

## Какого цвета человек?

**Цвет кожи человека сформировался под сильным давлением естественного отбора и определяется балансом защиты от ультрафиолета и необходимого уровня синтеза витамина D. Цвет волос и радужной оболочки глаза, хотя в основном определяется тем же пигментом, в меньшей степени продукт естественного отбора и находится под большим влиянием других факторов. Одни и те же гены могут влиять на разные пигментные системы, а комбинация разных аллелей может давать один и тот же результат.**

В журнале Британского Королевского общества *Philosophical Transactions B* [опубликована статья](#) про цвет человечества, в самом прямом смысле: про пигментацию кожи, волос и глаз. Ее авторы, Nina G. Jablonski и George Chaplin, антропологи из Университета Пенсильвании, подробно разбирают разнообразие пигментации современного человека, ее генетические основы и эволюцию.

### Цвет кожи как баланс между защитой и синтезом

По сравнению с большинством млекопитающих, тело человека покрыто такими редкими и незначительными волосами, что его можно считать «функционально безволосым». Почему человек утратил сплошной волосяной покров в процессе эволюции, вопрос дискуссионный. Его трудно исследовать напрямую, поскольку в ископаемых останках (за исключением мумуфицированных) кожа не сохраняется.

Как считают специалисты, отбор поддерживал редукцию волос на поверхности тела, потому что это облегчает терморегуляцию путем испарения пота. С выходом наших предков на открытые ландшафты им пришлось много и быстро передвигаться, и терморегуляцию при физической активности нужно было совершенствовать. Но потеря волос сделала их тела уязвимыми для палящего тропического солнца, так что параллельно происходил другой процесс — кожа становилась более темной: отбор благоприятствовал накоплению пигмента эумеланина, который защищает от ультрафиолетового излучения. Исследование гена рецептора человеческого меланокортина MC1R показало, что потемнение кожи происходило одновременно с потерей волосяного покрова и увеличением плотности потовых желез примерно 1,2 млн лет назад или раньше. Отбор на высокий уровень меланина обеспечил еще два полезных признака. Меланин в какой-то степени защищает от тропических паразитов и он же препятствует потере кожей фолатов (солей фолиевой кислоты) под действием УФ-излучения, а они необходимы для репродукции и нормального развития плода.

С выходом из Африки и освоением Евразии 60-55 тыс. лет назад человек попадает в разнообразные по уровню солнечной радиации условия окружающей среды, который к тому же меняется в зависимости от сезона.

Цвет кожи современного человечества в сильной степени коррелирует с уровнем ультрафиолета в окружающей среде. Темная кожа защищает от УФ-лучей, но когда уровень солнечной радиации не слишком высок, она препятствует выработке в организме витамина D. Для темнокожих людей, длительно живущих не в тропиках, особенно за пределами 43-й параллели, это может обернуться дефицитом витамина D. А традиционные северные народы восполняют этот дефицит с пищей: рыба и рыбий жир, морской зверь, оленина. Эти противоположно направленные векторы отбора – на темную кожу для защиты от УФ и против темной кожи для синтеза витамина D, и обеспечили значительное разнообразие цвета кожи в разных географических регионах.

Генетически степень пигментации кожи у европейцев обусловлена различным сочетанием аллелей генов MC1R и SLC24A5. Они влияют на продукцию меланина в меланоцитах и размер меланосом, в которые меланин упакован. В условиях средней полосы и севера происходила депигментация – посветление кожи. В восточноазиатских популяциях, пишут авторы, генетический механизм депигментации был несколько иным – в нем не участвовал ген SLC24A5. Но в любом случае цвет кожи определялся оптимальным балансом между защитой от УФ и синтезом витамина D.

Депигментация также независимо происходила у неандертальцев, вероятно, по той же причине.

Помимо естественного отбора на разнообразие цвета кожи влияли факторы миграционных генетических потоков, дрейфа генов и эффекты бутылочного горлышка (резкое сокращение численности популяции). Что до полового отбора, то, по мнению авторов, существенной роли он не играл. В некоторых популяциях есть различия в цвете кожи женщин и мужчин – женщины более светлого цвета. Возможное объяснение — им нужно больше витамина D, чтобы усваивать кальций при беременности и лактации. Во многих азиатских культурах мужчины предпочитают брать в жены более светлогокожих женщин, и вероятно, этот стандарт красоты имеет биологическую основу.

## **Разнообразие волос и глаза**

Пигментация волос и радужной оболочки глаза также зависит от продукции меланина и размеров меланосом. Но в отличие от цвета кожи, цвет волос и глаз не в такой степени подвержен естественному отбору, и большую роль в его разнообразии играют другие генетические факторы, например, дрейф генов, а также половой отбор, пишут авторы.

Цвет волос у большинства неевропейских популяций темно-коричневый, изменчивость по этому признаку мала. Есть исключения, например, относительно много светловолосых людей в Меланезии, что определяется 93С аллелем гена TYRP1. В то же время в Европе очень большое разнообразие по цвету волос. Светлые волосы определяются регуляцией гена KITLG, рыжие волосы – специфическим вариантом гена MC1R. Половой отбор до некоторой степени благоприятствует распространению этих признаков.

Цвет радужной оболочки глаза у современных людей чаще всего коричневый, с вариациями от светлого к темному. В Африке практически отсутствует изменчивость по цвету глаз, так как высокий уровень меланина в радужке защищает сетчатку от ультрафиолета. В Европе наибольшая изменчивость по цвету глаз — от темно-коричневого до светло-голубого плюс другие разновидности цвета – зеленые, ореховые, которые помимо уровня меланина, определяются другими пигментами. Светлые глаза сильнее рассеивают свет, низкий уровень меланина обеспечивает лучшую освещенность при ограниченном солнечном излучении в средних и высоких широтах. Авторы отмечают, что набор генетических маркеров, ассоциированных с цветом радужки, в Европе, Южной Азии и Восточной Азии различен, как различны и эволюционные силы, действующие на эти гены. Существенную роль в изменчивости по цвету глаз играет и половой отбор.

Вообще, генетическая основа цветовой дифференциации человечества очень сложна, потому что некоторые гены имеют плейотропный эффект, то есть влияют на несколько пигментных систем сразу, таким образом, они участвуют в определении цвета и волос, и глаз, например. Другие же генетические вариации влияют только на один признак. Помимо этого, один и тот же фенотип может стать результатом комбинации разных аллелей и сформироваться под действием разных генетических факторов.

*текст Надежды Маркиной*

### **Источник:**

Jablonski NG, Chaplin G.

The colours of humanity: the evolution of pigmentation in the human lineage.

Phil. Trans. R. Soc. B, 2017 372: 20160349.

<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2016.0349>