

Как появилась корова

Международная команда ученых определила генетические механизмы эволюции жвачных животных от оленька до крупного рогатого скота с помощью выявления перестроек в горячих точках хромосом. Статья об этом опубликована в журнале *Genome Research*, относящемся к первому кварталу.

Метод позволил установить, как происходила хромосомная перестройка у жвачных, — другими словами, как менялись гены в горячих точках (так называются участки хромосом, которые в ходе эволюции подвергаются трансформации, в отличие от холодных точек, сохраняющих блоки генов в нетронутым виде). Выяснилось, что эти изменения влияют на регуляцию целых групп физиологически важных генов, в частности отвечающих за пищеварение, которое является характерным для всего под-

отряда жвачных, принадлежащих к отряду парнокопытных, и отличает их от других животных.

«У жвачных животных сложная система пищеварения, которая стала такой в процессе эволюции. Известно, что предки всех млекопитающих — насекомоядные, имеющие много общего с хищниками. Еду они практически не пережевывают, переваривают очень быстро, поэтому питаться им надо часто. У жвачных процесс пищеварения гораздо более длительный, желудок состоит из четырех отделов, и переваривание происходит в четыре этапа. Хотя, вероятно, и жвачные животные когда-то питались тем, что бегает. И сегодня в Юго-Восточной Азии обитает олень — самое маленькое и самое древнее жвачное животное в мире — он ест крабов, мышей. В новости, которая вышла недавно, к хищникам причислили кабаргу, но она, несмотря на наличие клыков, пита-

ется исключительно растительной пищей, в частности листьями и мхом», — рассказывает соавтор статьи, руководитель научного направления Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН доктор биологических наук **Александр Сергеевич Графодатский**. Под его руководством геномы парнокопытных в новосибирском Академгородке начали изучать почти 40 лет назад.

Сегодня для исследования геномов в ИМКБ СО РАН используют метод хромосомной живописи (ZooFISH). Он получил такое название из-за того, что хромосомы окрашиваются флуорохромами — красителями, способными светиться в ультрафиолетовом или синем излучении. Это делается, чтобы сравнивать участки хромосом у разных видов и определять, какие из них в процессе эволюции остались неизменными, а какие подверглись перестройке. Метод в совокупности с данными секвенирования и биоинформа-

тики, полученными за рубежом, позволил с большой точностью определить хромосомные перестройки важнейших для эволюции представителей китопарнокопытных, к которым относятся и жвачные животные. Были исследованы хромосомы альпаки, серого кита, яванского оленя, сибирской кабарги, жирафа, лани, сибирской косули, черной антилопы, овцебыка и коровы.

«Мы получили крайне интересные результаты, многие из них еще ждут своего подтверждения, в частности есть основания предполагать, что те же хромосомные перестройки, которые ответственны за изменения типа пищеварения, связаны и с особенностями деторождения», — отмечает Александр Графодатский.

Работа выполняется при поддержке гранта РНФ № 16-14-10009.

Александра Федосеева

Эксперты ИТЭР выбрали материал для защиты от потока термоядерных нейтронов в реакторе

Ученые Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН предложили защищать конструкции токамака ИТЭР (ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor) от потока термоядерных нейтронов с помощью керамики из карбида бора. Разные типы керамики были исследованы на экспериментальных стендах института, после чего отчет об экспериментах был рассмотрен и утвержден экспертами ИТЭР. Результаты исследования выложены в базу данных ИТЭР.

Международный экспериментальный термоядерный реактор ИТЭР, призванный продемонстрировать возможность использования термоядерной энергии в промышленных масштабах, будет содержать более миллиона элементов, 25 из них — диагностические порт-плаги. Для примера: экваториальный порт-плаг — это 45-тонная конструкция, которая, с одной стороны, защищает оборудование от потока нейтронов и снижает радиационный фон в зонах, требующих доступа специалистов, а с другой — содержит различные диагностические системы для контроля параметров плазмы, то есть имеет выходы в горячую область реактора.

Стандартный способ радиационной защиты в реакторах (железобетонный) по различным показателям в данном случае не подходит. Для защиты оборудования от нейтронов ИЯФ СО РАН предложил альтернативный способ — использование керамики из карбида бора.

Старший научный сотрудник ИЯФ СО РАН кандидат физико-математических наук **Андрей Алексеевич Шошин** отметил, что железобетонный способ защиты, используемый в реакторах деления, не подходит для проекта ИТЭР из-за строгих ограничений по весу всей конструкции. «Нам был нужен очень легкий материал, — пояснил он, — который эффективно захватывает как горячие нейтроны, рожденные в результате термоядерных реакций, так и медленные, рассеянные затем на элементах конструкций. Материалом, отвечающим всем требованиям, оказался бор. Точнее, одно из его самых легких соединений — карбид бора. Чтобы предложить использование керамики из карбида бора в проекте ИТЭР, мы провели элементный анализ, показавший, что материал не содержит запрещенных примесей, и доказали, что его можно использовать в вакууме».

Исследования керамики из карбида бора проводились в вакуумной лаборато-

рии ИЯФ СО РАН. Научный сотрудник ИЯФ СО РАН кандидат технических наук **Алексей Михайлович Семёнов** отметил, что материал, используемый для нейтронной защиты, будет находиться в вакууме, получение которого зависит не только от средств откачки, но также и от того, как газ выделяется веществом. «Чтобы показать, как керамика из карбида бора ведет себя в вакууме, — сказал он, — мы проводили опыты по измерению коэффициента термического газоотделения для двух ее видов — горячепрессованной и свободнопеченной. Новизна экспериментов в том, что этот материал никто и никогда не использовал в вакуумных технологиях (только для создания бронезилов). Вакуумные свойства керамики из карбида бора были малоизучены».

После проведения опытов с данным материалом ученые ИЯФ СО РАН представили отчет в головную организацию проекта ИТЭР, которая утвердила керамику из карбида бора как материал для нейтронной защиты.

«Будкерский институт принимает участие во многих международных научных проектах, — прокомментировал руководитель диагностического департамента ИТЭР **Майкл Уолш**. — ИТЭР — не исключение. Перед специалистами из Новосибирска стояла задача — изучить материал, способный обеспечить эффективную радиационную защиту и снизить радиационный фон, при этом не утяжелив конструкцию токамака».

Керамика из карбида бора, отметил Майкл Уолш, будет использоваться в условиях высокого вакуума, поэтому для корректных результатов ученым нужно было решить сложную физическую задачу — измерить коэффициент термического газоотделения карбида бора. «С ней наши коллеги блестяще справились, — сказал Марк Уолш. — Следующая задача — разработать технологию производства керамики из карбида бора для ИТЭР, которая позволит наращивать материал в больших объемах по разумной стоимости. Для ИТЭР ключевыми характеристиками при выборе материала были малый вес и способность эффективно поглощать нейтроны. Но керамика из карбида бора может использоваться и в других областях: например, в ядерной промышленности как поглотитель нейтронов, в аэрокосмической отрасли, которой необходимы новые композитные материалы с металлической матрицей, на производствах, где требуются сверхпрочные конструкции».

Пресс-служба ИЯФ СО РАН

Ученые исследуют генетическое разнообразие народов Сибири

На протяжении десятилетий специалисты ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» самостоятельно и в составе международных научных коллективов изучают генетическое разнообразие народов Сибири. Последние результаты, касающиеся народов самодийской группы, опубликованы в журнале *American Journal of Human Biology*.

Самодийские языки относятся к уральской языковой семье и делятся, в свою очередь, на две ветви. К народам северной ветви относятся ненцы, энцы, а также нганасаны, живущие на полуострове Таймыр. Южная представлена селькупам, ареал которых доходит до Южной Сибири. Образ жизни этих народов (несмотря на языковую общность) разный: одни занимаются оленеводством, другие — преимущественно охотники и рыболовы. Как показали последние исследования, генетические корни у них тоже разные.

В своей работе ученые применили новый подход, когда изучению подвергалась не только митохондриальная ДНК, но и аутосомные маркеры однонуклеотидного полиморфизма (SNP). В исследовании было задействовано большое число образцов ДНК из 27 современных популяций и из 6 древних популяций (археологические культуры Сибири). Всё это позволило воссоздать более полную картину взаимодействия этносов при заселении ими территории Сибири.

Надо отметить, что в этом процессе в разные эпохи участвовали различные этнические группы. Если говорить о современных народах, то, к примеру, буряты генетически близки к монголам, телеуты — к тюркоязычным популяциям Центральной Азии, ханты — к селькупам, а нганасаны формируют отдельный кластер, близкий к эвенкам, юкагирам и корякам.

В целом, отмечают ученые, для сибирских этносов характерно высокое генетическое разнообразие, что можно объяснить в том числе эндогамией и дрейфом генов, возникающих в небольших изолированных популяциях. В результате некоторые народы Сибири (нганасаны, эвенки, юкагиры и коряки), по-видимому, не испытали в своей истории заметного смешения с другими сибирскими популяциями. Другие же, напротив, хранят следы множественных смешений, чаще всего с предками нганасан или эвенков.

Проведенное исследование помога-

ет решить вопрос о происхождении современных самодийских народов, уточняя гипотезу о том, что они являются потомками коренных палеолитических популяций, которые были ассимилированы древними самодийскими племенами, пришедшими из Южной Сибири в середине первого тысячелетия н. э.

«Нганасаны, вероятно, являются прямыми потомками палеолитической популяции охотников на диких северных оленей, жившей на территории Таймыра уже несколько тысячелетий, которая затем была ассимилирована пришлыми самодийцами, — отмечает заведующая лабораторией популяционной этногенетики ФИЦ ИЦИГ СО РАН кандидат биологических наук **Людмила Павловна Осипова**. — Их язык и материальная культура предполагают также доисторические контакты с популяциями тунгусов и юкагиров».

Тундровые и лесные ненцы — потомки того же аборигенного племени, от которого происходят нганасаны, плюс значительный генетический вклад внесли самодийские племена. А вот у селькупов несколько другая генетическая история, они хранят в своем генофонде существенную долю южных самодийских племен.

Полученные результаты имеют значение не только для изучения истории заселения Сибири человеком. Генетическое родство подразумевает и наличие генетических особенностей, возникающих у популяции в ходе адаптации к условиям проживания. В случае с Сибирью речь идет о достаточно экстремальных природно-климатических условиях, в которых тем не менее в настоящее время живут миллионы людей.

Вполне естественно, что по мере освоения этих огромных и нужных экономике страны территорий всё больше интереса вызывает опыт этносов, за тысячелетия приспособившихся к проживанию на них. Эта адаптация нашла отражение не только в обычаях и традициях этих народов, но и в их генофонде. Понимание этнической истории заселения Сибири позволяет лучше определять участки генома, ставшие адаптационным ответом популяции на вызовы окружающего мира. Авторы исследования нашли в геномах популяций Сибири множественные адаптации к низким температурам, сезонным колебаниям освещенности и ограниченным ресурсам пищи. Теперь эти находки стали материалом для дальнейших научных исследований.

Пресс-служба ФИЦ ИЦИГ СО РАН