. van der Vijgh, and A. Bast*, Free Radic. Biol. Med. 20(3), 331 (1996).
3. *C.A. Rice-Evans, N.J. Miller, and G. Paganga*, Free Radic. Biol. Med. 20, 933 (1996).
4. *R.T. Davies, I. Moodley*, Pharmacol. Then, 17(3), 279 (1982).
5. *Middleton E. Jr. And Kandaswami, C.* The Impact of Plant Flavonoids on Mammalian Biology: Implications for Immunity, Inflammation and Cancer (London, 1993), pp. 619-652.
6. *F.V. So, N.Guthrie, A.F. Chambers, M. Moussa, and K.K. Carroll*, Nutr. Cancer 26, 167 (1996).
7. *P.G. Pietta*, J. Nat. Prod. 63, 1035 (2000).
8. *Р.С. Насибуллин, Л.В. Спирихин, В.А. Пономарева*, Биофизика, 36(4), 594. 1991.
9. *Р.С. Насибуллин, Т.И. Никитина, Ю.Г. Афанасьева, Т.Р. Насибуллин, Л.В. Спирихин*, Хим.-фарм. Журнал. 36(9), 33. – 2002.
10. *M.P. Allen, D.J. Tidesley*, Computer simulation of loquids, (Clarendon Press, Oxford, 1987).
11. *R.M.C. Dawson*, Biochim, 88(3), 414(1993).
12. *E. Breitmaier, K.H. Spohn*, Tetrahedron, 29(8), 1145 (1973).
13. *R.S. Nasibullin, D.I. Kosareva, L.V. Spirichin*, Biophysics, 5, 761 (2002).
14. *А.В. Иогансен*, Водородная связь. – М., Наука, 1981.

УДК 622

В.В. Поляков, И.Б. Старченко, Г.Ю. Джуплина

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В БИМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Одним из приоритетов технологического развития лидирующих мировых держав в XXI веке является нанотехнология, которая открывает новые возможности для эффективного развития медицины.

Одной из важных составляющих приоритетных исследований в области нанотехнологии и нанонауки является развитие биомедицинского направления, включающего как создание новых лекарственных препаратов и устройств мониторинга, так и применение но-

вых микродиагностических средств, необходимых для своевременной диагностики переходных физиологических процессов и подбора адекватной терапии.

Основные направления исследований в наномедицине представлены на рис. 1.

Наноустройства, наночастицы и наноаналитическое оборудование будут задавать тон в диагностике и медицине будущего. Наномедицина исключит почти все распространенные заболевания двадцатого столетия, боль, увеличит срок жизни человека и расширит наши умственные возможности. Обзор возможностей нанотехнологий в области биоинженерии и медицины представлен ниже [1].

- Гематология и трансфузиология
 - Искусственная кровь
- Геронтология
 - Нанобактерии
 - Митохондриальные ДНК [2]
- Гигиена
 - Антибактериальные покрытия из наночастиц
 - Антибактериальные покрытия из нанотрубок



Рис. 1. Основные направления наномедицины и нанобиологии

- Диагностика [3]
 - Анализаторы влажности кожи
 - Анализаторы дыхания
 - Анализаторы SNP
 - Комфортное 3D-сканирование тела с высоким разрешением
 - Наночастицы и дендромеры в диагностике лучевой болезни
 - Квантовые точки для общей диагностики [3]
 - Адгезивные квантовые точки
 - Компактная видеолупа
 - MRI-диагностика
 - ДНК-диагностика

- Экспресс-анализаторы ДНК
- Звуковая диагностика микрообъектов
- Проводящие нанонити-импланты
- Микрожидкостные системы в диагностике
- Мобильные диагностические комплексы
- Исследование биообъектов с атомарным разрешением
- Системы непрерывного мониторинга
- "Умный" камуфляж с диагностическими функциями
- Доставка лекарств [3]
 - Микророботы
 - Наночастицы
 - Молекулярные комплексы
- Здоровый образ жизни
 - Функциональная одежда
 - Сенсоры функций организма
 - Предотвращение потливости
 - Выделение лекарств и парфюмерии
 - Отражение тепла
 - Бактерицидные свойства
 - Уход за кожей
 - Солнцезащитные кремы на основе наночастиц ZnO
 - Наночапулы в доставке витаминов
 - Измерение влажности кожи
 - Оптимизация структуры кожи
 - Функциональные подушки
- Имплантология и протезирование
 - Биочипы
 - Нейроимпланты
 - Импланты нервной ткани на основе нанотрубок
 - Нейрочипы
 - Искусственная сетчатка
 - Искусственная поджелудочная железа
 - Искусственный хрусталик
 - Искусственное стекловидное тело
 - Нанотрубки-импланты
 - Материалы для протезирования
 - Искусственные ткани
 - Искусственные мышцы
 - Сверхтвердые композиты для протезирования
 - Наноструктурированные поверхности
 - "Умные" материалы
 - Экзоскелеты и искусственные мускулы
 - Мониторинг состояния пациента
 - Кохлеарные импланты
 - Контролируемое или автоматическое введение лекарств
 - Бионические наносистемы
- Кардиология
 - 3D-картографирование сердечно-сосудистой системы
 - Компактные источники питания

- Косметология
 - Модернизация тканей и белков организма
 - Солнцезащитные кремы на основе наночастиц ZnO
 - Нанокapsулы в доставке витаминов
 - Измерение влажности кожи
 - Оптимизация структуры кожи
- Лечение ВИЧ/СПИД
 - Дендримеры
- Медицинские инструменты [3]
 - Микророботы для доставки лекарств
 - Кисть из нанотрубок для очистки артерий
 - Портативные цифровые микроскопы
 - Фрактальные инструменты
 - НЭМС- и МЭМС-маркеры и чипы
 - Микровидеокамеры
 - Микрозонды
- Медицинские материалы
 - Программируемые материалы
 - Твердо-мягкие
 - Прозрачно-поглощающие
 - Отражающе-рассеивающие
 - Электрические свойства
 - Самоорганизующиеся
 - Суперадсорберы
 - Мембраны для разделения газов
- Нейрохирургия
 - Импланты нервной ткани на основе нанотрубок
 - Нейрочипы
 - Нейропротезы
 - Искусственная сетчатка
 - Лазерные наноинструменты
- Наномедицина
 - Моделирование медицинских нанороботов
 - Структура медицинского наноробота
 - Микрофагоциты: искусственные иммунные клетки
 - МЭМС-фагоциты
 - Нанороботы на основе бактериофага T4 [2]
 - Лечащие и дезинфицирующие наноматериалы
- Онкология
 - Наночастицы в радиотерапии и диагностике раковых опухолей
 - Наночастицы в диагностике онкологических заболеваний
 - Лечение рака груди
 - Нанокремний в брахитерапии онкологических заболеваний
 - Вирусы, убивающие раковые клетки
- Офтальмология
 - Искусственная сетчатка
 - Искусственный хрусталик
 - Искусственное стекловидное тело
 - Кохлеарные имплантанты

- Первая помощь
 - Компактные микроаптечки
 - Мобильные диагностические комплексы
 - Системы непрерывного мониторинга
 - "Умный" камуфляж с медицинскими функциями
- Перспективы бессмертия
 - Наноробототехника
 - Крионика
 - Технические носители сознания
- Ревматология
 - Лечебно-профилактические биндажи с наночастицами
- Стоматология
 - Нанокерамика для зубных протезов
- Фармацевтика
 - Быстрорастворимые витамины и препараты
 - Препараты, стабилизированные нанокапсулами
 - Наночастицы серебра как дезинфицирующий агент
 - Нанокремний для доставки лекарств
 - Вирусы для доставки лекарств
 - Фуллерены в качестве медикамента
 - Дендромеры в качестве медикамента
 - Наночастицы
 - Микрокапсулы в доставке лекарств
- Хирургия
 - Наночастицы и нанопокрyтия для хирургических инструментов
 - Лазерные нанoinструменты
 - Пластическая
 - Эндоскопическая
 - Фрактальный робот-хирург
 - Микророботы для малотравматичных операций
- Эндокринология
 - Искусственная поджелудочная железа
- Эпидемиология
 - Биосенсоры
 - Обнаружение бактерий в продуктах питания

Ключевым направлением интеграции медицинских и технических наук является синтез на базе междисциплинарных принципов научных знаний о работе организма как единой целостной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Свидиненко Ю.* Нанотехнологии в медицине. <http://old.nanonewsnet.ru>
2. *Biotechnology : lessons from nature / David S. Goodsell.* 2004 by Wiley-Liss, Inc., Hoboken, New Jersey.
3. *Biological Nanostructures and Applications of Nanostructures in Biology: Electrical, Mechanical, and Optical Properties.* / Edited by Michael A. Stroschio and Mitra Dutta. NY: Kluwer Academic/Plenum Publishers. – 2004.