

Ученые получили нефтепродукты из пластикового мусора

Красноярские ученые предложили новый экологичный способ переработки пластиковых отходов в углеводородное сырье для нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Результаты исследования опубликованы в журнале *AIP Conference Proceedings*.

Загрязнение окружающей среды пластиком — одна из глобальных экологических проблем. Захоранивать или сжигать такие отходы неэкологично и энергозатратно. Вторичная переработка пластика не может продолжаться вечно, ведь в конце концов он осмолается и становится мусором. На этом фоне перспективной выглядит альтернатива преобразовывать пластиковые отходы в другие сырьевые продукты.

Ученые ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» и университетов Красноярска предложили новый метод переработки полимерных отходов в углеводородное сырье. Эта технология может стать альтернативным источником углеводородов, а полученные на выходе продукты — использоваться как топливо или сырье в нефтехимических процессах.

«Углехимические технологии часто кажутся грязными и неэкологичными, но на сегодняшний день возможно сжигать уголь без выбрасывания многих тонн пыли в воздух. Если уголь сжигать не до углекислого газа и воды, то получаемые полезные продукты: метан,

монооксид углерода и водород, можно использовать в различных химических процессах производства углеводородов, топлива и смазочных материалов. По сути, из угля можно получать все те же самые продукты, что и из нефти, но сегодня его в основном используют именно для полного сжигания с целью получения энергии. Однако даже в этом случае полезные продукты сгорания угля можно направить для различных производственных задач. В нашем крае имеются высочайшие компетенции в этой отрасли, которые мы решили применить и показали возможность переработки полимерных отходов с использованием углехимических методов», — рассказал ведущий инженер отдела молекулярной электроники ФИЦ КНЦ СО РАН, доцент Сибирского федерального университета кандидат технических наук **Михаил Максимович Симунин**.

При нагревании полимеры разрушаются до соединений с более короткой молекулярной цепью. Ученые воспользовались этим свойством и разложили полимеры низкотемпературным сжиганием в буроугольном

газе, что привело к их переработке в углеводородное сырье. В итоге вместо сожженного пластика ученые получали различные виды углеводородов, которые перспективны для нефтехимических процессов.

При пиролизе отходов образовывался как синтез-газ, состоящий преимущественно из углеводородов не длиннее пентана, так и газойлевый конденсат. Такой синтетический газ можно в дальнейшем использовать в качестве топлива для производства электроэнергии или пара, а также для производства водорода. Конденсат может быть применен для обычных процессов в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, в частности для изготовления первичных полимеров.

«Изначально перед нами стояла задача синтеза из мусора углеродных нанотрубок — перспективного наноматериала. Нанотрубки мы, конечно, получили, но в виде побочного продукта был и странный конденсат. Оказалось, что он сильно похож на нефтепродукт. При сжигании бурого угля методом обратного дутья на фронте горения при высокой

температуре он вступает в реакцию с газифицирующим агентом — воздухом, что приводит к получению синтез-газа, который содержит, помимо обычных углекислого газа и воды, водород и метан. Если в такой газовой среде начать нагревать полимерные отходы из алифатических полимеров, например полиэтилен или полипропилен, то при их пиролизе оборванные участки полимеров пассивируются компонентами синтез-газа, а не соединяются между собой, зацкливаясь и образуя опасные ароматические соединения. Получается, что при разогреве до 500 °С молекулы перерабатываемых пластиковых отходов разламываются на более короткие алифатические соединения — алканы», — рассказал инженер отдела молекулярной электроники ФИЦ КНЦ СО РАН, сотрудник Сибирского государственного университета науки и технологии им. ак. М. Ф. Решетнёва **Дмитрий Юрьевич Чирков**.

Группа научных коммуникаций
ФИЦ СО РАН

Шли за лучшей жизнью: новые факты популяционной истории бурых медведей

Ученые Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН реконструировали и впервые сравнили митохондриальные ДНК древних и современных бурых медведей Западной Сибири. Полученные в ходе исследования данные подтвердили теорию о нескольких волнах миграции животных в плейстоцене. Статья о работе опубликована в *Biological Journal of the Linnean Society*.

Бурые медведи — одни из крупнейших наземных хищников нашей планеты. Представители этого вида играют важную роль в пищевой цепи. Они участвуют в регуляции численности других млекопитающих, но в то же время сами испытывают угрозу со стороны охотников. Обитающие в Сибири и на Дальнем Востоке бурые медведи составляют единую популяцию и в отличие от европейских собратьев по-прежнему остаются практически неизученными.

Как отмечает младший научный сотрудник лаборатории цитогенетики животных ИМКБ СО РАН **Анна Сергеевна Молодцева**, в проведении исследований институту помогли группы российских и иностранных ученых. Первые предоставили кости 19 современных медведей из Якутии, Томской области, Хабаровского края и других регионов страны, а вторые занимались расшифровкой их ДНК. «В нашей лаборатории мы занимались только древними образцами. Дело в том, что процесс получения генома из таких объектов сопряжен с высокой вероятностью контаминации, происходящей из-за попадания в помещение элементов более свежих и качественных ДНК», — подчеркивает Анна Молодцева. Чтобы избавиться от лишней примесей, в том числе обусловленных взаимодействием человека с материалами, специалисты работают в специализированном боксе с соблюдением протокола аутентичности.

Использование сотрудниками ИМКБ СО РАН молекулярных методов в дополнение к морфологическому анализу позволило достоверно определить все необходимые параметры. «Мы получили кости древних бурых и малых пещерных медведей, обитавших на территории Сибири 4,5–40 тысяч лет назад», — рассказывает Анна Сергеевна. — По внешним признакам каждый объект

соответствовал прикрепленной к нему бирке с указанием вида, но после изучения генетического материала оказалось, что все останки, в общем-то, принадлежат бурым медведям».

Собрать полную последовательность митохондриальных ДНК древних организмов очень сложно, так как под воздействием внешних факторов она фрагментируется и накапливает замены (ошибки). Тем не менее ученые института добились сборки на уровне 90 %. Для этого была задействована методика обогащения генома, предполагающая создание специального зонда и наработку ДНК на современном образце. Последняя используется как магнит для комплементарных фрагментов ДНК ископаемого объекта. В результате получают раствор, содержащий на порядок больше целевых фрагментов, что существенно удешевляет сборку полного генома.

После проведения секвенирования и обработки информации на сервере ИМКБ СО РАН специалисты сравнили древних и современных сибирских, дальневосточных, европейских и японских медведей. Всего было рассмотрено около 300 геномов, в число которых, помимо 23 впервые реконструированных последовательностей, вошли уже известные ДНК, хранящиеся в открытой базе генетических данных. Анна Молодцева рассказывает: «Цель всей нашей работы заключается в поиске потомков медведей, обитавших в Сибири много лет назад, и в определении траектории их перемещений по земному шару». Например, признаки одного из сибирских образцов возрастом порядка 40 тысяч лет позволили отнести его к кладе (группе организмов, обладающих общим предком) За2, характерной для Центрального Хоккайдо. По словам исследовательницы, этот результат согласуется с историей кли-



Кости медведей с рек Чик и Чумыш

матических изменений: «Примерно 75 тысяч лет назад, во время ледникового периода, изменился уровень Мирового океана, вследствие чего открылся сухопутный коридор между материком и островами. В поисках лучших условий для жизни животные расселились за пределы континента и попали на территорию Японии». Из 19 ДНК современных медведей, проанализированных учеными, 2 оказались максимально близки геному представителей популяции Восточного Хоккайдо и медведя из Денисовой пещеры. Это говорит о том, что среди особей вида, обитающих сегодня в Сибири, всё еще встречаются такие, которые похожи на своих древних предков.

Несмотря на ценность информации о митохондриальной ДНК, ее недостаточно для получения ответов на многие вопросы. Анна Сергеевна отмечает: чтобы обнаружить новые факты популяционной истории вида, нужно изучать ядерные геномы. В частности, их реконструкция позволит выявить причи-

ну схожести митохондриальных последовательностей бурых и древних медведей. Помимо этого, сотрудники института планируют восстановить родословную малых пещерных медведей.

Молекулярные исследования ИМКБ СО РАН могут найти практическое применение в качестве средства определения территориальной принадлежности тех или иных групп животных и отдельных особей, что будет полезно для борьбы с браконьерством. Их результаты также расскажут о процессах, происходящих на Земле в периоды неблагоприятных климатических условий. Анна Молодцева подчеркивает: все генетические последовательности, найденные сотрудниками института, загружены в единую базу данных, поэтому любой человек сможет задействовать их в будущих научных работах.

Дмитрий Медведев,
студент отделения журналистики ГИ НГУ
Фото предоставлено Анной Молодцевой