Генетика и демография популяций при переходе к производящему хозяйству

Генетико-демографические процессы, происходящие в популяциях охотников-собирателей при взаимодействии с популяциями, переходящими к земледелию и скотоводству, рассмотрены на примере современных групп традиционных охотников-собирателей в юго-западной Эфиопии.

Как складывалась судьба групп охотников-собирателей в период перехода людей к производящему хозяйству? Этот вопрос до сих пор остается предметом дебатов среди специалистов, ответ на него пытаются дать и палеогенетики. Анализ древней ДНК показывает, что в большинстве случаев генофонд земледельцев и/или скотоводов, которые мигрируют в тот или иной регион, замещает генофонд охотников-собирателей, живших здесь прежде. Но это не исключает генетических потоков между ними.

Исследования древней ДНК сталкиваются с количественным ограничением материала, к тому же не все геномы пригодны для секвенирования с высоким покрытием. Авторы статьи в журнале Current Biology изучали демографическую ситуацию в группах современных африканских охотников-собирателей в юго-западной Эфиопии, где происходит переход от традиционного образа жизни к сельскому хозяйству. В какой-то степени эта ситуация может быть использована для моделирования демографических событий в группах древних охотников-собирателей.

Основным объектом исследования генетиков стал народ чабу (или сабу) – племя традиционных охотников-собирателей, населяющее высокогорные леса юго-западной Эфиопии. Исследователи собрали полногеномные данные у 83 человек из племени чабу и у представителей соседних племен охотников-собирателей: маджанг, шеккачо, бенч и шеко. В их ДНК изучили 1,7 млн SNP. Эти данные проанализировали вместе с ранее опубликованными от других групп населения Восточной, Центральной и Западной Африки, а также Ближнего Востока. В анализ включили также геном древнего охотника-собирателя возрастом 4500 лет из пещеры Мота (индивид Байра) и еще несколько древних геномов из Восточной Африки, Леванта и Анатолии.

Сначала генетики применили анализ ADMIXTURE к популяции чабу и другим африканским и ближневосточным популяциям при разном числе заданных предковых компонентов, от 2 до 12. Наиболее четкие результаты получены при k = 7. В геномах чабу и их соседей выделили пять компонентов: чабу, Байра (древний охотник-собиратель), нило-сахарский, восточноафриканско-азиатский и ближневосточный. В геномах чабу в очень небольшой доле присутствовал нило-сахарский компонент, но не было прочих. В остальных группах из Эфиопии присутс твовали в разных пропорциях нило-сахарский восточноафриканско-азиатский и ближневосточный компоненты.

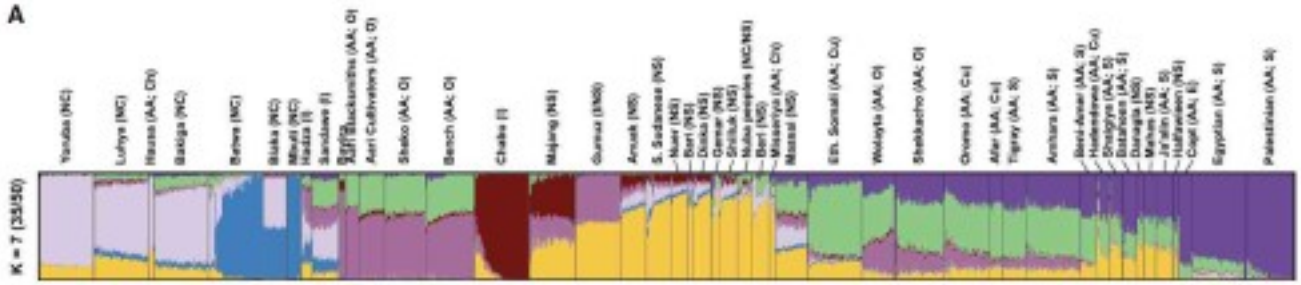

График анализа ADMIXTURE африканских и ближневосточных популяций при k=7 (Gopalan et al., 2022).

Из полученных результатов авторы делают вывод, что чабу являются непосредственными потомками древних групп охотников-собирателей юго-западной Эфиопии, этого компонента (коричневый цвет) много также у маджанг. Что касается остальных групп, то у них велик компонент другой группы древних охотников-собирателей – Байра (светло-зеленый). Среди них есть и небольшие по численности группы земледельцев; этнографические исследования показывают, что в их образе

жизни сохранились многие черты охотников-собирателей, такие как эгалитаризм (уравниловка) и принцип взаимности; вероятно, в недавнем прошлом они еще занимались охотой и собирательством.

Далее авторы применили метод оценки эффективных миграций (EEMS) к популяциям Восточной Африки. Этот анализ обозначил коридоры эффективных миграций и генетические барьеры, которые хорошо согласуются с географическим распределением предковых компонентов. Некоторые генетические барьеры соответствуют ландшафтным барьерам, таким как пустыни, высокогорья и водные преграды. Оказалось также, что барьеры часто совпадают с границами африканских языковых семей, в то время как коридоры эффективных миграций проходят внутри ареалов языковых семей. Таким образом, результаты подчеркивают тесную связь между географией и языками в организации генетических потоков между популяциями.

Племя чабу проживает вблизи языковой генетической границы, что оказывает негативный эффект на количество миграций и определяет их относительную изоляцию от соседних групп. Исследователи оценили эффект генетической изоляции по анализу степени гомозиготности (RoH). Оказалось, что по сравнению с соседями чабу несут большую долю гомозиготных сегментов, притом что они не имеют традиций браков с близкими родственниками. По мнению авторов, их высокий уровень гомозиготности относительно соседей, вероятно, связан с демографическим давлением. При сравнении чабу с другими племенами, только хадза имели более высокий уровень RoH.

Итак, по мнению авторов, полученные результаты указывают на недавнее демографическое давление на некоторые группы охотников-собирателей. Для проверки они вычислили эффективный размер популяций на протяжении их истории, используя для этого метод определения сегментов общего происхождения в геномах (IBD-анализ). Анализ показал, что в популяциях чабу и маджанг эффективный размер популяции снижался в течение последних 1400 лет (60 поколений). В тоже время в популяциях бенч и шеко он колебался незначительно, а в соседних популяциях, перешедших к сельскому хозяйству, редко увеличился.

Эффективный размер популяции чабу находится в пределах от 1700 до 2500 человек. Эти величины не противоречат ограниченному генетическому потоку к чабу от нило-сахарских групп от 30 до 43 поколений назад. Авторы предполагают, что увеличение изоляции групп охотников-собирателей и сокращение размера популяции – это относительно недавний тренд, вызванный экспансией земледельцев и скотоводов по всей Африке.

Исследователи рассмотрели несколько сценариев взаимодействия между земледельцами и охотниками-собирателями. Когда земледельцы распространяются на какую-то территорию, они или полностью замещают местные племена охотников-собирателей, или как-то сосуществуют с ними. Многочисленные исследования говорят о преобладании первого сценария, хотя случается и второй. Авторы рассмотрели способы ответов, которые могли использоваться охотниками-собирателями для выживания. (1) сократить свой ареал; (2) перебраться в места, экологически непригодные для ведения сельского хозяйства; (3) перенять навыки ведения сельского хозяйства; (4) вступить в отношения обмена. Они считают, что в каждой группе охотников-собирателей использовались разные ответы в разное время, однако не все они спасают от сокращения численности популяции.

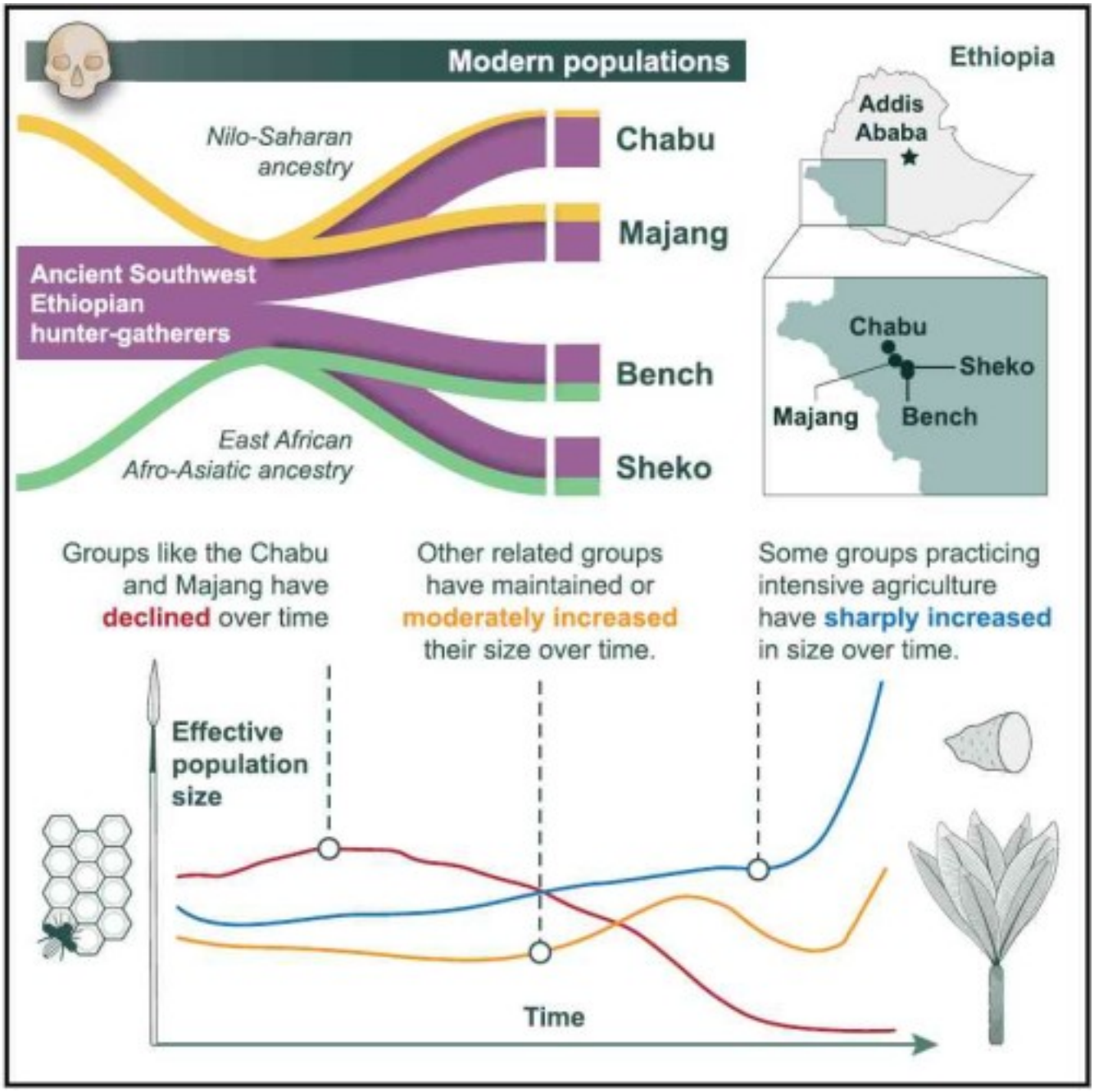

Схема демографических процессов в изученных популяциях африканских охотников-собирателей. Вверху слева – генетические потоки, влившиеся в генофонд древних охотников-собирателей юго-западной Эфиопии в истории формирования популяций современных охотников-собирателей. Вверху справа – географическое расположение изученных популяций. Внизу – изменение эффективного размера популяций: чабу и маджанг (красная линия, снижение); другие группы охотников собирателей (оранжевая линия, умеренные колебания); группы, перешедшие к практике земледелия (синяя линия, увеличение) (Gopalan et al., 2022).

текст Надежды Маркиной

Источник:

Shyamalika Gopalan et al. Hunter-gatherer genomes reveal diverse demographic trajectories during the rise of farming in Eastern Africa // Current Biology 32, 1–9, April 25, 2022 https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.02.050

Статья в открытом доступе