«Жевательная резинка» из березового дегтя как источник древней ДНК

Древний геном человека ученые выделили из березового дегтя с отпечатками зубов, найденного на датском острове. 5700 лет назад его жевала женщина, принадлежавшая к племени западных охотников-собирателей, вероятно, с темным оттенком кожи, темными волосами и голубыми глазами. В метагеноме генетики также нашли ДНК некоторых бактерий из микробиоты ее ротовой полости.

Палеогенетикам удалось выделить ДНК из совершенно неожиданного материала – кусочка березового дегтя, который наши предки использовали в качестве «жевательной резинки». Статья с результатами этой работы опубликована в журнале Nature Communications. По результатам секвенирования человеческого генома ученые выяснили, что он принадлежал женщине, которая генетически относилась к группе западных охотников-собирателей и, предположительно, имела типичную для них внешность. Они также прочитали геномы некоторых бактерий ее ротовой полости.

Березовой деготь, как было показано, люди использовали в качестве скрепляющего материала еще с мезолита, его часто находят при археологических раскопках в Скандинавии. Видимые на нем следы зубов говорят о том, что деготь жевали перед употреблением, чтобы сделать более мягким. Вероятно, жевали еще и в гигиенических целях вместо чистки зубов – содержащийся в березе бетулин обладает свойствами антисептика. Кусочек березового дегтя, найденный при раскопках в Силтхольме (Sylthоlm) на датском острове Лолланн (Lolland) в Балтийском море, также хранил отпечатки зубов. Его возраст по радиоуглеродной датировке был определен в 5858 – 5661 лет. Тот факт, что это именно березовый деготь, был подтвержден химическим анализом. Ну а затем генетики попытались извлечь из него ДНК, и им это удалось.

Из прочитанных 390 миллионов «ридов» треть оказались принадлежащими геному человека. Путем реконструкции фрагментов человеческой ДНК ученые секвенировали ядерный геном с покрытием 2,3x. Митохондриальный геном прочитали с покрытием 91x и отнесли его к гаплогруппе K1e. Соотношение фрагментов X и Y хромосом показало, что геном принадлежал женщине.

Ученые исследовали геном женщины из Силтхольма по 593 102 SNP в контексте других изученных древних геномов и современных геномов и провели анализ главных компонент. График PCA показывает, что в генетическом пространстве геном из Силтхолма (оранжевый ромб) расположился в группе западных охотников-собирателей (WHG).

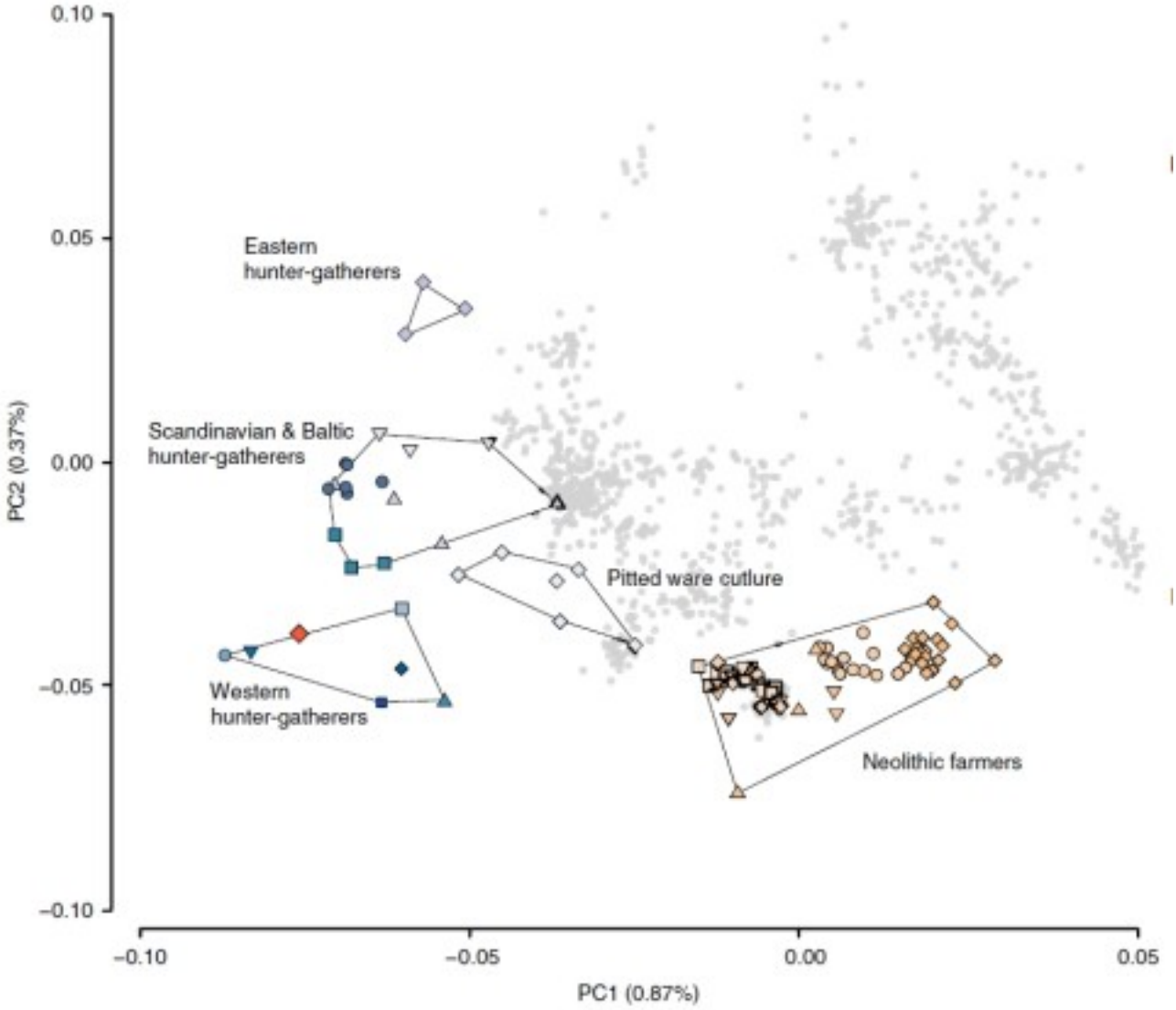
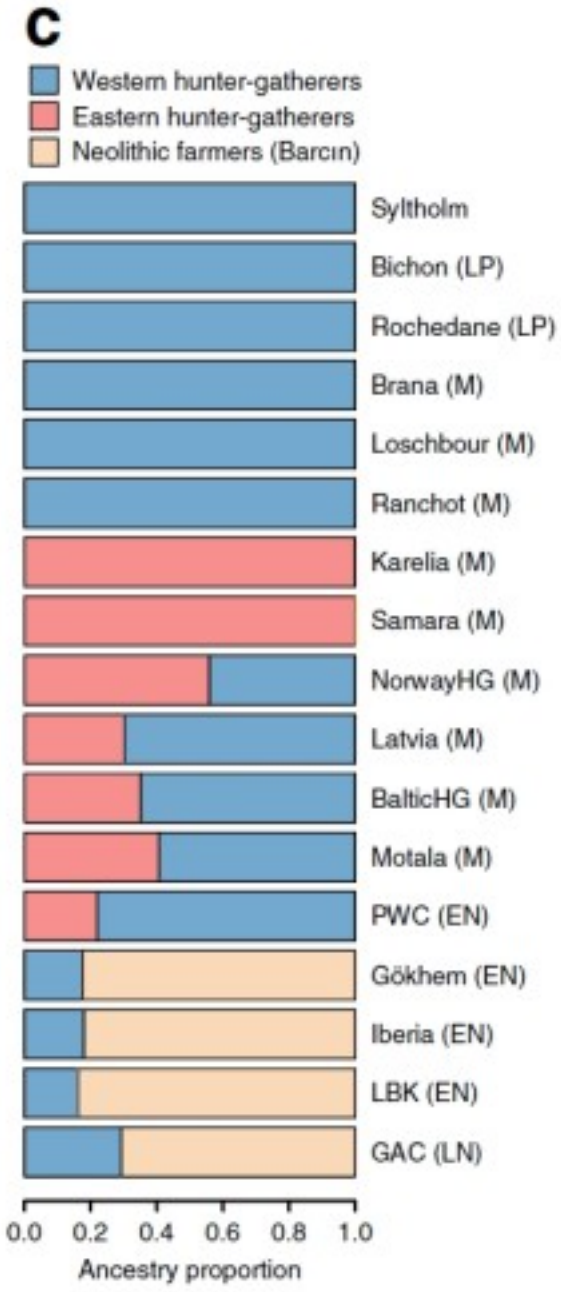


График анализа главных компонент, включающий более 100 ранее изученных древних геномов охотников-собирателей и неолитических земледельцев. Геном из Силтхольма показан оранжевым ромбом. Современные геномы обозначены серыми точками.

Анализ соотношения предковых компонентов по методу qpAdm показал, что геном из Силтхольма целиком состоит из компонента западных охотников-собирателей без примеси восточных охотников-собирателей, которая имеется в других скандинавских геномах этого периода.



Результаты анализа предковых компонентов по методу qpAdm. Показаны компоненты западных охотников-собирателей (голубой), восточных охотников-собирателей (розовый) и неолитических земледельцев (желтый).

Для того, чтобы определить вероятный внешний облик женщины, авторы использовали 41 SNP, включенные в панель HIrisPlex-S, специфичную для предсказания цвета волос, глаз и кожи. Судя по результату, предположительно, у женщины был темный оттенок кожи, темно-коричневые волосы и голубые глаза. Как было показано ранее, такой тип внешности был распространен среди европейских охотников-собирателей. Аллели светлого фенотипа кожи и волос в то время еще не распространились на север Европы. Генетики также не нашли у женщины мутацию, которая обеспечивает способность усваивать лактозу. Эта мутация получила эволюционное преимущество и стала широко распространяться уже вследствие перехода к производящему хозяйству и появления молочного скотоводства.

Авторы проанализировали и извлеченную из березового дегтя ДНК, не принадлежащую человеку. Для этого они использовали базу MetaPhlan2, предназначенную для анализа метагеномов, и базу проекта Human Microbiome Project (HMP). Из найденных микробных геномов большая часть принадлежала типичным бактериям ротовой полости, таким как *Neisseria subflava* и *Rothia mucilaginosa*. Несколько бактерий принадлежало к группе, вызывающей заболевания периодонта. Было найдено также несколько видов стрептококков, а также фрагменты ДНК вируса Эпштейна-Барр.

В дегте также содержалась ДНК животного и растительного происхождения. Помимо обнаруженной, как и следовало ожидать, ДНК березы, генетики выделили еще ДНК лещины (лесного ореха) и утки кряквы. По последним можно составить

представление о рационе женщины из Силтхольма.

Такой экзотический материал впервые послужил источником для анализа древней ДНК. Полученные результаты вдохновили ученых, и они посчитали его перспективным для палеогенетических исследований, особенно тогда, когда в их распоряжении нет костных останков.

текст Надежды Маркиной

Источник:

Theis Z.T. Jensen et al. A 5700 year-old human genome and oral microbiome from chewed birch pitch // *Nature Communications.* (2019) 10:5520 | https://doi.org/10.1038/s41467-019-13549-9