

НАУЧНЫЕ СБОРЫ

Химия за пределами молекулы

С 29 июня по 3 июля в Выставочном центре новосибирского Академгородка проходила Первая международная конференция «Супрамолекулярная химия в материаловедении и науках о жизни», организованная Институтом химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН при участии Института неорганической химии СО РАН им. А.В. Николаева. На мероприятие собралось более шестидесяти российских и зарубежных исследователей.

Впервые термин «супрамолекулярная химия» был введен около тридцати лет назад французским химиком, лауреатом Нобелевской премии Жаном-Мари Леном. Ему же принадлежит высказывание: «Подобно тому, как существует область молекулярной химии, основанной на ковалентных связях, имеется и область супрамолекулярной химии — химии молекулярных ансамблей и межмолекулярных связей... Супрамолекулярная химия — это химия за пределами молекулы...». В последующие годы эта молодая междисциплинарная наука развивалась стремительными темпами.

Данная отрасль науки включает химические, физические и биологические аспекты рассмотрения более сложных, чем молекулы, химических систем, связанных в единое целое посредством межмолекулярных (нековалентных) взаимодействий. Ее объектами являются супрамолекулярные ансамбли, строящиеся самопроизвольно из комплементарных (имеющих геометрическое и химическое соответствие) фрагментов, подобно самопроизвольной сборке сложнейших пространственных структур в живой природе. Одна из фундаментальных проблем супрамолекулярной химии — направленное конструирование таких ансамблей, т.е. создание из молекулярных «строительных блоков» высокоупорядоченных супрамолекулярных соединений с заданной структурой и свойствами по принципу «ключ-замок». Супрамолекулярные образования характеризуются специфическим пространственным расположением своих компонентов, т.е. своей «архитектурой» или супраструктурой, с которой часто связывают их уникальные физико-химические свойства, а также типами межмолекулярных взаимодействий, удерживающих компоненты вместе.

Этот раздел химии открывает путь к получению новых материалов с неожиданными свойствами, имеющих большое значение для развития нанотехнологий, новых типов лекарств. Главные достижения в супрамолекулярной химии и наиболее перспективные области ее использования связаны с процессами молекулярного распознавания и образования новых структур за счет самосборки и самоорганизации — процессами, наиболее ярко проявляющимися в живой природе, которая является неиссякаемым источником идей для создания функциональных супрамолекулярных систем. Поняв тонкую структуру природных супрамолекулярных ансамблей и механизмы их функционирования, можно регулировать ключевые внутриклеточные процессы (например, считывание информации с ДНК, ее передачу и обработку, распознавание и связывание субстратов и др.). Нарушения в работе супрамолекулярных систем, отвечающих за нормальное протекание этих процессов, приводят к различным патологиям или даже к гибели клетки, поэтому исследование таких систем имеет принципиальное значение для разработки подходов к лечению целого ряда заболеваний, включая злокачественные опухоли.

Рассказывает председатель Организа-

ционного комитета конференции, лауреат Государственной премии РФ, д.х.н., профессор, заведующая лабораторией структуры и функции рибосом **Г.Г. Карпова**:

— В нашей стране о супрамолекулярной химии заговорили в 2001 году; в это же время Институтом неорганической химии была проведена конференция по данной тематике, а в рамках Летней школы при НГУ состоялась школа-конференция под названием «Горячие точки супрамолекулярной химии», посвященная этой, тогда еще новой, стремительно развивающейся междисциплинарной области знания. Тогда говорили о необходимости развития зарождающегося в России направления, введения спецкурса для студентов госуниверситета. Ведь результаты исследований могут использоваться достаточно широко — от молекулярной электроники и сталелитейного производства до фармацевтической химии и моделирования биологических процессов. В этом году, почти десять лет спустя, на конференции в Новосибирске собрались шестидесять пять исследователей: из Франции — «родины» супрамолекулярной химии (самая представительная делегация — 12 человек, как химики, так и биологи), Англии, Украины и России (Новосибирск, Москва, Казань, где супрамолекулярная химия наиболее развита). Место проведения научного форума выбрано не случайно, ведь в Академгородке работают ведущие ученые в области органической, неорганической химии и молекулярной биологии.

И не зря только что прошедшее научное мероприятие называлось «Супрамолекулярная химия в материаловедении и науках о жизни». Во-первых, материаловедение... Это, как известно, междисциплинарный раздел науки, который изучает изменение свойств материалов (структура вещества, его электронные, термические, химические и прочие свойства) в зависимости от некоторых факторов — как в твердом, так и в жидком состоянии. А знание структуры и свойств материалов приводит к созданию принципиально новых продуктов и даже отраслей. Данные, полученные учеными-материаловедами, используются и в классических отраслях для расширения ассортимента продукции, повышения безопасности, понижения стоимости производства. При изготовлении наукоемких изделий в промышленности, при работе с объектами микро- и наноразмеров необходимо иметь детальные представления о характеристиках, свойствах и строении материалов. За «химическую часть» на нашей конференции отвечал Институт неорганической химии СО РАН им. А.В. Николаева, в частности, его директор В.П. Федин, который входил в состав Программного комитета. В своем докладе В.П. Федин говорил о новых материалах на основе металл-органических координационных полимеров, обладающих стереоселективностью, которые могут быть использованы для разделения и очистки лекарственных препаратов и других биологически активных веществ. Интересную лекцию прочитал Мир Вайс Хоссейни (Фран-

ция), ученик Жана-Мари Лена. Он рассказал о так называемых молекулярных моторах на основе порфирина и его производных, представляющих интерес для нанотехнологии. Следует также отметить доклад В.И. Кальченко (Украина), который был посвящен азото-, серо- и фосфоросодержащим каликсаренам — высокоселективным рецепторам молекул и ионов, приближающимся по свойствам к природным ферментам, и перспективам их использования для извлечения радионуклидов и формирования наночастиц, а также в биомедицинских исследованиях.

Что касается «соприкосновения» супрамолекулярной химии и наук о жизни, перспективы здесь многоплановые и очень обнадеживающие, хотя исследования пока ведутся чисто фундаментальные. Например, зная механизмы работы супрамолекулярной белоксинтезирующей бионасосной клетки человека — рибосомы, можно регулировать биосинтез белка в клетках и разрабатывать противовирусные препараты, мишенями для которых могут служить рибосомные белки, формирующие участок связывания вирусной РНК на начальном этапе инициации ее трансляции. Супрамолекулярные комплексы нуклеиновых кислот могут быть использованы для доставки в клетку лекарств, используемых для лечения онкологических и других заболеваний. С докладом, посвященным использованию супрамолекулярных комплексов на основе синтетических коротких фрагментов нуклеиновых кислот — олигонуклеотидов и их производных в качестве средств диагностики и прототипов лекарственных препаратов направленного действия, на конференции выступил директор ИХБФМ СО РАН академик В.В. Власов.

На конференции было представлено много других интересных докладов. Например, сообщение нашего французского коллеги Алена Кроля, который рассказывал о драматических различиях в структуре РНК из мозга человека и шимпанзе. Обнаружилось, что у человека вторичная структура РНК содержит «шпильку», которой нет в РНК шимпанзе. Предполагается, что наличие этой «шпильки» имеет принципиальное значение в более сложной организации мозга человека и, возможно, отвечает за его разум. Из других докладов хотела бы отметить выступление член-корр. РАН О.А. Донцовой из МГУ им. М.В. Ломоносова, а также доклады сотрудников ИХБФМ СО РАН член-корр. РАН О.И. Лаврик и д.х.н. Д.М. Грайфера. О.А. Донцова рассказывала об исследованиях, касающихся механизма работы теломеразы — рибонуклеопротеидного комплекса, отвечающего за поддержание нормальной длины теломер (специализированных концевых районов линейной хромосомной ДНК, необходимых для поддержания метаболизма ДНК). Несмотря на то, что на сегодняшний день установлена связь между активностью теломеразы, раковым ростом и старением клеток, механизм функционирования теломеразы остается во многом неясным. Знания об этом механизме необходимы для разработки подходов к избирательному подавлению активности теломеразы в опухолевых клетках, приводящему к их гибели.

Лекция О.И. Лаврика посвящена изучению тонкой структуры супрамолекулярной машины, отвечающей за исправление повреждений в ДНК (репарацию) и, следовательно, за стабильность генома. Ею были представлены новые данные о роли определенных клеточных белков в узнавании поврежденных оснований ДНК и в организации ее пространственной структуры, оптимальной для протекания процесса репарации. Д.М. Грайфер рассказывал о результатах исследования тонкой структуры ключевого функционального центра рибосомы человека, где происходит декодирование генетической информации. Оказалось, что имеются существенные различия в устройстве этого центра в рибосомах человека и простейших организмов (бактерий). В организацию декодирующего центра в рибосомах человека вовлечен фрагмент одного из рибосомных белков, который не имеет гомологичной последовательности аминокислот в бактериальных рибосомных белках. Такая особенность



строения декодирующего центра в рибосомах человека, по-видимому, связана с более сложной и многоуровневой системой регуляции биосинтеза белка у млекопитающих. Эукариот-специфичный фрагмент рибосомного белка в декодирующем центре рибосомы может служить мишенью для регуляторных факторов, влияющих на скорость, точность и эффективность трансляции матричной РНК (мРНК).

При подготовке международной конференции мы ставили перед собой цель — собрать вместе химиков, биологов и материаловеда, которые применяют супрамолекулярную химию для разработки новых функциональных материалов. И я считаю, что цель эта была достигнута. Более того (и это огромное достижение прошедшей конференции), все мы работали в одной аудитории, не было разделения на химиков и биологов, благодаря чему участники получили возможность послушать все доклады, изучить новые направления и расширить свои представления о супрамолекулярной химии. Зарубежные и российские коллеги уже заинтересовались некоторыми работами нашего института, в частности, лабораторией биохимии нуклеиновых кислот (зав. лаб. д.б.н. М.А. Зенкова), лабораторией химии РНК (зав. лаб. к.х.н. А.Г. Веняминова) и моей лаборатории, основное направление которой связано с изучением рибосом человека. Возникло много новых контактов. Второй позитивный момент — активное участие в конференции молодых ученых (около 25%) — ими были представлены как устные выступления, так и постерные сообщения. Очень важно для начинающего исследователя познакомиться с учеными мирового уровня, узнать из первых рук, как развивается супрамолекулярная химия.

В кулуарах конференции мы встретились с некоторыми из участников научного форума и попросили их представить темы, которыми они занимаются, а также объяснить, в чем заключается значимость изучаемых проблем.

