



ПРЕЗИДІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

31.05.2023

м. Київ

№ 219

Спектроскопічні маркери біологічних молекул та їх застосування в біотехнологіях та медицині: стан і перспективи

Заслухавши та обговоривши доповідь в.о.завідувача відділу фізики біологічних систем Інституту фізики НАН України доктора фізико-математичних наук Г.І.Довбешко «Спектроскопічні маркери біологічних молекул та їх застосування в біотехнологіях та медицині: стан і перспективи», Президія НАН України відзначає, що фундаментальні й прикладні дослідження функціонування різних біологічних молекул є важливим науковим напрямом сучасної біофізики.

Розуміння особливостей структури і динамічної поведінки біологічних молекул та систем під час їх взаємодії, зокрема з наночастинками та наноструктурованими середовищами, має фундаментальне наукове значення для молекулярної біофізики, дає можливість цілеспрямовано впливати на їхні функціонально важливі властивості для подальшого використання у біонанотехнологіях, фармакології, медицині.

У результаті експериментальних та теоретичних досліджень, проведених в Інституті фізики НАН України, виявлено й описано низку фізичних ефектів та механізмів, що пов'язані зі структурними та функціональними переходами в біологічних системах: вплив складу та кривизни мембрани на проходження через неї препаратів та наночастинок, залежність сценаріїв функціонування мітохондрій від температури, структурні та конформаційні переходи в біополімерах, а також розраховано фізичні параметри таких взаємодій.

Для досліджень використано сучасні спектроскопічні експериментальні методики – флуоресценцію, коливальну спектроскопію (інфрачервону і Раманівське розсіювання), нелінійний оптичний метод CARS (когерентне антистоксове раманівське розсіяння), конфокальну оптичну мікроскопію, обчислювальні методи комп'ютерного моделювання (квантово-хімічні розрахунки). Завдяки математичній обробці вдосконалено методи експериментального спектроскопічного та мікроскопічного дослідження, а саме – збільшено

контраст в 10 разів без використання барвників, а також розроблено низку спектроскопічних маркерів для мембран різного складу, мітохондрій, синапсом.

Зазначені методи успішно застосовані на практиці. Так, вивчено морфологічні особливості зрізів патологічних тканин, зокрема для аналізу вторинної структури колагену тканин твердої мозкової оболонки (далі – ТМО) спільно з Державною установою «Інститут нейрохірургії ім.акад.А.П.Ромоданова НАМН України». Вивчено конформаційний склад колагену з регенерувальних тканин ТМО після змодельованої черепно-мозкової травми, здійснено оцінку ефективності використаних методів терапії *in vivo*, визначено кращі біополімерні плівки, які вироблено в Інституті хімії поверхні ім.О.О.Чуйка НАН України, для проведення хірургічних операцій. Отримано кореляцію з даними конфокальної мікроскопії спільно з Інститутом біохімії ім.О.В.Палладіна НАН України.

Досліджено взаємодії різних патологічних клітин, включаючи пухлини та їхні резистентні штами (спільно з Інститутом експериментальної патології, онкології і радіобіології ім.Р.Є.Кавецького НАН України), з наночастинками 2D-BN, 2D-MoS₂, 2D-WS₂, які виготовлено та модифіковано в Інституті фізичної хімії ім.Л.В.Писаржевського НАН України, в комплексі з доксорубіцином. Визначено маркери взаємодії з мембраною та входження в клітину, показано протекторну дію наночастинок 2D-BN (спільно з Інститутом молекулярної біології і генетики НАН України).

Практичне застосування запропонованих підходів також було апробовано під час розроблення фундаментальних засад механізму дії противірусного препарату ремдесивір (використовується при ураженні SARS-CoV-2) і тромболітичного препарату тікагрелор, а також нейрохімічної дії цих препаратів (спільно з Інститутом біохімії ім.О.В.Палладіна НАН України). Встановлено спектроскопічні маркери взаємодії цих препаратів з модельними та реальними мембранами.

Результати згаданих досліджень опубліковано в таких журналах, як RSC Advances, Journal of Raman Spectroscopy, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, FlatChem, Talanta, Biophysical Bulletin, Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics, BBA-Biomembranes, BioEssays, Journal of Experimental & Clinical Cancer Research, Journal of Physical Chemistry A, Nanoscale Research Letters, Scientific Reports.

Інститут фізики НАН України спільно з Фізико-технічним інститутом низьких температур ім.Б.І.Веркіна НАН України з 2009 року проводить традиційну міжнародну конференцію «Нанобіофізика: фундаментальні та прикладні аспекти» й з 2020 року регулярний міжнародний семінар з Інститутом низьких температур та структурних досліджень Польської академії наук.

Основною проблемою у проведенні біофізичних досліджень є нестача сучасного обладнання для дослідження раманівських спектрів біологічних молекул і оптичних систем. В Інституті фізики НАН України питання щодо придбання обладнання частково вирішується за допомогою участі у конкурсах Національного фонду досліджень України, Програми НАТО «Наука заради миру і безпеки», «Горизонт 2020» та ін.

Наукові дослідження за напрямом взаємодії біологічних молекул та надмолекулярних нанорозмірних біологічних систем з наночастинками та ліками потребують поліпшення координації між установами НАН України, Національної академії медичних наук України та Міністерства освіти і науки України.

Зважаючи на актуальність і перспективність представлених результатів, Президія НАН України відзначає, що проведені фундаментальні дослідження довели позитивну роль спектроскопічних маркерів у діагностиці певних захворювань. Для широкого впровадження цих досягнень необхідно виконати значну роботу з розповсюдження знань про цей напрям, внесення отриманих результатів до складу офіційно затверджених лікувальних протоколів і методик. Для виконання цього завдання необхідно залучити університети, зокрема медичні, та установи Національної академії медичних наук України.

Президія НАН України постановляє:

1. Доповідь доктора фізико-математичних наук Г.І.Довбешко «Спектроскопічні маркери біологічних молекул та їх застосування в біотехнологіях та медицині: стан і перспективи» взяти до відома.

2. Вважати фундаментальні та прикладні дослідження біологічних молекул та надмолекулярних нанорозмірних біологічних систем фізичними методами одними із пріоритетних напрямів досліджень, що виконуються в Інституті фізики НАН України.

3. Інституту фізики НАН України:

3.1. У червні 2023 року організувати підготовку та подання конкурсної заявки на грантову підтримку в межах Програми НАТО «Наука заради миру і безпеки» для активізації біофізичних досліджень в установі.

3.2. Протягом місяця подати до Відділення фізики і астрономії НАН України пропозиції щодо поліпшення координації наукових досліджень з іншими установами НАН України, НАМН України та МОН України за напрямом дослідження взаємодії біологічних молекул та надмолекулярних нанорозмірних біологічних систем з наночастинками та ліками.

3.3. Спільно з Фізико-технічним інститутом низьких температур ім.Б.І.Веркіна НАН України у жовтні 2023 року провести Міжнародну наукову конференцію «Нанобіофізика: фундаментальні та прикладні аспекти».

3.4. До кінця 2023 року подати до Відділення фізики і астрономії НАН України пропозиції щодо оновлення експериментального обладнання для спектрального та люмінесцентного аналізу досліджуваних біологічних макромолекул та надмолекулярних нанорозмірних біологічних систем.

3.5. Активізувати заходи з впровадження методів спектрального аналізу для широкого кола завдань біології, медицини, біонанотехнологій.

4. Контроль за виконанням цієї постанови покласти на Відділення фізики і астрономії НАН України та Науково-організаційний відділ Президії НАН України.

Президент
Національної академії наук України
академік НАН України

Анатолій ЗАГОРОДНІЙ

В.о.головного вченого секретаря
Національної академії наук України
академік НАН України



Вячеслав БОГДАНОВ