

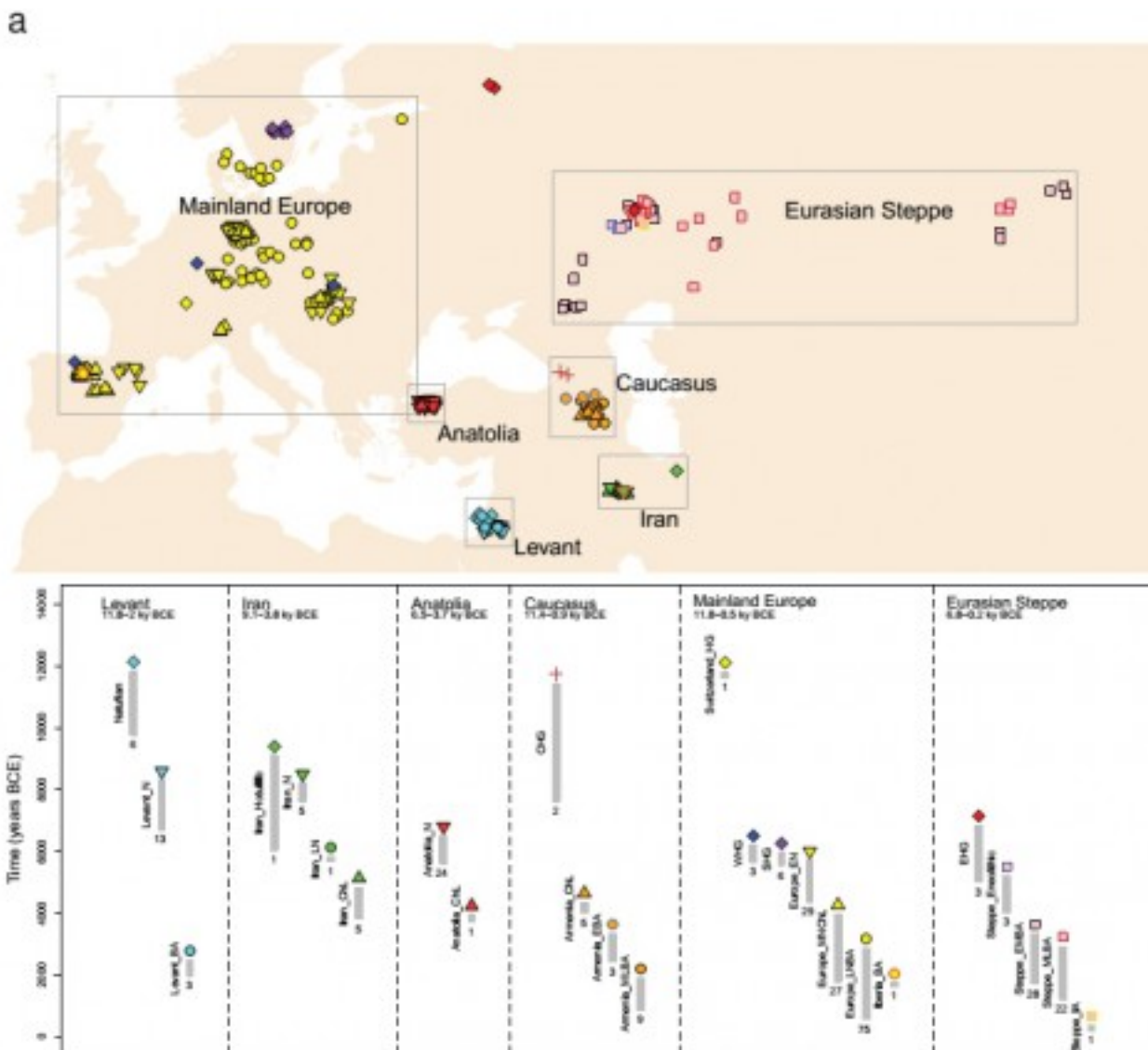
Генетика первых земледельцев и их влияние на население Европы и Азии

Анализ древней ДНК с Ближнего Востока показал, что большой вклад в генофонд первых ближневосточных земледельцев внесла древняя линия базальных евразийцев; что в пределах Ближнего Востока популяции земледельцев генетически различались по регионам, и между охотниками-собираателями и первыми земледельцами в каждом регионе имела генетическая преемственность. Авторы также проследили вклад ближневосточных земледельцев в формирование более поздних популяций Европы и Азии.

Люди начали заниматься земледелием около 10-9 тыс. лет до н.э. (то есть, 12-11 тыс. лет назад), на Ближнем Востоке, а в течение следующих пяти тысячелетий земледелие распространялось по Западной Евразии и за ее пределы. В какой степени движение аграрных технологий сопровождалось движением генов и каков вклад первых ближневосточных земледельцев в популяции Европы и Азии последующих исторических эпох — эти вопросы до сих пор не имеют однозначных ответов. Одна из причин — плохая сохранность ДНК в человеческих останках с Ближнего Востока из-за жаркого климата.

Большой шаг в этом направлении сделан в статье команды Дэвида Райха (David Reich), первый автор статьи Иосиф Лазаридис (Iosif Lazaridis), [опубликованной на сайте препринтов](#). Авторам удалось провести широкогеномный анализ 44 образцов древней ДНК с Ближнего Востока. На основе своих данных они описали генетическую структуру ранних ближневосточных земледельцев и их влияние на более поздние популяции.

Образцы, которые изучили авторы статьи, были найдены на территории Южного Кавказа (Армения), северо-западной Анатолии (Турция), Ирана и южного Леванта (Израиль и Иордания), их возраст находился в пределах 12 – 1,4 тыс. лет до н.э. Среди них были представители натуфийской культуры эпипалеолита из пещеры Raqefet в Леванте (12-9,5 тыс. лет до н.э.), мезолитический образец из пещеры Хоту в Иране (9,1-8,6 тыс. лет до н.э.), ранние земледельцы, проживавшие в горах Загрос на западе Ирана (8,2-7,6 тыс. лет до н.э.), представители позднего неолита (4,8 – 3,7 тыс. лет до н.э.) и бронзового века (3,35 – 1,4 тыс. лет до н.э.). На рисунке они представлены вместе с другими, опубликованными ранее, образцами древней ДНК, внизу показано их распределение по шкале времени.



Образцы древней ДНК, изученные в статье и опубликованные данные по древней ДНК (всего 281 образец). Вверху – расположение образцов на карте, внизу – положение образцов из разных регионов на временной шкале.

Широкогеномный (в пределах всего генома) анализ 44 ближневосточных образцов включал около 173 тысяч точек однонуклеотидного полиморфизма (SNP). Вместе с ранее опубликованными данными авторы получили базу данных по ДНК 281 древних индивидов. Древние геномы они проанализировали вместе с 2583 современными геномами, в работе использовали анализ главных компонент (PCA), метод ADMIXTURE (состав спектра предковых популяций) и f3-анализ.

Авторы намеревались ответить на шесть вопросов:

- 1) Каков вклад в генофонд древних ближневосточных земледельцев внесла популяция базальных евразийцев? Базальные евразийцы — это гипотетическая древняя линия, отделившаяся от прочих неафриканских популяций еще до разделения западноевразийской и восточноазиатской ветвей.
- 2) Были ли первые ближневосточные земледельцы единой гомогенной популяцией или они отличались по регионам?
- 3) Имелась ли генетическая преемственность между поздними охотниками-собираателями и ранними земледельцами или же последние вытеснили первых?
- 4) Каков генетический вклад ранних ближневосточных земледельцев в более поздние популяции Ближнего Востока?
- 5) Каков генетический вклад ранних ближневосточных земледельцев в более поздние популяции материковой Европы, евразийских степей и популяций вне Западной Евразии?
- 6) Позволят ли результаты получить обобщенный взгляд на смену популяций в Западной Евразии?

Ответы на эти вопросы они, в общем, получили.

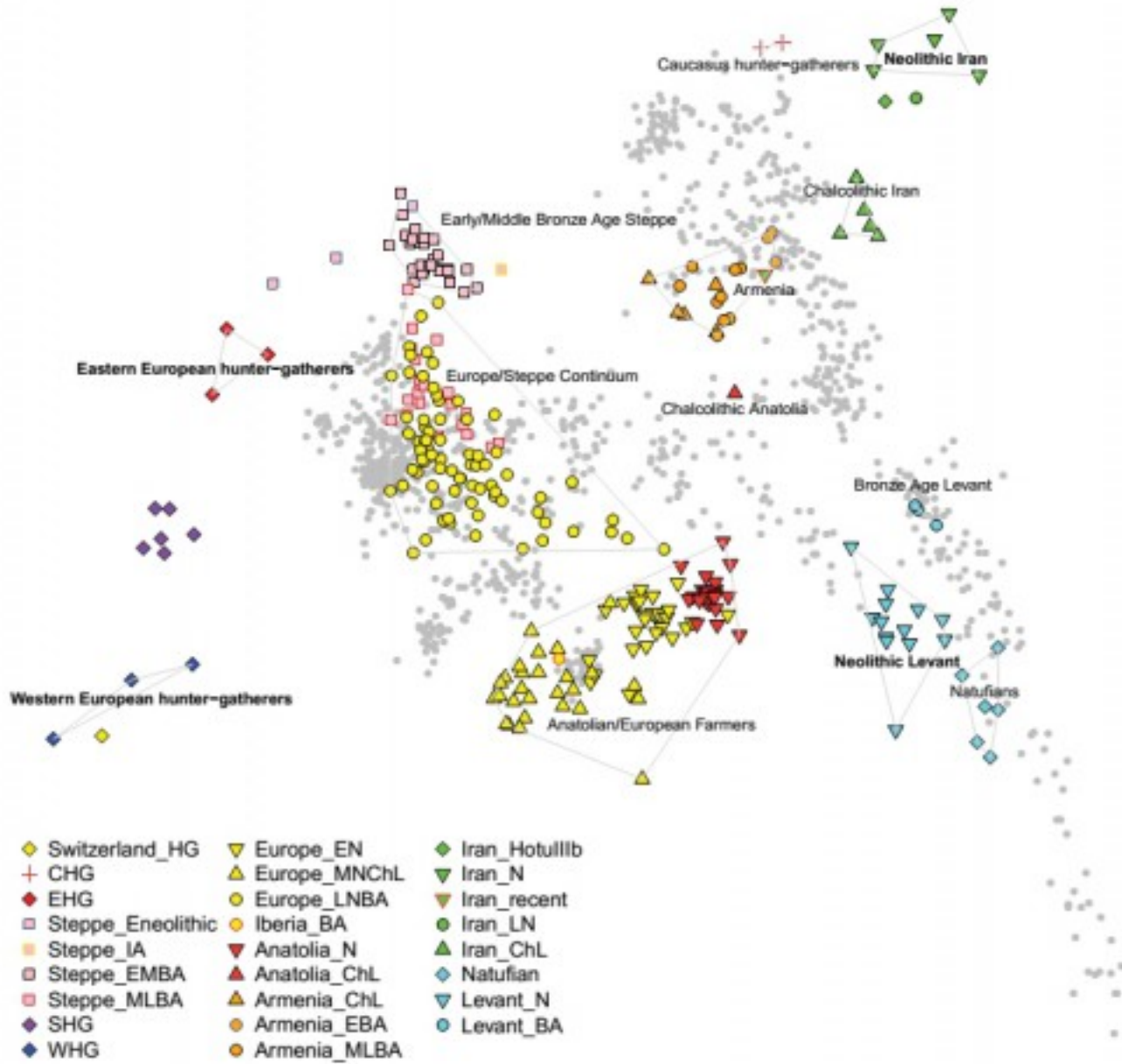
Больший вклад базальных евразийцев – меньший вклад неандертальцев

Представителями базальных евразийцев (гипотетическая древняя линия, отделившаяся от прочих неафриканских популяций еще до разделения западноевразийской и восточноазиатской ветвей) считают верхнепалеолитический образец из Усть-Ишима возрастом 45 тыс лет. Анализ показал, что этот предковый вклад имеется практически во всех исследованных ближневосточных образцах: в мезолитических (66%) и неолитических (44%) образцах из Ирана и образцах натufийской культуры Леванта (44%). То есть линия базальных евразийцев широко распространилась по Ближнему Востоку.

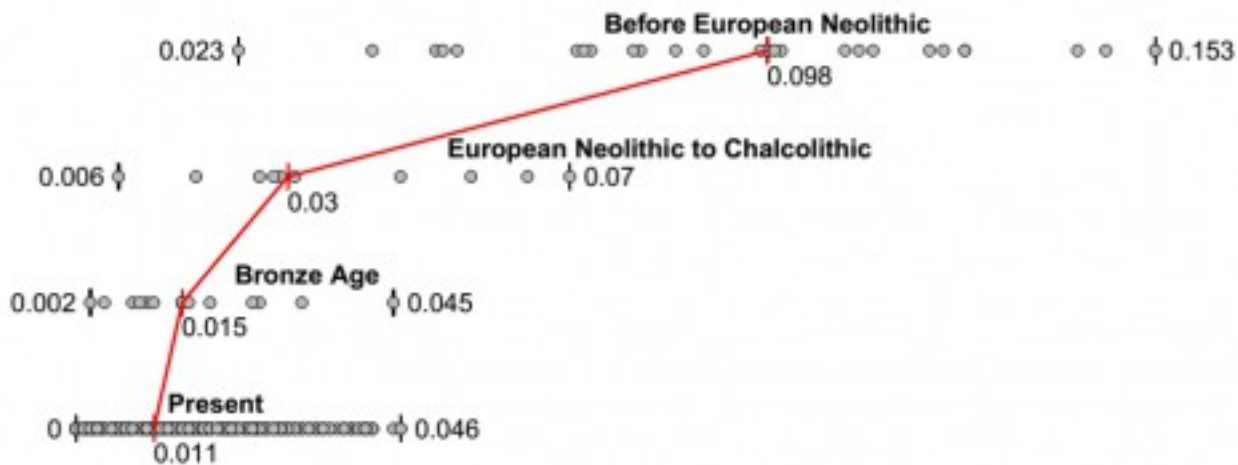
Интересно, что авторы нашли негативную корреляцию между вкладом базальных евразийцев в популяцию и числом неандертальских аллелей в геноме ее представителей. Это можно объяснить тем, что линия базальных евразийцев отделилась от неафриканского ствола человечества до того, как произошла метисация с неандертальцами.

Древние популяции генетически различались по регионам

На графике анализа главных компонент (РСА) видно, что более древние образцы генетически сильно различаются по регионам. Авторы описывают условный квадрат, в углах которого находятся: внизу слева западные охотники-собиратели, вверху слева — восточные охотники-собиратели, внизу справа – неолитические левантийцы и натufийцы, вверху справа – неолитические иранцы. В более поздние эпохи – халколита (эпоха раннего металла) и бронзового века (центральная часть графика) генетические различия между регионами значительно сглаживаются, что сохраняется и в современных популяциях.



Как изменялось генетическое разнообразие Западной Евразии в разные эпохи, можно видеть по величине генетических расстояний между популяциями, которая отображена на следующем рисунке. Видно, что с течением времени разброс генетических расстояний сильно уменьшается.



Генетические расстояния между популяциями в разные эпохи: перед европейским неолитом; от европейского неолита до халколита; бронзовый век; настоящее время. Красной линией обозначены средние значения.

Преимственность между охотниками-собираателями и ранними земледельцами Ближнего Востока

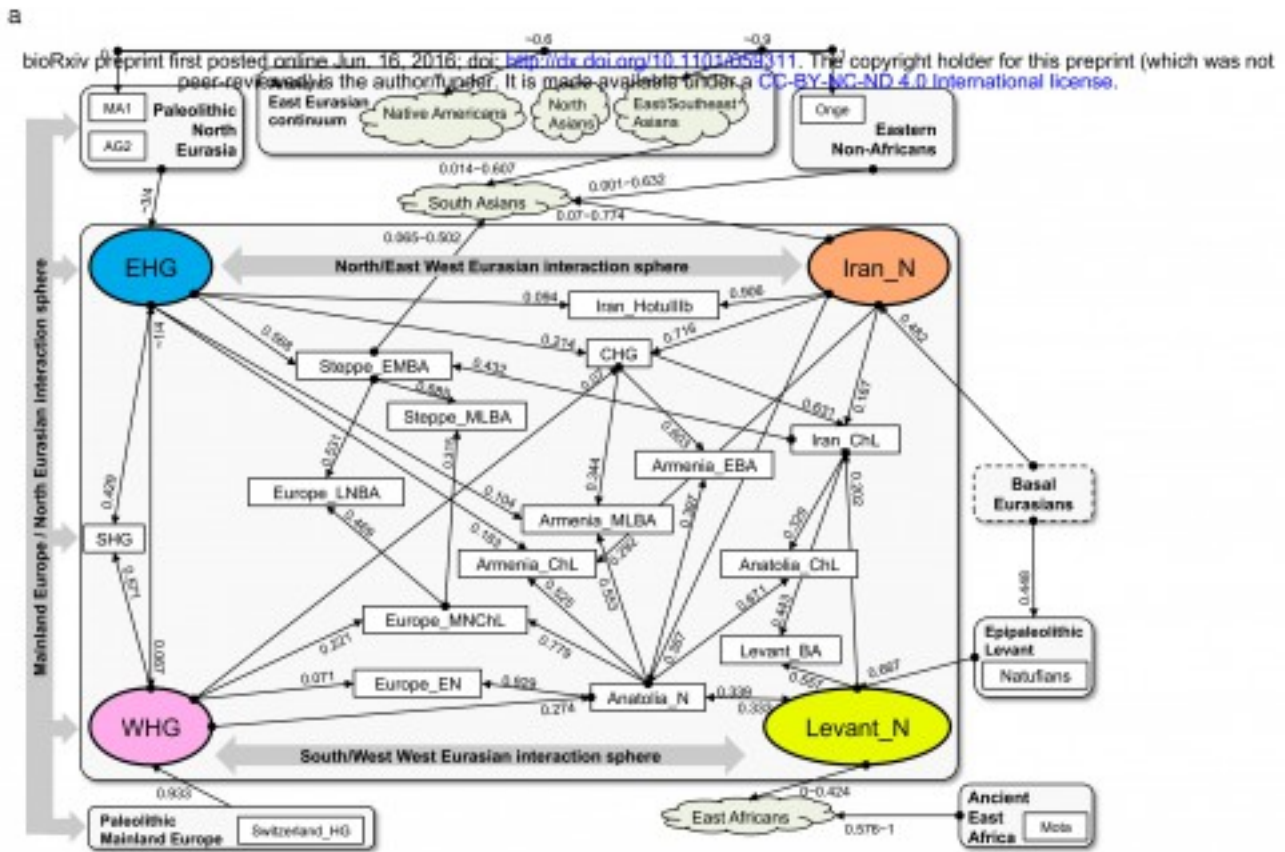
Разными методами авторы показали, что охотники-собиратели Леванта (натуфийская культура) входят в один кластер с земледельцами Леванта, а охотники-собиратели Ирана и Кавказа – в один кластер с земледельцами Ирана. Это подтверждается и при сравнении отдельных геномов: натуфийские охотники-собиратели разделяют больше общих аллелей с земледельцами Леванта, а охотники-собиратели Кавказа и Ирана – с земледельцами Ирана, чем земледельцы Леванта и Ирана между собой. Иными словами, в разных регионах Ближнего Востока имела место генетическая преимственность между охотниками-собираателями и земледельцами.

Вклад ранних земледельцев в формирование поздних популяций Ближнего Востока, материковой Европы и Азии

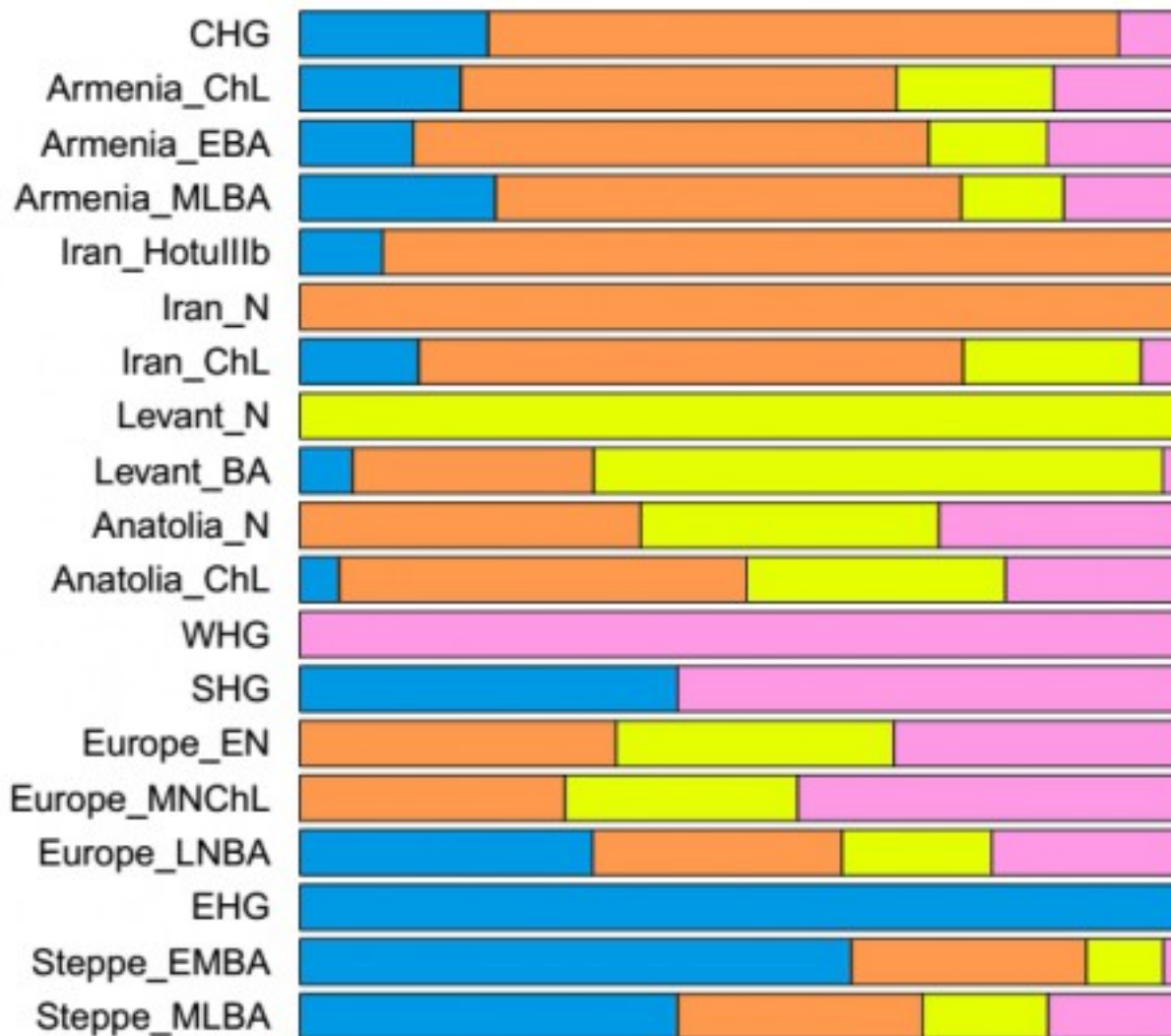
Авторы предполагают, что при формировании более поздних популяций Ближнего Востока разные группы ближневосточных земледельцев (Левант, Иран, Анатолия) смешивались между собой. Распространяясь же в разных направлениях, они смешивались с охотниками-собираателями и вносили существенный вклад в генофонд популяций Европы и Азии.

Влияние ближневосточных земледельцев в северном направлении — около 43% предкового вклада в степные популяции бронзового века внесли популяции иранского халколита (эпоха раннего металла). В западном направлении – первые европейские земледельцы получили большой генетический вклад от древних земледельцев Леванта и Анатолии. В южном направлении происходили обратные миграции в Африку, и популяции Восточной Африки приобрели генетический вклад от ближневосточных популяций. Наконец, в восточном направлении авторы обнаружили вклад ранних земледельцев Ирана и степных популяций бронзового века в популяциях Южной Азии.

Итак, анализируя широкогеномные данные по древней ДНК из Леванта, Анатолии, Южного Кавказа и Ирана, исследователи представили свой взгляд на движение населения, связанное с распространением земледелия. Они отвергли гипотезу о том, что продвижение аграрных технологий шло из одной популяции земледельцев. Авторы статьи представили довольно сложную картину взаимосвязей различных популяций, смоделировав их происхождение из четырех источников: западных охотников-собираателей (WHG), восточных охотников-собираателей (EHG), иранских неолитических земледельцев и левантийских неолитических земледельцев.



б
 Схема генетических связей между древними популяциями. Представлена модель их образования из четырех основных источников: сиреневый цвет – западные охотники-собиратели (WHG), голубой – восточные охотники-собиратели (EHG), розовый – иранские неолитические земледельцы, желтый – левантийские неолитические земледельцы. Величина генетических потоков обозначена цифрами над стрелками. Облака указывают на то, что в данном месте схемы могло быть не одна, а несколько популяций.



Пропорции четырех генетических источников (см. схему вверху) в разных древних популяциях. Сиреневый цвет – западные охотники-собиратели (WHG), голубой – восточные охотники-собиратели (EHG), розовый – иранские неолитические земледельцы, желтый – левантийские неолитические земледельцы. CHG – кавказские охотники-собиратели, ChL – халколит (эпоха раннего металла), N – неолит, BA – бронзовый век, SHG – скандинавские охотники-собиратели, EN – ранний неолит, MNChL – средний неолит – халколит, LNBA – поздний неолит – бронзовый век.

Одну из основных задач для будущих исследований авторы статьи видят в том, чтобы получить данные по ДНК древних цивилизаций на Ближнем Востоке, что позволит построить более прочный мостик от доисторических времен к современности.

текст Надежды Маркиной

Источник:

The genetic structure of the world's first farmers

Iosif Lazaridis, Dani Nadel, Gary Rollefson... and David Reich

<http://biorxiv.org/content/early/2016/06/16/059311>