

# ПОЛИПЛОИДНОСТЬ ПРЕДКА ЭУКАРИОТ КАК КЛЮЧ К ПОНИМАНИЮ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МИТОЗА И МЕЙОЗА

**А.В. Марков<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра биологической эволюции, 119991 Ленинские горы, 1, Москва, Россия.

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН 117997 Профсоюзная ул., 123, Москва, Россия. E-mail: markov\_a@inbox.ru

Происхождение митоза и эукариотического секса (чередования сингамии и мейоза) остается загадочным. У галофильных полиплоидных архей *Haloferox* описана система генетического обмена, которую можно интерпретировать как промежуточную между про- и эукариотическим сексом. Мы использовали компьютерное моделирование для изучения эволюционно-генетических последствий полиплоидности у амитотических прокариот и ее возможной роли в становлении митоза, мейоза и полового размножения. Моделирование показало, что в мутагенной среде полиплоидность, с одной стороны, дает прокариотам краткосрочное преимущество, с другой – способствует накоплению рецессивных вредных мутаций и повышает риск вымирания в долгосрочной перспективе. Чтобы уменьшить генетическую «цену» полиплоидности, сохранив ее преимущества, амитотические полиплоиды могут использовать несколько стратегий. Удивительным образом все они напоминают те или иные аспекты эукариотического секса. К ним относятся циклы пloidности, унификация копий генома путем генной конверсии, интенсивный горизонтальный перенос генов между родственниками, обмен целыми хромосомами в сочетании с гомологичной рекомбинацией (кроссинговером), а также эволюция механизма точного распределения хромосом между дочерними клетками (митоза). Приобретение митоза амитотическими полиплоидами неизбежно ведет к быстрой диверсификации и специализации хромосом, что в итоге превращает полиплоидную клетку в функционально моноплоидную, с множеством уникальных, высоко избыточных хромосом. При этом выработанные ранее способы случайного хромосомного обмена и рекомбинации «устаревают». Возникает необходимость развития механизмов спаривания только очень похожих (гомологичных) хромосом, что в конечном итоге приводит к появлению мейоза. Митоз и ранние версии эукариотического секса могли развиваться у предковых амитотических, полиплоидных прото-эукариот в мутагенных условиях раннепротерозойских мелководных микробных сообществ. Процесс предположительно включал три этапа: (1) развитие интенсивного генетического обмена между родственными клетками; (2) приобретение митоза, за которым последовала диверсификация и специализация хромосом; (3) приобретение мейоза. Гипотеза объясняет несколько ключевых особенностей эукариот, до сих пор оставшихся загадочными, в том числе множественные линейные хромосомы, высокий уровень генетической избыточности и быстрое появление новых генных семейств на заре эволюции эукариот, выявленное сравнительной геномикой. К числу фактов, согласующихся с гипотезой, относится недавно обнаруженная корреляция между полиплоидностью и наличием гистонов у архей.