

Лекция 11. Геномы. Простейшие, грибы, животные.

Рис.2-3. Древо жизни – эукариоты

Животные, растения, грибы, а также группы организмов под общим названием протисты — все являются эукариотическими организмами. Они могут быть одноклеточными и многоклеточными, но все имеют общий план строения клеток. Считается, что все эти столь несхожие организмы имеют общее происхождение, поэтому группа ядерных рассматривается как монофилетический таксон наивысшего ранга. Согласно наиболее распространенным гипотезам, **эукариоты появились 1,5—2 млрд лет назад**. Важную роль в эволюции эукариот сыграл симбиогенез — симбиоз между эукариотической клеткой, видимо, уже имевшей ядро и способной к фагоцитозу, и проглоченными этой клеткой бактериями - предшественниками митохондрий и хлоропластов.

Важнейшее отличие эукариотических организмов от прокариотических состоит в более совершенной системе регуляции генома (именно в этом смысл появления клеточного ядра: область активного метаболизма – цитоплазма – отделилась от области хранения, считывания, репликации генетической информации и, главное, регуляции транскрипции и посттранскрипционных модификаций РНК). Благодаря этому резко возросла приспособляемость одноклеточных организмов, их способность адаптироваться к меняющимся условиям без внесения наследственных изменений в геном

Рис.4-6. Эукариоты – геномные проекты

Согласно данным NCBI на 24 апреля 2008 полностью установлена первичная нуклеотидная последовательность 23 эукариотических геномов, среди которых геномы растений, животных, грибов и протистов.

Всего же, по данным NCBI на 24 апреля 2008, реализовано или реализуется 464 проектов по установлению полной последовательности эукариотических геномов, 208 находятся на стадии сборки, а 233 в процессе реализации.

Однако данные NCBI хотя и содержат информацию о большинстве геномных проектах, над которыми идет работа, в процессе секвенирования в мире находится множество геномов, не индексируемых NCBI. Вероятно, цифры NCBI несколько занижены.

Количество геномных проектов значительно возросло за последние несколько лет. Этому способствует стремительное развитие методов секвенирования и интерес различных биотехнологических фирм (и даже косметических, например, Procter&Gambel) к данной области современной биологии.

Рис. 7-10. Эукариоты. Размеры геномов.

Из свободноживущих эукариот самым коротким геномом обладает зеленая водоросль *Ostreococcus tauri*.

Размер генома этого планктонного микроорганизма всего около 11.500.000 п.н.

Однако самым маленьким геномом среди эукариот обладают внутриклеточные паразиты – микроспоридии (относятся к грибам). Их геномы не превышают 2.000.000 п.н., это меньше геномов некоторых бактерий.

На картинке спора *Encephalitozoon cuniculi*, обладателя одного из самых маленьких геномов эукариот, возбудителя микроспоридиоза.

Самым большим геномом среди эукариот, из известных на сегодняшний день, обладает жгутиконосец *Gonyaulax polyedra* – **около 97.800.000.000 п.н.**

Самый большой геном среди животных у амфиподы *Ampelisca macrocephala* – около **63.200.000.000 п.н.**, что в 20 раз превышает размер генома человека.

Размеры геномов эукариотических организмов относящихся к одной и той же таксономической группе могут отличаться в сотни и тысячи раз. Например, среди простейших это отличие составляет 33.000 раз. Среди растений – в 2.000 раз, а среди животных – в 3.300 раз.

Различия в размерах геномов, как правило, не отражают различия в количестве кодирующих генов (кроме паразитических форм), а обусловлены различием в количестве повторяющихся последовательностей. Кроме того, обладатели огромных геномов, в большинстве своем, содержат полный геном только в генеративных клетках (ракообразные, в том числе и *Ampelisca macrocephala*) или микронуклеусе (простейшие, например, *Tetrahymena*), тогда как соматические клетки и макронуклеус содержат редуцированное количество ДНК, достаточное для функционирования организма.

Размер генома эукариот не коррелирует с количеством генов. Размер геномов *Neurospora crassa* и *Homo sapiens* отличается примерно в 75 раз, а количество генов только в 1.6 раза.

Рис.11. Простейшие – геномные проекты

Геномные проекты простейших составляют около 1/5 всех проектов по установлению первичной нуклеотидной последовательности геномов эукариот.

В подавляющем большинстве своем в списки попадают паразитические организмы, а также организмы, которые могут быть использованы для получения биотоплива, или представляют серьезный интерес с точки зрения экологии.

Рис.12. Простейшие – геном

Геномы паразитических простейших относительно компактны, кодирующие последовательности могут составлять до 90% генома (микроспоридии).

Однако свободноживущие простейшие могут содержать гораздо больше как кодирующих, так и некодирующих последовательностей, чем простейшие-паразиты. Считается, что наличие огромного генома некоторых простейших, большая часть которого вообще не используется и элиминируется из соматических клеток, позволяло в прошлом, на заре становления эукариот, уменьшать мутагенное воздействие агрессивной окружающей среды.

Свободноживущая *Tetrahymena thermophyla* содержит в пять раз больше генов, чем паразит *Plasmodium falciparum*.

Рис.13. Простейшие – реорганизация генома

Рис.14. Грибы

Грибы (лат. Fungi или Mycota) — царство живой природы, объединяющее эукариотические организмы, сочетающие в себе некоторые признаки как растений, так и животных.

Грибы присутствуют во всех биологических нишах — в воде, на суше и в воздухе. Они играют важную роль в биосфере, разлагая всевозможные органические материалы, поэтому многие грибы являются опасными вредителями, наносящими серьезный экономический ущерб. Многие грибы являются паразитами растений и животных (в том числе и человека), вызывая возникновение ряда опасных заболеваний. Некоторые виды грибов активно используются человеком в пищевых, хозяйственных и медицинских целях.

Специалисты насчитывают до 100 тысяч видов грибов.

Рис.15-18. Грибы – геномные проекты

Геномные проекты простейших составляют около **1/3 всех проектов** по установлению первичной нуклеотидной последовательности геномов эукариот.

Геномы грибов относительно небольшие, в среднем около 30.000.000 п.н. Это делает их удобными объектами – временные и финансовые затраты на прочтение одного генома несопоставимо меньше затрат на прочтение геномов большинства животных и растений.

В список проектов включены геномы из самых разнообразных таксономических групп грибов – аскомицетов, базидиомицетов, хитридиомицетов и др.

Многие грибы, включенные в списки геномных проектов, являются удобными модельными объектами, которые используются уже на протяжении десятилетий, например – *Neurospora crassa*.

Однако большинство исследуемых грибов попадают в списки проектов благодаря своей способности вызывать болезни человека, животных и растений.

Установление последовательностей генома грибов-патогенов – еще один шаг в борьбе с заболеваниями, вызываемыми этими грибами. Кроме того, грибы могут быть использованы как «биологический инсектицид» или в промышленности: получение биотоплива, переработка органического материала и др.

Рис.19-20. Грибы – геном

Значительную фракцию геномов грибов занимают гены – до 50%.

Длина генов в среднем меньше, чем у растений и животных. Это связано, в первую очередь, с небольшим количеством интронов и их длиной.

В процессе эволюции грибов происходило постепенное уменьшение количества интронов. Длина интронов увеличивалась в некоторых группах грибов (Hemiascomycota).

Геномы грибов содержат относительно небольшие фракции повторенных последовательностей, всего 10-15%, причем большую часть повторенных последовательностей составляют рРНК гены (от 100 до 200 повторенных генов). Остальную часть повторов составляют мобильные элементы.

Мобильные элементы грибов. Копийность мобильных элементов варьирует от 1 копии на гаплоидный геном до одной-двух сотен.

Рис.21. Животные

Рис.22. Животные – геномные проекты

На сегодняшний день в базе NCBI насчитывается 197 проектов. Завершенных всего 4 (для сравнения, завершенных геномов грибов уже 10).

Примерно четверть от общего числа составляют геномы насекомых (55), чуть менее половины – млекопитающие (79).

Рис.23-25. Животные – геном

