

## 4<sup>TH</sup> GERMAN-UKRAINIAN SYMPOSIUM «PHYSICS AND CHEMISTRY OF NANOSTRUCTURES AND NANOBIOTECHNOLOGY» (September 18–20, Ilmenau, Germany)

Сьогодні на передній фронт розвитку біології та медицини вийшли дослідження з використання нанорозмірних матеріалів і нанобіотехнологій. Нанобіотехнологія — це маніпулювання фізико-хімічними та біологічними властивостями живої і неживої речовини на молекулярному рівні. Вона докорінно змінює спосіб нашого мислення, розмиває межі між фізикою, хімією і біологією. У цьому контексті варто згадати слова відомого Нобелівського лауреата Р. Фейнмана, сказані ним ще 1959 р.: «Якщо не вистачає розуму, тоді для зручності розділимо цей всесвіт на частини — фізику, біологію, астрономію і т. д. Пам'ятайте, що природа їх не знає». Очікується, що в нинішньому столітті нанобіотехнологія відіграватиме важливу роль у генній терапії та клітинній інженерії, створенні високоселективних ліків і біосенсорів, пошуку нових клітинних біомаркерів. Діагностика, лікування і профілактика найпоширеніших захворювань, розробка фармацевтичних засобів з метою збереження і покращення здоров'я людини, що неможливо без цілеспрямованого використання біосумісних і нетоксичних наноматеріалів, є пріоритетними напрямками наукових досліджень в галузі нанобіотехнологій.

Саме обговоренню одержаних результатів із синтезу наноструктур, дослідження їхніх фізико-хімічних властивостей та біосумісності, практичного використання у різноманітних нанотехнологіях, обміну знаннями й творчими ідеями, розширенню та налагодженню нових наукових зв'язків був присвячений черговий 4-й Українсько-німецький симпозиум з фізики і хімії наноструктур та нанобіотехнології. Він відбувся 18–20 вересня 2012 р. у Технічному університеті Ілменау в м. Ілменау (ФРН) за фінансової підтримки німецької наукової фундації DFG (Німецьке дослідницьке товариство), STCU (Український науково-технологічний центр) та вищезгаданого німецького університету. У ньому брали участь понад 100 учасників з різних університетів та академічних інститутів України, ФРН, Польщі, Латвії і Росії. Варто відзначити широку представницьку географію українських дослідників: Київ, Харків, Суми, Донецьк, Крим та Львів. Серед них значна частина — це молоді науковці, аспіранти і студенти. З доповідями щодо останніх досягнень у галузі нанонаук виступили також відомі українські та іноземні фахівці. Більшість представлених робіт були результатом спільних досліджень українських і німецьких учених. Так, в рамках тісної кооперації з хіміками Технічного університету Ілменау та біохіміками і біофізиками Київського національного університету імені Тараса Шевченка було запропоновано технологію використання фулеренів  $C_{60}$  для фотодинамічної терапії злоякісних пухлин, про що детально розповіла у своїй доповіді проф. **О. П. Матишевська**. Коротко її суть полягає в тому, що ці наноструктури здатні, з одного боку, проникати крізь мембрану пухлинних клітин, накопичуватися всередині і, таким чином, слугувати носіями лікарських препаратів. З іншого боку, під дією нешкідливого для організму короткотривалого опромінення у видимій ділянці світла вони генерують активні форми кисню, які інтенсифікують незворотні окисні ушкодження клітин пухлини.



Директор Інституту біохімії ім. О. В. Палладіна НАНУ академік НАНУ **С. В. Комісаренко** зробив доповідь «Біобезпека і прогрес у сучасній біології та в нанотехнологіях». Доповідач, зокрема, зупинився на найбільш яскравих прикладах успіхів, що їх досягнуто в біологічних науках. Серед таких успіхів — розшифрування геномів тисяч і тисяч організмів за рахунок впровадження найшвидших секвенаторів нуклеїнових кислот та розвитку біоінформатики, коли геном людини можна секвенувати за один день; відкриття механізмів репрограмування соматичних клітин; поява синтетичної та системної біології; управління процесами сигналіngu та синтезу протеїнів у клітинах; розроблення методів цілеспрямованого доставляння лікарських препаратів до клітин-мішеней і селективної маніпуляції з імунною та нервовою системами



тварин і людини; створення біологічних продуцентів енергії тощо. Ці досягнення вже найближчим часом можуть стати (та, власне, вже стають) основою для персоналізованої медицини, для сучасних біотехнологій, створення діагностичних засобів і ліків нового покоління. Проте, поруч з очевидними позитивними можливостями використання успіхів сучасної біології на благо людства існують також потенційні негативні можливості зі створення загроз біологічного походження. Більшість країн світу є учасниками Конвенції із заборони біологічної зброї (КБЗ), яка повністю забороняє розроблення, виробництво та збереження біологічної зброї. Існує загальна думка, що у можливих конфліктах між країнами використання біологічної зброї є малоімовірним. Водночас можливим і вкрай небезпечним є свідоме (зі злого метою чи для біотероризму) чи несвідоме створення загроз біологічного походження, або неефективна боротьба зі спонтанним виникненням біоагроз. До таких біоагроз належать, передусім, нові (емерджентні) або реемерджентні інфекційні захворювання. Такими також є неконтрольовані конструкції (зокрема нанобіоматеріали), що впливають на нервову чи імунну систему людини або тварин, змінюють чутливість організмів до вакцин, бактерій - до антибіотиків, впливають на поведінку або пам'ять людини тощо. Як приклади досліджень, що знаходяться на межі можливих біоагроз (так званих досліджень «подвійного» використання), можна назвати відтворення вченими у 2005 р. вірусу грипу H1N1 «іспанки», який у 1918–1921 роках «вбив» близько 50 млн. людей, хімічний синтез вірусу поліомієліту в 2006 р. і, нарешті, лабораторне створення в Нідерландах і США у 2011 р. таких мутантів пташиного грипу H5N1, який може передаватися від людини до людини. Лектор нагадав, що пташиний грип H5N1 був надзвичайно летальним (до 60%) для людей, які захворіли після контакту із зараженими птахами, але, на щастя, не переносився від людини до людини. Вибухоподібно і малоконтрольовано зростає у світі кількість молодих «гаражних» біоінженерів та синтетичних біологів, які можуть відносно легко створювати важливі біологічні конструкції для фармацевтичної промисловості, але, водночас, і можливі небезпечні «біоагенти». Тому питання біоетики, розповсюдження знань і практик з біобезпеки та біозахисту є вкрай важливим завданням для вчених у сфері «наук про життя» і, зокрема, у нанобіотехнологіях.



Проф. **З. З. Зіман** продемонстрував деякі результати плідної співпраці між фізиками Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та хіміками університету Дюйсбург-Ессена, зокрема щодо одержання за допомогою мікрохвильового опромінення наночастинок фосфатів кальцію з наперед визначеними фізико-хімічними властивостями, створення на їх основі функціоналізованих колоїдів для практичного застосування у біомедичних цілях, зокрема для інактивації генів, локального транспортування ліків та аналізу зображення.

Проф. **Р. С. Стойка** (Інститут біології клітини НАН України) у своїй пленарній лекції розповів про створення спільно з ученими-хіміками Національного університету «Львівська політехніка» нових полімерних нанорозмірних систем для доставки ліків. Їх використання дозволяє приблизно в 10 разів знизити діючу концентрацію високотоксичних протипухлинних препаратів зі збереженням цілеспрямованої біологічної дії щодо пухлинних клітин як *in vitro*, так і в експериментальних тварин зі злоякісною пухлиною. Він також навів дані щодо подолання механізму множинної резистентності до ліків у пухлинних клітин людини за умови дії на такі клітини протипухлинним препаратом, інкапсульованим у новий полімерний носій.



Проф. **О. Г. Мінченко** (Інститут біохімії ім. О. В. Палладіна НАНУ) представив дані стосовно молекулярних механізмів дії різних за своєю природою наночастинок — фулеренів  $C_{60}$  та оксиду церію — на клітини головного мозку — астроцити на рівні експресії генів ключових регуляторних факторів, які переконливо свідчать про вплив цих сполук на метаболічні процеси у гліальних клітинах. Доведено, що біологічна дія фулеренів  $C_{60}$  на астроцити супроводжується посиленням проліферативних процесів шляхом індукції транскрипційного фактора E2F8 і протеїну 2, що зв'язується з інсуліноподібним фактором росту (IGFBP2), а також різким пригніченням генів, які кодують синтез низькомолекулярного протеїну теплового шоку HSPB8, відповідального за правильне з'єднання протеїнів, фактора 1, що посилює утворення колоній пре-В-клітин (PBEF) і 17- $\beta$ -оксистероїд-дегідрогенази-2 (HSD17B2). Інкубація астроцитів з наночастинками оксиду церію призводить до пригнічення експресії біль-



шості досліджуваних генів і має виражений дозозалежний характер. Отримані результати переконливо свідчать про необхідність детального вивчення токсичного ефекту цих наноструктур перед можливим використанням їх у медицині.

Досить цікаво і гаряче у науковому плані пройшла сесія молодих науковців і студентів під керівництвом віце-президента НАНУ, академіка **А. Г. Наумовця**, академіка-секретаря Відділення біохімії, фізіології і молекулярної біології НАНУ, академіка **С. В. Комісаренка** та директора Інституту хімії і біотехнології Технічного університету Ілменау проф. **У. Ріттера**, які разом з учасниками симпозиуму аналізували позитиви і негативи стрімкого розвитку новітніх нанотехнологій та пов'язані з ними проблеми біобезпеки. Двоє молодих українських учених з Києва та Харкова (серед них особливо приємно відзначити наукового співробітника Інституту біохімії ім. О. В. Палладіна **Д. Мінченка**) і двоє студентів з Києва та Криму (серед них слід відзначити магістра ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка **А. Михайлову**) були удостоєні



дипломів Міжнародної академії рейтингових технологій і соціології «Золота фортуна», грошової премії та цінних подарунків за найкращі усні доповіді. Нерідко наукові дискусії тривали і допізна, і під час перерви засідань та прогулянок мальовничим і затишним містечком Ілменау з його незабутньою вежею Гете, екскурсії до історичного міста Веймара — батьківщини Баха, Гете і Шіллера. Чуйне ставлення і щедра гостинність господарів Технічного університету Ілменау на чолі з його ректором проф. **П. Шарфом** сприяли високому творчому піднесенню учасників симпозиуму.

Швидко промайнув час престижного наукового зібрання. Підсумовуючи його наукові результати, можна впевнено сказати, що «нано» — той вимір, який відкриває перед ученими надмалий світ для надвеликого поля досліджень. Це стимулює українських дослідників до продовження взаємовигідної і плідної співпраці з німецькими колегами в галузі нанонаук. До побачення Ілменау, Німеччина, — до зустрічі Львів, Україна, у 2014 році!



**Юрій Прилуцький**,  
професор ННЦ «Інститут біології»  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка,  
співголова локального наукового комітету симпозиуму