Геномная история Юго-Восточной Европы

Юго-Восточная Европа в неолите служила местом интенсивных генетических и культурных контактов между мигрирующими земледельцами и местными охотниками-собирателями, показывает исследование 200 древних геномов из этого региона. Авторы описали разнообразие европейских охотников-собирателей; нашли, что не все популяции, принесшие земледелие в Европу, происходят из одного источника; оценили долю степного компонента в разных группах населения; продемонстрировали, что в смешении охотников-собирателей с земледельцами имел место гендерный дисбаланс – преобладание мужского вклада от первых.

В новой статье команды Дэвида Райха, опубликованной на сайте препринтов, продолжается изучение генетической истории европейцев, на этот раз авторы сосредоточились на Юго-Восточной Европе. Этот регион находится на важнейших путях распространения сельского хозяйства из зоны Плодородного Полумесяца в Передней Азии. Земледелие в Юго-Восточную Европу было принесено в середине 7 тысячелетия до н.э. мигрантами из Анатолии, которые остановились здесь перед тем, как продвигаться дальше по Европе. Отсюда, как считают специалисты, земледелие распространялось двумя путями: на запад по Средиземноморью до Иберийского полуострова и на северо-запад по Дунаю в Центральную Европу; и тот и другой регион были охвачены земледелием примерно к 5600 году до н.э.

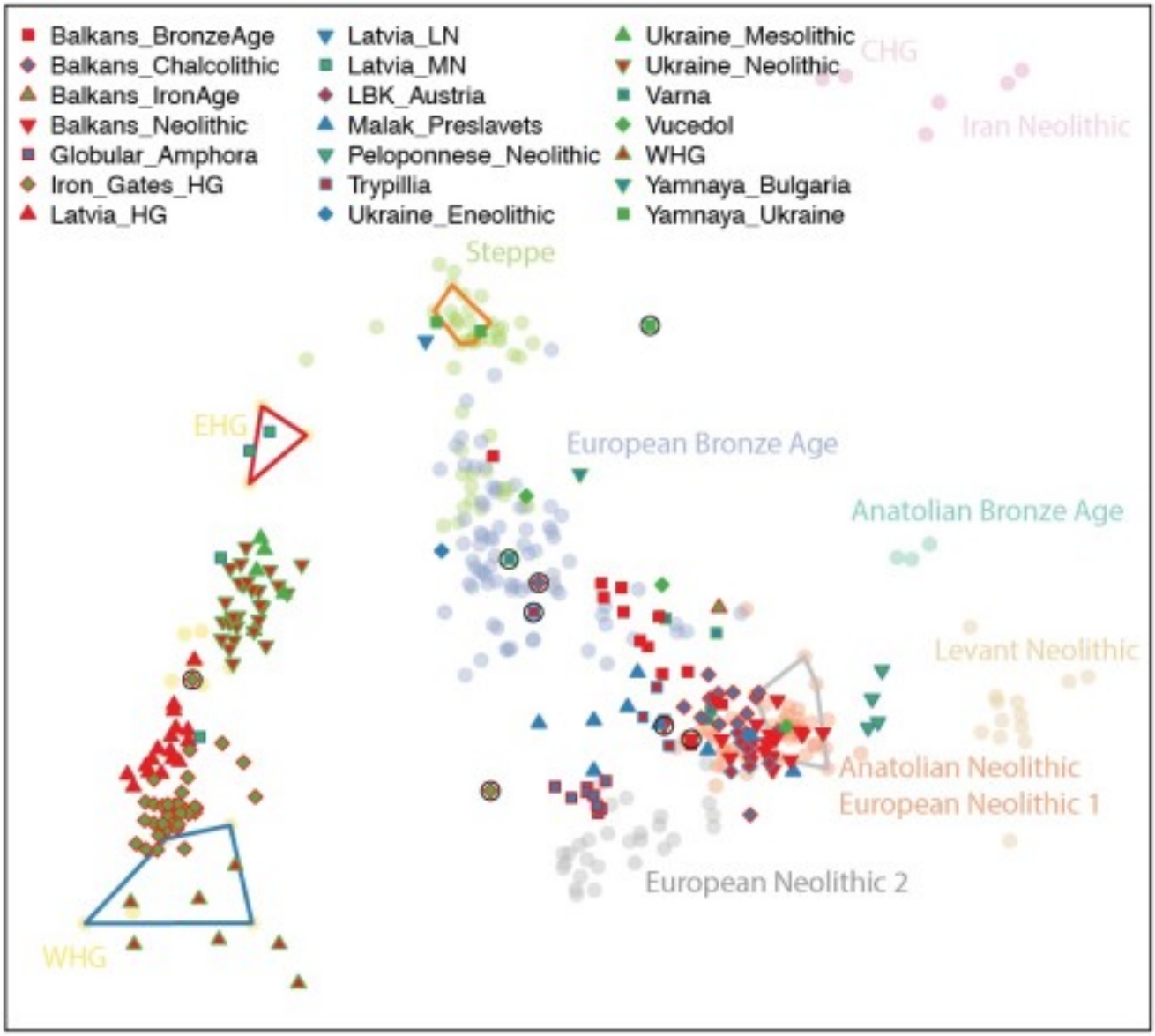
Мигрирующие земледельцы смешивались с местными охотниками-собирателями. Оставалась неясной степень этого смешения, поскольку до сих пор в распоряжении генетиков было мало древней ДНК из Юго-Восточной Европы. К концу 6-го тысячелетия до н.э. земледелие достигло Восточной Европы в форме культурного комплекса Кукутень-Триполье на территории современных Молдовы, Румынии и Украины, для которого были характерны большие мега-поселения на сотни и тысячи человек. Около 4 тысяч лет назад эти общества сильно трансформировались, мега-поселения исчезли, это стало результатом массивной миграции кочевников из Евразийской степи.

В новой работе авторы представили полногеномные данные по 204 индивидам (65 образцов эпохи палеолита и мезолита, 93 неолита и 46 бронзового и железного веков). Охваченные регионы – Балканский полуостров, Карпаты и северо-причерноморские степи; возраст изученных образцов ДНК – от 12 тысяч до 1000 лет. Они анализировали их вместе с 265 ранее опубликованными древними геномами и 799 современными геномами.

На карте представлены местоположение образцов древней ДНК, изученных в данной работе, а на следующем рисунке (графике анализа главных компонент) — обозначения регионов, групп населения и археологических культур, к которым принадлежат эти образцы.

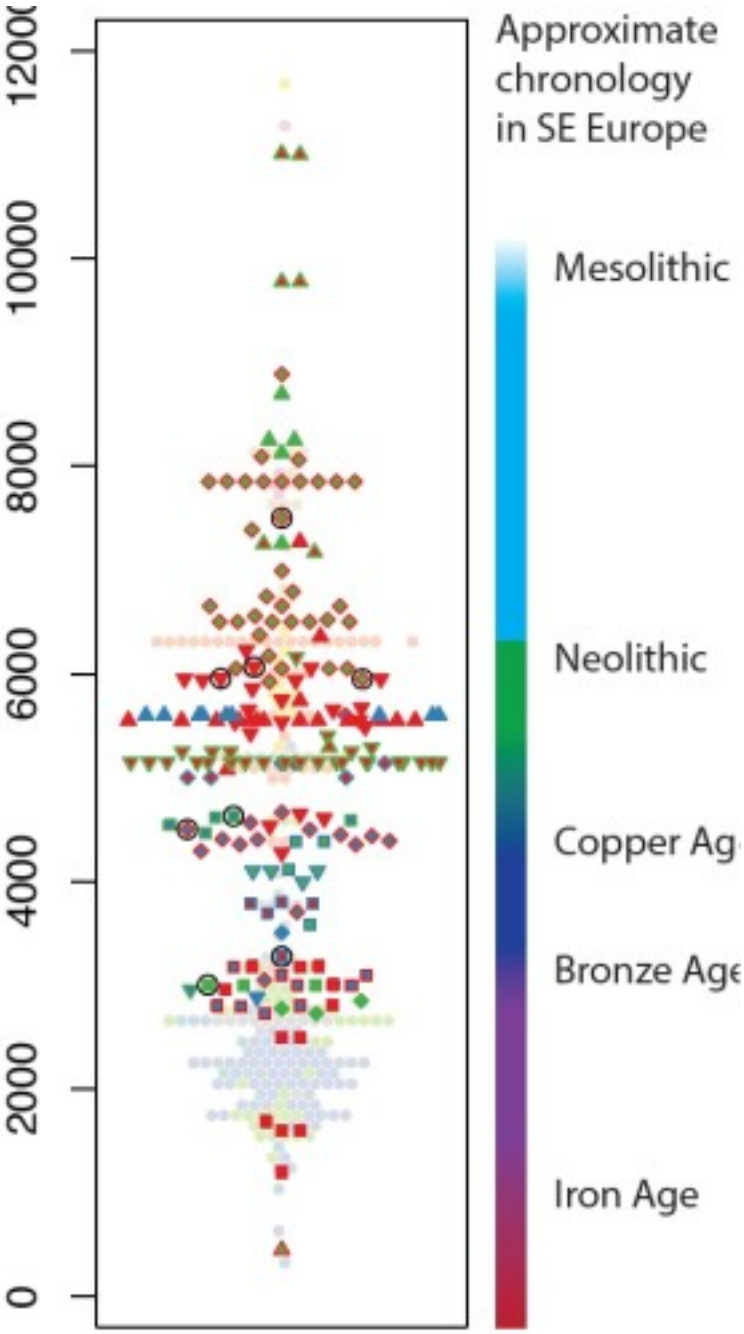


Географическое положение изученных образцов древней ДНК. С увеличением показан регион Юго-Восточной Европы. Обозначения популяций цветными значками см. на следующем рисунке.



Анализ главных компонент древних геномов, изученных в данной работе (яркие цветные значки), и 265 ранее опубликованных древних геномов (бледные цветные значки). Многоугольники очерчивают образцы, которые составили кластеры на графике ADMIXTURE.

На следующем рисунке представлено хронологическое распределение изученных образцов.



И, наконец, спектры предковых компонентов на графике ADMIXTURE.

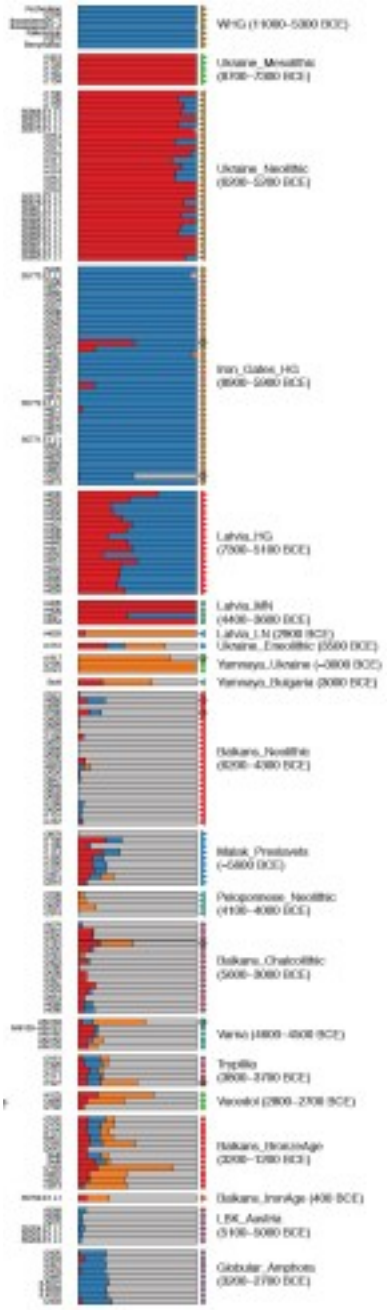
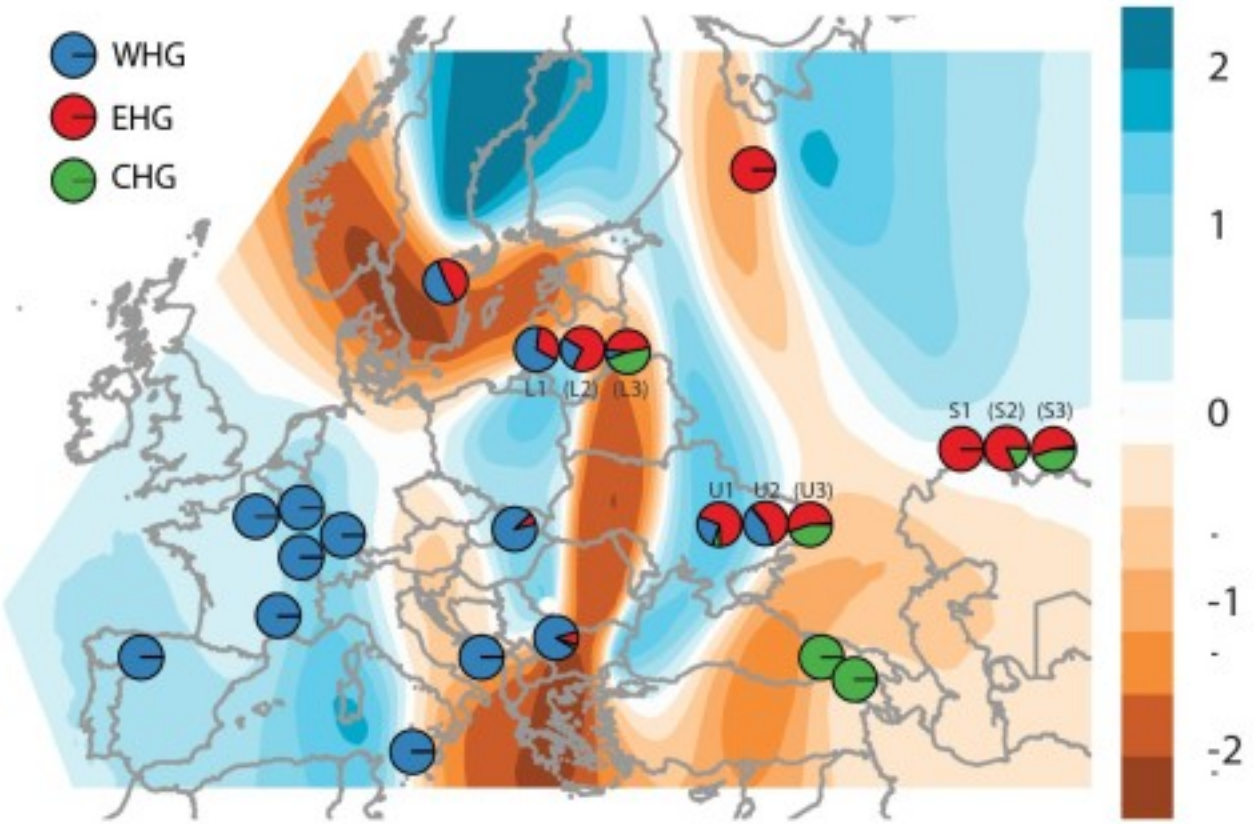


График ADMIXTURE, представляющий изученные древние геномы как смесь предковых компонентов: анатолийский неолит (серый цвет), носители ямной культуры (желтый цвет), восточные охотники-собиратели (красный цвет) и западные охотники-собиратели (голубой цвет).

Охотники-собиратели – генетический ландшафт

Авторы проанализировали популяции мезолита и раннего неолита и построили модель, оценивающую интенсивность миграций. В популяциях они вычислили доли предковых компонентов западных (WHG) и восточных (EHG) охотников-собирателей, а также охотников-собирателей с Кавказа (CHG). Результат представлен на рисунке.



Распределение генетического вклада охотников-собирателей в разных популяциях. Голубым цветом показаны регионы с высокой миграцией и коричневым – с низкой миграцией (см. шкалу справа). Каждый кружок обозначает один или несколько геномов с разным вкладом групп охотников-собирателей: синий – западные, красный – восточные, зеленый – кавказские.

Анализируются различия в генетическом вкладе охотников-собирателей, обнаруженные в разных культурах. Например, в древних геномах с Украины (5 образцов эпохи мезолита и 26 эпохи неолита и медного века) – гораздо больше вклада EHG, чем WHG; в итоге образцы украинского мезолита на генетической карте попадают между EHG и скандинавскими охотниками-собирателями (SHG). В украинском неолите возрастает доля WHG. В геномах носителей ямной культуры с Украины (так же как и в опубликованных ранее из Самары и из Калмыкии) отмечается незначительная примесь WHG, но примерно треть – вклад охотников-собирателей с Кавказа и ранних земледельцев Ирана. У двух индивидов ямной культуры (один из Украины и один из Болгарии) впервые был найден предковый вклад ранних европейских земледельцев.

Анализ образцов из Латвии показал, что индивиды мезолита и раннего неолита (культуры Кунда и Нарва) несут 70% WHG и 30% EHG в составе предков. Радикальное изменение происходит в среднем неолите (индивиды ямочно-гребенчатой керамики уже на 70% и более происходят от EHG). Наиболее поздние образцы культуры шнуровой керамики (финальный неолит) генетически близки к образцам ямной культуры.

Представлены новые данные по охотникам-собирателям из Франции, Сицилии и Хорватии, а также данные секвенирования с высоким покрытием по ранее опубликованным геномам охотников-собирателей из Франции и Германии. Все они генетически относятся к WHG. Результаты показывают, что популяция западных охотников-собирателей была широко расселена от Атлантики на западе до Сицилии на юге и Балкан на юго-востоке, по крайней мере, в течение шести тысячелетий. И, по-видимому, эти группы населения в климатических рефугиумах пережили Последний ледниковый максимум около 15 тыс. лет назад.

Самыми загадочными оказались данные по образцам охотников-собирателей из региона Железных ворот на Дунае, на границе Румынии и Сербии. Так называется место сужения реки, близ него расположено известное мезолитическое поселение Лепенски Вир. Анализ показал в геномах обитателей этого поселения 87% вклада WHG и 13% вклада EHG. Возникает противоречие с данными по их мтДНК, которая принадлежит к гаплогруппе K, которой не найдено ни у WHG, ни у EHG, ни у

SHG. Это оставляет открытым вопрос о происхождении данной популяции. Кроме того, два индивида из Лепенского Вира оказались генетически скорее земледельцами, чем охотниками-собирателями, несмотря на то, что были найдены в мезолитическом погребении. Это привело авторов к заключению, что регион Железных ворот был местом, где земледельцы и охотники-собиратели вступали в особенно интенсивные генетические и культурные контакты.

Земледельцы – как пришли и что принесли

В работе рассматриваются и новые детали перехода к земледелию в Юго-Восточной Европе. Авторы построили модель неолитической популяции на Балканах как смесь неолитических анатолийцев, западных охотников-собирателей и украинского мезолита. Наиболее точной оказалась модель с такими долями: 82% вклада неолита Анатолии, 15% WHG и 4% EHG. Соотношение ~4:1 WHG:EHG очень точно соотносится с вкладом локальных балканских охотников-собирателей (как в образцах из Железных ворот), отмечают авторы. Балканские популяции медного века имели относительно больший вклад охотников-собирателей, чем неолитические популяции.

Исследователи впервые представили данные по генетике культуры шаровидных амфор позднего неолита. Носители этой культуры из Польши и Украины сформировали единый генетический кластер. Популяция имела больший вклад охотников-собирателей (25% WHG), чем группы среднего неолита Центральной Европы. В Юго-Восточной Европе культура шаровидных амфор предшествовала культуре шнуровой керамики, которая генетически характеризуется дошедшим сюда степным генетическим компонентом. Авторы отмечают, что культура шаровидных амфор граничила с популяциями степной культуры в течение сотен лет, тем не менее, они не нашли у ее носителей степного предкового компонента. Вероятно, она была отделена неким генетическим барьером.

Миграция из понто-каспийских степей, ассоциированная с ямной культурой, в 3-м тысячелетии до н.э. внесла большой генетический вклад в Центральную Европу, составивший 75% у носителей культуры шнуровой керамики и около 50% у носителей культурного комплекса колоковидных кубков. Но у некоторых индивидов степной компонент обнаружился намного раньше. Это привело авторов к заключению, что генетические контакты между степями и Юго-Восточной Европой начались еще 5000-4000 лет до н.э. ; к бронзовому веку (3400-1100 лет до н.э.) доля степного вклада оценивается в 30%, в более поздних образцах она увеличивается.

По мнению авторов, в их работе решаются два вопроса, связанных с началом распространения земледелия в Европу. Первый вопрос заключается в том, произошли ли из одной анатолийской популяции те земледельцы, которые пошли по Дунайскому пути в Северную Европу, и те, которые отправились по Средиземноморскому побережью на Иберийской полуостров, или у них были разные источники. Анализ показал, что средиземноморские популяции, представленные в работе образцами из Хорватии и Испании, родственны дунайским популяциям линейно-ленточной керамики из Центральной Европы. и обе группы близки к балканским неолитическим популяциям. Очевидно, они происходят из одной анатолийской популяции; уже на Балканах анатолийские мигранты разошлись на два потока, один направился по Дунаю, а другой – по средиземноморскому пути.

Но при этом изучение образцов с территории Греции (неолит с Пелопонеса) показало, что ранние греческие земледельцы не родственны другим европейским земледельцам и, по-видимому, являются потомками другой популяции. Вероятно, они ранее отделились от предков популяции анатолийских земледельцев. Эта независимая миграция может быть связана с докерамическим неолитом в Греции, скорее всего, это была миграция из Леванта через юго-западную Анатолию около 7000 лет назад.

Неолитические земледельцы в Центральной Европе и на Иберийском полуострове смешивались с местными охотниками-собирателями, это смешение в разных регионах различалось по интенсивности и везде — по вкладу разных полов. Исследователи установили это, сравнив предковые компоненты охотников-собирателей по аутосомам и по Х-хромосоме. Так как мужчины получают Х-хромосому только от матери, разница между Х-хромосомным и аутосомным предковыми вкладами указывает на гендерный дисбаланс в смешении. Он сильно выражен в пользу мужского вклада охотников-собирателей в среднем неолите в Иберии и в Центральной Европе. Это подтверждается и высокой частотой Y-хромосомных гаплогрупп охотников-собирателей. Авторы подсчитали, что в среднем европейском неолите насчитывается 35-50% предкового вклада охотников-собирателей мужчин и лишь 0-5% — женщин. Иначе говоря, мужчины-охотники брали в жены женщин из земледельческих общин, а не наоборот.

К вопросу о прародине ИЕ языков

В конце статьи авторы обращаются и к пресловутой теме происхождения индоевропейских языков. Они рассматривают две гипотезы: одну их данные не подтверждают, а другая требует дополнительных исследований.

Степная гипотеза происхождения ИЕ-языков предполагается, что прото-ИЕ язык возник в степной зоне Прикаспия и Причерноморья и его самая ранняя ветвь, анатолийская, распространилась в Малую Азию с миграциями из степи через Балканы, около 4000 лет назад (она же принесла степной генетический компонент). Если это верно, тогда степной компонент должен быть найден в большом количестве на Балканах и в Анатолии. Но данные не подтверждают этот сценарий, пишут авторы. Хотя они нашли степной компонент на Балканах в образцах медного и бронзового века, его там слишком мало. Более того, в то время как анатолийцы бронзового века несут компонент кавказских охотников-собирателей и иранского неолита, у них нет ни компонента EGH, характерного для степных популяций, ни компонента WHG, характерного для неолита Юго-Восточной Европы. Это не подтверждает миграцию из степей в Анатолию.

Альтернативная гипотеза состоит в том, что прародиной индоевропейцев был Кавказ или Иран. По этому сценарию движение на запад сопровождалось распространением анатолийской языковой ветви, а движение на север и смешение с EHG привело к формированию популяций ямной культуры. Степные кочевники, возможно, говорили на «позднем прото-индоевропейском» языке, который стал предковым для многих неанатолийских ветвей ИЕ-семьи. Очевидно, дополнительная проверка этой версии будет возможна, когда станет доступно большее число образцов древней ДНК из Анатолии и с Кавказа, пишут генетики.

Как резюмируют авторы статьи, работа показала, что Юго-Восточная Европа продолжительное время служила зоной генетических контактов между различными популяциями. Вероятно, это способствовало и огромному числу технологических инноваций в этом регионе. До появления земледелия здесь интенсивно контактировали различные группы охотников-собирателей, с началом миграции земледельцев эти контакты продолжились и даже усилились.

текст Надежды Маркиной

Источник:

Iain Mathieson, *Songül* Alpaslan Roodenberg, *Cosimo* Posth,…, Ron Pinhasi, *David* Reich

The Genomic History Of Southeastern Europe

doi: https://doi.org/10.1101/135616

Текст статьи доступен по ссылке